IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

TARTALOM

Dési Frigyes 57

Horváth L.–Mészáros E.: A kén-dioxid-szulfát átalakulás kinetikai paramétereinek meghatározása légköri mérések alapján (angol nyelven) 58

Mäde, A.: Az agrometeorológia feladatai és problémái 63

Antal E.: Az éghajlati erőforrás és mezőgazdasági jelentősége 78

Endrődi G.: A burgonya optimális evapotranspirációja és csapadékellátottsága Magyarországon 89

Miskolci F.: A teljes ózontartalom meghatározása műholdas mérésekből ... 97

Szabó É.: Hűtőtornyok hatása a levegőkörnyezetre 103

Irodalom 111

Krónika 113

CONTENTS

Frigyes Dési 57

Horváth, L.–Mészáros, E.: Determination of the kinetic parameters of sulfur dioxide–sulfate conversion on the basis of atmospheric measurements (English text) 58

Mäde, A.: Tasks and problems of agricultural meteorology 63

Antal, E.: The climatic potential and its role in agriculture 78

Endrődi, G.: The optimal evapotranspiration and water supply of potatoes in Hungary 89

Miskolci, F.: Determination of the total ozone content by measurements on artifical satellites 97

Szabó, É.: Effects of cooling towers on atmospheric environment 103

Literature 111

Chronicle 113

82. ÉVF. ★ 2. SZÁM ★ 1978. MÁRCIUS—ÁPRILIS

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
JOURNAL OF THE METEOROLOGICAL SERVICE
OF THE HUNGARIAN PEOPLE'S REPUBLIC

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG – EDITORIAL BOARD:

AMBRÓZY P. (Budapest)
ANTAL E. (Budapest)
BAUR, F. (Bad Homburg)
BESSEMOULIN, M. J. (Paris)
BOSSOLASCO, M. (Genova)
BÖHME, W. (Potsdam)
BUDYKO, M. I. (Leningrad)
ČADEŽ, M. (Beograd)
DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi)
DONEAUD, A. (Bucuresti)
GÖTZ G. (Budapest)
GULYÁS O. (Budapest)
KONČEK, M. (Bratislava)
LOGVINOV, K. (Kijev)
MÄDE, A. (Halle/Saale)
MÉSZÁROS E. (Budapest)
VAN MIEGHEM, J. (Bruxelles)
NGUYEN-XIEN (Hanoi)
OKOLOWICZ, W. (Warszawa)
PASZINSKY, J. (Warszawa)
PÉCZELY GY. (Szeged)
RADINOVIĆ, D. (Beograd)
RÁKÓCZI F. (Budapest)
ŠAMAJ, F. (Bratislava)
STEINHAUSER, F. (Wien)
STELCZER K. (Budapest)
SZEPESI D. (Budapest)
TAKEUCHI, K. (Tokio)
TUVDENDORZS, D. (Ulan-Bator)
VARGA-HASZONITS Z. (Budapest)
VITEK, V. (Praha)
WHITE, R. M. (Rockville)

ELNÖK – CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD:
BODOLAI I. (Budapest)

SZERKESZTŐ – EDITOR: LŐRINCZ ANNA (Budapest)

Szerkesztőség – Editorial Office:
H-1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1. HUNGARY

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 82. évf. 2. szám. 1978. március – április
Journal of the Meteorological Service Vol. 82, No 2. March – April. 1978 Budapest

Az Időjárás szerkesztő bizottsága mély megilletődéssel közli, hogy volt elnöke, s folyóiratunknak két és fél évtizeden át felelős szerkesztője

DÉSI FRIGYES

a műszaki tudományok doktora, az Országos Meteorológiai Szolgálat nyugalmazott elnöke, a meteorológiának az Eötvös Loránd Tudományegyetemen volt tanszékvezető tanára, életének 66. évében 1978. március 26-án, hosszú betegeskedés után elhunyt.

Mindössze négy esztendeje, hogy távozott a Szolgálat éléről. Nincs helye a gyász első óráiban annak, hogy méltassuk a hazai meteorológiai tudomány fejlődése s nemzetközi kapcsolatainak kiszélesítése előtt is új távlatokat nyitó szervezői ténykedését. Személyiségének, emberségének, kiemelkedően eredményes szakmai működésének méltatása úgyis egyoldalú lenne, ha elválasztanánk közéleti ténykedésének értékelésétől; hiszen politikai tisztánlátásával, mint két cikluson át országgyűlési képviselő, vagy az Elnöki Tanács tagja, s az 1956 utáni konszolidáció aktív szereplője, szocialista társadalmi rendszerünk kialakulásának e korszakában minden elődjénél többet tudott tenni szaktudományunk fejlődéséért.

Nyugalomba vonulásakor bizton reméltük, hogy színes, dinamikus egyénisége számára az elkövetkező évek a további gazdag alkotó munkát, a tudós professzor, a tudományos tanácsadó, az elvhű közéleti ember tartalmas életét jelentik. Reményeink nem váltak be. Egyre elhatalmasodó betegsége az utóbbi években fokozatosan teljes visszavonultságra kényszerítette. S most végképp el kellett szakadnunk tőle.

Emlékét azonban idézik alkotásai: a három intézet, a szellemileg-műszakilag korszerűsített fizikai-kísérletes meteorológiának modern obszervatóriumai, s kegyelettel őrzi emlékét tanítványainak hosszú sora, kiket igényes mércével ő indított el azon a tudományos pályán, amely messze, országhatárainkon, sőt Európán túl is megbecsülést szerezhetett a magyar meteorológiai szolgálatnak.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 82. évf. 2. szám. 1978. március—április
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82, No 2. March—April. 1978 Budapest

Determination of the kinetic parameters of sulfur dioxide—sulfate conversion on the basis of atmospheric measurements

L. HORVÁTH and E. MÉSZÁROS *Institute for Atmospheric Physics, Budapest*

A kén-dioxid – szulfát átalakulás kinetikai paramétereinek meghatározása légköri mérések alapján. A kén-dioxid gáz szulfát aeroszol részecskévé való teljes átalakulásának kinetikai paramétereit határoztuk meg Budapest külvárosában végzett kén-dioxid és szulfát mérések alapján. Az abszolút reakciósebességi elmélet alkalmazásával a város felől fújó szelek esetében az aktiválási entalpiát 8.31 kal/mól-nak, az aktiválási entrópiát −48,8 cal/fok· mól-nak találtuk. 25°C-on az ennek megfelelő aktiválási szabadentalpia 22,9 kcal/mól, mely 1,77 óra felezési időt ad.

*

Определение кинетических параметров превращения двуокиси серы в сульфат, по данным атмосферных измерений. По данным измерения двуокиси серы и сульфата, проведенного в пригородном районе Будапешта, были определены кинетические параметры превращения двуокиси серы в сульфатные аэрозольные частицы. С использованием теории абсолютной скорости реакции при ветре, дующем из направления города, энтальпия активации была определена равной 8.31 ккал/моль, энтропия активации — 48.8 кал/градус·моль. При температуре 25° С соответствующая этому свободная энтальпия активации составляет 22,9 ккал/моль, что соответствует времени полураспада 1,77 часов.

*

The determination of the kinetic parameters of the conversion of sulfur dioxide gas to sulfate aerosol particles in the atmosphere is of interest for many problems in air chemistry and pollution studies. On the basis of observations carried out in the atmosphere during the summer half-year *Mészáros et al.*, (1977) were able to calculate the overall activation energy of this transformation as well as the rate constant as a function of the temperature. For this calculation they used the statistical relation found between the temperature and the logarithms of the molar ratios of sulfate to sulfur dioxide by applying the standard chemical kinetic technique.

The aim of the present paper is to re-calculate these kinetic data on the basis of the results of more numerous observations. Furthermore on this work the absolute kinetic theory is used which makes possible the determination of the free enthalpy and the entropy of the conversion as well as the temperature dependence of the so-called pre-exponential factor.

The data

The sampling of sulfur dioxide and sulfate particulate was carried out in the suburban Budapest. The concentration of sulfur dioxide was measured by the West-Gaeke method with a sampling time of 1 hour. The aerosol particles

for nephelometric sulfate analyses were sampled on filter during 2–4 hours by high volume collectors (see: *Mészáros* 1973 and 1974).

During the sampling among other parameters the temperature, the wind spead and direction were also observed.

Between 1971 and 1976 184 simultaneous (the sulfur dioxide was sampled in the middle of aerosol samplings) SO_2 and SO_4^{2-} measurements were made in midday hours. 98 of them were carried out in summer (April–September),

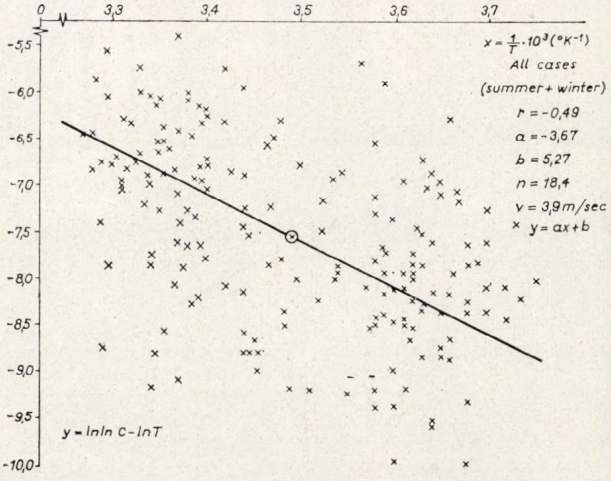


Fig. 1: Data sets and calculated regression line for all cases independiently of the wind direction. The symbol ⊗ gives the average of and the 1/T ordinate values.

while the others were done in winter half-years. As in the previous study *(Mészáros et al.*, 1977) the data were separated according to wind directions. The number of cases with city winds between West and Northeast during summertime was 58. The average temperature of measurements was 13 °C.

The theory

For a first-order oxidation of sulfur dioxide to sulfate the rate constant *(k)* is:

$$k = \frac{1}{t} \cdot ln\left(\frac{[SO_2]+[SO_4^{2-}]}{[SO_2]}\right) = \frac{1}{t} lnC, \tag{1}$$

where t is the time and brackets give the molar concentrations.

On the other hand according to absolute kinetic theory k can also be given as follows (*Erdey-Grúz* and *Schay*, 1964):

$$k = \varkappa \cdot \frac{k' T}{h} \exp\left(-\frac{\Delta G^*}{RT}\right), \tag{2}$$

where $\varkappa$ is the so-called transmission coefficient (considered to be 1 in this study), k' is the Boltzmann, h is the Planck constant, respectively. Further ΔG^* gives the activitation free enthalpy, R is the gas constant, while T is the absolute temperature.

Taken into consideration the well-known expression for free enthalpy, (2) yields:

$$k = \frac{k'T}{h} \exp\left(\frac{\Delta S^*}{R}\right) \exp\left(-\frac{\Delta H^*}{RT}\right), \tag{3}$$

where ΔS^* is the activation entropy, while ΔH^* is the activation enthalpy (according to classical treatment the activation energy).

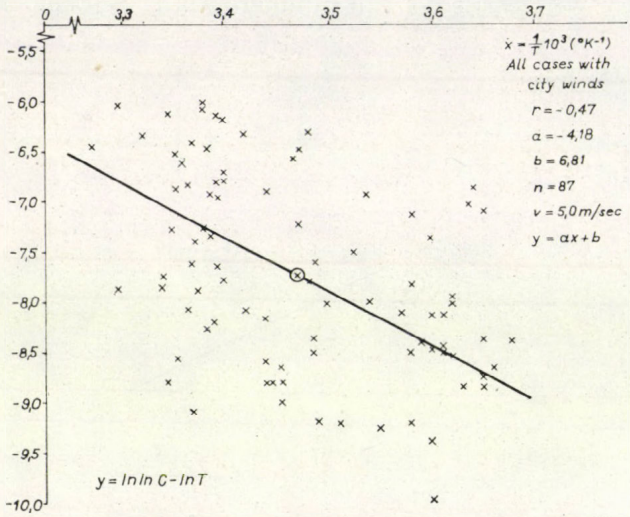


Fig. 2: Data sets and calculated regression line for all cases with city winds. The symbol ⊗ gives the average of 1/T and the ordinate values.

The combination of (1) and (3) yields:

$$\ln\ln C - \ln T = \ln\frac{k't}{h} + \frac{\Delta S^*}{R} - \frac{\Delta H^*}{RT} \tag{4}$$

In our calculations it was assumed that at $t=0$ the SO_2 concentration is the sum of the SO_2 and SO_4^{2-} concentrations measured at t. It is implied in this assumption that neither sulfur dioxide nor sulfate are lost from the air between the main sources and sampling site (the mean distance between the city and the sampling site is about 10 km) and that the concentration of sulfate particles up-wind from the city can be neglected. The error made by these assumptions in the results of the calculations was previously discussed *(Mészáros et, al.*, 1977).

Results and discussion

According to equation (4) the data were plotted in such a coordinate system where $y = \ln\ln C - \ln T$, while $x = 1/T$. In this way, by employing a simple linear correlation, the "a" value in the regression line $(y = ax + b)$ is $-\Delta H^*/R$, while "b" is given by the first two terms on the right hand of equation (4). To be able to calculate t, from the main source distance and wind speed, the data sets with city winds were separately considered.

Figs. 1 and *2* represent the results obtained for all cases and for data sets with city winds, respectively. In these figures the correlation coefficients *(r)*, the constants of the regression line, the number of cases *(n)* and the average wind speeds are also plotted. The correlation coefficients in figs.

1 and 2 give, considering the number of data sets, real statistical relations at a probability level of 0.01. The calculated activation enthalpies for all cases and for all cases with city winds are 7.3 kcal/mole and 8.3 kcal/mole, respectively. This means that the activation enthalpy is about the same independently of the source distance. It can also be seen from these figures that the value of "*b*" constant is very similar for all wind directions and for city winds. Considering that *t* in "*b*" must be very different (because of the different

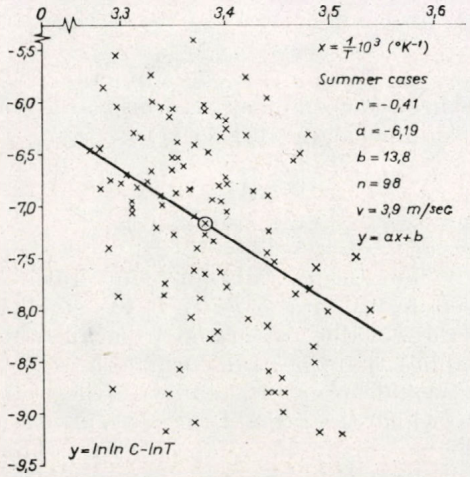


Fig. 3: Data sets and calculated regression line for summer data in the case of all wind direction. The symbol ⊗ gives the average of 1/T and ordinate values.

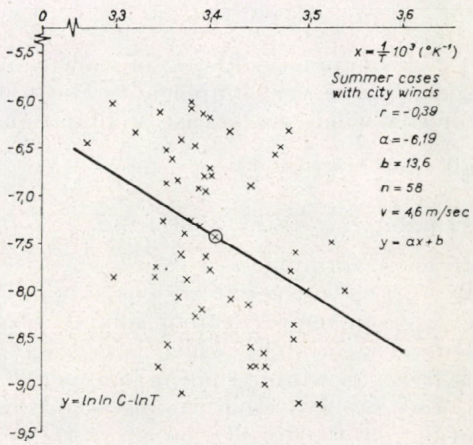


Fig. 4: Data sets and calculated regression line for summer data with city winds. The symbol ⊗ gives the average of 1/T and ordinate values.

average source distance) when the wind blows from the city or from the countryside we have to assume that there is also a difference in ΔS^* values under these two conditions. This is not unreasonable since it is probable that in locally polluted air other reaction partners are present in the oxidation of SO_2.

To receive results comparable with our previous kinetic data *(Mészáros et al.*, 1977), similar calculations were done for summer cases *(Figs. 3* and *4)*. It follows from the calculated regression lines in *Figs. 3* and *4* that in summer exactly the same activation enthalpy can be obtained under both conditions (12.3 kcal/mole). This figure is between the activation energies found in the previous study *(Mészáros et al.*, 1977) on the basis of less numerous observations by using the classical kinetic treatment and two different approximations.

The kinetic parameters calculated from data sets with city winds are

TABLE I

Kinetic parameters calculated from data sets with city winds. The values of ΔG^*, k, $t_{1/2}$ *and* A *refer to* 25 °C

	ΔS^* [cal/degree. mole]	ΔG^* [kcal/mole]	k [1/sec.10^4]	$t_{1/2}$ [hours]	A [1/sec]
All cases	−48,8	22,9	1,09	1,77	134
Summer cases	−35,5	22,9	1,04	1,85	1,08. 10^5

found in *Table I*. In this table the so-called pre-exponantial factor is also given, the value of which, according to equ. (3), is:

$$A = \frac{k'T}{h} \exp\left(\frac{\Delta S^*}{R}\right).$$

It follows from data of the table that, although the value of ΔH^* is higher for all cases than for summer data sets (see above) the value of ΔG^* is about the same. That is the variations of ΔH^* are compensated by the changes of ΔS^*.

From practical point of wiew the variation of k (or $-t_{1/2}$) as a function of T seems to be very important. The following two formulae give this variation for city winds in the case of all data and summer data, respectively:

$$\text{all cases:} \quad k = 0{,}450 \cdot T \cdot \exp\left(-4{,}18 \cdot 10^3/T\right) \quad [sec^{-1}], \tag{5}$$

$$\text{summer:} \quad k = 3{,}63 \cdot 10^2 \cdot T \cdot \exp\left(-6{,}19 \cdot 10^3/T\right) \quad [sec^{-1}].$$

In these formulae k is expressed in sec^{-1}, while T is the absolute temperature. According to the expressions (5) (and accordig to data in *Table I*) k is smaller at a given temperature in summer than the k value calculated from all data (summer + winter), which apparently implies that the transformation of SO_2 is faster in winter than in summer. This would be inconsistent with the well-known observational finding according to which the ratio of the concentration of SO_4^{2-} to that of SO_2 on an average is higher in summer than in winter. This apparent contradiction can be eliminated if the difference in average temperature of the summer and winter half-years is taken into consideration.

Finally it is to be noted that, in accordance with the absolute kinetic theory, the pre-exponential factors in (5) also depend on the temperature. This dependence causes some difference in k as compared with the results of the classical treatment considering A to be independent of the temperature. To calculate this difference quantitatively the standard kinetic theory, as outlined in the previous study (*Mészáros et al.*, 1977), was also applied to the data sets used in this work. It was found that in this case, at a temperature of 25 °C the k value for all cases and for summer cases, both with city winds, is $1.14 \cdot 10^{-4}\ sec^{-1}$ and $0.60 \cdot 10^{-4}\ sec^{-1}$, respectively, which are somewhat different than those listed in *Table I*.

REFERENCES

Erdey-Grúz T., Schay G. (1964) Elméleti fizikai kémia. *Tankönyvkiadó*, Budapest.

Mészáros E. (1973) Evidence of the role of indirect photochemical processes in the formation of atmospheric sulphate particulate. *Aerosol Science 4*, 429–434.

Mészáros E. (1974) On the formation of atmospheric sulphate particulate in the winter months. *Aerosol Science 5*, 483–485.

Mészáros E., Moore D. J. and Lodge J. P (1977) Sulfur dioxide – sulfate relationships in Budapest. *Atmospheric Environment, 11*, 345–349.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 2. szám. 1978. március–április
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82 No 2. March–April 1978 Budapest

Az agrometeorológia feladatai és problémái

A. MÄDE, *Martin Luther Universität Halle-Winnemberg, Halle a.d. Saale*

Tasks and Problems of Agricultural Meteorology. On the basis of a life-long activity in the field of agricultural meteorology, the tasks of the meteorologist in the interdisciplinar domain between meteorology and the agricultural sciences are discussed, in view of an utilization of meteorological knowledge in agriculture. The actual advising service in agricultural meteorology is very useful for the practice in agricultural operation. Investigations in agricultural meteorology and agricultural climatology are aids in decisions making for the institutions devoted to planning work in agriculture. Some investigations in the field of meteorological crop analysis and on the meteorological hazards of using harvester-treshers are to be interpreted as examples for the working method of the meteorologist.

⁂

Задачи и проблемы агрометеорологии. Исходя из многолетнего опыта, накопленного в области агрометеоролгических работ, рассматриваются задачи метеорологов в смежных областях метеорологии и сельского хозяйства, позволяющие целеустремленно использовать метеорологические познания в пользу сельского хозяйства. При этом практикуемая в настоящее время агрометеорологическая консультация оказывает значительную помощь в практической работе сельскохозяйственных организаций. Агрометеорологические и агроклиматологические исследования могут считаться важным вспомогательным средством при принятии плановыми и руководящими органами сельского хозяйства решений. Исследования, проведенные в области метеорологического анализа урожайности и оценки метеорологического риска напр. при внедрении комбайнов могут считаться примером подхода метеоролога к решению подобных задач.

⁂

Az agrometeorológia olyan tudományág, amely legalább két munkaterületnek az ismereteit és tapasztalatait használja fel. Ennek során az egyik munkaterület, a meteorológia, amely magában foglalja a klimatológiát is, egy viszonylag egységes terület egyöntetűen matematikai-fizikai megalapozással. A másik főterületen, az agrártudományok területén, nagyobb számú egyedi diszciplinának az integrációjával állunk szemben, amelyek természettudományi és műszaki alapokra épülnek fel és belenyúlnak még a gazdasági tudományok, különösképpen a közgazdaságtan területére is. Mindegyik tudományágnak saját terminológiája van, a használt fogalmaknak a különleges definícióival is, és ezzel saját külön nyelve és számára különleges gondoskodásmódja alakult ki. Ebből azok számára, akik olyan határterületen tevékenykednek, mint az agrometeorológia, beszéd- és gondolkodásbeli gátak származnak, amelyek megnehezítik a kölcsönös megértést. Ez könnyen félreértésekre vezet az ismeretek tartalmi értékére és extrapolálási lehetőségeire vonatkozólag. Ezért agrometeorológiai megállapítások megítélésekor mindenkor fel kell vetnünk

azt a kérdést, vajon a feldolgozó személy matematikai-fizikai képzettségű-e vagy pedig mezőgazdasági oldalról érkezik, olyan gondolkodásmóddal, amely a biológusokra, a technikusokra és a közgazdászokra jellemző. Ezeket a különbségeket számításba kell vennünk még akkor is, ha jelenleg már közeledés figyelhető meg a kétféle munkamódszer közt, mint ahogyan például a biológiában egyre nagyobb mértékben használnak matematikai, különösképpen pedig statisztikai módszereket az ismeretek értelmezésére.

Ez a tény nagymértékű kölcsönös megértést követel meg és azt, hogy foglalkozzunk beszélgető társunk vagy munkatársunk gondolkodásmódjával, főképp akkor, amikor a feladatkitűzés megfogalmazása után a megoldás útját kell kijelölni. Eredményes munka csak ott végezhető, ahol a két résztvevő fél egyenértékű és ahol az egyenjogúságot gyakorlatilag megvalósítják, vagyis ahol nincsenek szakmai prioritások.

Itt felvetődik az a kérdés is, vajon tanácsos-e az, hogy az agrometeorológust specialista gyanánt képezzük ki, vagy pedig nem helyesebb-e az, hogy az agrometeorológiát már elvileg kollektív munkának fogjuk fel a meteorológusok és a különféle irányzatú mezőgazdák közt. Nehéz eldönteni, hogy melyik utat kellene követnünk. Itt a szereplő személyek teljesítési potenciálja és gondolkodásmódja fontosabb lehet, mint az elvi meggondolások. De mindenesetre az agrometeorológiai tervek intézményesítésekor biztosítani kell a paritást a meteorológia és a mezőgazdaság szerepe között.

Az agrometeorológia németországi fejlődése megmutatja, hogy az ilyen kollektív munkamód kockázatmentesebb módon vezet el lényeges és értékes eredményekhez, mint a tudományos egyedüljárás, amely túlteszi magát a szakmai megítélőképesség határain.

Az agrometeorológia fejlődésének kezdete Németországban

Agrometeorológiai vizsgálatok Németországban mintegy már egy évszázad óta folynak. Ezen a helyen az összes többiek helyett csak két nevet említünk meg ennek a sokéves tradíciónak a jellemzésére: *Wollny* és *Holdefleiss* nevét. Kivált az utóbb említett kutató a maga korához képest értékes adalékokat szolgáltatott a terméseredmények meteorológiai elemzéséhez, a terméseredmények előrejelzéséhez és becses fenológiai megfigyeléseket végzett az *Ihne*-féle módszerrel. Annak következtében, hogy a hallei egyetemen fejtette ki tevékenységét, a Halle és Magdeburg körüli térség állt vizsgálatainak középpontjában. Szakmai jelentőségét a közvetlen működési körén túl is nyilvánvalóvá teszi közreműködése az akkori Nemzetközi Meteorológiai Szervezet agrometeorológiai bizottságában.

Mindamellett csak 1932-ben alakult agrometeorológiai munkaközösség, amelynek kezdeményezője és meteorológus tagja *K. Knoch* meteorológus és klimatológus volt, biológus és mezőgazdász tagjai pedig *Erwin Baur*, *Mitscherlich* és *Sessous* voltak. Ez a társulás már kifejezte a készséget a különböző tudományterület kutatói közötti együttműködésre.

Ez a munkaközösség azzal az eredménnyel is járt, hogy egy biológiai intézethez meteorológust küldtek ki. A Müncheberg-i Kaiser–Wilhelm Növénytermesztési Intézetben, amely később *Erwin Baur* nevét vette fel, egy agrármeteorológiai kutatóhelyet építettek ki, amely szervezetileg a meteorológiai előrejelző szolgálathoz tartozott. Az ott tevékenykedő meteorológus számára azt a feladatot tűzték ki, hogy ezen biológiai intézet munkájából ragadjon ki meteorológiai és esetleg egyéb fizikai jellegű problémákat, és ezek meg-

oldásának megkísérlése révén legyen segítségére a növénytermesztési kutatóknak. Amikor ezt a szervezeti formát 1934 elején megteremtették, előrelátható volt, hogy eredménnyel kecsegtető munkák csak lassan bontakoznak ki, és hogy kölcsönös felderítő munkára van szükség ahhoz, hogy a konkrét célkitűzéseket fel lehessen ismerni és ezáltal hatékony segítséget lehessen nyújtani a növénytermesztési munkában.

Az agrometeorológiai kutatóhely szolgálati fennhatósága, az időjárási előrejelző szolgálat eleinte meteorológiai feladatokat tűzött ki. Pl.: az intézet területét meteorológiailag fel kellett mérni és fejlesztési munkákat kellett végezni a mikrometeorológiai méréstechnika terén. A növénytermesztőknek nyújtott kisebb segédkezések mellett a szabadtéri növények levélfelszíni hőmérsékletének mérése, a szellőztetett növényházak rendszeres meteorológiai vizsgálata és növénytermesztési szempontból legelőnyösebb üzemeltetésük: ezek voltak azok a feladatok, amelyek a biológiai intézettel való együttműködésből származtak.

A növényfiziológussal való együttműködés folyamán kitűnt, hogy az ilyen növényházaknak és hűtőberendezéseknek a megtervezői a biológiai adottságokat nem vették kellő mértékben figyelembe. Ezt az eredményt a sikeres együttműködés egyik példájának tekinthetjük.

Ezért én arra a felfogásra vagyok hajlamos, hogy célszerűbb megoldás az, ha teljesítőképes szakembereket hozunk össze, ellenben *lemondunk arról, hogy bizonyos fokig mindenben járatos agrometeorológust képezzünk ki.*

Az agrometeorológiai kutatóhelyek és tanácsadás kialakítása az NDK-ban

Ezen elv értelmében történt meg 1946-ban, a Szászország-Anhalt-i tartományi meteorológiai szolgálatból kiindulólag, az NDK területén az agrometeorológia kiépítése. Agrometeorológiai kutatóhelyek létesültek a biológiai kutatóintézményeknél, amelyek szervezetileg az NDK meteorológiai szolgálatához tartoztak, és amelyek egy agrometeorológiai rendeltetésű kutatóintézethez vannak hozzárendelve.

A kutatáson kívül azonban ki kellett fejleszteni az agrometeorológiai tanácsadást is. A mezőgazdaság számára nyújtott ezen időszerű tanácsadás, amely túlmegy az időjárási előrejelző szolgálat rendes keretein, *a priori* magának a meteorológiai szolgálatnak a feladata. Ennek megoldásához szükség van az időjárási jelentéseken kívül, az idevágó biológiai és mezőgazdasági információkra is arról a területről, amelyet ki kell szolgálnunk. Ehhez segítséget nyújt a Fenológiai Szolgálat, amelynek fenntartásáról az 1930-as évek közepétől kezdve a meteorológiai szolgálat gondoskodott.

A szabályozásnak ez a módja azért volt rendkívül hasznos, mert a meteorológiai szolgálatnak a maga éghajlatkutató hálózatával és fejlett, gyors, pontos hírszolgálatával megvannak azok a tapasztalatai, amelyek szükségesek egy ilyen különleges megfigyelőhálózat fenntartásához. Ennélfogva megvolt a lehetőség arra is, hogy egy jelentőkulcsot dolgozzunk ki a mezőgazdaságnak nyújtott agrometeorológiai tanácsadás számára. Ez a jelentőkulcs az időjárási jelentőkulcsok szerkezetére támaszkodik és a fenológiai megfigyeléseken túl különféle, a mezőgazdaság számára fontos adatokat ölel fel, mint amilyenek a talajállapot, a talajhőmérséklet, vagy a légnedvesség bizonyos értékeinek fennállási időtartamai stb.

Ily módon az NDK meteorológiai szolgálatának a szinoptikai és klimatológiai adatanyagon felül mezőgazdasági vonatkozású információi is vannak az

ország mezőgazdaságának széles körű meteorológiai tanácsokkal való ellátására.

Az agrometeorológia területén végrehajtandó munkálatok terjedelméről széles látókör alapján és egyben a jelenlegi távlatból nézve tájékoztat az a 10 ajánlás és az a 24 határozat, amelyet a Meteorológiai Világszervezet Agrometeorológiai Bizottsága 1974-ben Washingtonban tartott [19] VI. ülésszakán dolgozott ki.

Nem feladatunk, hogy itt beszámoljunk ennek a konferenciának az eredményeiről. Ezeket az érdekeltek különben is bizonyára ismerik. De ha összehasonlítjuk a Meteorológiai Világszervezet ugyanezen bizottságának I. konferenciáján Párizsban hozott határozatokkal és ajánlásokkal, azonnal kitűnik, hogy az agrometeorológiai megfigyelésügy akkor megtörtént szabályozása jó gyümölcsöket hozott [18].

A washingtoni konferencián elhangzott nagyszámú beszámoló is bizonyította, hogy az egész világon intenzív munka folyik az agrometeorológia területén. Ebből fakad annak sürgős szükségessége, hogy a sokféle, szétszórt és nem mindenki számára hozzáférhető tapasztalatokat össze kell gyűjteni, rendszerezni kell, és ki kell nyomozni azokat a hézagokat, amelyek tudásunk jelenlegi állása mellett fennállnak. Így meglesz a lehetőség arra, hogy ezeket a hézagokat céltudatosan végzett munkák útján kitölthessük.

Hézagok állnak fenn jelenleg is úgy, mint a múltban a regionális termés-eredmény-előrejelzések terén, valamint a világ élelmiszertermelésében elért eredmények becslése tekintetében a tenyészidőszak időjárási alakulásától függően. Hiányzik annak felbecslése is, hogy az agrometeorológiai szolgálatok milyen népgazdasági haszonnal járnak, pedig ennek különleges jelentősége volna az állami intézmények felelős vezetői számára.

A meteorológiai ismeretek felhasználása a mezőgazdaságban

Hogy a meteorológiai ismereteknek felhasználása a mezőgazdaságban nem valami újkeletű szükséglet, azt megmutatja egy rövid visszapillantás az ilyen irányú erőfeszítésekre a legutóbbi száz esztendő folyamán. *T. v. Wilamovitz-Moellendorff* és *A. Schuman* (akik kereken két évtized óta tevékenykednek az NDK mezőgazdaságának agrometeorológiai tanácsadó szolgálatában), tömör áttekintést nyújtottak ezekről az erőfeszítésekről [17].

Eszerint már 1872-ben megtalálhatók az USA-ban egy „Weather-Crop Bulletin" (Időjárási és termés bulletin) kiadásának a kezdetei. Ezek a jelentések körülbelül 1895 óta rendszeresen jelennek meg.

Németországban 1878-ban tanácskozások folytak egy mezőgazdasági célú meteorológiai szolgálat megszervezéséről.

A kapcsolatok a meteorológiai szolgálatok és a mezőgazdaság között ettől az időtől kezdve fennmaradtak. Előtérben álltak a várható időjárásra vonatkozó információk és a mezőgazdaságnak nyújtott klimatológiai tanácsadás. Különleges agrometeorológiai tanácsadás akkor még nem működött.

Az agrometeorológia számára hasznos ismeretek származtak abból, hogy 1895-től kiépült egy — bár ritka — fenológiai megfigyelőhálózat *Hoffman* és *Ihne* érdeméből. A növényfenológia és a mezőgazdaság között fennálló kapcsolatra *Ihne* 1909-ben világított rá [6] az e téren gyűjtött saját tapasztalatai alapján. Időközben konkrét elképzelések alakultak ki az agrometeorológia feladatköréről, úgyhogy lehetővé vált egy agrometeorológiai intézmény felállítása.

A Nemzetközi Meteorológiai Komité keretében (amely a jelenlegi Meteorológiai Világszervezetnek egyik előfutára volt), annak 1913-ban Rómában tartott ülésén létrehoztak egy agrometeorológiai bizottságot, amelynek a későbbiek folyamán német részről *Holdefleiss*, a Halle-i egyetemen dolgozó mezőgazdász és *K. Knoch*, a berlini porosz meteorológiai intézet klimatológusa volt a tagja. Ugyanarról a *K. Knoch*-ról van szó, aki a már említett agrometeorológiai munkaközösség révén elérte Németországban a fenológiai megfigyelőhálózat *F. Schnelle* [15] irányításával történt felállítását és az agrometeorológiai kutatás rendszeres fejlesztését az 1930-as évek elején.

A meteorológiai tapasztalatok tervszerű és célratörő felhasználására törekedett a mezőgazdaság terén *Lenin* ismert 1921 évi határozata. Ez volt az alapja az orosz szovjet köztársaság mezőgazdasági népbiztossága keretében létesült meteorológiai termésszolgálatnak, amely 1922-től kezdődőleg tíznapos időközökben adott ki jelentéseket, ezek a mezőgazdaság számára fontos meteorológiai adatokat és áttekintéseket tartalmaztak.

Az NDK-ban a tartományi meteorológiai szolgálatok tapogatódzó kísérletei után, amelyek már 1946-ban megkezdődtek, 1950-ben a meteorológiai szolgálat a mezőgazdaság, különösen a mezőgazdasági üzemek számára olyan tanácsadásra törekedett, amely a napi időjárási előrejelzésen túl, külön kommentárban tárgyalja a pillanatnyilag időszerű mezőgazdasági és üzemgazdasági problémák meteorológiai vonatkozásait.

Agrometeorológiai tanácsadás az NDK-ban a közelmúltban és jelenleg

Az időszerű tanácsadást 1956. február 1-én egy munkacsoport révén meg tudták indítani a drezdai, lipcsei és Karl-Marx-Stadt-i körzetek számára. Időközben ez a szolgálat már az NDK összes kerületei számára működésbe lépett. A rádión kívül, amely a regionális adókon keresztül a nyári hónapokban szükség esetén naponta sugároz agrometeorológiai jelentéseket, rendelkezésre áll a mezőgazdasági sajtó és hetenként egy alkalommal a televízió is.

Erre a tanácsadási tevékenységre érvényes az a tétel, amelyet az írországi *Bourke* fogalmazott meg az Unesco 1966-ban Reading-ben tartott, az agroklimatológiai módszerekkel foglalkozó [3] értekezletén:

„Az agrometeorológus saját maga nem avatkozik bele a mezőgazdasági termelésbe. Feladata abban áll, hogy hasznos információkat bocsásson rendelkezésre, akár közvetlenül, akár pedig a mezőgazdaság tanácsadó szerveinek a közvetítésével."

Ezen célkitűzés megvalósítására azok, akik az NDK-ban hosszú évekre visszanyúló tevékenységet fejtenek ki ebben a szolgálatban, irodalmi tanulmányok révén és a publikációk gondos szemmeltartása útján összegyűjtötték azokat az ismereteket, amelyek az eredményes tanácsadói munkához szükségesek és hasznosak. A szükséges adatokat a már említett, AGMET nevű jelentőkulcs segítségével gyűjtik össze. Zárójelben említsük meg, hogy egy különleges számkulcs felhasználásának gondolata nem újkeletű. Így például a lengyel agrometeorológusok már az 1930-as években használtak egy ilyen jelentőkulcsot.

Lényeges, hogy a jelentőkulcs alkalmazkodjék a mezőgazdaság mindenkori termelési módszereihez, továbbfejlesztésük során időnként felül kell őket vizsgálni és adott esetben ki kell bővíteni őket. *T. Wilamowitz-Moellendorff* és *Schumann* beszámoltak tapasztalataikról [17]. Az érdeklődők számára heti agrometeorológiai áttekintést is adnak, amely meteorológiai mérési adatokat tartalmaz és értelmezi az időjárás hatását a talajra, a növényekre, a mező-

gazdasági munkaszervezésre. A heti áttekintések tartalma a mezőgazdaság évszakos szükségleteihez alkalmazkodik.

Az agrometeorológiai tanácsadás hatékonysága (mind a rövidtávú, mind a hosszú távú informálás esetében) a felhasznált tudományos alapok információtartalmán alapul. Nagyon fontos ennek kapcsán az extrapolálás, azaz, hogy azokat az eredményeket, amelyeket úgyszólván pontszerűen kaptunk meg valamilyen termőhely számára, nagyobb területre is kiterjeszthessük.

A tanácsadáshoz szükséges alapok összeállítása körül tudásunkban éppen ebben a tekintetben jelentősek a hiányok.

A terméseredmények előrejelzésének modelljei

Ilyen körülmények közt a terméseredmény előrejelzése számára a különböző országokban számos modellt használnak, amelyek felépítésük szempontjából nagyon eltérők egymástól és amelyek az előrejelzés céljára más és más paramétereket használnak. Legalábbis gyakorlati célokból ez idő szerint úgy látszik, kevésbé azon múlik a siker, hogy egy okságilag felépített számítási modellt alkalmazzunk. Elegendő már az is, hogy statisztikai modelleket használjunk elfogadható *input*-mennyiségek mellett. A különféle éghajlati területeken ezek az input-mennyiségek mindenkor azok az éghajlati paraméterek, amelyek korlátozó tényezőknek tekintendők a növények növekedése és hozama tekintetében.

Így például azok az eredmények, amelyeket *Ulanova* [16] Ukrajna számára bemutatott, olyan területre érvényesek, ahol döntő szerepe van a talajban a téli vízfelhalmozódásnak. *Ulanovának* sikerült kimutatnia, hogy amikor maximális a vízkészlet téli felhalmozódása, akkor a terméseredmények még abban az esetben sem süllyedhetnek bizonyos határ alá, ha az időjárás a következő év tenyészidőszakában rendkívül kedvezőtlenül alakul. Fordítva pedig, csak bizonyos minimális hozam érhető el abban az esetben, ha a tenyészidőszakban a vízellátás optimális volt, de az előző, téli vízfelhalmozódás nem volt kielégítő.

Van Everdingen [4] Hollandiában előrejelzési módszert dolgozott ki a káposztarothadás előrejelzésére; módszere kritikus napokon alapszik, amelyeket bizonyos megadott meteorológiai értékek jellemeznek. Az NDK burgonyaszanálási területein, például Mecklenburgban, ezt a módszert ki kell egészíteni még azzal a feltétellel, hogy a gomba spóráit a tavaszi és nyári hónapokban felfogják spóracsapdák segítségével. Csak amikor ki lehet mutatni a fitoptérák spóráinak szállását a levegőben, akkor lehet nálunk az *Everdingen*-féle módszert használni. Írországban ellenben *Bourke* [1, 2] szerint elég az időjárási helyzet jellemzésére szorítkozni, és már ezen az alapon is megbízható előrejelzés készíthető a káposztarothadás bekövetkezésére. Nyilvánvaló, hogy nem mindig csak fejlődésképes spórák vannak jelen. Ám az is nyilvánvaló, hogy a spórák növekedéséhez szükséges meteorológiai föltételek az illető évszak folyamán mindig beteljesednek.

A mezőgazdaságnak nyújtott tanácsadáshoz ma még az is szükséges, hogy a modellek egy rendszerét fejlesszük ki a különféle feladatok számára, amelyek közül mindegyik bizonyos meteorológiai, illetőleg klimatológiai határok közé esik. Célfeladatnak kellene tekinteni azt, hogy a modellek túlságosan nagy számát csökkentsük azzal a szándékkal, hogy végülis egységes modellhez juthassunk el, amelyből a különféle éghajlati területek számára érvényes határértéknek a betáplálása után regionális érvényességű modellek fejleszthetők ki. Itt nyilván abból kell kiindulni, hogy ezek a regionális modellek információtartalmuk és a prognózis biztonsága tekintetében eltérnek egy-

mástól. Bizonyára nehéz lesz, hogy ehhez az egységes modellhez statisztikai és így mégis inkább pragmatikusabb úton sikerüljön eljutni. Ennek a célnak az elérése azonban nem látszik lehetetlennek abban az esetben, ha a statisztikai modellek helyébe biofizikai modellek kerülnek, s ezekben olyan paraméterek szerepelnek, amelyek a növényi tömeg termelésének energetikai folyamatai szempontjából jelentősek.

Agrometeorológia és állattenyésztés

A meteorológusok mindeddig kevésbé elmélyedően foglalkoztak az állattenyésztés produktivitásának kérdéseivel, mint a növénytermesztéssel. Ez a megállapítás nyilván az NDK határain túl is érvényes. Az e területre eső ismereteket legnagyobb részt zoofiziológusok szerezték meg. Ennek oka valószínűleg abban keresendő, hogy az állat a növényhez képest nincs annyira kiszolgáltatva az időjárástól függő környezeti tényezőnek. Bizonyos határok közt alkalmazkodni tud a meteorológiai környezethez és sok esetben megvannak a lehetőségei arra, hogy a meteorológiai veszélyhelyzetek elől kitérjen. Ezáltal olyan meggondolások és vizsgálatok válnak szükségessé, amelyek elsősorban a zoofiziológusnak és az állattenyésztőnek a feladatkörébe esnek. Ehhez járul még, hogy a mezőgazdasági haszonállatoknak rideg tartása során az NDK-ban nem kell olyan látványos veszélymozzanatokkal számolni, mint amilyenek a magashegységben és a középhegységek magasabb régióiban — a havasi legelőkön való nyári tartózkodáskor — bekövetkezhetnek. Mindennek ellenére ezen a téren is szükség van a meteorológia közreműködésére.

Az intenzív állattartás szemszögéből az istállóklíma szabályozása, (aminek a megfelelő berendezések kiszolgálása tekintetében vannak következményei), már a tervezésnél nyújtott tanácsadás, az istállók korszerű építészeti megvalósítása áll az előtérben. Általában olyan munkaterületről van itt szó, amely a műszaki meteorológia feladatkörébe tartozik. Az NDK meteorológiai szolgálatában a műszaki meteorológia szervezeti szempontból el van különítve az agrometeorológiától. Megállapítható azonban, hogy az állattenyésztés terén olyan problémák merülnek fel, amelyek megoldásában az agrometeorológus is részt vehet.

Agroklimatológia, terepklimatológia

További területek, amelyeken a meteorológus a mezőgazdaságnak az időszerű meteorológiai tanácsadás keretein túl is segítségére lehet, a következők: az agroklimatológiai vizsgálatok és a meteorológiai terepfelvétel.

A meteorológiai terepfelvételnél, az úgynevezett a topoklimatológiánál, nem egyszerűen csak arról van szó, hogy a klimatológiai térképeket finomabb részletekkel lássuk el. Sokkal inkább arról, hogy a meteorológiai terepfelvételből nyert ismereteket konkrét mezőgazdasági kérdésekre alkalmazzuk.

Az intenzív gyümölcstermesztésnek az NDK-ban történő kiterjesztésekor, ilyen kérdés volna például olyan területeknek a felkutatása, amelyeken a tavaszi fagyok előfordulása a gyümölcsfák virágzása idején annyira csekély, hogy a virágok károsodásával 10 vagy 20 év alatt csak egy alkalommal kell számolnunk.

Arról van itt szó, hogy a középértékeket feloldjuk és olyan gyakoriságokkal vagyis valószínűségekkel helyettesítjük, amelyek előre megadott meteorológiai körülmények bekövetkezésére vonatkoznak. Ilyen lehet például annak a gyakorisága, hogy a hőmérséklet és a légnedvesség bizonyos értékeket meghalad vagy a különféle tájfekvésekben bizonyos értékeken alul marad. Ilyen

kísérletet végeztünk a Thurow-i térképlap által felölelt körzetben az ottani mezőgazdasági területekre vonatkozólag [12].

E vizsgálatok alapjául szolgáltak a meteorológiai elemek regisztrátumai egy különleges, több hónapig működtetett hálózat területén.

Az 1:25 000 léptékű térképlap a maga rétegvonalaival igen alkalmas az ilyen vállalkozás számára. Ezen a térképen a mélyedések és völgyek, valamint a lejtő- és fennsíki fekvések éghajlati vonásai mezőgazdasági célokra kielégítő finomsággal ábrázolhatók.

A Neustrelitz-től keletre eső területet felölelő térképlap feldolgozásakor többek között egy 200 km² kiterjedésű fennsíki zóna volt kimutatható, amelyen az almafavirágzás idején fellépő fagyok gyakorisága 5–10%-ot tesz ki évenként, holott a fennsíktól néhány km távolságban levő mélyedésekben 60–80%-os fagygyakorisággal kell számolni.

Hasonló meggondolások érvényesíthetők olyan agroklimatológiai vizsgálatok esetén, amelyek az éghajlatkutató hálózat adatanyagára támaszkodnak. A klimatológiai középértéken alapuló szemléletről a gyakorisági statisztikára való áttérés révén erősebb differenciálás válik lehetségessé olyan területen is, amely klimatológiailag látszólag nagymértékben homogénnek mutatkozik, mint amilyen például az NDK államterülete. Felismerhetőkké válnak az időjárás lefolyásának az évek során előfordulható változatai. Ezáltal lehetségessé válik, hogy előre megadott célokra kiszámított gyakorisági értékeket gazdasági mérlegelések számára használjunk fel. Ez azonban azt kívánja meg, hogy az ilyen vizsgálatok mezőgazdasági felhasználói átálljanak az ilyen eredmények értékelésére és kiértékelésére, azaz az eredményeket alkalmazzák is munkájuk során.

Hogy ezeket a kijelentéseinket konkretizáljuk, legyen szabad ezen a helyen már előlegeznünk annak a később ismertetendő vizsgálatnak a kiértékelését, amely az arató-cséplőgép alkalmazásának meteorológiai kockázatára vonatkozik [11].

Azok a középértékek, amelyek ennek az aratógépnek a meteorológiailag megengedett alkalmazási óráira vonatkoznak, nem adnak felvilágosítást arról, milyen következményekkel jár e gépek alkalmazása a terepen, mert ezek a következmények az évről évre változó időjárástól függenek. Éppen 1977 mutatta meg az NDK-ban, milyen differenciált módon játszódhat le az aratás még aránylag kisebb területeken is. Megmutatta azt is, hogy milyen erőfeszítések válhatnak szükségessé a gépeknek az egyik területről a másikra való átszállításával, ha a lábonálló gabonát a lehető legkisebb veszteségek mellett óhajtjuk betakarítani. Ha adat áll rendelkezésükre az arató-cséplő gépek bevezetésének meteorológiailag meghatározott kockázatáról, az hasznos kiegészítést jelent a szükségletnek vetésterületek alapján történő becsléséhez. Azonban ez az agroklimatológiai kiegészítés egyúttal megállapításokat tesz lehetővé arra vonatkozólag is, milyen biztonsággal lehet a termést valamely előre megadott gépállomány birtokában és valamely előre megadott időn belül betakarítani, továbbá melyek azok a termésveszteségek, amelyek valószínűek, illetőleg amelyek elkerülhetők. Ezáltal azonban az is lehetővé válik, hogy gazdasági mérleget készíthessünk valamely aratási terület számára.

Ebben az értelemben az ipari jelleggel termelő mezőgazdaságban az agroklimatológia sokkal tágabb keretek közt kihasználható a hosszú távú mezőgazdasági tervezés számára, mint ahogyan az ez idő szerint történik.

Ezeket az inkább elvi jelentőségű fejtegetéseket legyen szabad két példával kiegészítenünk.

Az első probléma a meteorológiai termeléselemzéssel foglalkozik. A második példának az a rendeltetése, hogy az arató-cséplő gép meteorológiai bevezetéséről tett megjegyzéseinket kiegészítse a relatív nedvesség gyakorisági statisztikája útján.

Termeléselemzés

Halle városára rendelkezésre állanak egy II. osztályú éghajlati állomás megfigyelésein kívül fenológiai megfigyelések is, amelyek az *Ihne*-féle észlelési program [6] alapján történtek, éspedig közel 40 esztendős sorozatban. Ehhez járulnak terméshozam-értéksorok a *Kühn*-féle kísérletből, amelyek az örökös rozstermesztésre vonatkoznak; ez a sorozat 1879 óta áll fenn [14]. Ezeknek a terméshozam-sorozatoknak az előnye abban rejlik, hogy a rozsot évről évre egy és ugyanazon a vetéstáblán egy és ugyanazon trágyázással egy és ugyanazon művelési móddal termesztették; ilyen oldalról tehát aligha feltételezhető az évi terméshozamok befolyásolása. Feldolgozásra kerültek egy olyan táblának az adatai, amely istállótrágyázásban részesült. A vizsgálat az 1900—1939 évekre terjed ki, azonban 1937-et ki kellett küszöbölni a fenológiai adatok hiánya miatt.

Hasonló folytonosság érvényes az éghajlati adatanyagra és a fenológiai adatokra. Ezeket *Holdefleiss* gyűjtötte össze *Müller* közreműködésével [8].

A munkálat első részletében az *I. táblázatban* szereplő fenológiai fázisok évenkénti bekövetkezési időpontjait szembeállítottuk az illető napon fennálló hőmérséklettel és meghatároztuk a hőmérsékletnek a bekövetkezési fázisra vonatkozó járását.

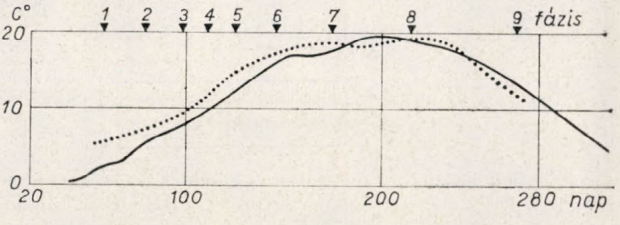
I. TÁBLÁZAT

A hőmérséklet fenológiai évi járásának felvázolásához alkalmazott fenológiai fázisok

1. Hóvirág, első virágzás
2. Som, első virágzás
3. Sárga nárcisz, első virágzás
4. Édes cseresznye, első virágzás
5. Fehér liliom, első virágzás
6. Orgona, első virágzás
7. Őszi rozs, első virágzás
8. Őszi rozs, aratás
9. Vadgesztenye, lombelszíneződés

Ha ezt a hőmérsékletjárást hozzárendeljük az illető fázis közepes bekövetkezési időpontjához, akkor összehasonlítást tehetünk a naptári napokra vonatkozó, szokásos sokévi átlaggal. Például a hóvirág virágzásának kezdete számára a hőmérséklet naptári átlaga a közepes bekövetkezési időpontra 2,5 fokot szolgáltat. Azonban ezen fázis zérusnapjának középhőmérséklete 5,6 fok, vagyis kereken 3 fokkal magasabb, mint ami a megfelelő naptári átlagnak megfelel. Megtehetjük tehát, hogy a hőmérséklet naptár szerinti közepes évi járásához hozzárendeljük a fenológiai évi járás bizonyos alakját.

Az erősen vázlatosított *1. ábra* felvilágosít a kétféle évi járás eltérő voltáról. Ez az eltérés a télutó folyamán kereken +3 fokot tesz ki, nyáron 0 fokra csökken és ősszel, a lombelszíneződés és a lombhullás idején negatív értékeket vesz fel. A hőmérséklet évi járásának ez a fitológiailag előidézett módosulása



1. ábra: A léghőmérséklet közepes évi járása Halle-ban, sematizálva, az 1900—1949 időszakban (folytonos vonal) és a fenológiai fázisok beállásának napján fennálló napi középhőmérséklet alapján megbecsült fenológiai évi járás (pontozva). A fenológiai fázisok az I. táblázat szerint

nyilvánvalóvá teszi, a terméshozam-modellek kidolgozásánál arra kellene törekedni, hogy a meteorológiai adatokat hozzárendeljük a megvizsgált növény megállapítható fejlődési fokozataihoz.

Ezt a követelményt azoknak a mezőgazdasági haszonnövényeknek az esetében aránylag könnyen lehet teljesíteni, amelyek, mint például a tavaszi gabonák, jól definiálható fejlődési fokozatokat futnak be. Azonban már az őszi gabonánál a téli időszak számára nehézségek mutatkoznak és az olyan kultúráknál, mint például a répa, ez a követelmény gyakorlatilag teljesíthetetlennek tűnik. Megkísérelhetjük, hogy más fenológiai adatokra térünk át, mert hiszen abból indulhatunk ki, hogy a növények nagy általánosságban egyformán reagálnak az időjárás alakulására. A fenológia lehetőséget nyújt arra, hogy minden esztendőnek a tenyészidőszakát fitológiailag definiált szakaszokra bonthassuk fel, és az ily módon definiált szakaszokat tehessük alapjává a meteorológiai terméshozamelemzésnek. Az őszi rozs hozamának ezen elemzéséhez az *I. táblázat*ban megadott első fázist használtuk fel, kiegészítve egy fázissal: az őszi rozs kalászainak megjelenésével.

Korrelációszámítás segítségével olyan hőmérséklet- és csapadék-időszako-

II. TÁBLÁZAT

Az őszi rozs hozama és a meteorológiai paraméterek közötti nagy korrelációs együtthatójú időszakok

Fenológiai fázis / Biztonsági mérték						
Hóvirág	Virágzás	t_n 2.0	t_x 4.0	$\bar{t}$ 14.0	$\bar{t}$ 1.0	$\bar{t}$ 8.0
B:	0.27	−9/+3	−11/−6	+19/+24	−11/−5	+10/+23
Som	Virágzás	$\bar{t}$ 12.0				
B:	0.30	+7/+14				
Sága nárcisz	Virágzás	$\bar{t}$ 9.0	$\bar{t}$ 11.0	RR 3.0	RR 3.0	
B:	0.41	−15/−10	−16/−5	−21/−10	−6/−1	
Édes cseresznye	Virágzás	t_n 6.0	$\bar{t}$ 12.0			
B:	0.50	−3+11	−2/+6			
Fehér liliom	Virágzás	$\bar{t}$ 12.0				
	?	−14/−7				
Orgona	Virágzás	t_n 8.0	t_x 20.0	$\bar{t}$ 14.0		
B:	0.59	−10/−4	−13/−5	−14/−6		
Őszi rozs	1. kalász	RR 6.0	RR 3.0			
B:	0.63	−2/−7	+5/+23			
Őszi rozs	Virágzás	RR 3.0	RR 3.0			
B:	0.81	−17/−11	+5/+18			

A képletekben használt rövidítések: $\bar{t}$ = napi középhőmérséklet, t_n = a hőmérséklet napi minimuma, t_x = a hőmérséklet napi maximuma, RR = napi csapadékösszeg

kat kerestünk, amelyekben a terméshozammal erős és szignifikáns kapcsolat áll fenn.

Ily módon 20 időszakot találtunk, amelyek beépíthetők az

$$Y = a + \Sigma\ b_i\ x_i$$

alakú lineáris regressziós egyenletekből álló egyenletrendszerbe. A *II. táblázat*ban megtaláljuk az x értékeket. A számlálóban mindenkor az a meteorológiai mennyiség szerepel, amelynek gyakoriságát a nevezőben szereplő időszak alatt korrelációként használtuk fel a hozam kialakulásához. Az y hozam gyanánt azt az eltérést használtuk, amely egy hétéves átkaroló középképzésből előálló trendhez képest mutatkozik, aminek során a középértéket mindig a negyedik évnek tulajdonítottuk. Az évi hozamot mindenkor ezen középérték százalékaiban adtuk meg. A számítás ennélfogva az ezen közepes lefolyástól való eltéréseket szolgáltatja.

Minthogy a figyelembe vett 20 meteorológiai paraméternek nem kell okvetlenül egymástól függetlennek lennie, azért nem csodálkozhatunk azon, hogy a regressziós egyenletek felállításakor 11 ilyen időszak kiesett, mert ezeknek a hozzájárulását más, az egyenletekben visszamaradó tagok lefedik. Végül is azok az adatok maradnak csak fenn, amelyek a *II. táblázat*ban keretbe vannak foglalva. Eszerint a hóvirág virágzásának 4. napján végrehajthatunk egy első regressziós számítást $B = 0{,}27$ biztonsággal. Ez az első regressziós egyenlet két tagból áll. Az őszi rozs első kalászolásának időpontja után egy héttagú egyenlet $B = 0{,}63$ biztonsággal és 19 nappal az őszi rozs virágzásának kezdete után $B = 0{,}81$ érhető el egy 9 tagú egyenletből.

Sajnos, nagyon kevés olyan mezőgazdasági hozamsorozat van, mint az örök-rozzsal végzett kísérlet. Egynyári növények számára azonban már kevés esztendő leforgása alatt összehasonlításra alkalmas kiindulóanyagot lehet szerezni, ha a vetési idők kísérletének módszerét használjuk. Ezt megkezdjük olyan korán, amennyire csak lehet, az első vetéssel, amelyet azután előre megállapított időközökben követnek a további vetések. A bemutatandó vizsgálatokban 5 napos időközökben végeztük a vetéseket. Ezeket a vetési időpontokat úgy választottuk meg, hogy egybeessenek az éghajlati szogálatban használatos pentádokkal. Ilyen szabadtéri kísérletek esetében figyelembe kell venni a szabadtéri kísérletezés módszereinek elveit. Négyszeri ismétléssel dolgoztunk és minden egyes alkalommal 1000 magot vetettünk el 1 cm-es távolságban, két sorra szétosztva. Jobbra és balra ettől a két egyforma hosszúságú sortól ugyanolyan állománysűrűséggel volt még egy-egy vaksor is a legközelebbi vetés számára. Egyébként a sorvégeket meghosszabbítottuk; itt voltak azok a növények, amelyeken fenometriai számlálásokat hajtottunk végre. A hozammeghatározásra szolgáló sorokba telepített növényeket a növekedésük folyamán nem érintettük. A fenológiai megfigyelések a *Feekes*-féle skála szerint történtek. A *III. táblázat*ban bemutatjuk a megállapított fenológiai fázisokat.

III. TÁBLÁZAT

A vetésidő-kísérletben figyelembe vett fenológiai fázisok (Feekes-féle skála)

A fázis jele	A fázis jellemzése	A fázis jele	A fázis jellemzése
S_0	Vetés	S_{10}	Kalászhányás
S_1	Első levél kialakulása	$S_{10,5}$	Virágzás
S_2	A 3. és 4. levél kifejlődése	$S_{11,1}$	A mag tejesérése
S_3	Bokrosodás	$S_{11,2}$	A mag sárgaérése
S_7	A második tőcsomó kialakulása	$S_{11,4}$	Aratás

A kísérleteket tavaszi búzával (1963 és 1965), valamint tavaszi árpával (1966) végeztük. A korrelációszámítást ugyanolyan módon hajtottuk végre, amilyent az őszi rozs esetében leírtunk. A tavaszi búza számára többszörös lineáris regressziót kaptunk, amelynek biztonsági értéke $B = 0{,}9$, amelyet szintén át lehet alakítani regressziós egyenletekből álló egyenletrendszerré is. A *T. Günther* [5] által kapott eredmények, amelyek a tavaszi árpa kísérletből származnak, hasonlóképpen írhatók le.

A vetésiidő-kísérletnek megfelelő vizsgálatok megtervezésében és végrehajtásában olyankor lehet hasznos eredményekre számítani, amikor a meteorológiai vonatkozásokat a mezőgazdasági kérdésekkel egyenértékűen kezeljük. A meteorológus szerepe nem korlátozódhat csak arra, hogy ő szállítja az adatokat. Figyelembe kell venni azt is, hogy amikor ilyen pontszerű vizsgálatok eredményét egy felületre extrapoláljuk, akkor a meteorológiai adatok rendszerint csak a meteorológiai megfigyelőhálózatból állnak rendelkezésre. Ezen túlmenő követelmények, például állományklíma-megfigyelések esetében, nagy a technikai, személyzeti és anyagi ráfordítás, s ezt nagyon gondosan kell gazdaságilag előirányozni. Ezért a vizsgálatokat úgy kell tervezni, hogy a gyakorlati munka számára ne legyen szükség további kiadásokra a meteorológiai adatok megszerzése miatt.

Végül pedig nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a meteorológiai elemek puszta megmérésével még semmit sem értünk el. A mérések számértékeit további felhasználásuk előtt tudományos-technikai alapon, kellő szakértelem birtokában, felül kell vizsgálni, mielőtt szó lehetne arról, hogy a mezőgazdasággal való határterületen felhasználásra kerüljenek. Ezzel adva van annak szükségessége, hogy a meteorológus és a mezőgazda között egyenjogú együttműködés jöjjön létre.

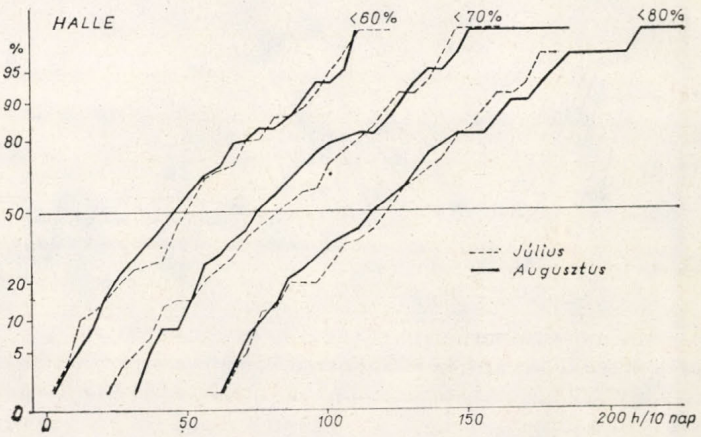
Arató-cséplő gép alkalmazásának meteorológiai kockázata

A második példa az arató-cséplő gép alkalmazásának meteorológiai kockázatával foglalkozik. Már utaltunk ezen kockázat becslésének népgazdasági jelentőségére. Ezen vizsgálatoknál arról volt szó, hogy az éghajlati középértékeket feloldjuk és a gyakorisági megoszlások alkalmazása útján az éghajlati adatok információtartalmát megnöveljük.

Az arató-cséplő gép alkalmazásának kritériuma a magvak víztartalma a lábon álló gabonában.

Ha a gabona érési folyamata kellőleg előrehaladott, akkor ez a víztartalom nagymértékben a gabonakalászok megnedvesítésének és kiszáradásának a függvénye [13]. Ez a folyamat kielégítő közelítéssel úgy írható le, mint egy egyensúlyi állapot a gabonamag víztartalma és a légnedvesség között. Az arató-cséplő gépek szakemberei 16 és 20% közti magvíztartalom esetén 70% légnedvességet emlegetnek és azt a követelményt támasztják, hogy (gazdasági okok miatt) legalább 3 órán keresztül ennél kisebb értékek álljanak fenn. Ez a megállapítás az 1960 körüli terméshozamokra vonatkozott. Időközben a gépek tovább fejlődtek és ma már az a helyzet, hogy a gabona ennél nagyobb víztartalom esetén is aratható. Vagyis a relatív nedvesség megengedhető határértékei nagasabb értékek felé tolódnak el. Ezért helyesen tesszük, ha kétféle határértékkel dolgozunk. A további meggondolásaink számára 70%-ot és 80%-ot választunk. Ha a határértékekre kapott számértékeket lineárisan interpoláljuk, akkor a szükséges adatokat a légnedvesség két határértéke közé eső értékek számára kellő pontossággal számíthatjuk ki.

A 70%-os határérték alapján egy öt évre terjedő adatanyagból először is megállapítottuk az őszi árpa aratásának kezdetétől az őszi búza aratását követő tizedik napig terjedő időszakra azoknak az óráknak a számát, amikor a légnedvesség nem érte el a 70%-ot. Ezt az időszakot később 10 nappal meghosszabbítottuk, így tehát 20 nappal az őszi búza aratásának kezdete után végződik. Ezen adatokból az NDK területére készített térkép a sík területeken 400 órás különbséget mutat az NDK korai aratású területein és 200 órás különbséget a Keleti-tenger közvetlen hatása alatt álló területen [8]. Jóllehet a használt határérték növekedésével a határértéknél alacsonyabb légnedvességű órák száma megnövekedik, még sem lehet arra számítani, hogy ezen órák arányszáma a 2:1 értéktől lényegesen eltérjen.

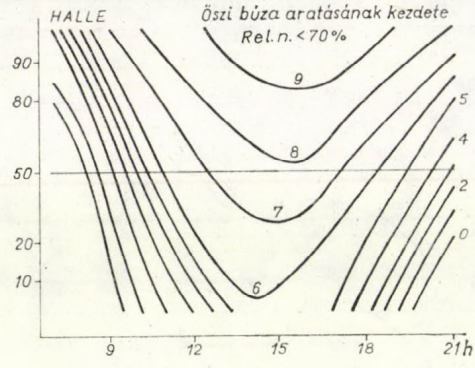


2. ábra: A relatív nedvesség adott határértékeinél alacsonyabb nedvességű órák számának összegezése július és augusztus dekádjai számára Halleban, 1954–1973 időszakra

Hogy betekintést nyerjünk a relatív nedvesség szórásának mértékébe, Halle-Kröllwitz állomás 20 évi (1954–1973) anyagából rendre meghatároztuk a 60, 70 és 80%-nál kisebb relatív nedvességű órák számát [11]. A *2. ábrán* bemutatjuk a július és augusztusra vonatkozó összefoglalást azon az alapon, hogy dekádkiszámlálást végeztünk valószínűségi papíron. Először is felismerhető, hogy a megoszlások a két hónapban gyakorlatilag megegyeznek egymással. Ha a szignifikáns különbségek szempontjából statisztikai ellenőrzést végeznénk, akkor minden valószínűség szerint negatív eredményt kapnánk. Nyilvánvaló az is, hogy a légnedvességi határértékek közti számítások lineáris interpolálása a ± tartományban, vagyis az összes eseteknek kereken 70 százalékában megengedhető. Ezekből a gyakorisági eloszlásokból nemcsak a mediánértékek vehetők ki (amelyek nem egyeznek meg a középértékekkel). Ezek a gyakorisági összeggörbék ugyanis arra vonatkozó becslést is lehetővé tesznek, hogy legalább hány olyan óra fordul elő, amelyben a nedvesség 66 $^2/_3$% alá esik (egyszer 3 évenként), 50% alá esik (medián: egyszer 2 évenként) vagy 33 1/3% alá esik (2-szer 3 évenként).

Ezeket a vizsgálatokat kiegészítettük a nap órái szerinti vizsgálattal. A *3. ábra* ilyen diagramot mutat be az őszi búza aratásának kezdetétől számított első dekádra, Halléra vonatkozólag. A nap minden órájához függőlegesen hozzárendeltük a gyakorisági számítás eredményét, amelyet a következőképpen kaptunk meg: minden egyes évre megállapítottuk, hányszor fordult elő az illető órában a megadott 10 napos időszak alatt az, hogy a relatív nedvesség 70%-nál kisebb volt. Ily módon 11 osztályt kaptunk, amelyek 0-tól kezdődnek

(az illető év szóbanforgó dekádjában egyik napon sem volt a kérdéses órában 70% alatti nedvesség) és 10-ig terjednek (az illető év ezen 10 napjának mindegyike szárazabb 70%-nál). Ez a gyakorisági eloszlás 20 tagból áll a kiválasztott évek számának megfelelően. Ez sok tekintetben gyümölcsöztethető. Ha például tudni óhajtjuk, hogy 10 nap alatt milyen gyakran fordul elő az, hogy legalább 6 napon lépjen fel 70%-os relatív nedvesség, akkor ehhez az 5. osztály határvonalát kell felhasználni. Minden, ami ezen vonal fölött fekszik, a „több mint 5 nap" kategóriába, azaz a legalább 6 nap kategóriába tartozik.



3. ábra: A 70%-os relatív nedvességnél kisebb nedvességek gyakorisági diagramja dekádonkénti napok számával megadva a nap egyes óráiban. Halle, 1954—1973; (első dekád az őszi búza aratásának kezdetétől)

Mármost fölvethetjük a további kérdést: a napnak melyik órája az, amelytől kezdve a kívánt körülmények beteljesednek az összes évek 66 $^2/_3$%-ában, 50 vagy 33 $^1/_3$%-ában? Erről a *IV. táblázat*unk nyújt felvilágosítást. Ez mind csak példaképpen szolgál. A föltételek minden más csoportosítását is kitűzhetjük magunknak.

A *IV. táblázat*ból kitűnik, hogy a követelmények szigorítása esetén (például, ha azt kötjük ki, hogy a határérték alatti relatív nedvesség 3 év közül nem 1, hanem 2 alkalommal következzék be) a gép használatára rendelkezésre álló időtartam csökken.

Ezeket a vizsgálatokat 3 éghajlati állomás számára (Halle, Neustrelitz és Gross-Lüsewitz), a nedvesség kétféle határértékére (70% és 80%) és 3 fenológiai időpontra (az őszi árpa, az őszi rozs és az őszi búza aratásának kezdete) hajtottuk végre. A 3 állomás összehasonlításából kitűnik, hogy Halle-ból kiindulólag Neustrelitzen keresztül egészen Gross-Lüsewitz-ig a naponkénti határérték alatti időtartam csökkenésével kell számolnunk; ha ezt Halle számára 100%-nak vesszük, akkor Neustrelitzben csak körülbelül 80% és Gross-Lüsewitzben 60—70% értékre kell számítanunk. Azt a célt, hogy az éghajlati

IV. TÁBLÁZAT

Határidőpontok és tartamok arra, hogy a relatív nedvesség 70%-nál kisebb legyen az őszi búza aratásának kezdetétől számított 10 napos időszakban azzal a kikötéssel, hogy e 10 napos időszakban a határértéket 6 napon át ne érjük el Halle-ban

Az évek gyakorisága	ami megfelel a következőnek	Kezdete	Vége	Tartam
66 2/3%	3 évben 2-szer	10,45	18,25	8 óra 40 perc
50%	2 évben 1-szer	10,10	19,15	9 óra 5 perc
33 1/3%	3 évben 1-szer	9,40	20,10	10 óra 30 perc

középértékeket gyakorisági vizsgálatokkal kiegészítve információtartalmukat mezőgazdasági problémák megoldása szempontjából megnöveljük, ilyenformán elértnek nyilváníthatjuk.

Ezen két példa segítségével azt óhajtottuk megmutatni, hogy milyen segítséget nyújthat a meteorológia (különösképpen pedig annak egyik ága, az agrometeorológia) a mezőgazdaságnak, abban az esetben, ha a két fél különböző gondolkodásmódja és munkamódszere tekintetében a kölcsönös megértés nem csak plátói elgondolás marad, hanem reális gyakorlattá válik.

IRODALOM

[1] *Bourke, P. M. A.:* Potato blight and the weather (Burgonyavész és az időjárás). Meteor. Service, Technical Note No. 12, Dublin, 1953, terjedelme 11 old.

[2] *Bourke, P. M. A.:* The use of synoptic weather maps in potato blight epidemiology (A szinoptikus időjárási térképek felhasználása a burgonyavész járványtanában). Meteor. Service, Technical Note No. 23, Dublin 1957, terjedelme 35 old.

[3] *Bourke, P. M. A.:* Introduction: the aim of agrometeorology (Bevezetés: az agrometeorológia célja), megjelent a következő munkában: Agrometeorological methods (Agrometeorológiai módszerek), Proceedings of the Reading Symposium, UNESCO, natural resources research, VII., 1968., 11–15. old.

[4] *Everdingen, E. van:* Het vernabd tussen de weegerstadheid en de aardappalziekten (holland nyelven), Tijdschrift Plantenziekten, Wageningen, *32*, 1926, 129–140.

[5] *Günther, Th. – Van Thanh:* Untersuchungen zur meteorologischen Ertragsanalyse (Vizsgálatok a meteorológiai terméshozamemelés köréből), Abh. d. Met. Dienstes d. DDR, Nr. 114, XV., 1975, 5–57.

[6] *Ihne, E.:* Phänologische Mitteilungen (Fenológiai közlemények). Arbeiten der Landwirtschaftskammer Hessen és saját kiadás. 1–59. old., Darmstadt, 1883–1941.

[7] *Mäde, A.:* Agrarmeteorologische Forschungen in Sachsen-Anhalt (Agrometeorológiai kutatások Száz-Anhalt tartományban). Zeitschr. f. Met. *2*, 1948, 115–116.

[8] *Mäde, A.:* Bermerkungen zur Vereinfachung des phänologischen Meldeprograms (Megjegyzések a fenológiai jelentőprogram egyszerűsítéséhez), Ber. d. Dtschen Wetterdienstes in der US-Zone, Nr. 42 (Knoch tiszteletére kiadott füzet), Bad Kissingen, 1952, 110–114.

[9] *Mäde, A.:* Methodische Voruntersuchungen für eine Agrarklimatologie der DDR (Módszeres előtanulmányok az NDK agroklimatológiájához). Abh. d. Met. u. Hydrolog. Dienstes d. DDR, *46*, VI., 1958., terjedelme 39 old.

[10] *Mäde. A.:* Untersuchungen zur meteorologischen Ertragsanalyse (Vizsgálatok a meteorológiai terméshozamemeléshez), Zeitschr. f. Met., *25*, 1975, 6–16.

[11] *Mäde, A.:* Zur Statistik des Tagesganges der relativen Feuchtigkeit. Ein Beitrag zur Abschätzung des meteorologischen Risikos des Einsatzes von Mähdreschern. (A viszonylagos nedvesség napi járásának statisztikájához. Adalék az aratócséplőgépek bevezetésével járó meteorológiai kockázat megbecsléséhez). Zeitschr. f. Met., *27*, 1977, 55–60.

[12] *Mäde, A. – Schöne, V.:* Untersuchungen zur Geländeklimatologie des Gebietes Thurow (Vizsgálatok Thurow környékének terepklimatológiája köréből). Nyomdában levő kézirat.

[13] *Philips, P. R.:* Combine Harvester Operation (Aratókombájn üzemeltetése). Kéziratban.

[14] *Schmalfuss, K.:* Siebzig Jahre „Ewiger Roggenbau" (Az örök rozstermesztés hetven éve). Kühn-Archiv, *63*, 1950., 1–14.

[15] *Schnelle, F.:* Pflanzenphänologie (Növényfenológia), Leipzig, 1955, terjedelme 299 old.

[16] *Ulanova, E. St.:* Metodü agrometeorologicseszkih prognozov (Az agrometeorológiai prognózisok módszerei). Leningrad, Gidrometeoizat, 1959.

[17] *Wilamowitz-Moellendorff, T. – Schumann, A.:* Zur Problematik der agrarmeteorologischen Beratung (Az agrometeorológiai tanácsadás problematikájához). Abh. d. Met. Dienstes d. DDR, Nr. 116, XV, terjedelme 80 old.

[18] WMO. Commission for Agricultural Meteorology: Abridged Final Report of the First Session, Paris, nov. 1953 (Rövidített zárójelentés az első ülésszakról, Párizs, 1953. nov.) WMO No. 27, RP 12.

[19] WMO. Commission for Agricultural Meteorology: Abridged Final Report of the VI. Session, Washington, 14–25. Oct. 1974 (Rövidített zárójelentés a VI. ülésszakról, Washington, 1974. okt. 14–25), WMO No. 402, Genf, 1975.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 82. évf. 2. szám. 1978. március – április
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82 No 2. March – April 1978 Budapest

Az éghajlati erőforrás és mezőgazdasági jelentősége

ANTAL EMÁNUEL, *Központi Légkörfizikai Intézet, Budapest*

The Climatic Potential and its Role in Agriculture. The concept of climatic potential and its mathematical definition are discussed. *The total agricultural climatic potential* of a given site is regarded as the junction of the partial climatic potentials relative to radiation-, heat- and water supply. The partial potential characterizing the water supply of plants is regarded as the relation of the actual evapotranspiration to the potential and optimum evapotranspiration, respectively. This factor is given for alfalfa, maize, potatoes and for the natural vegetation, on the basis of the data set of 54 Hungarian climatological stations for the period 1901 – 1950, while its changes in time are analyzed using the 70-year data set of 3 stations. For combining the partial potentials and for demonstrating the relationship between the yield and the climatic potential, a possible model is proposed. Finally, the possibilities and tendencies are referred to, which can, in the future, lead to changes of the climatic potentials and, as a result, to those of the structure of agricultural production in Hungary, either in consequence of natural climatic fluctuations, or due to the activities of man.

✳

Климатический потенциал и его значение в сельском хозяйстве. Обсуждается понятие о климатическом потенциале и дается его математическая формулировка. *Суммарный климатический сельскохозяйственный потенциал* некоторого производственного места рассматривается как совокупность *частных климатических потенциалов*, связанных с оснащенностью радиацией, теплом и водой. Частным потенциалом, характерным для водоснабжения растений, считается отношение эффективного суммарного испарения соответственно к потенциальному и оптимальному. Эта характеристика приводится для люцерны, кукурузы, картофеля и для естественной вегетации, по данным 54 климатических станций Венгрии за 1901—1950 гг., а изменения ее во времени анализируются с использованием 70-летнего ряда данных 1901—1970 гг. для 3 станций. Для объединения частных потенциалов, для выявления связи урожайности с климатическим потенциалом, приводится возможная модель. В заключение автор указывает на возможность и тенденции, которые в будущем могут привести к изменению климатического потенциала и тем самым структуры растениеводства в Венгрии, либо в связи с естественными колебаниями климата, либо на антропогенные воздействия.

✳

A szántóföldi és kertészeti kultúrák terméshozamát még a korszerű mezőgazdasági termesztési rendszerekben is döntő mértékben szabályozza az időjárás. A komplex termesztési rendszerek igen magas költségszintet igényelnek, s feltételezik a termelési befektetések optimális visszatérülését. Ez csakis akkor valósulhat meg, ha minden termesztési tényező (technológiai, biológiai, természeti) kedvező szintre hozható. A technológiai feltételek biztosítottak a

korszerű mezőgazdasági üzemben, sőt többé-kevésbé a biológiaiak is, a legintenzívebb fajták megválasztásával. Minthogy ezek a feltételek évről évre tökéletesednek, a terméshozamok is növekednek, bár nem olyan gyors ütemben, mint amilyen mértékben növekszik a világ élelmiszer szükséglete (*Colls*, 1975, *United Nations*, 1975, *Antal*, 1976). A fejlődésnek határt szab a *természeti erőforrás*, nevezetesen a *talajadottság* (talajfajta, talajszerkezet, lejtési viszonyok stb.) és a termőhely *időjárási-éghajlati rendszere*.

Hazánkban a terméshozamokat legfőképpen a csapadékellátottság szabályozza. Esetenként és növényfajonként azonban számottevő hatása lehet a hőellátottságnak is. Az időjárási tényezők közül nagymértékű károkat okoz a fagy, a jégeső és a szélvihar. Közvetett úton számottevő lehet a mezőgazdasági munkákat akadályozó időjárási helyzetek (mint pl. a talajelőkészítést, növényvédelmet, betakarítást akadályozó csapadékos periódus) hatása is. Mindezek alapján érthető, hogy a mezőgazdaság fokozott igényt támaszt a meteorológiai információk iránt (*Smith*, 1962).

A növénytermesztésnek nyújtandó meteorológiai szolgáltatások fejlesztése föltételezi az időjárási tényezők és a növény fejlődése közötti összefüggések ismeretét. A terméshozamokat már a korábbi évtizedekben is összekapcsolták a meteorológiai tényezőkkel, a kidolgozott egyenletek azonban rendszerint egyszerűek (többnyire lineárisak) és egy-két elemesek voltak. Ezekkel az eljárásokkal esetenként elfogadható pontosságú termésbecslések érhetők el. Nem alkalmasak azonban az egyes fejlődési fázisok (pl. az érés) várható időpontjának előrejelzésére vagy pl. a potenciális terméshozamok becslésére. Az egyszerű összefüggések helyett ma már inkább a komplexebb modelleket, az elemek helyett pedig az időjárás és éghajlat hatását összetettebben jellemző energiarendszert: a hőellátottságot, a vízellátottságot, az *időjárási és éghajlati potenciált* tükröző paramétereket alkalmazzák a mezőgazdaság meteorológiai információkkal történő ellátása során (*Antal*, 1975).

Az „*éghajlati erőforrás*" vagy ami ezzel egyenértékű, „*éghajlati potenciál*" rendkívül összetett. Tartalmazza mindazt a légköri energiafolyamatot, ill. energiamennyiséget, amit az ember az adott helyen a maga javára fordíthat, vagyis a sugárzás-, hő és vízellátottságot, valamint a légáramlást. Természetesen a növénytermesztő számára főként az első három jelenti a fő természeti erőforrást.

Az éghajlati potenciál mennyiségi meghatározására nincs általánosan elfogadott eljárás. Megfelelő modell kidolgozása azért okoz nehézséget, mert számszerű értékét több meteorológiai tényező bonyolult rendszere definiálja. Növénytermesztési szempontból a beérkező sugárzás (főleg a fotoszintétikusan aktív tartomány), a megvilágítás időtartama és erőssége, a hőellátottság valamelyik jellemzője, a légnedvesség, a csapadék, a párolgás, a tenyészidőszak hossza, mind együttesen képezi a termőhely éghajlati potenciálját.

Az éghajlati potenciált maradéktalanul összefogó modell megalkotása egyelőre még várat magára, mert kidolgozása számos nehézségbe ütközik, pl. a növény a fejlődése különböző szakaszában más-más időjárási tényezőre érzékeny, így a hatótényezőket nem egyetlen számadat formájában, hanem optimum görbéket leíró összefüggések alakjában kellene a modellbe beépíteni. A növény ugyanis a meteorológiai tényezők ún. optimum tartományaiban fejlődik legkedvezőbben. Az ezen kívüli alacsonyabb és magasabb értékek hátráltatják mind a növekedést, mind a fejlődést.

Hazánkban a meteorológiai tényezők közül leginkább a csapadékellátottság korlátozza a terméshozamokat, de egyúttal ez szabja meg a várható ter-

més felső határát is. A kevés csapadék nagymértékben lerontja az éghajlati potenciál értékét. Szerencsére az éghajlati erőforrás összértéke növelhető, ha a hiányzó vizet valamilyen módon pótoljuk. Erre legkézzelfoghatóbb eljárás az öntözés, de közvetett utak is járhatók. Ilyen lehet többek között a területre lehullott csapadék ott-tartása, a lefolyás korlátozása, az evaporáció és a transpiráció csökkentése. A biológiai eljárások közül pedig hatékony módszer a kisebb vízigényű fajták előállítása. Megjegyezzük, hogy a belvizek levezetésével, ill. a lefolyást meggyorsító egyéb hidro- és agrotechnikai eljárásokkal (meliorációs munkákkal), vagyis az adott pillanatban fölöslegesnek tűnő csapadékvíz levezetésével nagymértékben lerontható az éghajlati potenciál egyébként kedvező számértéke!

Az egyes növényfajták évenkénti termését és a terméshozam felső határát a műtrágya mennyiségén (*Antal—Posza—Tóth*, 1975), valamint az öntöző-víz-szükségleten túl (*Antal—Posza—Tóth*, 1974) az éghajlati potenciál döntően befolyásolja. A terméshozam lehetséges értékeinek vizsgálatához tehát ennek számszerű értékeit kell ismernünk. *Korábbi definíciónk szerint az éghajlati erőforrást egy adott felszíntípuson (talaj, víz, növényállomány stb.) az ott lejátszódó energiafolyamatok átlagaként tekintjük, beleértve annak szélsőségeit, időbeli változását és változékonyságát is* (*Antal*, 1975a). Növénytermesztési szempontból három olyan energiarendszert (sugárzás, hő, és vízforgalom) említhetünk, amelyek mélyrehatóan kihatnak a terméshozam alakulására. A mezőgazdasági termőhely éghajlati erőforrását tehát három részpotenciállal elegendő pontossággal leírhatjuk a következő általános formában:

$$CP_M = f(CP_R, CP_Q, CP_W), \tag{1}$$

ahol CP_M az éghajlati potenciál mezőgazdaságilag értékesíthető része;
CP_R a potenciál sugárzási összetevője;
CP_Q a potenciál hőháztartási összetevője;
CP_W a potenciál csapadékellátottsági (nedvesség) összetevője.

Ha a növényállomány energiaellátottságának három összetevőjeként annak sugárzási egyenlegét (*R*), hőforgalmát (*Q*) és a vízellátottságát leginkább jellemző tényleges evapotranspirációt (*ET*) választjuk, akkor a részpotenciálokat jól jellemezhetjük ezek relatív értékeivel, azaz

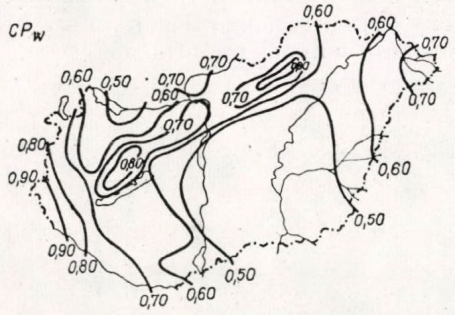
$$CP_R = \frac{R}{R_{pot}} \tag{2}$$

$$CP_Q = \frac{Q}{Q_{pot}} \tag{3}$$

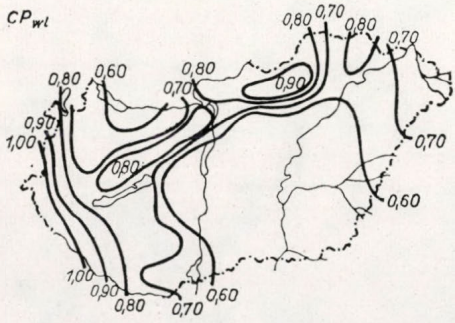
$$CP_W = \frac{ET}{PE} \tag{4}$$

A mezőgazdaság számára tehát külön elemezhetjük a sugárzás-, a hő- és a vízellátottság tér- és időbeli eloszlását. Mint említettük, a mezőgazdasági termőhelyeink legkritikusabb természeti erőforrása a csapadékellátottság, ezért itt a vízellátottság kérdését tekintjük át.

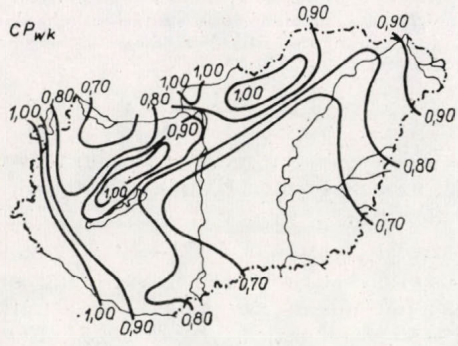
A növényállomány vízfogyasztásának felső határa a potenciális evapotranspitáció *(PE)*, ami folyamatosan akkor állna fenn, ha a gyökérzóna állandóan vízkapacitásáig lenne telítve. Ezen állapot folyamatos fennállását a növény az optimális fejlődéséhez nem igényli. Az évek többségében viszont a természetes csapadék nem elégíti ki a növényállomány vízigényét, ezért a



1. *ábra:* A növényállomány természetes vízellátottságát jellemző éghajlati részpotenciál területi eloszlása 54 klímaállomás adatai alapján (1901 – 1950. IV – IX.)



2. *ábra:* A lucerna vízigényének kielégítettségét jellemző éghajlati részpotenciál területi megoszlása 54 klímaállomás adatai alapján (1901 – 1950. IV – IX.)



3. *ábra:* A kukorica és burgonya vízigényének kielégítettségét jellemző éghajlati részpotenciál területi eloszlása 54 klímaállomás adatai alapján (1901 – 1950. IV – IX.)

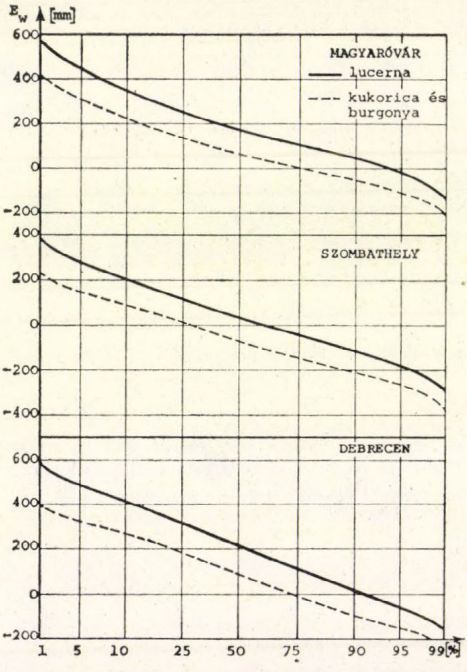
párolgás alatta marad mind a potenciális, mind az optimális (ET_{opt}) értéknek. A Kárpát-medencében tehát fennáll az alábbi egyenlőtlenség

$$PE \leq ET_{opt} \leq ET. \tag{5}$$

Míg az PE/ET a termőhely csapadékellátottságára, addig az ET/ET_{opt} az adott növényállomány vízigényének kielégítettségére utal. Amikor az arány számszerűleg megközelíti az egységet, akkor a növény vízfogyasztása optimális, s az éghajlati potenciál nagyságát ez esetben csak a sugárzás és hőellátottság befolyásolja. Ha a (4)-es formula 0 körüli értékeket ad, a növény vízigénye

nincs kielégítve, vagyis az ő számára az éghajlati potenciál kicsi, még jó sugárzás- és hőellátottság esetén is, s ezzel együtt a terméshozam is csökkentett mértékű (ilyen eset fordulhat elő pl.: déli lejtőkön, ahol igen jó a hőellátottság, ám a kevés csapadék, vagy a túl intenzív lefolyás következtében nem kielégítő a vízellátottság.

Az *ET/PE* arány számszerű értékeivel, gyakorisági és térbeli eloszlásával (*1.ábra*) szemléletesen utalhatunk a növény fejlődési lehetőségeire, a szántóföld kihasználhatósági fokára és a termesztési potenciálra. Hasonló termé-



4.ábra: A lucerna, kukorica és burgonya éghajlati vízhiányának empirikus eloszlásfüggvénye különböző termesztési körzeteken (190 1 – 1970. IV – IX.)

szetű éghajlati adatok jól hasznosíthatók a hosszú távú mezőgazdasági tervek elkészítéséhez, az öntözési tervezésekhez, az aszály mértékének jellemzésére, a konzervipari termeltetés megszervezéséhez stb.

A Szarvasi Agrometeorológiai Obszervatóriumban 1963 – 1968 között végzett kísérletek alapján a levezetett összefüggésekkel *(Antal, 1968)* Magyarország 54 klimaállomására számítottuk ki a potenciális, az optimális és a tényleges evapotranspiráció értékeit az 1901 – 50-es időszakra *(Antal, 1975)*. Ezek ismeretében meghatároztuk néhány mezőgazdasági kultúra éghajlati részpotenciálját a vízellátottság (csapadékellátottság) jellemzésére *(2. és 3. ábra)*.

Az *I. táblázatban* közölt adatok szerint a lucerna maximális terméseredményének biztosításához (a jelenlegi agrotechnikai eljárást, ill. termesztéstechnológiát föltételezve) az Alföld középső és déli részén közel 300 mm többlet csapadékra (ill. öntözéses vízutánpótlásra $É_W$) lenne szükség ahhoz, hogy az állomány a rendelkezésére álló éghajlati erőforrást teljes mértékben felhasználhassa. A jobb csapadékellátottságú Nyugat-Dunántúlon azonban a 100 mm-t sem éri el a vízhiány. Burgonya és kukorica esetén 100 – 150 mm körüli többletvízre van szükség az éghajlati potenciál adta lehetőségek kihasználásához az

I. TÁBLÁZAT

A lucerna, kukorica és burgonya vízigénye (ET_{opt}), tényleges vízfogyasztása (ET) és éghajlati vízhiánya ($É_W$) 50 évi (1901—1950) átlagban

Állomás neve	LUECRNA			BURGONYA			KUKORICA		
	ET_{opt}	ET	$É_W$	ET_{opt}	ET	$É_W$	ET_{opt}	ET	$É_W$
Baja Kertészet	639	392	247	442	344	98	432	313	119
Balatonszemes	620	377	243	433	327	106	421	309	112
Bánhida	570	370	200	398	321	77	385	302	83
Békéscsaba	670	383	287	460	338	122	458	306	152
Budapest OMI	683	384	299	477	340	137	460	310	150
Debrecen-Pallag	569	379	190	396	332	64	380	316	64
Eger	582	390	192	409	344	65	396	324	72
Esztergom	660	375	285	461	329	132	443	309	134
Farkasgyepü	514	465	49	353	407	0	348	376	0
Fügöd	510	378	132	352	327	25	343	313	30
Gödöllő	557	361	196	391	318	73	378	294	84
Győr Reptér	590	355	235	411	310	101	400	291	109
Győrszentmárton	617	382	235	427	329	98	419	312	107
Homokszentgyörgy	555	438	117	390	386	4	378	347	31
Iregszemcse	569	385	184	399	336	63	388	310	78
Kalocsa O bsz.	687	375	312	478	328	150	467	302	165
Kecskemét-Kisfái	664	328	336	467	285	182	453	253	200
Keszthely	632	440	192	438	381	57	423	363	60
Kiskunfélegyháza	698	360	338	484	316	168	476	291	186
Kisújszállás	660	375	285	452	330	122	445	309	136
Kisvárda	550	389	161	384	339	45	367	324	43
Kompolt	629	367	262	439	325	114	428	305	123
Kunszentmiklós	645	370	275	451	315	136	437	287	150
Lengyel	623	474	149	435	404	31	420	375	45
Lőrinci	596	369	227	419	327	92	408	304	104
Magyaróvári Mg. Akad.	557	377	180	387	329	58	377	313	64
Martonvásár	645	358	287	452	317	135	441	291	150
Mezőhegyes	675	383	292	465	334	131	464	314	150
Miskolc Győri Kapu	563	391	172	388	344	44	377	331	46
Monor	646	354	292	453	315	138	439	292	147
Nagykanizsa	556	461	95	389	395	0	374	360	14
Nyíregyháza	567	398	169	397	340	57	381	326	55
Orosháza	681	359	322	472	315	157	463	291	172
Pápa Gimnázium	638	435	203	439	374	65	429	351	78
Parád	500	408	92	345	364	0	335	337	0
Pécs Egyetem	705	413	292	489	360	129	481	326	155
Putnok	490	387	103	341	340	1	328	327	1
Salgótarján	580	394	186	408	346	62	393	326	67
Sárospatak	612	386	226	429	347	82	410	330	80
Siklós	604	422	182	420	371	49	411	338	73
Siófok	577	381	196	407	332	75	393	312	81
Sopron Egyetem	545	437	108	381	384	0	368	367	1
Sopronhorpács	561	401	160	392	350	42	383	334	49
Szarvas-Bikazug	650	337	313	454	297	157	447	273	174
Szeged Egyetem	739	386	353	514	341	173	498	314	184
Szentgotthárd	459	486	0	324	421	0	310	407	0
Szombathely Vízmű	507	444	63	352	377	0	344	370	0
Tarcal	614	399	215	429	348	81	415	334	81
Tihany	589	395	194	410	344	66	400	327	73
Tiszaörs	625	357	268	441	318	123	429	297	132
Túrkeve	670	367	303	467	323	144	452	301	151
Veszprém Vill. mű	574	370	204	398	326	72	389	309	80
Zalaegerszeg	561	463	98	393	419	0	376	381	0
Zirc	481	405	76	336	360	0	327	329	0

Alföldön, míg a dombvidékeinken és az ország nyugati övezetében 50 mm alatt marad 50 év átlagában a csapadékhiány.

A táblázatban közölt *50 évi átlagos értékek* azonban száraz esztendőkben megduplázódnak, míg hűvös, csapadékos tenyészidőszakokban nincs vízhiány, sőt esetenként vízfölösleg keletkezik.

II. TÁBLÁZAT

A csapadékellátottságot jellemző éghajlati részpotenciál számértékei Magyarországon három kultúrnövényre és természetes vegetációra vonatkoztatva (1901–1950)

Állomás neve	Éghajlati részpotenciál (CP_w)				Állomás neve	Éghajlati részpotenciál (CP_w)			
	lucernára	burgonyára	kukoricára	természetes vegetációra		lucernára	burgonyára	kukoricára	természetes vegetációra
Baja	0,61	0,78	0,72	0,54	Mezőhegyes	0,57	0,72	0,67	0,52
Balatonkenese	0,61	0,76	0,73	0,54	Miskolc	0,69	0,89	0,87	0,60
Bánhida	0,65	0,81	0,78	0,58	Monor	0,55	0,70	0,66	0,51
Békéscsaba	0,57	0,73	0,67	0,53	Nagykanizsa	0,83	1,00	0,96	0,75
Budapest OMI	0,56	0,71	0,67	0,50	Nyíregyháza	0,70	0,86	0,85	0,61
Debrecen	0,67	0,84	0,83	0,59	Orosháza	0,53	0,67	0,62	0,47
Eger	0,67	0,84	0,82	0,59	Pápa	0,68	0,85	0,81	0,59
Esztergom	0,57	0,71	0,70	0,49	Parád	0,82	1,00	1,00	0,72
Farkasgyepü	0,90	1,00	1,00	0,84	Pécs	0,59	0,74	0,67	0,54
Fügöd	0,74	0,93	0,91	0,63	Putnok	0,79	1,00	1,00	0,69
Gödöllő	0,65	0,81	0,78	0,54	Salgótarján	0,68	0,85	0,82	0,59
Győr	0,60	0,75	0,73	0,54	Sárospatak	0,63	0,81	0,80	0,56
Győrszentmárton	0,62	0,77	0,74	0,58	Siklós	0,70	0,88	0,82	0,61
Homokszentgyörgy	0,79	0,99	0,92	0,75	Siófok	0,66	0,82	0,79	0,59
Iregszemcse	0,68	0,84	0,80	0,60	Sopron	0,80	1,00	1,00	0,71
Kalocsa	0,54	0,69	0,65	0,48	Sopronhorpács	0,71	0,89	0,87	0,63
Kecskemét	0,49	0,61	0,56	0,44	Szarvas	0,61	0,65	0,61	0,46
Keszthely	0,70	0,87	0,89	0,61	Szeged	0,52	0,66	0,63	0,45
Kiskunfélegyháza	0,52	0,65	0,61	0,45	Szentgotthárd	1,00	1,00	1,00	0,95
Kisújszállás	0,57	0,73	0,69	0,51	Szombathely	0,87	1,00	1,00	0,78
Kisvárda	0,71	0,88	0,88	0,64	Tarcal	0,64	0,81	0,80	0,56
Kompolt	0,58	0,74	0,71	0,50	Tihany	0,67	0,83	0,81	0,59
Kunszentmiklós	0,57	0,70	0,66	0,51	Tiszaörs	0,57	0,72	0,69	0,50
Lengyel	0,76	0,93	0,89	0,71	Túrkeve	0,50	0,69	0,66	0,48
Lőrinci	0,62	0,78	0,75	0,54	Veszprém	0,64	0,81	0,79	0,58
Magyaróvár	0,68	0,86	0,83	0,60	Zalaegerszeg	0,82	1,00	1,00	0,74
Martonvásár	0,55	0,70	0,66	0,50	Zirc	0,84	1,00	1,00	0,80

Az éghajlati részpotenciál vízellátottsági összetevőjének időbeli eloszlását, szóródását jól tükrözik a *4. ábrán* közölt empirikus eloszlásfüggvények, amelyek a lucerna, a kukorica és a burgonya éghajlati vízhiányát mutatják Debrecen, Magyaróvár és Szombathely térségében az 1901–1970. közötti időszak éghajlati adatai alapján.

Az empirikus eloszlásfüggvények arra mutatnak, hogy az éghajlati erőforrás a csapadékosabb területeinken nagyobb mértékben van kihasználva, mint a szárazságra hajló Alföldön. De jelenti egyúttal azt is, hogy jobb termesztéstechnológia bevezetése esetén az Alföldön nagyobb lehetőségek vannak a termés felső határának az emelésére. Ez elsősorban a mezőgazdasági vízgazdálkodás feladata. Első közelítésben az agrárszakembereknek arra kell töre-

kedniök, hogy a lehullott csapadékot a táblán megfogják, helyben tartsák, s azzal takarékosan gazdálkodjanak.

A *II. táblázat* három szántóföldi növényfajra és a természetes vegetációra vonatkoztatott vízellátottsági részpotenciált közli. Különösen érdekesek az utolsó oszlop adatai, amelyek a természetes csapadékellátottságú öntözetlen területekre számított részpotenciált mutatják be. A számértékekből kitűnik, hogy szárazgazdálkodás esetén a rendelkezésre álló éghajlati erőforrásokat milyen mértékben használják ki a mezőgazdasági üzemek. Az Alföld középső és déli részén a *0,44—0,54 azt jelenti, hogy az itt rendelkezésre álló éghajlati energia csak 44—54%-ban kerül kihasználásra öntözetlen növénytermesztés esetén.* Világos, hogy a korszerűbb termesztési rendszerekkel még számottevően növelhető a terméshozam abban az esetben, ha a vízellátást valamilyen eljárással (pl. öntözéssel, párolgáscsökkentéssel, csapadékmegőrzéssel, kis vízigényű fajták előállításával stb-vel) optimalizálják.

Az eddigiekben áttekintettük a termőhely éghajlati erőforrásának vízellátottsági összetevőjét. Az agrometeorológia további kutatási feladatai közé tartozik a (2)-es és a (3)-as összefüggés analitikai formában történő előállítása, majd a velük végrehajtandó számítások eredményeként az egyes mezőgazdasági kultúrák sugárzás- és hőellátottságának tér- és időbeli elemzése. Ezt követően kerülhet sor a mezőgazdasági termőhely éghajlati erőforrásának együttes értékelésére.

A három részpotenciál összekapcsolására az egyes komponensek összegezése tűnik kézzel foghatónak. Ez esetben azonban a nulla határeset csak mindhárom részpotenciál egyidejű zérussal való egyenlősége esetén állhat fönn. Tudjuk azonban, hogy a három energiarendszer közül (sugárzás, hő, víz) bármelyik is hiányzik, mezőgazdasági termelés nem létezik. Ezt a tényt az (1)-es formulának is tükröznie kell. Elfogadható megoldásnak a szorzási művelet kínálkozik. Az (1), (2), (3) és (4) összefüggés felhasználásával tehát felírhatjuk a következő kapcsolatot:

$$CP_{SM} = \left(\frac{R}{R_{pot}} \cdot \frac{Q}{Q_{pot}} \right) \cdot \frac{ET}{PE} , \qquad (6)$$

ahol CP_{SM} a mezőgazdasági termőhely összes éghajlati potenciálja.

Ha az összefüggést konkrét növényállományra vonatkoztatjuk, akkor a PE helyére az ET_{opt} helyettesítendő. Az első két komponens, azaz a növényállomány sugárzás- és hőellátottsága analitikus formában itt nem kerül kifejtésre. Megjegyezzük azonban, hogy közvetlen számítások esetén a számlálóba az adott növényállomány sugárzási egyenlege, ill. a levegő- és a talaj együttes hőforgalma kerül, a nevezőbe pedig ugyanezen tényezők éghajlatilag lehetséges értéke, ám pontosabb számítások esetén célszerűbb a szóbanforgó növény sugárzás- és hőigényét helyettesíteni.

További megfontolások szükségesek annak eldöntéséhez, hogy az éghajlati potenciál miként kapcsolható össze a terméshozammal, illetve az adott termőhelyen várható maximális értékkel, vagyis a felső határral. A kérdésre nehéz egyértelmű választ adni. Bizonyos irányelveket és lehetőségeket azonban megfogalmazhatunk.

Ismeretes, hogy a környezeti tényezőkön és a termesztéstechnológián kívül a fajta is befolyásolja a termés mennyiségét. Ma még szinte elképzelhetetlen, hogy az elkövetkező évtizedekben a növénynemesítők milyen tulaj-

donságú fajtákat tudnak előállítani. Az ez irányú főbb lehetőségeket talán a következőkben foglalhatnánk össze:

- újabb és újabb hibridek, amelyek a korábbiaknál intenzívebbek,
- a melléktermékek (szár, levél stb.) csökkenése a termés előnyére,
- levélorientált fajták a sugárzási energia hatékonyabb felhasználására,
- gazdaságosabb csapadékhasznosítású fajták stb.

Nem tévesztve szem elől e széles távlatokat, kiinduló pontként mégis csak a jelenlegi legjobb fajtát kényszerülünk alapul venni, optimális tápanyagellátást és termesztéstechnológiát feltételezve. Így a termés alakulását leíró modellben az időjárási és éghajlati tényezőket tekintjük változónak, nevezetesen a sok faktort összefogó éghajlati potenciált. Amennyiben a modellt sikerül olyan szerkezeti formában megfogalmazni, hogy a növény számára optimális éghajlati potenciálokhoz maximális terméseredmények, ill. a kedvezőtlen alsó és felső tartományok értékeihez alacsonyabb terméseredmények tartozzanak, úgy a terméshozam felső határának becslése egyszerű inflexiós pont keresésére vezethető vissza. A matematikában számos olyan függvény ismeretes, amely e föltételeknek eleget tud tenni.

A megközelítés két különböző módon is lehetséges. Ha ugyanis a növény által termelt szárazanyagot az idő függvényében, vagy ami ezzel egyenértékű, a meteorológiai elemek összegezett értékének függvényében ábrázoljuk, rendszerint egy megnyúlt s görbét kapunk. E görbe jellemzője, hogy a nullapont és egy, a növényfajra jellemző maximális érték (biológiai termőképesség) között változik. Ha azonban az összes szárazanyag helyett az egyes napokon létrejött anyagot visszük a koordináta rendszerbe, akkor a Gauss-eloszlási, vagy a sinus görbéhez, ill. egy hasonló formájú függvényhez jutunk.

A következőkben a várható termésmennyiség, a biológiai termőképesség és az éghajlati potenciál összekapcsolását kíséreljük meg. A terméshozamot (q) megkaphatjuk, ha a biológiai termőképességből (q_{bio}) levonjuk azt a mennyiséget, ami a kedvezőtlen időjárási viszonyok következtében az adott esztendőben veszteségként jelentkezik, vagyis

$$q = q_{bio} - \beta e^{-met} \tag{7}$$

Itt met a meteorológiai tényezők összhatását jelöli, amit az éghajlati potenciál számszerű értékével helyettesíthetünk, azaz

$$met = CP_M. \tag{8}$$

A β arra utal, hogy a szóban forgó tenyészidőben mekkora a hiányzó éghajlati erőforrás terméscsökkentő hatása. Ez a legegyszerűbben a következő összefüggéssel fejezhető ki:

$$\beta = q_{bio}(1 - CP_M). \tag{9}$$

E három összefüggésből kapjuk a terméshozamot és az éghajlati potenciált a biológiai termőképességgel összekapcsoló modellt:

$$q = q_{bio}\left(1 - \frac{1 - CP_M}{e^{CP_M}}\right) \tag{10}$$

Az összefüggés alkalmas a várható terméshozam kiszámítására, tisztán meteo-

rológiai adatok felhasználásával, ha ismerjük az adott fajta biológiai termőképességét (q_{bio}). Ez utóbbit a nemesítők nem mindig tudják egyértelműen megmondani, éppen ezért a módszert célszerű lenne úgy továbbfejleszteni, hogy ez a faktor eliminálható legyen a modellből. A formula meteorológiai tényezője viszont kétféle eljárással is levezethető. Egyrészt használhatjuk az adott elemek éghajlati valószínűségi értékeit, ha a termésbecslés az érést megelőzőleg több mint két héttel történik, másrészt a távprognózis szerint várható értékeket, ha a termés előrejelzése rövidebb időszakra vonatkozik.

Hasonló meggondolásokat tehetünk az adott termőhelyen várható maximális terméshozamok kiszámítására alkalmas modellek levezetésénél, ill. a növény naponkénti szárazanyag termelésének kiszámításánál, vagy pedig az egyes fejlődési fázisok bekövetkezési időpontjának előrejelzéséhez szükséges eljárások kidolgozásánál (*Byrne–Torssell–Sastry*, 1976).

A jövőbeli agrometeorológiai kutatásoknak még egy érdekes területe kerülhet előtérbe az éghajlati potenciál fogalmával kapcsolatosan. Ismeretes, hogy számos megalapozott és kellően még nem bizonyított feltételezések láttak napvilágot az elmúlt évtizedben az emberi tevékenység és az éghajlatváltozás vonatkozásában. Anélkül, hogy e föltételezésekre és realitásukra kitérnénk, röviden rámutatunk arra, hogy az éghajlati erőforrásokra kiható emberi tevékenység hogyan jelentkezhet hazánk mezőgazdasági termelésében.

A mezőgazdasági termőhely rendelkezésére álló éghajlati potenciál értékét voltaképpen a következő emberi tevékenység, ill. a természetes éghajlatingadozás hatása változtathatja meg:

- tudatos termesztési beavatkozások (öntözés, mezőgazdasági vízgazdálkodás, a vegetációs szerkezet átalakítása, a kis kiterjedésű időjárási folyamatok szabályozása, mint pl. a jégeső elhárítás, fagyvédelem, talajtakarás stb.);
- az emberi tevékenység (nem tudatos beavatkozások) következtében létrejövő éghajlatváltozások eredményei (az erőforrás pozitív vagy negatív irányú megváltoztatásai); ilyen lehet pl. a légkör fokozatos fölmelegedése vagy lehűlése, a csapadék megnövekedése vagy csökkenése;
- a Föld éghajlatának természetes ingadozásából eredő tartós lehűlések vagy fölmelegedések. Meteorológiai adatok bizonyítják, hogy a 20. század második felében számottevő hőmérsékletcsökkenés következett be az északi féltekén (az Arktisz és a szubarktisz térségében pl. több fokos csökkenés tapasztalható).

A mezőgazdasági termelés alapját képező éghajlati potenciál értéke különösen megváltozhat akkor, ha a természetes éghajlatváltozás iránya egybeesik az emberi tevékenység eredményezte változásokkal (*Thompson*, 1965). Annak ellenére, hogy egy adott területen a bioszféra, a talajhasznosítás, a mezőgazdasági termelés formája évszázadok, sőt évezredek alatt alakult ki, mindegyik érzékeny az időjárás és éghajlat megváltozására, természetesen az érzékenység foka az egyes éghajlati övezetekben eltérő.

Hazánk növénytermesztési szerkezete is úgy alakult ki az itteni éghajlati viszonyoknak megfelelően, hogy néhány növényfaj a hőellátottság tekintetében éppen az északi határon fekszik. Így többek között Közép-Európában a legészakabbi szőlőültetvények Tokajban találhatók. Hasonló a helyzet a rizstermesztéssel kapcsolatban. Sőt, tőlünk északabbra már alig-alig találkozunk kukorica és dohánytermesztéssel. Hőellátottság szempontjából kritikus fajok-

nak tekinthetők még a csonthéjas gyümölcsök (a késői fagyok miatt) és számos zöldségféle. Nem nehéz tehát belátni, hogy akár az emberi tevékenység hatására, akár a természetes éghajlatingadozás eredményeként létrejövő 1 – 2 fokos hűlés az éghajlati potenciálban olyan mérvű változást idézne elő, hogy országunk területén az említett növényféleségek termesztése nem lenne lehetséges.

Más elképzelések szerint a légkör CO_2 tartalmának fokozatos növekedése a léghőmérséklet emelkedéséhez vezet. A hőtöbblet (1 – 2 fok) számottevően nem rontaná a növénytermesztés kilátásait, sőt bizonyos fajok termesztéséhez még kedvezőbb körülményeket is teremtene a Kárpát-medencében. Ez a hiedelem azonban csak akkor lehet igaz, ha a hőmérséklet emelkedése változatlan mennyiségű, vagy esetleg több csapadékkal járna együtt. Klimatológiai ismereteink alapján azonban joggal következtethetünk arra, hogy éghajlatunk melegedése voltaképpen a mediterrán éghajlat kiterjeszkedését jelentené. Vagyis a magasabb hőmérséklet egyúttal kevesebb csapadékhozamot, de legalábbis a csapadékmaximumok téli félévre történő eltolódását jelenthetné. Ennek eredményeként az éghajlati potenciál összértéke a hőmérséklet-emelkedés ellenére is csökkenne, mivel a vízellátottsági index kisebb lenne. Ugyanis a számlálóban levő *ET* várhatólag kisebb a tenyészidőszak kevesebb csapadéka miatt, a nevező *(PE)* pedig nagyobb a magasabb hőmérsékleti értékek következtében.

IRODALOM

Antal, E., 1968: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. *Kandidátusi értekezés*, Budapest.

Antal, E., 1975 a.: The climatic potential in Hungary determining the upper limits of plant-growing. *C. I. C. R. A. Sympozium*, „Die Intensivierung des Landbaues und die optimale Nutzung der Ökosysteme im halbkontinentalen Klima", XVII. Georgikon Tage, pp. 109 – 124.

Antal, E., 1975 b.: Ein agrarmeteorologisches Modell zur Vorthersage bei der Berieselung. *Prace a studie* 14. Aufgaben und probleme der Agrarmeteorologie. pp. 200 – 217.

Antal, E., 1976: A meteorológia és az élelmiszer-termelés. *Időjárás*, 80. évfolyam, 4. szám pp. 234 – 240.

Antal, E. – Posza, I. – Tóth, E., 1974: A kukorica hő- és vízháztartási rendszerének kapcsolata az öntözővízszükségletével. *OMSZ Hiv. Kiadv., XXXVIII. kötet*, Beszámolók 1971-ben. pp. 142 – 158.

Antal, E. – Posza, I. – Tóth, E., 1975: Az időjárás és az éghajlat hatása a műtrágya hasznosulására. *Időjárás*, 79. évf. 2. sz., pp. 95 – 104.

Byrne, G. F. – Torssell, B. W. R. – Sastry, P. S. N., 1976: Plant growth curves in mixtures and climatological response. *Agricultural Meteorology*, Vol. 16. N. 1., pp. 37 – 44.

Collis, R. T. H., 1975: Weather and world food. *Bull. Am. Met. Soc.*, Vol. 56., No. 10., pp. 1078 – 1082.

Smith, L. P., 1962: Weather and food. WMO, No. 113, TP. 50. FFHC Basic Study, No. 1., pp. 80.

Thompson, L. M., 1965: Weather variability, climatic change and grain production. *Science*, 188., pp. 535 – 540.

United Nations, 1975: Report on the World Food Conference, Rome, 15 – 16 November, 1974. pp. 64.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 82. évf. 2. szám. 1978. március–április
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 2. March–April 1978 Budapest

A burgonya optimális evapotranspirációja és csapadékellátottsága Magyarországon

ENDRŐDI GABRIELLA, *Központi Légkörfizikai Intézet, Budapest*

The Optimal Evapotranspiration and Water Supply of Potatoes in Hungary. In this paper the areal distributions of average water supply, water need and irrigation requirement of potatoes are presented on the basis of 50-year averages from 54 climatological stations. To characterize the temporal variability of the same quantities the author used the results of calculations based on 75-year data series from 12 stations. The empirical distribution functions of precipitation, climatic water deficit and irrigation requirement can give valuable information about the conditions of water supply and the frequency of irrigation relating to different probability values during the growing season of potatoes and in the different climatic regions of the country.

⁎

Оптимальное суммарное испарение картофеля и оптимальная обеспеченность его атмосферными осадками. Приводится территориальное распределение средних за много лет обеспеченности картофеля (среднепоздного сорта) атмосферными осадками, водопотребления и оросительной нормы по данным 54 климатологических станций за 50 лет (1901—1950 гг.). Для характеристики временной изменчивости этих же величин был использован 75-летний ряд данных 12 станций. Эмпирические кривые распределения осадков, климатического недостатка воды и водопотребления дают информацию об обеспеченности атмосферными осадками в районах страны с различными климатическими условиями за вегетационный период картофеля, а также о том, с какой частотой приходится считаться с орошением, с учетом различных вероятностей превышения.

⁎

A vízellátottság alapvető a mezőgazdasági növénykultúrák fejlődése, a megfelelő mennyiségű és minőségű termés szempontjából. A nem kielégítő nedvességellátottságú területen a legfontosabb agrotechnikai beavatkozás, a rendelkezésre álló vízkészlet növelése öntözés útján. Az optimális öntözéses gazdálkodás alapja pedig az adott területek csapadékellátottságának és a növények vízigényének ismerete.

Tanulmányunkban egyik legfontosabb kapásnövényünk, a burgonya, mégpedig a középkései burgonyafajta csapadékellátottságának és vízigényének idő- és térbeli változását vizsgáljuk.

A burgonya éghajlati igénye

Ismeretes, hogy e növényfaj hazánkénál hűvösebb, csapadékosabb éghajlatú területről származik, így azok a termesztésére kedvező övezetek, amelyek hő- és nedvességviszonyai az őshazáéhoz hasonlók.

Természetesen sem a csapadék-, sem a hőigény nem egyforma a növény tenyészideje folyamán. A kezdeti fejlődési időszakban a meleg és száraz időjárás a kedvező, a virágzás és a gumóképződés fázisában a csapadékigény kerül előtérbe *(Mándy—Csák*, 1965).

Az időjárási elemekkel szemben is érvényesül — nagyjából — a *Liebig*-féle minimumtörvény, vagyis az az elem befolyásolja a termést, amelyik a növény által megkívánt értékhatárt sok esetben nem éri el. Éghajlati viszonyaink között a nyári csapadék, elsősorban a június—július csapadéka szabja meg a burgonya termését.

Vizsgálati módszer és anyag

A növények vízfogyasztását külső és belső tényezők határozzák meg. A külső tényezők sorába tartoznak az időjárási elemek — hatásuk kifejezhető egy komplex mennyiséggel, a párologtatóképességgel vagy potenciális evapotranspirációval — és a talaj vízkészlete. A főbb belső tényezők a növényfaj és -fajta, valamint a fejlődési fázis.

Következésképpen a tényleges vízfogyasztás vagy tényleges evapotranspiráció, ET_a, kifejezhető, mint az időjárás hatását magában foglaló potenciális evapotranspiráció, PE, a talajnedvesség, w és a biológiai tulajdonságok, B, függvénye *(Konsztantyinov et al.* 1971):

$$ET_a = f(PE, w, B) \tag{1}$$

A növények vízszükségletét pedig az időjárási viszonyok és a biológiai sajátosságok határozzák meg, azaz az előbbihez hasonlóan felírhatjuk az

$$V_s = f(PE, B) \tag{2}$$

összefüggést, ahol V_s a vízszükségletet jelöli.

A vízszükséglet — amely nem más, mint az optimális vízellátású növényállomány vízfogyasztása, optimális evapotranspirációja, ET_{opt} — és a tényleges evapotranspiráció különbsége megadja az $Ö$, öntözővíz-szükségletet, azaz

$$Ö = ET_{opt} - ET_a \tag{3}$$

A potenciális, optimális és tényleges evapotranspiráció számítására az *Antal* által kidolgozott módszert alkalmaztuk, azaz a következő összefüggéseket *(Antal*, 1968):

$$PE = 0{,}9(E-e)^{0{,}7} \cdot (1+\alpha t)^{4{,}8} \text{ [mm/nap]} \tag{4}$$

ahol $(E-e)$= a telítési hiány napi közepe; [hgmm]; t= a léghőmérséklet napi közepe [C°]; $\alpha = 1/273$.

$$ET_{opt} = k \cdot PE \tag{5}$$

ahol k= a növényfajra jellemző paraméter.

$$ET_a = \frac{w+b}{1+b} \cdot w \cdot PE \tag{6}$$

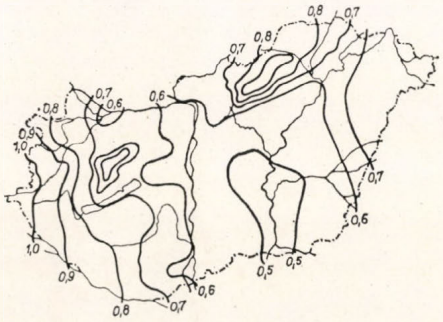
ahol w= talajnedvesség faktor; b= a növény vízigényét jellemző biológiai paraméter.

Szarvas-Bikazugban végzett 12 évi kísérletek alapján megállapítottuk a

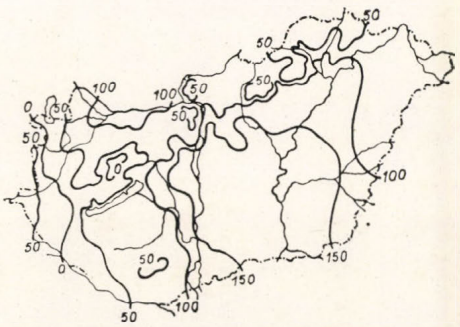
középkései burgonyafajta (Kisvárdai rózsa) átlagos tenyészidőszakát, a fejlődési fázisok bekövetkezésének átlagos időpontját, amelyek a következők:

vetés	kelés	virágzás kezdete	virágzás vége	főfejl. vége	szedés
IV. 14.	V. 10.	VI. 12.	VII. 4.	VII. 30.	IX. 8.

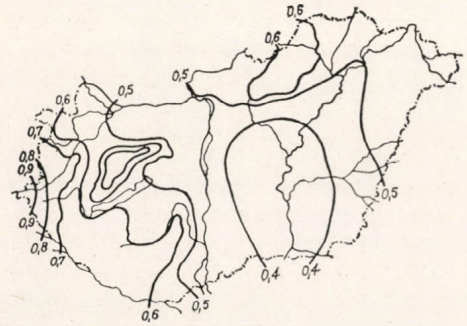
Kísérleteink alapján meghatároztuk továbbá a k növényfaktort és a növényre jellemző b biológiai paramétert is (*Antal – Endrődi*, 1972).



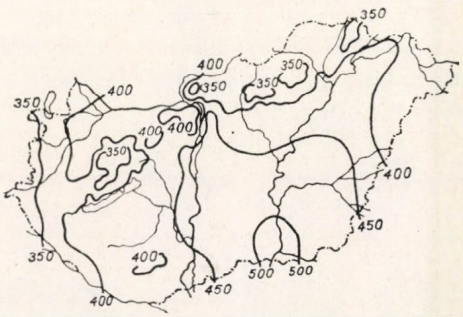
1. ábra: A csapadék és potenciális evapotranspiráció hányadosának eloszlása a burgonya tenyészidőszakában, 1901 – 1950.



2. ábra: A burgonya sokévi átlagos vízszükséglete [mm], 1901 – 1950.



3. ábra: A csapadék és vízszükséglet hányadosának területi eloszlása a burgonya tenyészidőszakában, 1901 – 1950.



4. ábra: A burgonya átlagos öntözővízszükséglete [mm], 1901 – 1950.

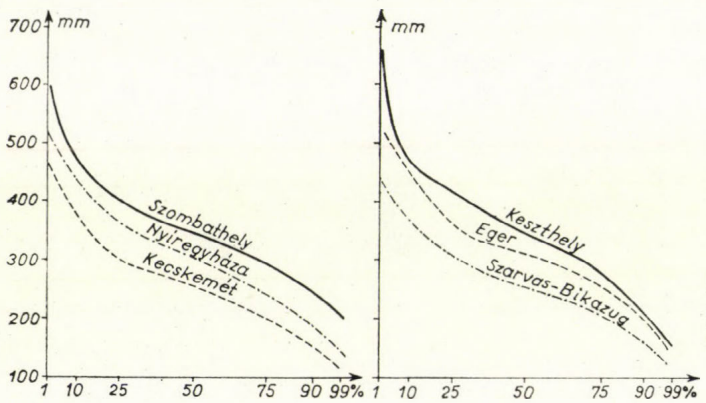
A középkései burgonya sokévi átlagos nedvességellátottságának és vízszükségletének területi eloszlását a meteorológiai elemek 54 klímaállomáson mért 50 évi (1901 – 1950) átlagaiból számított értékek alapján mutatjuk be. Az időbeli változékonyság jellemzésére pedig 12 állomás 75 évi adatsorát használtuk fel. A 12 állomás a következő: Budapest, Debrecen, Eger, Kalocsa, Kecskemét, Keszthely, Magyaróvár, Pécs, Nyíregyháza, Szarvas, Szeged, Szombathely. Számításainkat az egész ország területére egységesen az április 14 – szeptember 8. közötti átlagos tenyészidőszakra végeztük.

Az átlagos vízellátottság és vízszükséglet

Az egyes területek vízellátottságának jellemzésére különböző mértékszámok használatosak, mint például az éghajlati vízhiány vagy az aridítási tényező. Az *1. ábrán* a burgonya tenyészidőszakára vonatkozó csapadék és po-

tenciális evapotranspiráció hányadosának értékeivel szemléltetjük a nedvességellátottságot. Kitűnik, hogy az ország nagyobb részén 250 mm-t meghaladó átlagos vízhiánnyal ($CS/PE \leqq 0{,}5$) számolhatunk. E tényező természetesen növénytől független, az éghajlati vízhiány jellemzésére szolgál.

A rendelkezésre álló adatok alapján meghatároztuk és a *2. ábrán* közöljük a burgonya sokévi átlagos vízszükségletének eloszlását az április 14—szeptember 8. közötti időszakban. Értéke 518 mm (Szeged) és 341 mm (Putnok) közötti; az Alföldön általában meghaladja a 450 mm-t, míg az ország nyugati részén, valamint a magasabban fekvő részeken a 350 mm-t sem éri el. Sokévi



5. ábra: A burgonya tenyészidőszakára vonatkozó csapadék empirikus eloszlásgörbéi, 1901 — 1975.

átlagban tehát az egyes területek között a vízszükségletben 100—150 mm-es különbség van.

Ha figyelembe vesszük a burgonya tenyészidőszakának átlagos csapadékát, kitűnik, hogy az ország középső részén a csapadék vízszükségletnek csupán alig valamivel több, mint a felét fedezi. A két mennyiség (csapadék és vízszükséglet) hányadosa az adott növényre vonatkozó nedvességellátottsági mértékszámnak tekinthető. A *3. ábrából* látható, hogy értéke az ország jelentős részén nem éri el a 0,6-ot, ami mm-ben kifejezve annyit jelent, hogy a természetes csapadék mellett 200 mm, sőt azt meghaladó vízmennyiség pótlása lenne szükséges, ha nem vennénk figyelembe a növény által a talajból felvett vízmennyiséget, a talaj vízkészletének tenyészidőszakbeli változását.

Az öntözővíz-szükségletet, mint említettük, a vízszükséglet, ET_{opt} és a tényleges evapotranspiráció, ET_a különbsége adja meg. A *4. ábra* szerint a burgonya átlagos öntözővíz-szükséglete az Alföldön meghaladja a 150 mm-t — ami három-négyszeri öntözést jelent sokévi átlagban —, míg a Nyugat-Dunántúlon vízfölösleg mutatkozik. Az ország jelentős részén tehát öntözéssel kell pótolnunk a jobb termés érdekében a növény számára hiányzó vízmennyiséget.

A vízellátottság és öntözővíz-szükséglet időbeli eloszlása.

Az optimális öntözéses gazdálkodás és öntözési rendszerek tervezéséhez nem elegendő a csapadék és öntözővízszükséglet sokévi átlagainak ismerete, hanem fontos annak megállapítása is, hogy az ország különböző részein milyen a csapadék időbeli eloszlása, valamint milyen gyakorisággal kell öntöznünk.

A természetes vízellátottság időbeli változékonyságának jellemzésére előállítottuk a burgonya tenyészidőszakára az említett 12 állomás adatai

alapján a csapadék empirikus eloszlásgörbéit. Az *5. ábrán* közölt, különböző éghajlati körzetekben levő állomások empirikus eloszlásgörbéiről leolvasható, hogy míg a nyugati részen – Szombathelyen és Keszthelyen – a tenyészidőszak csapadéka az évek felében eléri a 350 mm-t, addig az Alföld középső részén, Kecskeméten és Szarvason csupán a 250 mm-t; s míg Szombathelyen 200 mm alatti érték egyszer sem fordult elő, Kecskeméten és Szarvason az évek egynegyedében számíthatunk erre.

Az *I. táblázatban* közöljük a csapadék 75 évi átlagait az április 14 – szeptember 8. közötti időszakra havi bontásban, valamint a szélsőértékeket is.

I. TÁBLÁZAT

A csapadék 75 évi átlagai a középkései burgonya tenyészidőszakában (mm)

Állomás	Á	M	J	J	A	Sz	Á–Sz	max.	év	min.	év
Budapest	25	64	70	55	48	10	272	447	1914	105	1947
Debrecen	23	59	77	59	64	10	292	489	1975	148	1935
Eger	25	67	79	62	65	11	309	516	1938	120	1923
Kalocsa	28	61	69	57	54	11	280	493	1954	143	1947
Kecskemét	24	57	62	54	48	10	255	462	1913	113	1904
Keszthely	28	72	79	78	76	15	348	655	1940	165	1917
Magyaróvár	24	61	63	72	59	11	290	537	1940	85	1917
Nyíregyháza	22	58	77	63	68	10	298	508	1913	139	1962
Pécs	34	68	74	64	60	12	312	551	1972	176	1950
Szarvas	24	58	68	51	52	9	262	444	1940	111	1950
Szeged	24	59	67	51	47	10	258	457	1975	108	1952
Szombathely	25	69	77	89	79	14	353	617	1965	213	1950

A 12 állomás 1901–1975 közötti meteorológiai adatai alapján meghatároztuk a potenciális párolgást, valamint a középkései burgonya optimális és tényleges evapotranspirációját a 75 tenyészidőszak minden hónapjára, illetve áprilisban és szeptemberben csak a töredék-hónapra, az átlagos tenyészidőszaknak megfelelően.

Számításainknál az egyszerűsítő feltételek a következők voltak:

- minden évben és mind a 12 állomáson azonos hosszúságú a burgonya tenyészidőszaka;
- minden állomáson és évben a növényre jellemző k faktor és b paraméter átlagos havi értékeit vettük figyelembe, éspedig:

	IV	V	VI	VII	VII	IX
k	0,53	0,57	0,93	0,94	0,66	0,23
b	0,0	0,23	0,77	0,92	0,39	0,05

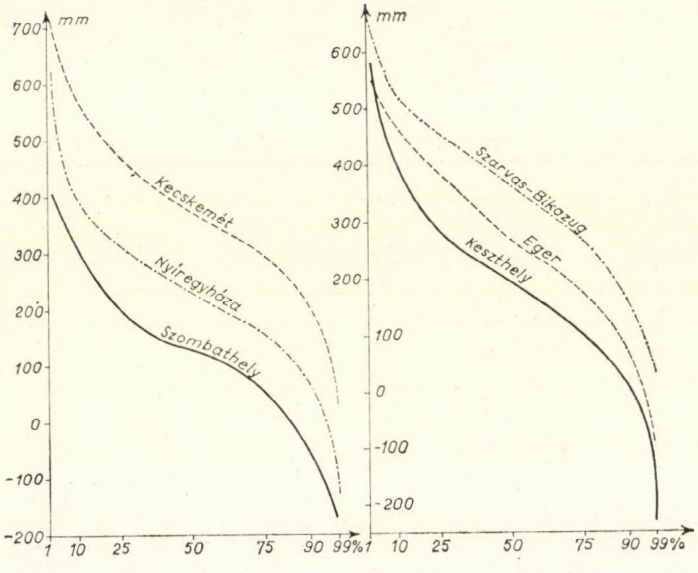
- a tényleges evapotranspiráció számításakor minden állomáson és évben azonos módon vettük figyelembe a talajréteget, mégpedig

IV	V	VI	VII–IX
0–30 cm	0–50 cm	0–70 cm	0–80 cm,

valamint induló vízkészletként a tenyészidőszak kezdetén a diszponibilis víz 90, homoktalaj esetében 80%-át vettük figyelembe.

A kiszámított mennyiségek 75 évi adatsorából megállapíthatók az ország különböző részein az éghajlati vízhiány, öntözővízszükséglet átlagos és szélső értékei, valamint az adott túllépési valószínűségekhez tartozó értékek is.

A potenciális evapotranspirácó és a csapadék különbségeként számított éghajlati vízhiány *6. ábrán* látható eloszlásgörbéi jól reprezentálják mind a területi különbségeket, mind az időbeli változékonyságot. Az értékek a burgonya tenyészidőszakára vonatkoznak. Megállapíthatjuk, hogy Kecskeméten és Szarvason 75 év során egyszer sem volt vízfölösleg, Szombathelyen 12, Keszthelyen és Nyíregyházán 5—5 évben, Egerben pedig 3 alkalommal. Az Alföld középső részén az éghajlati vízhiány az évek 75%-ában eléri a 300 mm-t és 50%-ában megközelíti a 400 mm-t.



6. ábra: A burgonya tenyészidőszakára számított éghajlati vízhiány empirikus eloszlásgörbéi, 1901 – 1975.

Az éghajlati vízhiány 75 évi átlagait, valamint szélsőértékeit a *II. táblázatban* közöljük.

Az optimális és tényleges evapotranspiráció számított értékei alapján rendelkezésre állnak az öntözővízszükséglet tenyészidőszakonkénti összegei, amelyekből meghatározható, hogy az egyes éghajlati körzetekben milyen

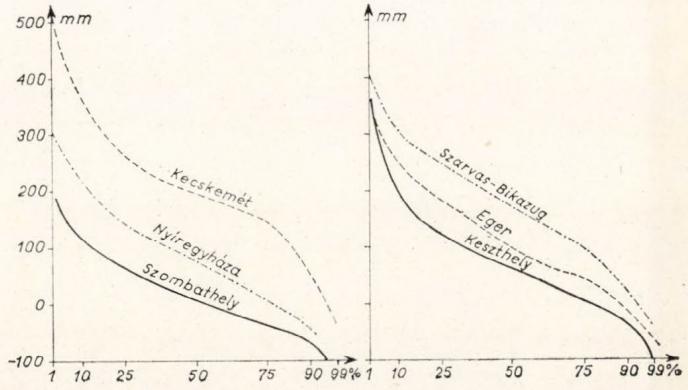
II. TÁBLÁZAT

Az éghajlati vízhiány 75 évi átlagai a középkései burgonya tenyészidőszakában (mm)

Állomás	Á	M	J	J	A	Sz	Á—Sz	max.	év	min.	év
Budapest	15	49	64	102	103	12	345	703	1947	14	1940
Debrecen	15	46	39	83	66	9	258	546	1946	—91	1970
Eger	13	41	44	89	73	11	271	574	1950	—84	1912
Kalocsa	11	47	64	102	89	11	324	669	1952	— 6	1975
Kecskemét	15	54	71	110	112	12	374	716	1950	31	1975
Keszthely	10	27	35	62	52	5	191	574	1950	—235	1965
Magyaróvár	16	33	50	59	62	4	224	613	1917	—125	1940
Nyíregyháza	15	44	37	73	53	6	228	531	1952	—110	1913
Pécs	5	37	58	96	90	12	298	638	1946	— 9	1940
Szarvas	15	50	59	114	101	15	354	645	1952	46	1974
Szeged	16	52	67	115	106	5	361	833	1952	2	1940
Szombathely	8	16	22	33	32	3	114	398	1932	—166	1965

gyakorisággal számíthatunk öntözésre. Az öntözési tervezések számára a mezőgazdasági növénykultúrák öntözővíz-szükségletének sokévi átlagos és szélsőértékei mellett fontosak az adott százalékos biztonságot adó szintekhez tartozó számadatok is. Gyakran a 80%-os valószínűségi szintet tekintik az öntözési tervezések alapjául.

Az öntözővízszükséglet 75 évi átlagait és szélsőértékeit a 12 állomásról a *III. táblázat* tartalmazza, amely szerint 150 mm-t meghaladó különbség van



7. ábra: A burgonya tenyészidőszakára számított öntözővízszükséglet időbeli változékonysága, 1901 – 1975.

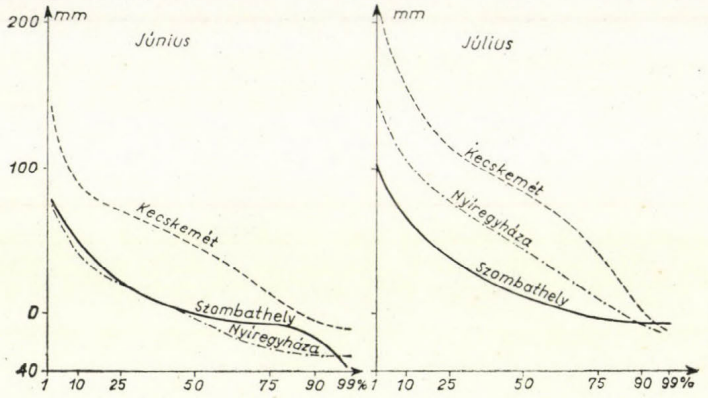
a két legeltérőbb éghajlati körzetet képviselő Kecskemét és Szombathely értékei között. A táblázat arról is tájékoztat, hogy sokévi átlagban milyen az öntözővízszükséglet havonkénti megoszlása, amely szintén nem mellékes az öntözési tervezéseknél. Említettük, hogy a június–július, a virágzás-főfejlődés időszakának csapadéka szabja meg a burgonya termését, illetve az, hogy a növény szempontjából kielégítő-e a nedvességellátottság. Amint a táblázatból kitűnik, az ország középső és déli részén az öntözővíz-szükséglet júliusban eléri a 80 mm-t, amely mintegy kétszeri öntözést jelent, míg Debrecenben, Nyíregyháza, valamint a Dunántúlon Keszthely, Magyaróvár térségében legfeljebb egyszeri öntözéssel kell számolnunk (ha az egyszeri öntözővízadag $\leqq 40$ mm).

III. TÁBLÁZAT

Az öntözővízszükséglet 75 évi átlagai a középkései burgonya tenyészidőszakában (mm)

Állomás	Á	M	J	J	A	Sz	Á–Sz	max.	év	min.	év
Budapest	–11	–16	40	78	58	6	155	419	1947	–68	1940
Debrecen	– 8	–15	22	56	34	4	93	292	1947	–83	1941
Eger	–11	–14	34	67	50	5	131	339	1950	–88	1970
Kalocsa	–11	–16	34	75	50	5	137	389	1952	–65	1940
Kecskemét	– 8	0	46	84	63	7	192	469	1952	–43	1975
Keszthely	–11	–21	24	49	23	2	66	356	1950	–135	1940
Magyaróvár	–10	–14	28	42	29	4	79	360	1917	–77	1966
Nyíregyháza	–11	–12	23	49	25	4	78	289	1952	–79	1949
Pécs	–11	–17	32	70	49	5	128	374	1950	–64	1940
Szarvas	–11	–12	38	85	61	7	168	397	1950	–42	1974
Szeged	–12	– 8	37	85	63	8	173	500	1950	–70	1940
Szombathely	– 9	–19	9	20	11	1	13	183	1952	–123	1918

A burgonya tenyészidőszakában az öntözővíz-szükséglet időbeli változékonyságát és különböző valószínűségű értékeit a *7. ábra* szemlélteti néhány állomásra vonatkozóan. Míg Szombathelyen 10 évből legfeljebb háromban számíthatunk egyszeri öntözésre, Keszthelyen az öntözővíz-szükséglet az évek felében meghaladja a 60 mm-t. Nyíregyháza, Eger térségében tíz évből legalább hatban mutatkozik egyszeri öntözővízadagot (40 mm-t) meghaladó vízhiány. A melegebb, szárazabb éghajlati körzetben levő Szarvason az öntözővíz-szük-



8. ábra: A júniusi és júliusi öntözővízszükséglet empirikus eloszlásgörbéi, 1901–1975.

séglet az évek felében meghaladja a 150 mm-t, Kecskeméten pedig csaknem a 200 mm-t is eléri. Ha az öntözési tervezésekhez gyakran alapul választott 80%-os valószínűségi szintet tekintjük, ehhez a nyugati határszélen 75, az Alföld középső részén 290, a keleti országrészen 160, az északi fekvésű Eger térségében 200 mm-es öntözővíz-szükséglet tartozik a burgonya tenyészidőszakában.

Az öntözővíz-szükségletet június–júliusban – amely általában a virágzás és főfejlődés fázisa – a *8. ábrán* mutatjuk be. Értéke *júniusban* az Alföld középső részén az évek felében eléri az 50 mm-t, a 80%-os biztonságú szint pedig meghaladja a 75 mm-t; a hűvös, csapadékos nyugati és mérsékelten meleg, viszonylag csapadékos keleti részeken az évek felében egyáltalán nincs szükség júniusban öntözésre. *Júliusban* az értékek általában jelentősen nagyobbak: Kecskeméten az éveknek csupán 15%-ában kisebb, mint az egyszeri öntözővízadagnak tekinthető 40 mm, tíz évekből ötben eléri ennek kétszeresét, a 80%-os szinthez pedig 130 mm-es összeg tartozik; a nyugati határszélen, Szombathelyen egyszeri öntözésre legfeljebb 25%-os valószínűséggel kerül sor, Nyíregyházán pedig az évek felében.

Az egyes mezőgazdasági növénykultúrák vízellátottságának, vízháztartási összetevőik tér- és időbeli változékonyságának feltárása – a bemutatott részletességgel – elősegíti az öntözési rendszerek optimális tervezését és kihasználását, valamint a különböző növényfajok termesztésére a vízellátottság szempontjából kedvező körzetek kiválasztását.

IRODALOM

Antal, E. 1968: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. *Kandidátusi értekezés,* Budapest.

Antal, E., Endrődi, G. 1972: A burgonya vízigénye és öntözővízszükséglete. *Időjárás, 76.* 223–233 o.

Konsztantyinov, A. R., Asztahova, N. I., Levenko, A. A. 1971: Metodü raszcsota iszparenyija sz szeljszkohozjajsztvennüh polej. *Hidromet. Izd.* Leningrad.

Mándy, Gy., Csák, Z. 1965: A burgonya. Akadémia Kiadó, Budapest.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 2. szám 1978. márc-ápr.
Journal of Meteorological Service, Vol. 82. No 2 March-April 1978 Budapest

A teljes ózontartalom meghatározása műholdas mérésekből

MISKOLCI FERENC, *Központi Légkörfizikai Intézet, Budapest*

Determination of the Total Ozone Content by Measurements on Artificial Satellites. This is a description of a method suitable for a rapid determination of the total ozone content of the atmosphere with the aid of infrared radiation data obtained from artificial satellites. The method is based on the fact that the transmission of the atmosphere at the wave-length of 9.6 μ can be satisfactorily approximated by the transmission of a homogeneous ozone layer possessing a given effective pressure and temperature. The effective pressure and temperature are equal to the weighted average values of the pressure and temperature profiles for the ozone profile in a given season. The transmission functions are computed by using a semi-empirical formula, in which the free parameters were determined with the aid of measured and directly computed values of zone transmission. The advantage of this method consists in its simplicity and rapid application, its limitation being that it cannot be easily used in different geographical regions. Its accuracy as compared to ozone-sounding data is depending on seasons, its average value being 5 to 7%.

*

Определение суммарного содержания озона в атмосфере по данным ИСЗ. В настоящей работе описывается метод, предлагаемый автором для быстрого определения суммарного содержания озона в атмосфере по данным об инфракрасной радиации, получаемым с ИСЗ. В основе метода лежит факт, что пропускание неоднородной атмосферы в полосе 9.6 мк хорошо приближается пропусканием слоя озона, характеризующимся заданными величинами эффективного давления и температуры. За эффективное давление и температуру взяты средневзвешанные величины профилей давления и температуры, полученные по среднему профилю озона, соответствующему данному сезону года. Функции пропускания вычисляются при помощи полуэмпирической формулы, в которой свободные параметры были определены с использованием значений пропускания озона, полученных по измерениям и по прямым вычислениям. Преимущество метода заключается в быстроте и простоте пользования, в недостаток — в том, что его нельзя прямо использовать применительно к районам различного географического положения. По сравнению с методом озонного зондирования, точность предлагаемого метода, в зависимости от сезона года, равна в среднем 5—7 %.

*

Ismeretes, hogy a műholdak spektrométereivel mért sugárzás intenzitása a hosszúhullámú tartományban az alábbi kifejezéssel adható meg:

$$I_{\nu_i} = B_{\nu_i}(T_F)\tau_{\nu_i,F} + \int_1^{\tau_{\nu_i,F}} B_{\nu_i}(T(p))\, d\tau_{\nu_i} \qquad (1)$$

I_{ν_i} : az i. csatornában mért intenzitás
B_{ν_i} : Planck-függvény

T_F : földfelszíni hőmérséklet
$T(p)$: hőmérsékleti profil
p : nyomás
$\tau_{\nu_i,F}$: a felszíntől a légkör felső határáig terjedő légréteg átbocsátása
τ_{ν_i} : az i. csatornára átlagolt átbocsátás, mely esetünkben az ózonra vonatkozik:

$$\tau_{\nu_i}=\frac{1}{\Delta\nu}\int_{\Delta\nu}\exp\left(-\frac{1}{g}\int_0^p K_{\nu_i}\varrho\,(p)dp\right)d\nu \tag{2}$$

K_ν : tömegabszorpciós együttható
$\varrho(p)$: ózon keverési arány

I_{ν_i}-t műholdas mérésekből nyerjük, és ezekből az adatokból a teljes ózontartalmat szeretnénk meghatározni. Ennek érdekében a számításoknál két közelítést kell, ill. célszerű alkalmaznunk:

a) az (1) egyenletet a következőképpen alakítjuk át:

$$I_{\nu_i}=B_{\nu_i}(T_F)\tau_{\nu_i,F}+\bar{B}_{\nu_i}(1-\tau_{\nu_i,F}) \tag{3}$$

Ez igen pontos közelítés, ugyanis a súlyfüggvények és az ózoneloszlás függvény menete hasonló. $\bar{B}_{\nu_i}$ könnyen számítható:

$$\bar{B}_{\nu_i}=\int B_{\nu_i}\,d\tau/\int d\tau\approx\int B_{\nu_i}du/\int du \tag{4}$$

u : optikai tömeg

b) Az ózon átbocsátási függvényeket a teljes ózontartalom és egy ún. effektív abszorpciós együttható bevezetésével adjuk meg:

$$\tau_{\nu_i,F}=\exp\left(-C_{\nu_i}O_3^T\right) \tag{5}$$

O_3^T : teljes ózontartalom
C_{ν_i} : effektív abszorpciós együttható, mely az adott frekvencia-intervallumban konstans

A (3) és (5) kifejezésekből egyszerűen következik, hogy:

$$0_3^T=\frac{1}{C_{\nu_i}}\ln\left(\frac{B_{\nu_i}(T_F)-\bar{B}_{\nu_i}}{I_{\nu_i}-\bar{B}_{\nu_i}}\right) \tag{6}$$

C_{ν_i}:C_{ν_i}-k több, N ózonprofilra vonatkozó átlaga

$$C_{\nu_i}=\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}C_{\nu_i}^j$$

Az ózon 9,6 μ-os sávjában természetesen több mérést végezhetünk különböző csatornákban. Ekkor az ózontartalmat az alábbi kifejezéssel számíthatjuk:

$$0_3^T=\sum_{i=1}^{n}\frac{\gamma_i}{C_{\nu_i}}\ln\left(\frac{B_{\nu_i}(T_F)-\bar{B}_{\nu_i}}{I_{\nu}-\bar{B}_{i\nu}}\right) \tag{7}$$

n : csatornaszám

γ_i : az egyes csatornákra jellemző súlyozási együttható, melyet az adott csatornán a számított ózonértékek szórása határoz meg

A (7) kifejezés alkalmazásához tehát szükségünk van a súlyozási együtthatók, az átlagos effektív abszorpciós együtthatók és az átlagos Planck függvények ismeretére. Az abszorpciós együtthatókat esetünkben az (5) kifejezéssel számítottuk, de műholdas mérés és ózonprofil birtokában (6)-ból reálisabb értékeket lehetne nyerni.

A $\tau_{\nu_i,F}$ meghatározására egyszerű, a valószínűségi-exponenciális sáv modellen alapuló analitikus formulát használtunk: (8). A sáv-paramétereket (átlagos vonalintenzitás, átlagos vonaltávolság, alapállapoti energia) és egy optikai tömegfüggést korrigáló paramétert optimalizációs eljárással határoztuk meg, mely során a (8) formulával számított átbocsátásokat a legújabb, direkt módon számított átbocsátásokhoz illesztettük. E paramétereket az *I. táblázat* tartalmazza.

$$\tau_{\nu_i}(p, T, u) = \exp\left(-\frac{S(S_0, \bar{E}, T)\, u^z}{\bar{\delta}\left(1+\frac{S(S_0, \bar{E}, T)\, u}{\pi\alpha(p, T)}\right)^{1/2}}\right) \tag{8}$$

S_0 : átlagos vonalintenzitás, u : optikai tömeg,

$\bar{E}$: alapállapoti energia, z : korrekciós tényező,

$\bar{\delta}$: átlagos vonaltávolság, $\alpha(p,T)$: Lorentz vonalszélesség

A (8) formula érvényességi tartománya:

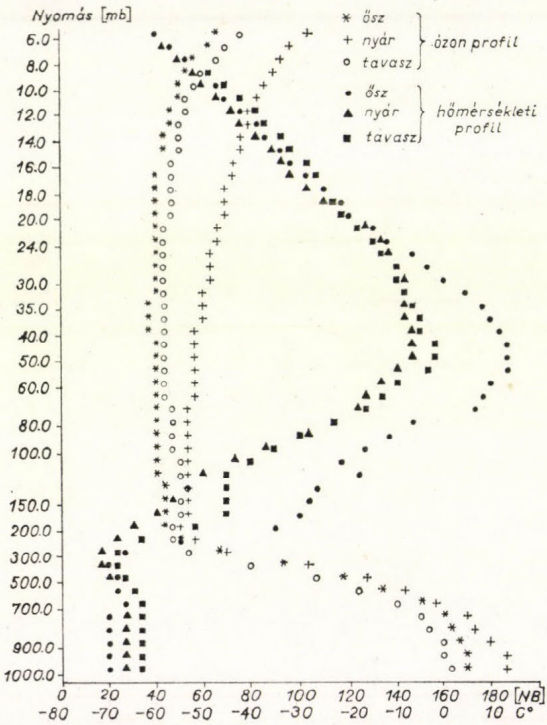
$$200\ \mathrm{K}^\circ < T\ \mathrm{K}^\circ < 300\ \mathrm{K}^\circ;\quad 10\ \mathrm{mb} < p < 1000\ \mathrm{mb};\quad 0{,}1\ \mathrm{cm} < u < 1\ \mathrm{cm}$$

I. TÁBLÁZAT

Az átbocsátási függvények számításához használt sáv-paraméterek

ν_i [cm^{-1}]	S_0	$\bar{E}$	$\bar{\delta}$	Z
980	0.000023	719.707	0.000143	1.072700
985	0.000378	719.115	0.001390	1.057020
990	0.005268	718.658	0.011971	1.029370
995	0.013968	717.538	0.018508	1.020690
1000	0.031068	697.356	0.027766	0.961616
1005	0.059060	583.740	0.030827	1.000670
1010	0.111350	477.972	0.037361	1.017150
1015	0.163864	394.596	0.036757	1.040210
1020	0.238992	297.318	0.038814	1.055800
1025	0.288752	178.953	0.040715	1.040710
1030	0.219295	138.326	0.032945	1.015520
1035	0.133781	147.537	0.021909	0.984767
1040	0.067105	163.448	0.023339	0.780789
1045	0.094192	174.951	0.034511	0.764874
1050	0.178441	123.476	0.033973	0.832506
1055	0.385938	191.263	0.034910	1.027690
1060	0.179424	500.624	0.032656	0.900390
1065	0.097565	657.306	0.049762	0.789377
1070	0.021854	655.879	0.038588	0.809153
1075	0.015777	539.869	0.068860	1.106270

Inhomogén légkörre T_e, p_e és $u = 0_3^T$ értékekkel kell számolnunk. A p_e számítása a (4) formulával analóg kifejezéssel történhet. Itt a számításokhoz a potsdami ózonszondázási adatokat használtuk, 86 nyári, 60 tavaszi, valamint 36 őszi ózon, ill. hőmérsékleti profilt. Az effektív abszorpciós együtthatókat ily módon 20 különböző 6,5 cm^{-1} széles frekvenciára minden profilra kiszámítottuk, és ezeket minden frekvencián átlagoltuk ($\overline{C}_{\nu_i}$). Ellenőrzésképpen,

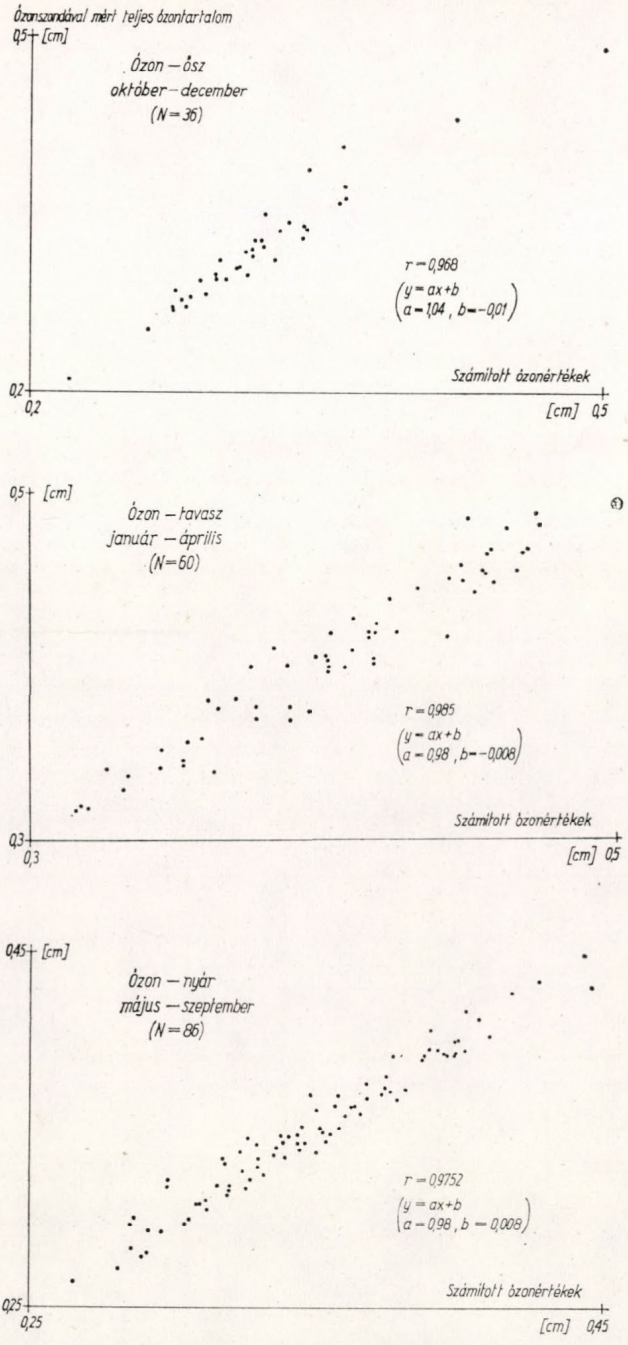


1. ábra: Átlagos ózon- és átlagos hőmérsékleti profilok

valamint a súlyok meghatározására az összes profil esetében $\overline{C}_{\nu_i}$-t felhasználva visszaszámoltuk a szórásokat. Az effektív nyomás és hőmérséklet meghatározására az évszakoknak megfelelő átlagos ózonprofilt használtuk. A három évszaknak megfelelő átlagos ózon és hőmérsékleti profilokat az *1. ábrán* mutatjuk be. E profilok számértékei is megtalálhatók *(Spänkuch* és *Döhler*, 1975). A (7) kifejezésében szereplő B meghatározására szintén ezt kell alkalmaznunk. A (7) formula pontosságára jellemző, hogy átlag 3 – 5% pontosan kaphatjuk meg belőle az 0_3^T-t, egészen ritka, különleges esetekben a hiba maximálisan 17% lehet. Kedvező, az átlagprofilhoz hasonló profilok esetén a hiba 0,25%-ra is csökkenhet. A *2. ábrán* az ózonszondával mért és a (7) formulával számított teljes őszi, tavaszi és nyári ózontartalmat hasonlítottuk össze.

Végezetül a *II. táblázatban* közöljük a $\overline{C}_{\nu_i}$-ket és $\gamma_i/\overline{C}_{\nu_i}$-ket, valamint feltüntetjük a visszaszámolt 0_3^T értékek szórását is csatornánként.

A május – szeptemberi adatokra vonatkozó átlagos relatív hiba, amely a (7) formulával számított 0_3^T értékekhez tartozik, 4,25%, az október-decemberi adatokra 5,6% és a január-áprilisi értékekre 4,6%.



2. ábra: Az ózonszondával mért és a (7) formulával számított őszi, tavaszi és nyári ózonértékek összehasonlítása

II. TÁBLÁZAT

Konstansok, szórások és súlyok

ν_i (cm^{-1})	ózon – ősz			Ózon – tavasz			Ózon – nyár		
	$\overline{C}_{\nu_i}$	szórás	$\gamma_i/\overline{C}_{\nu_i}$	$\overline{C}_{\nu_i}$	szórás	$\gamma_i/\overline{C}_{\nu_i}$	$\overline{C}_{\nu_i}$	szórás	$\gamma_i/\overline{C}_{\nu_i}$
980	0.0978	0.0120	0.0761	0.1001	0.0180	0.0495	0.1082	0.0086	0.0691
986	0.1702	0.0115	0.0794	0.1736	0.0174	0.0511	0.1880	0.0082	0.0727
990	0.2777	0.0107	0.0851	0.2799	0.0161	0.0554	0.3052	0.0072	0.0827
995	0.4626	0.0111	0.0820	0.4617	0.0514	0.0580	0.5064	0.0070	0.0852
1000	0.7010	0.0142	0.0641	0.6809	0.0141	0.0634	0.7556	0.0079	0.0759
1005	1.1710	0.0163	0.0559	1.1350	0.0136	0.0655	1.2360	0.0100	0.0596
1010	1.7130	0.0214	0.0425	1.8180	0.0166	0.0537	1.7480	0.0136	0.0439
1015	2.3740	0.0240	0.0380	2.2270	0.0184	0.0484	2.3880	0.0157	0.0381
1020	3.0350	0.0262	0.0347	2.8280	0.0200	0.0445	3.0040	0.0175	0.0341
1025	3.6220	0.0284	0.0321	3.3420	0.0216	0.0413	3.5110	0.0187	0.0319
1030	4.0610	0.0283	0.0322	3.7340	0.0218	0.0410	3.8900	0.0185	0.0323
1035	4.6520	0.0266	0.0343	4.2810	0.0209	0.0427	4.4470	0.0174	0.0344
1040	3.4400	0.0308	0.0279	3.0610	0.0250	0.0357	3.2180	0.0171	0.0349
1045	2.9580	0.0340	0.0268	2.6300	0.0267	0.0334	2.7750	0.0192	0.0311
1050	4.3600	0.0347	0.0262	3.8430	0.0270	0.0330	4.0940	0.0203	0.0294
1055	5.0030	0.0290	0.0314	4.5880	0.0219	0.0407	4.8560	0.0200	0.0298
1060	3.0250	0.0288	0.0317	2.7500	0.0207	0.0429	3.0610	0.0173	0.0346
1065	1.2680	0.0292	0.0312	1.1470	0.0206	0.0432	1.3180	0.0168	0.0355
1070	0.4626	0.0183	0.0499	0.4351	0.0131	0.0682	0.4872	0.0098	0.0611
1075	0.1589	0.0078	0.1163	0.1606	0.0101	0.0882	0.1671	0.0071	0.0839

Látható a fentiek alapján, hogy a pontosság a megkívánt határon belül esik, de valószínű, hogy műholdas mérési adatok birtokában még pontosítható. Az azonban nyilvánvaló, hogy mint módszer alkalmazható teljes ózontartalom meghatározására.

IRODALOM

Spänkuch, D. és Döhler, W. 1975: Statistische Charakteristika der Vertikalprofile von Temperatur und Ozon und ihre Kreuzkorrelation über Berlin. *Geod. Geoph. Veröff.* R. II. H. 19. (1975.)

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 82. évf. 2. szám. 1978. március – április
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 2. March – April 1978 Budapest

Hűtőtornyok hatása a levegőkörnyezetre

SZABÓ ÉVA, *Központi Légkörfizikai Intézet, Budapest*

Effects of Cooling Towers on Atmospheric Environment. The aim of this paper is to review the current thinking on the environmental effects of cooling towers. The main aspects are the followings: length of the plume, precipitation, air temperature, humidity and sunshine. The interaction between stack and cooling tower plumes are also dealt briefly. The rewiew concludes that models of Smith and Agee are applicable to estimate the long term length of the cooling tower plume, however, model of Moore and Foster is applicable to discribe the transport and precipitation increasing effects.

A korszerű, nagy teljesítményű széntüzelésű és atomerőművi blokkok veszteséghőjét hűtőtornyokkal vonják el. Ennek oka egyrészt az, hogy a természetes vizek (folyók, tavak, tengerek) igénybevehetősége igen korlátozott, másrészt telepítési és környezetvédelmi szempontokat is figyelembe kell venni.

Az erőművi körfolyamat jellegéből következően a termodinamika tételeinek megfelelően jelentős hőveszteségek keletkeznek, s emiatt a villamosenergia előállításának hatásfoka 50% alatt van. A kondenzáció okozta hőveszteség a legnagyobb. Egy feketeszén-tüzelésű erőmű esetén a tüzelőanyag elégetésekor nyert energiának csak 37,1%-a a leadott villamos energia, 49,7%-a a kondenzációs hőveszteség és 13,2%-a pedig az egyéb veszteség [6]. Az erőművekben a szükséges hűtés biztosításához megfelelő hűtőberendezésekre van szükség, vagy meg kell oldani e hatalmas hőmennyiségnek a környezetbe, folyókba, levegőbe juttatását. Eközben gazdaságossági szempontokat is figyelembe kell venni, hiszen a kondenzációs berendezések költsége a teljes erőműépítés költségének 25%-át is kiteheti.

Hűtőtornyos hűtési rendszerek típusai

A különféle nedves, száraz és a kombinált nedves-száraz hűtőtornyok számos, különféle kapcsolásban (zárt körfolyamatú hűtés, teljesen vagy részben nyitott körfolyamatú hűtés stb.) és különböző szellőzési módokkal (természetes és mesterséges huzat) működnek. Kezdetben a kondenzációt frissvíz-hűtéssel oldották meg. De a növekvő teljesítmény egyre több vizet igényelt. Pl. egy 3000 MW-os atomerőműhöz kb. 550 000 m³/h hűtővíz szükséges. Ugyanakkor Budapest max. vízfogyasztása 42 000 m³/h és a Duna min. vízhozama 1 800 000 m³/h. A folyókból igénybe vehető hűtővízmennyiséget mint láttuk nemcsak a vízhozam korlátozza, hanem a megengedhető felmelegedés is. Az élő vizek termikus szennyezése, s a túlzott felmelegedés megzavarja a folyók biológiai egyensúlyát. A Duna frissvíz-hűtés szempontjából nagy tartalékot jelent. Számítások szerint kb. 20 000 MW erőműkapacitást tenne lehetővé. De mivel a gyenge minőségű barnaszén- és lignitlelőhelyek elég távol helyezkednek el a Dunától és a Tiszától, ezért számunkra sokkal előnyösebb a hűtőtornyos visszahűtés, amelyet a gyöngyösi Gagarin Erőműben már megvalósítottak, és így tervezik a hűtést a létesülő bicskei, valamint a bükkábrányi erőművekhez is [6].

A *nedves hűtőtorony* a visszahűtés hagyományos eszköze. A hűtendő víz közvetlenül érintkezik a környezeti levegővel, közben a víz egy része elpárolog. A hűtőtornyok vízvesztesége egy nagyságrenddel kisebb, mint a frissvíz-hűtés szükséglete.

A nedves hűtőtornyokkal lehet a legjobban megközelíteni azt az elméletileg elér-

hető leghidegebb vízhőmérsékletet, amelyet a külső levegő nedves hőmérséklete szab meg [15]. A nedves hűtőtornyok „jósági fokát" (J) éppen az határozza meg, hogy egy adott hőmérsékletű víz (T_{v1}) a hűtőtoronyban lehűlve (T_{v2}) menynyire közelíti meg a levegő nedves hőmérsékletét (T_{n1}):

$$J = \frac{T_{v1} - T_{v2}}{T_{v1} - T_{n1}}$$

A „maximális jóság" csak végtelen nagy felülettel érhető el. A jóság mértéke függ a tornyok rendszerétől (természetes, mesterséges huzat) és szerkezetétől (a hőcserélő betétektől). A kürtő alsó felében helyezkednek el a betétek (általában azbeszt cementlapok), amelyek fölött azbeszt cementcsövekből szóró szerkezet osztja szét a vizet. A vízelosztó szerkezet fölött pedig cseppleválasztó található. A víz a torony alján levő medencében gyűlik össze. A toronyból kilépő nedves levegőáram mindig tartalmaz olyan cseppeket, amelyek nem párologtak el. Ez azért lehetséges, mert a kiáramló levegő a hűtővízből azokat a cseppeket ragadja magával, amelyeknek esési sebessége kisebb, mint a felfelé áramló levegő sebessége.

A 10 mikronnál kisebb cseppek általában ködöt és túltelített levegőt jelentenek, a 10 mikronnál nagyobb cseppek pedig azok, amelyeket a légáram magával ragad a hűtővízből. A régebbi konstrukciójú hűtőtornyoknál a cseppveszteség nagy volt. A korszerű hűtőtornyokat kb. 1965 óta cseppleválasztóval látják el, így a cseppveszteség értéke általában a cirkuláltatott hűtővízmennyiség 0,01%-a. Az angliai Ratcliffe erőműben az eliminátorok módosítása után megfigyelték, hogy a szitálás mennyisége kisebb lett: kisebb távolságra és kisebb gyakorisággal fordult elő. 83% rel. nedv. alatt nem volt szitálás, útnedvesedés pedig csak esetenként, 98%-os rel. nedv. mellett fordult elő.

A *légkondenzációs száraz hűtőtornyok* működésének lényege, hogy hőátadás csak konvekcióval történik. A kondenzációs hő zárt rendszeren keresztül, megfelelő hőcserélőn át jut a környezetbe. „Jóságuk" attól függ, hogy a kondenzátor hőmérséklete, ill. a kondenzátornyomáshoz tartozó telítési hőmérséklet (T_t) mennyire közelíti meg a levegő száraz hőmérsékletét (T_e), vagyis jellemzésre a „belépő hőmérsékleti különbséget" (ϑ) alkalmazzák:

$$\vartheta = |T_t - T_e|$$

Nyáron a nedves hőcsere a döntő, vagyis a nedves torony használata a kedvezőbb, télen viszont a száraz hűtőtoronnyal biztosítható jobb vákuum. A száraz hűtőtornyok költségesebbek, mint a nedves hűtőtornyok, de a legfőbb előnyük az, hogy vízszegény helyekre telepíthetők, mivel nem kell a párolgó víz pótlását megoldani.

A *nedves-száraz hűtőtornyok* az előbbi két hűtőtoronytípus előnyös tulajdonságait próbáljuk egyesíteni.

Európában elsősorban természetes szellőzésű, ellenáramú nedves hűtőtornyokat használnak, amelyeket cseppleválasztó szerkezettel látnak el. A tornyok felső belső átmérője (D) átlagosan 110 – 125 m, magassága (h) kb. 110 – 130 m. A kiegészítő magasság (Δh) megmutatja, hogy az emelkedő fáklya középvonala milyen magasságban van a torony magasságához képest. A toronyban cirkuláltatott víz menynyisége pl. egy 200 MW-os erőmű esetén 200 000 m³/h, ugyanakkor az elpárolgó víz mennyisége 4000 t/h. A toronyra jellemző a kiáramló gőz térfogata (V_{tot}), a sebessége (v), amely átlagosan 3 m/s, a hőmérséklete (T_e), amely átlagosan 25 °C. Igen fontos tényező a tornyok hőterhelése (Q_E), ami az erőmű teljesítményének (Q) kb. a 16-od része tornyonként. A környező levegő hőmérséklete (T_a), a torony magasságában a szél sebessége (u). A látható fáklya hossza (L), a csapadék (P). Egy-egy erőműhöz általában 2 – 3 hűtőtorony tartozik.

A nedves hűtőtornyok hatása a környezetre

A vízügyi hatóságok egyre szigorúbb követelmények támasztásával behatárolják a felszíni vízekbe történő hőkibocsátás mértékét, így a hűtőtornyokét is, amelyek az erőművek hulladékhőjét emésztik fel. A hűtőtorony két módon is kapcsolatban van a környezettel: a vízfölösleg a felszíni vízekbe kerül, ill. páradús meleg levegőt juttat a légkörbe.

A hűtőtorony hatását a környezetre elsősorban felszín közeli légrétegben fejti ki. E réteg magassága néhány métertől akár 2000 méterig is terjedhet. Szinte minden időjárási és működési helyzetben látható a torony fölött egy kondenzálódott, vízcseppekből álló fehér színű fáklya. Fáklya akkor képződik, amikor a tornyot elhagyó meleg, nedves levegő keveredik a környező hideg levegővel. A keveredés túltelítettséghez és kis vízcseppek képződéséhez vezet. A fáklya élettartama akkor lesz hosszú, ha a környező levegő telítési hiánya kicsi. A csóva hamar elpárolog kis relatív nedvesség és magas hőmérséklet esetén. Ha viszont a szélsebesség kicsi, de a relatív nedvesség nagy és a környező levegő hő-

mérséklete alacsony, akkor a fáklya igen sűrű is lehet és több kilométer hosszúságban terjedhet ki a torony lee oldalán.

A teljesítmény növelésekor a fáklya hossza is nő. Megfigyelések szerint a blokkteljesítmény kétszeres növelése a látható fáklyahosszat csak kb. 40%-kal hosszabbítja meg. A szélsebesség kétféleképpen befolyásolja a hűtőtorony környezeti hatását: egyrészt párát, permetet szállít, másrészt a hűtőtorony légmozgására aerodinamikai hatást fejt ki. Minél nagyobb a szélsebesség, annál kevésbé emelkedik fel a pára. Nagy szélsebesség esetén a pára jobban hígul, ezért kisebb az esély a ködképződésre.

Az aerodinamikai hatás nemcsak a szél sebességétől[1], hanem a torony szerkezetétől, méreteitől, a környező épületektől, a felszín érdességétől is függ. Egy adott helyen azonban a szélsebességgel együtt az aerodinamikai hatás is nő. Ez a domborzati hatások miatt a széliránynak is függvénye lehet.

A fáklyák viselkedését és gyakoriságát fényképfelvételek segítségével figyelték meg. 12 hónapos periódusban naponta készítettek felvételeket az angliai Ratcliffe on Soan erőműben. Három kategóriába sorolták a fáklyákat: rövid, közepes, hosszú. A rövid fáklya hossza nem éri el a 300 métert, a közepes fáklyák 300 – 900 méter között vannak, a hosszú fáklyák pedig 900 méternél hosszabbak.

A környező levegő relatív nedvessége szerint is osztályozták a fáklyákat. Az *I. táblázat* 717 megfigyelés adatai alapján mutatja a fáklyáknak a hosszúság és a relatív nedvesség alapján történő osztályozását.

Hideg, ködös időben, amikor a fáklyákat a fényképeken nem tudták kivenni, akkor azokat hosszan elnyúlónak vették, ugyanis a megfigyelések szerint a köd feloszlása után a fáklyák láthatóvá váltak. A szélcsend esetén kialakuló vertikális fáklya gyakorisága kicsi. Ezt a ritkán előforduló jelenséget kísérleti úton tanulmányozni igen nehéz.

Abban az esetben, amikor a szél a tornyokat összekötő tengely irányába fúj, a gőzfáklyák összeolvadnak. Az első fáklya majdnem telíti a levegőt, mielőtt elérné a másikat. Ezt az egyesülést és megerősödést a toronycsoport okozza, mivel az önálló fáklyák sokkal rövidebbek.

Overcamp és *Hoult* tanulmányozták a fáklyákból történő csapadékhullást. Megállapították, hogy a vízcseppek tartózkodási ideje a gőzfáklyában sokkal kisebb, mint amennyi az esőcseppek kialakulásához szükséges. A fáklyában egyedül a kondenzáció következtében nem képződhetnek esőcseppek. Ha a fáklya a felszín közelébe kerül 1 mm/óra intenzitású szitálás is észlelhető. A csapadék mértéke a relatív nedvesség függvénye. A szitálás nagyon érzékenyen reagál a relatív nedvesség alakulására. 60%-nál kisebb relatív nedvesség esetén a cseppek elpárolognak, 80% felett erős a kicsapódás (7 mg/m² sec), 90% feletti értékeknél már útnedvesedés észlelhető.

Mérések szerint a szitálás mértéke a toronytól vett távolsággal változott. A szitálás maximumát a toronytól 200 – 400 m-re figyelték meg. A távolságot – a szélsebességtől függően – a cseppnek a torony magasságából való leesési ideje és a szélsebesség szorzata adja meg. Erős hatást kifejtő fáklya esetén a csapadék általában a torony magasságának 2 – 4 szeresével megegyező távolságban (200 – 400 m) éri el a talajt.

A keletkező csapadék mennyisége a környezeti levegő hőmérsékletétől (T_a), rela-

I. TÁBLÁZAT

A fáklyák százalékos megoszlása [1]

Relatív nedvesség (RH) csoportok	Fáklyahossz-osztályok			Σ
	rövid 300 m	közepes 300 – 900 m	hosszú 900 m	
alacsony < 75% RH	46	2	0	48
közepes 75 – 90% RH	10	13	11	34
magas > 90% RH	3	3	15	18
Σ	56	18	26	100

tív nedvességétől *(RH)* és a fáklya hőmérsékletétől *(T_f)* függ. Ha

$$T_a = -10\,^\circ\mathrm{C},\ RH = 90\%,\ T_f = 30\,^\circ\mathrm{C},$$

akkor a csapadék mennyisége: 0,1 mm/ó;

$$T_a = 10\,^\circ\mathrm{C}, RH = 90\%,\ T_f = 30\,^\circ\mathrm{C}$$

esetén pedig a csapadék mennyisége 0,01 mm/ó.

A hűtőtoronyból csepp formájában távozó víz a cirkuláltatott víz 0,01%-a A cseppek térfogatszázalékának nagyság szerinti eloszlását *Balcke-Dürr* szerint [14] a *II. táblázat* mutatja.

II. TÁBLÁZAT

A cseppek nagyság szerinti eloszlása

Cseppátmérő	>5	>3	>2	>1	>0,6 mm
Térfogat	1	40	65	95	99%

A hűtőtornyokból felszabaduló hő és pára létrehozhat Cu-felhőket. Ez a jelenség általában labilis légrétegződés esetén fordul elő. Nyáron a cumulusképződés felgyorsulhat és így a délutáni zápor előbb következhet be. A hűtőtornyok környezetében délelőtti cumulusképződést is gyakran korábban figyelték meg.

A hűtőtorony gőzcsóvája hat a környező terület mikroklímájára is, de az általános hiedelemmel szemben ez a hatás igen csekély. Egyes szerzők szerint [6] egy 600 MW-os hűtőtorony 1000 méteres környezetén belül az évi átlagos hőmérsékletnövekedés 0,1 °C-nál nem volt nagyobb, és a levegő relatív nedvessége sem nő évi átlagban 0,1%-nál nagyobb mértékben. A párafelhő árnyékoló hatása következtében a napfénytartam csökken ugyan, de a napsütéses napokon ez csak néhány percre tehető. A hűtőtornyok által kibocsátott vízpára és a keletkező vízcseppek kölcsönhatásba lépnek a levegőben található ártalmas szennyezőanyagokkal. Ilyen szennyezőanyagot bocsátanak ki például a szomszédos kémények, vagy más ipari létesítmények. A vízcseppek a kéndioxid káros hatását megnövelik, savas köd jöhet létre. Ha a vízcseppek gázokat, vagy aeroszolokat nyelnek el, akkor súlyuk megnövekszik, s így a kibocsátó forráshoz közelebb ülepednek le. Ily módon az ülepedés helyén a szóban forgó anyagok talajközeli koncentrációja lényegesen megnő, s a keletkező maximális szennyezőhatás az eredetinek 2 – 2,5-szerese lesz [2]. Figyelembe kell venni azt is, hogy a szomszédos ipari forrásokból származó szennyezésnek közvetlen hatása van a vízpára kondenzálódására.

A természetes szellőzésű hűtőtornyok esetén a porlasztásnál, ill. a hűtővíznek a gyűjtőmedencébe való bezuhanásakor zaj keletkezik. Mivel a keletkezett zaj a nagyobb frekvenciatartományba esik, így a levegő nagymértékben csillapítja, vagyis a távolsággal erősen csökken a zajszint. A zaj csökkentésére különböző műszaki megoldásokat alkalmaznak a tornyon belül, illetve zajvédő falakat, növényi védősávokat telepítenek.

Műszakilag megoldható a tornyok magasságának továbbnövelése, de az ilyen tornyok nem illeszkednek be a tájba esztétikusan. Így inkább a tornyok számát növelik, vagy visszatérnek a természetes hűtésre.

A hűtőerőművek által kibocsátott vízpára rendkívül sűrű jégködképződést okozhat. Az ilyen ködök Alaszkában és egyéb sarkvidéki területeken is jelentékeny nehézségeket idéznek elő a közel fekvő repülőterek üzemeltetésében [2]. A keletkező nagy mennyiségű vízpára kondenzációja és az ennek következtében beálló ködképződés a délebbre fekvő területeken is előidézheti a távvezetékek jegesedését, valamint síkosság keletkezését a közeli utakon.

A gőzfáklya terjedésének és a talajnedvesítő hatás mértékének meteorológiai szimulálása

A kondenzációs fáklya hatásának és a belőle kihulló csapadék meghatározására különböző modelleket dolgoztak ki. Ezek a modellek a torony tetején a kiáramló meleg levegő termodinamikai állapotát és a környező levegő meteorológiai feltételeit veszik figyelembe.

Megfigyelések szerint – adott meteorológiai feltételek esetén – a fáklya hossza *(L)* arányos a kibocsátott nedves levegőáram mennyiségével *(V)*.

Baker számítási módszere ferde emelkedésű, ill. vízszintes kiterjedésű fáklyák ($u \gtrsim 0$) esetén, és a relatív nedvesség 90% körüli értékeire használható. Empirikus egyenlete a hűtőtorony fáklyahosszának meghatározására [16]:

$$L = \frac{2}{\Theta} \cdot \sqrt{\frac{V}{\eta u}} \cdot \sqrt{\frac{T_s - T_a}{T_e - T_a} - 1} \qquad (1)$$

V [m³/sec] – a toronyból kiáramló nedves levegő térfogata

T_a, T_s, T_e [°K] – a környező, a torony tetején kilépő, ill. a fáklya látható végénél a levegő hőmérséklete

η – állandó

Θ [rad] – a látható fáklya horizontális kiterjedésének a félszöge.

V értéke a toronyra jellemző, csak a hőterhelés *(Q)* függvénye. A torony szintjén a szél sebessége *(u)* és a környező levegő hőmérséklete közvetlenül mérhetők.

T_s általában 25 – 30°C, Θ értéke függ a stabilitási kategória értékeitől, azaz a turbulenciától. A fáklya látható végénél a levegő hőmérséklete a környező levegő hőmérsékletének, a relatív nedvességnek és a fáklya telítési hőmérsékletének ismeretében meghatározható.

A kondenzációs fáklya hosszának számítására 1969-ben *Smith* és *Agee* megfigyeléseik alapján a (2) egyenletet állították fel, amelyben β = Deacon állandó.

$$L = \frac{T_s - T_e}{dT/dx} \frac{u}{10} \frac{(RH)^2}{\beta} \tag{2}$$

A dT/dx kifejezést *Hess* adta meg a konvektív légmozgások tanulmányozása alapján. Ez az összefüggés megmutatja a környező levegőnek a fáklyába történő beáramlása által okozott hőmérsékletváltozását:

$$-\frac{dT}{dx} = \frac{E(T_s - T_a) + \frac{L^*}{c_p}(m_e - m)}{1 + \frac{\varepsilon L^{*2}\, m_e}{c_p\, R_d\, T_s^2}} \tag{3}$$

E – besodródási arány, becslések szerint $(1 + u/v)$-vel egyenlő
L^* [Joule/kg] – a párolgás latens hője
c_p [kcal/kg°C] – a levegő állandó nyomáson vett fajhője
m_e [kg víz/kg levegő] – keveredési arány a torony kijáratánál
m [kg víz/kg levegő] – a környező levegővel való keveredési arány
ε – a levegő és a víz specifikus gázállandójának aránya. Értéke 0,622.
R_d [kcal/kg°C] – a száraz levegő gázállandója

A fenti megfontolások alapján két új egyenletet állítottak fel. Az első 1 m/sec alatti szél esetére érvényes:

$$L = 4{,}5 \cdot \left[16{,}7 - 2{,}6 \cdot \frac{(T_s - T_a)}{-dT/dx} + (p - 1000) - 1{,}3\left(\frac{-dT}{dx}\right) \right] \tag{4}$$

$-dT\,dx$-et (3) alapján határozhatjuk meg, p [mb] a légnyomást jelenti. 1 m/sec-nál erősebb szelek esetén már a következő egyenlet érvényes:

$$L = 1000 \left[\frac{V}{\pi \sigma_{yz} \sigma u_z} \right]^{-0{,}4} \tag{5}$$

A kritikus hígulási tényező (F_c) fogalmának bevezetése lehetővé tette egy újabb modell kidolgozását [1], amely már a tornyok számát, helyzetét, a szél irányát és nagyságát is figyelembe veszi. F_c megadja a nedves levegő végső térfogatának viszonyát az eredetihez. Feltételezték, hogy a tornyot elhagyó meleg levegő éppen telített. Mivel kondenzáció minden toronyban lejátszódik, ezért mindig van látható fáklya. Ennek oka részben a hőmérsékleti gradiens, részben a hideg levegővel való keveredés, részben pedig a toronyban lejátszódó hőátviteli folyamat. A fáklya a torony magasságában uralkodó átlagos áramlási irányban terjed. Az N tagú toronycsoportból kilépő fáklyák összeolvadnak. Az egyesült fáklya hossza:

$$L = \frac{180}{\pi \sqrt{\Theta_1 \Theta_2}} \cdot \sqrt{\frac{V_{tot}}{\pi u} \left[(F_c - 1 + \gamma)^{1/2} - \gamma^{1/2} \right]} \tag{6}$$

ahol

$$\gamma = \frac{\left(n_1 + \frac{n_2 \Theta_1 v}{\Theta_2 u} \right)^2}{\frac{4N\Theta_1\, v}{\Theta_2 u}} \tag{7}$$

Θ_1, Θ_2 [rad] – a kiterjedés félszöge vertikális, ill. horizontális irányban
V_{tot} [m³/sec] – a tornyokból kiáramló nedves levegő térfogata
n_1, n_2 – a szél irányában és az arra merőleges irányban levő tornyok száma.

A fáklyahossz felső határát $\gamma = 1$ esetén kapjuk meg. V_{tot} a torony paraméterei alapján kiszámítható:

$$V_{tot} = N \frac{D^2 \pi}{4} \cdot v \tag{8}$$

ahol N – az összes torony száma. (6) alkalmazásához a kiterjedés félszögeinek becslésére van szükség. *Pasquill* szerint:

$$\Theta_1 = \frac{40^\circ}{S} \text{ és } \Theta_2 = 0{,}3\Theta_1, \tag{9}$$

ahol S a stabilitási kategória számszerű értéke. Ha figyelembe vesszük a szélnek egy kitüntetett iránnyal bezárt szögét (ψ), akkor a következő egyenletek adják meg a szél irányában (n_1) és az arra merőleges irányban levő toronyok számát (n_2):

$$n_1 = (N_1^2 \cos^2\psi + N_2^2 \sin^2\psi)^{1/2} \tag{10a}$$

$$n_2 = N/n_1 \tag{10b}$$

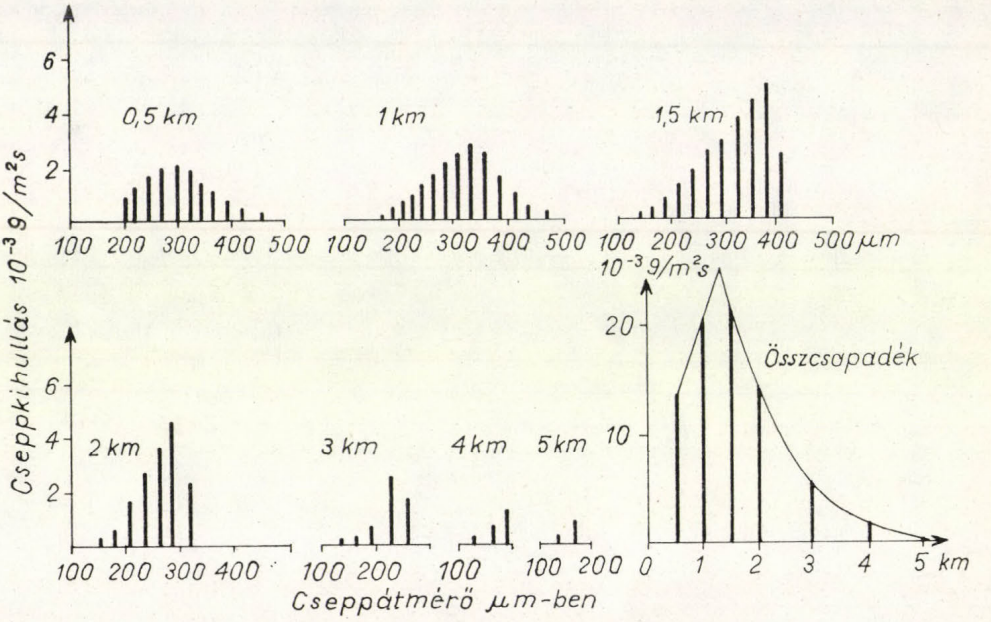
A fáklya emelkedésének ismerete igen

fontos tényező. A különböző kéményekből füstfáklyáinak terjedését több szerző vizsgálta. A *Nárai* [10] által végzett összehasonlítás megállapítja, hogy a *Briggs* egyenlet bizonyul a legalkalmasabbnak nagy kéménymagasságok és nagy kilépési hőmérsékletek esetén. Kisebb kiáramlási sebességű és kisebb kilépési hőmérsékletű gőz-

x [m] – a szél alatti távolság a két legközelebbi torony középpontjából a mérési pontig

h [m] – a torony magassága

A hőkibocsátást (Q) a teljesítmény 1/16-od részének vették tornyonként. Gyenge szelek esetén (<5 m/s) a fáklyaemelkedési modell jól írja le a fáklya viselkedését.



1. ábra: A különböző távolságra lehulló csapadék mennyisége a cseppátmérő függvényében [7]

fáklya emelkedésének a számítására formulát *Moore* dolgozott ki gőzfáklya megfigyelések adatai alapján [11]

$$\Delta h = 2{,}25 \left(\frac{\Delta T}{110}\right)^{\frac{1}{8}} \frac{Q^{\frac{1}{4}} X^{*\frac{5}{4}}}{u} \qquad (11a)$$

$$X^* = \frac{X\, X_T}{(X_T^2 + X^2)^{1/2}} \qquad (11b)$$

$$X_T = \frac{120\, u}{\left[\Delta\Theta + \left(\frac{120u}{1920} + 19 \cdot 2\, h\right)^2\right]^{1/2}} \qquad (11c)$$

Δh [m] – a fáklyaemelkedés

ΔT [°K] – a fáklya hőmérséklete és a környező levegő hőmérsékletének különbsége

$\Delta\Theta$ [C/100 m] – potenciális hőmérsékleti gradiens a hűtőtorony teteje felett

Ha az L távolságban lehulló csapadék tömegfluxusa P, *Foster*-szerint [7]:

$$P = \varphi(R, L) \cdot M(R)\, dR \cdot dW \cdot dL, \qquad (12)$$

ahol

$$\varphi(R, L) = [\pi \cdot R(O) R(L)]^{-1} \left(\frac{\partial L}{\partial h}\right)^{-1}_{R} \left[\frac{R\,(R, h)}{R}\right]^3 \qquad (13)$$

R a cseppek sugara, h a torony magassága. Mivel $dWdL$ azt a területet jelöli, amelyre a cseppek lehullanak és $M(R)\, dR$ azok kezdeti teljes tömegfluxusát a fáklyában, a $\Phi\,(R, L)$ kifejezést úgy határozhatjuk meg, mint a fáklya csapadékmennyiségi együtthatóját. Az *1. ábra* a különböző cseppnagyságokból keletkező csapadékmennyiséget adja meg a toronytól különböző távolságokra. [7]. A jobb oldali alsó görbe az összes csapadékra vonatkozik.

A *Baker* modell előnye, hogy bár egyszerű, mégis kellőképpen figyelembe veszi a levegő nedvességét T_s segítségével. Θ értéke erősen stabil levegő esetén nem

haladja meg a 10°-ot, labilis helyzetben pedig meghaladhatja a 60°-ot is.

Smith és *Agee* empirikus egyenlete jóval több tényezőt vesz figyelembe. A hőmérséglet-különbségek mellett a hőmérsékleti gradiensre $(-dT/dx)$ is tekintettel van, amely magába foglalja a fáklya kiterjedésekor a besodródás következtében fellépő hőmérséklet kiegyenlítődést, ugyanakkor tükrözi a levegő relatív nedvességének fontos szerepét a fáklya hosszának változásában.

A számítások megmutatták, hogy 5%-os szignifikancia szinten jelentős eltérés van a *Baker*-becslés és a megfigyelt adatok között. A (4) egyenlet egy hosszabb periódus átlagos, fáklyahosszának becslésére szolgál (5%-os szignifikancia szinten nem volt jelentős eltérés a megfigyelések átlaga és az egyenletek átlagbecslése között). Igen alkalmas napi, havi átlagok becslésére.

Szélcsend és gyenge szelek esetén eddig nem volt modellezhető a kondenzációs fáklya. Az (5) egyenlet lehetővé teszi az 1 m/s szélerősséget el nem érő esetek tanulmányozását és a hőmérsékleti gradiensen kívül a nyomást is figyelembe veszi. (5) egyenlet az 1 m/s alatti gyenge és változó erejű szélsebességek és 65%-os relatív nedvességnél magasabb értékek esetén használható. A megfigyelt adatok változásának 85%-át 95%-os szignifikancia szinten tudja leírni. (6) egyenlet igen jól kezelhető. Itt találkozunk először a σ_y, σ_z paraméterekkel, melyek figyelembe veszik, hogy a pára milyen mértékben szóródik az y, z irányba. A függőleges szóródás igen erős labilis rétegződés esetén (a fáklya megrövidül). Stabilis légrétegződés esetén a függőleges szóródás mértéke a távolsággal mintegy lineárisan nő. Ez a helyzet kedvezően hat a hosszú fáklyák kialakulására [13]. Az (5) egyenlet alapján számított értékek és a megfigyelt adatok regressziós koefficiense 0,9 volt, de nem próbálták ki 280°K-nél alacsonyabb és 2,5 m/s-nél erősebb szelek esetén.

Az egyik legkomplexebb szimulálást *Moore* és *Barber* végezte. A modell lehetővé teszi a gőzfáklya emelkedésének, kiterjedésének (hosszának), ill. a csapadékhullás mértékének a tanulmányozását. A kiterjedés a Θ_1, Θ_2 félszögektől is függ, nem csak a hőmérsékleti tagtól, ill. a torony állandóktól. Bár hasonlók a σ_y, σ_z paraméterekhez, használatuk azért nehézkes, mivel becsülni kell őket. Modelljében először találkozunk a közel fekvő hűtőtornyok egymásra hatásával. A tornyok számának, helyzetének, irányítottságának figyelembevétele lehetővé teszi különböző irányú és nagyságú szelek esetén a becslést. A (6) egyenlet (mivel jelentős szórása volt) a fáklyák csoportbasorolásához használható fel. A számított értékek 80%-a a megfelelő csoportba tartozik. A fáklyaemelkedési modell igen jól írja le a viszonylag alacsony kiáramlási hőmérséklettel és sebességgel rendelkező fáklya viselkedését 5 m/sec szélerősségig.

A modell figyelmen kívül hagyja a torony által keltett mechanikus turbulenciát, s azt hogy a torony közelében kihulló cseppek szívóhatás alá kerülhetnek, így növekedhet a torony közelében kihulló cseppek száma. A csapadék kihulásának maximuma néha 1 km-en túl, de néha már 500 m-nél megfigyelhető. Nagy hűtőtornyok esetén, ha az eliminátorok nem megfelelően működnek, akkor 5 km-ig is észlelhető a csapadék.

A gőzcsóva előfordulását és a cseppek kihullásának mértékét a KLFI Levegőminőség-kutató Osztálya is vizsgálta a létesítendő Dunántúli Erőmű (Bicske) környezetében. Vizsgálatuk során megállapítják, hogy 200 m távolságban kell leggyakrabban a nagy cseppek kihullására számítani – főleg a téli időszakban. A tornyokból délnyugati irányban elterülő szektorban várható szitálás 1100 óra/év gyakorisággal. A szitálás várható maximális értéke: 24 mg/m² sec. A gőzcsóva 300 – 400 m távolságban éri el a talajt, főleg a délnyugati területen.

A hűtőtornyok környezeti hatását jelentős mértékben befolyásolni elsősorban a technikai berendezések fejlesztésével lehet. Megfelelő cseppleválasztó berendezések alkalmazása esetén a hűtőtorony környezetében keletkező szitálás lényegesen csökkenthető. Ugyanakkor más vonatkozások – a kondenzációs fáklya keletkezése, a hőkibocsátás stb. – technikai berendezések tökéletesítésével nem szüntethető meg.

A modellezés jelenlegi feladata a technikai adottságoktól függő cseppkibocsátás esetén várható levegőkörnyezeti hatások megállapítása, ill. a hűtőtornyok és az általuk várhatóan befolyásolt létesítmények, transzformátorállomások, közeli forgalmas utak, esetleg repülőterek elhelyezésének az optimalizálása.

IRODALOM

[1] Barber F. R., Martin A, Shepherd J. G, Spurr G. (1974): „The persistence of plumes from natural draught cooling towers" Atm. Env. 1974. Vol. 8. pp. 407 – 418.

[2] Берлянд 1975 : „Распространение в атмосфере промышленых выбросов влаги и их влияние на рассеивание примесей" Гидролия и метеорология. № 4. 1975.

[3] "Effects of scale of discharges of heat into the atmosphere; incidence on choice of sites for power stations" – Seminar on environmental aspects of the cooling systems of the thermal power stations Zurich 13 – 16. V. 1974.

[4] "Environmental consequences of wet air coolers" – Seminar on environmental aspects of the cooling systems of the thermal power stations Zurich 13 – 16. V. 1974.

[5] "Environmental consequences of spray cooling systems" – Seminar on enviromental aspects of the cooling systems of the thermal power stations Zurich 13 – 16. 1974.

[6] Fenyves I. (1976): „Korszerű erőművi hűtőtornyok" NIMDOK 1976. 5. szám.

[7] Foster P. M. (1974'): "Calculation of droplet fallout from cooling tower plumes" Atm. Env. 1974. Vol. 8. pp. 393 – 402.

[8] Haman K. – Nilwiadomski M.: „Wpływ chlodni kominowych na srodowisko atmosferyczne". Energetyka 29. kötet 10. szám 308 – 312.

[9] Henning H. (1976): „Nass –, Halbtrocken- und Trockenkühltürme". Jahrbuch des Dampferzeugungstechnik 3. Ausgabe. 5 – 38. Vulkan-Verlag (Essen)

[10] Nárai K. (1974): „Az effektív kéménymagasság meghatározása" Időjárás, 78. évf. 4. sz. 240 – 246. o.

[11] Moore D. J. (1974): "The prediction of the rise of cooling tower plumes" Atm. Env. 1974. Vol. 8. pp. 403 – 306.

[12] Ott W. (1973): „Ein physikalisch – numerisches Modell zur Bestimmung der meteorologischen umwelt beein flussung durch Kühltürme". Met. Rundschau 1973. VII/VIII. 97 – 103.

[13] Szepesi D. (1967): „Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon" OMSZ Hivatalos Kiadványok XXXII. kötet.

[14] „Szakvélemény a Dunántúli Gyűjtőerőmű környezetszennyezésére." KLFI. Levegőminőség-kutató Osztály 1976.

[15] Vladea J., Oancea N. D. (1970): „Der termische Gütegrad von Kühltürmen" BWK. 22. kötet 3. szám.

[16] Westlin P, Brenchley D, Smith P. (1976): "An empirical study of the length of cooling tower plumes" Purdue University

IRODALOM

KRAUS, E. B.: **Atmosphere-Ocean Interaction.** Clarendon Press, Oxford, 1972. BJUTNER és DUBOV *(szerk.)* **Vzaimogyejsztvie atmoszferü i okeana** *(A légkör és az óceán kölcsönhatása)* Gidrometeoizdat, 1976. Leningrád, 295. oldal.

A több mint egy évtizede Angliából az USA-ba áttelepült *Kraus* professzor speciális kollégiumának anyagát tartalmazza a könyv, amelyet a MIAMI egyetemen meteorológus, fizikai óceanográfus és mérnök-fizikus hallgatóknak adott elő.

A kölcsönhatás széles problémaköre napjainkban mind a meteorológusok, mind az óceanológusok figyelmének középpontjában áll, ezért tarthat érdeklődésre számot nálunk is *Kraus* monográfiája, amely az óceánt és a légkört kölcsönösen ható és kölcsönösen függő rendszerként mutatja be. A könyv tartalmazza a szerző eredeti munkáinak (mintegy hét nagyobb dolgozat) főbb eredményeit és azon a kutatások kritikai analízisét, amelyek az utóbbi másfél évtizedben jelentek meg a következő témákból: a kisléptékű kölcsönhatás folyamatai víz-levegő határfelszín közelében; a vízfelszín és az óceán felső rétegeinek szerkezete; a sugárzásátvitel és a nagyléptékű kölcsönhatás folyamatai.

A saját eredmények és az átvett ismeretek sajátos, egyéni látásmódot tükröző műben ötvöződnek. A könyv fejezetei: 1. Alapismeretek, 2. Az anyag állapota a két közeget elválasztó felszín közelében. 3. Sugárzás. 4. Felszíni hullámok. 5. Turbulens átvitel a határfelszín közelében. 6. Planetáris határréteg. 7. Háromdimenziós kölcsönhatások.

Sajnálatos a szerző tartózkodása az ábráktól. Az ábraanyag szegényessége nem könnyíti meg az egyébként is nehéz olvasmány megértését.

Az 1976-os leningrádi kiadás kiegészítő, orosz nyelvű szakirodalmi összeállítást is tartalmaz, ezzel is gazdagítva a könyv tartalmát.

Felméry László

REUTER, H.: **Die Wettervorhersage** *(Az időjárás előrejelzése)* Springer Verlag Wien—New York 1976. 208 old. 57 ábra. 17 táblázat. Ára 2142 Ft.

A mű szerzője elérkezettnek látta az időt arra, hogy az 1954-ben megjelent hasonló témájú könyvét újjal pótolja. Az ismertetendő kézikönyvet azonban nem tekinthetjük a korábbi könyv második kiadásának, szerzője sem szánta annak, megtartotta azonban *H. Reuter* új művében az előző könyvében bevált jó módszert: az elmélet és a gyakorlat olyan ötvözetét, amely hasznos mind a teoretikusok, mind a gyakorlati szinoptikusok számára.

H. Reuter előszavában írt mondatával teljesen egyetértünk, még ma is van némi szakadék az elmélet és a napi gyakorlat között, s a szerző e szakadékot kívánja áthidalni, hozzátehetjük sikerrel.

A könyv három *A*, *B* és *C*-vel jelzett szakaszra oszlik.

Az *A)* szakaszban a szinoptikus állapottal és annak analízistechnikájával foglalkozik a szerző. Ez a szakasz – mint a többi is – nagyon tömör, de minden lényeges tudnivalót tartalmaz. Az időjárási térkép című paragrafusban az 1. ábrán láthatjuk azt a folyamatot, amellyel minden szinoptikumnak foglalkozni kell: a geofizikai hatások összességét és kölcsönös kapcsolatát. A nyomási – és áramlási –, a nyomásváltozási –, a hőmérsékleti és nedvességmezőkről írt paragrafusok anyaga rutinmunkának számíthatna, ha *Reuter* nem kapcsolná ezeket össze saját tapasztalatával és elméleti ismereteinek a gyakorlatba való átültetésének az igényével. A légtömegekről és a frontálzónákról, a divergencia és vorticity mezőről, a zonális indexről és szélprofilokról írt ismeretanyagot szinte lehetetlen lenne szemléletesebben tárgyalni. A szerző érzi azt is, hogy modern szinoptikus kézikönyv nem nélkülözheti a mesterséges holdak felhőanyaga szinoptikus felhasználhatóságának a leírását, bár e témakörből szívesen olvasnánk többet is, különösen az analízistechnika megvalósítása tekintetében.

A *B)* részben az előrejelzés szinoptikai módszereit külön bevezetővel látja el *H. Reuter*. Talán ez az a rész, amelyben legtöbbet megtartott korábbi művéből, vonatkozik ez mindenekelőtt a paragrafusok végén található igen világosan megfogalmazott szabályokra. A kinematikai extrapolációról, a magassági, a nyomási mezőről és ezeknek a talajnyomással való kapcsolatáról írt paragrafusok, jóllehet klasszikus ismereteknek számítanak, mégis új szemléletet tükröznek. A statisztikai és kvázistatisztikai prognózisoknak, a felhőzet és csapadék előrejelzési módszereinek az ismertetése jól tükrözik azt az előrelépést, ami ezen a téren az utóbbi időkben történt.

A *C)* rész megszövegezése jelenthetett legnagyobb gondot a szerzőnek, mivel ilyen természetű fejezetet minden dinamikus meteorológiai kézikönyv tartalmaz, tehát itt volt legnagyobb szüksége *H. Reuternak* az egyéni látásmódra. A fejezetek szemléletességük mellett azt is tükrözik, hogy a sorok írója pedagógiai szempontból is átgondolta a leírandó témát. A numerikus előrejelzés problematikáját feldolgozó jól sikerült részből is ki kell emelnünk a szűrési (Filterung) eljárásokat, és a ciklogenezissel foglalkozó paragrafusokat. Említést érdemel még a légköri szennyeződés kérdéseiről írt a 12. paragrafusban tárgyalt anyag. Ismereteink szerint ez az első kimondottan az időjárás előrejelzésével foglalkozó munka, amely a probléma szinoptikus szemléletű összefoglalására vállalkozott.

Rákóczi Ferenc — Dunkel Zoltán

ЗУЕВ, В. Е. (red): **Лазерное зондирование атмосферы** *(A légkör lézeres szondázása)*. Izdatyelsztvo Nauka Moszkva 1976, 156 old.

Lézer effektust 1960-ban észleltek először a Hughes kutató laboratóriumban rubin kristályon. Az azóta eltelt évek alatt a lézeres technika igen gyorsan fejlődött, alkalmazási területe szélesedett. A meteorológiai szakirodalomban a 60-as években jelentek meg a lézer alkalmazásaival foglalkozó első cikkek. Magyarországon 1977-ben üzembehelyeztek 2 db lézeres felhőalapmérő berendezést Budapest-Ferihegy repülőtéren (lézer-radar, lidar).

A légkör lézeres vizsgálata című könyvet 1976-ban adták ki a Szovjetunióban. A könyv a Szovjet Tudományos Akadémia szibériai Légköri Optikai Intézetében az 1972—73-ban végzett tudományos kutatások eredményeiről számol be. A kötetben 31 szerző 22 tanulmányát találjuk, nagy részük, kettő kivételével, több szerző közös munkája. A tanulmányok nagy figyelmet szentelnek a lézeres vizsgálatok elméleti — fizikai, matematikai — és gyakorlati kérdéseinek. Részletesen vizsgálják a mérések információ tartalmát és az interpretálás problémáját. A kiadvány felelős szerkesztője *V. E. Zuev*, a Szovjet Tudományos Akadémia levelezőtagja.

A kötet első tanulmányának címe: *„Az aeroszolok lézeres szondázásának elméleti alapjai"*. A tanulmány a lézeres kísérletek sajátosságait, lehetőségeit elemzi, algoritmust ad az aeroszolok optikai jellemzőinek, mikrostruktúrájának meghatározására, amelyben figyelembe veszi a polidiszperz aeroszolos szóródást. A *Lidar mérések információ tartalmának vizsgálata* és az *Optimális parametrizálás az aeroszolok lézeres felderítésénél* című tanulmányok a kísérleti eredmények interpretálásával foglalkoznak. Más dolgozatok az aeroszolok méreteloszlásának, a magassági profil meghatározásának és polarizációs tulajdonságainak kérdéseit tanulmányozzák. E témakörrel foglalkozó tanulmányok címei: *Az aeroszolrészecskék méret-eloszlásának kérdése, Az aeroszol optikai jellemzői profiljának meghatározása, A polarizációs mérések és az aeroszolok karakterisztikáinak kapcsolata*, valamint a *Lidar jel vizsgálata polarizációs módszerrel*. E fejezetekben ismertetik a lézeres lokációs egyenlet interációs megoldását és a nem stacionárius átviteli egyenlet numerikus megoldását.

Mint tudjuk a kísérletek előkészítésénél nagy figyelmet kell fordítani a megfelelő technikai feltételek kialakítására. Az *Aeroszolok rétegződésének lidar felderítése* című tanulmány a mérőrendszerek optimális tervezésével foglalkozik.

A lézeres kísérletek alapja tulajdonképpen a koherens sugárzás szóródásának vizsgálata. *A szórás molekuláris és aeroszolos komponenseinek megoszlása a légkör több frekvenciás lézeres vizsgálatainál* című tanulmány a megoszlás elméleti kérdéseit tárgyalja, levezetéseit a dolgozat végén, két hullámhosszra, numerikus számításokkal illusztrálja ($\lambda_1 = 0{,}69$ μm és $\lambda_2 = 1{,}06$ μm urbin, ill. neodimium-üveg lézer).

A szórás vizsgálatához kapcsolódó kísérleti eredményeket az *Optikai kvantumgenerátor sugárzás visszaverődésének mérése a légkörben $\lambda = 2{,}36$ μm hullámhosszon* valamint a *Lidar rendszerek kalibrálása $\lambda = 2{,}36$ μm hullámhosszon a légkör vizsgálatához* című tanulmányokban találjuk meg.

A monokromatikus lézer sugárzás jól felhasználható sebesség mérésre is. Ezzel a témakörrel foglalkozik a *Lézer-doppler sebességmérők osztályozása* és az *Alacsony szintű turbulenciák sebességkomponenseinek mérése* című tanulmány. Az előbbiben megtaláljuk a sebességmérő berendezéseknek a szakirodalom alapján elvégzett átfogó elemzését (69 db irodalmi hivatkozás). Az utóbbi tanulmány pedig bemutatja a sebességkomponensek mérését, de foglalkozik a mérési pontosság kérdésével is.

A tanulmányok között találhatók olyanok, amelyek a lézeres vizsgálatoknak az elméleti—fizikai, matematikai—kérdéseit elemzik, ezek a *Kiterjedt szóró közeg optikai lokációjának egyen-*

lete, Lineáris rendszerek a szóródás közelítő leírásában, Lidar jel fluktuációjának számítása Monte-Carlo módszerrel és a *Nemparametrikus statisztikai módszerek alkalmazása a lidar mérésekben* című tanulmányok. Az elsőként említett dolgozat a lézeres lokációs egyenlet általánosított alakját vezeti le, amelynél figyelembe veszi a lézer paramétereit.

A lidar hatótávolságának meghatározása című tanulmány a lézer hatótávolságát befolyásoló tényezőket elemzi és kiszámítja egy $\lambda = 0{,}69$ μm hullámhosszú lézer működési jellemzőit.

A könyv végén található tanulmányok segítségével megismerhetjük a lézeres vizsgálatok technikai eszközeit is. *A CO_2 lézer felhasználása a légkör vizsgálataiban* című tanulmány olyan berendezést mutat be, amely alkalmas az ózon, a vízgőz és a CO_2 koncentráció mérésére és felderítésére, a *Mérőeszköz a kiterjedt aeroszolos inhomogenitásokig történő távolságmérésre* című dolgozat pedig kisterjedelmű aeroszolok pl. füstök, ködök vizsgálatára használható berendezést ismertet. A *Táplálási rendszerek hatása a* FEU *működési jellemzőire* című tanulmány szintén technikai kérdésekkel foglalkozik. Mint tudjuk minden mérőberendezés legfontosabb eleme az érzékelő egység, ez a dolgozat a lézeres mérések érzékelő egységének – fotoelektromos erősítő – a működési karakterisztikáit vizsgálja.) FEU – a fotoelektromos erősítő rövidítése az orosz nyelvű szakirodalomban.)

Ajánlható a könyv a lézer technika alkalmazásai iránt érdeklődő meteorológusoknak és az érintett területekről származó kísérleti eredményeket figyelemmel kísérőknek.

Dombai Ferenc

VÁRKONYI T. (Szerk.): **A levegőszennyeződés.** Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977. ISBN: 963 10 1378 2. 12, 25 A/5 ív, 53 ábra.

A megjelent mű a levegőtisztaság-védelmi alapismeretekből ad ízelítőt. Népszerű hangvétele nagyon alkalmassá teszi, hogy a levegőtisztaság-védelem különböző aspektusaira a határterületeken dolgozó szakemberek és a kérdés iránt érdeklődők figyelmét felhívja.

A mű hat fejezetre tagozódik, szerzői kollektíva munkájának eredményeként. Ennek tudható be, hogy az egyes fejezetek között a szorosabb összefüggés hiányzik.

Az első fejezet a légkörfizikai és a levegőkémiai alapfogalmakról nyújt jó áttekintést, *Mészáros Ernő* tollából. A légkör összetételével és szerkezetével, a légköri nyomanyagokkal és légkörből való kikerülésükkel foglalkozik. Sajnálnunk kell, hogy a levegőtisztaság-védelemnek ez a dinamikusan fejlődő és egyre fontosabbá váló területe csak 9 oldal terjedelemben szerepel.

A levegőszennyeződés általános kérdéseit *Várkonyi Tibor* írta le. E terjedelmében (39 oldal) is jelentős második fejezet részletesen taglalja a légszennyező anyagokat és jellemzőiket, városaink és településeink jelenlegi, hazai szennyezettségi helyzetét. Hogy az olvasó értékelni is tudja, összehasonlításként külföldi szennyezettség-adatokat is közöl.

A szennyeződés hatásait az élővilágra, az egészségre és az anyagi javakra (3. fejezet) mérsékelt terjedelemben (14 oldal) ugyancsak *Várkonyi Tibor* állította össze. A fejezet jó áttekintést ad a tárgyalt problémáról. A 3.1 táblázat magyarázata elmaradt, így nem tudni, hogy melyik növények tűrik jobban a szennyezettséget.

„A légszennyeződés-meteorológia" című, 12 oldalnyi fejezet *(Popovics Ivánné* és *Iványi Zsuzsa* munkája) az alapfogalmak leírására és magyarázatára szorítkozik. Részletezi a légszennyező-anyagok terjedését, illetve hígulását leíró diffúzióklimatológiai tényezőket, továbbá néhány munkaformulát közöl – elsősorban *Fekete Józsefné* munkája alapján – pontforrásból származó szennyezőanyagok transzmissziójának számítására. Területi, városi, regionális és kontinentális szennyezőfolyamatok leírása nem szerepel a műben.

A légszennyező anyagok különböző mérési módszereiről, a hazai mérőhálózatról ad bőséges tájékoztatást *Cziczó Tibor* és *Várkonyi Tibor* a 29 oldal terjedelmű ötödik fejezetben. E fejezet különösen értékes részének tartjuk a különböző szűrő-típusokról készült összeállítást.

A mű hatodik fejezete – *Várkonyi Tibor* összeállításában a „Levegőtisztaság-védelem" címet viseli. Terjedelme 21 oldal. A műszaki elhárítás, a területvédelem, a gazdasági, igazgatási-jogi vonatkozások témakörével foglalkozik és néhány sort szentel az oktatás és ismeretterjesztés problémájának is. Sajnálatos, hogy a mű korszerű nyomdai átfutási időtartama miatt (a kézirat 1975-ben készült) az igazgatási vonatkozásokkal foglalkozó részfejezet már érvényét vesztette.

A könyvhöz a fontosabb szakkifejezéseket értelmező függelék és közel 100 irodalmi hivatkozás csatlakozik.

Összefoglalásképpen megállapítható, hogy a *Várkonyi Tibor* szerkesztésében megjelent mű a hazai levegőtisztaság-védelem történetében hézagpótlónak tekinthető, kár hogy ilyen átfogó leíró jellegű könyv kiadására már 5–6 évvel korábban nem került sor.

Célszerűnek látszana, ha a Műszaki Kiadó Környezetvédelmi sorozatában a továbbiakban olyan speciálisabb művek kiadására kerülne sor, melyek kimondottan műszaki szemléletűek, és városok, régiók levegőminőségtervező gyakorlatában tervezési segédletként közvetlenül alkalmazhatók.

Szepesi Dezső

KÁDÁR LÁSZLÓ (szerk.): **Acta geographica et meteorologica Debrecina**, Tomus XIII., Debrecen 1974, 156 B/5 oldal.

A debreceni egyetem kiadványainak újabb, címében a korábbiaknál egyszerűbb, tartalmában azonban továbbra is magas mércét követő kötete egységes geonómiai szemléletet tükröz. Ez az egységes szemlélet ad lehetőséget arra, hogy egymástól időben is, térben is, de tudományfelosztás szempontjából is távol álló stúdiumokat harmónikusan kapcsolja össze. Nem engedve a csábításnak, hogy ezt a harmóniát a kötet anyagának részletes elemzése révén bemutassuk, e recenzió szűkre szabott terjedelme miatt mindössze azzal a néhány tanulmánnyal foglalkozunk, amelyek szorosan, vagy legalább is szorosabban kapcsolódnak a meteorológiához.

Bár *Budai Ézsaiás* latin eredetiben és hűséges magyar fordításban is közölt, 1794-ben írt értekezése *(Tanulmány azon okokról, melyek miatt a kultúra Európa északi részein a déliekhez képest késedelmesen fejlődött ki)* önmagában is érdeklődésünkre – éghajlatkutatókéra és általános meteorológusokéra egyaránt – tarthat számot, már csak az éghajlatnak a tárgyalt kérdésben játszott fontos szerepe miatt is, mégis ezt éppen úgy, mint a szerkesztő *Kádár L.* nagyon érdekes fejtegetéseit *(A tájak, zónák és földrajzi energiák* címűt), annak ellenére, hogy ezt is át- meg átszövi a meteorológia, kénytelenek vagyunk csak így megemlíteni, mert a kötet *csak meteorológiai tárgyú* tanulmánya legalább részletes tartalmi ismertetést igényel.

Ez a dolgozat *Justyák J.* és *Tar K.* műve (a kötet többi tanulmányához hasonlóan megérdemelt volna egy rövid magyarnyelvű összefoglalót) a különböző kitettségű lejtők közvetlen (direkt) és össz- (globál) sugárzását a vízszintes felületre eső sugárzás adataiból számítja ki egy jól megválasztott szorzó-tényező segítségével. A meghatározáshoz 1. a napkelte és a napnyugta közé eső időtartamot, 2. a lejtőre és a vízszintes felületre jutó direkt sugárzás intenzitásának arányát és végül 3. a direkt sugárzás napi intenzitás-összegeinek értékét használja fel. Végül egy délkeleti kitettségű lejtő (Bodrogszegi községtől ÉNy-ra kb. 4 km kiterjedésű területen) sugárzásviszonyai útján, mért és számított adatok segítségével bemutatja a módszer használhatóságát. A számított lejtő-sugárzásadatok a mértekkel szemben mindössze 0,5 – 5,1% között mozgó, nem jelentős többletet mutatnak. Igazat kell adnunk a szerzőknek, hogy módszerükkel a nagyon fáradságos és költséges, sokszor éppen ezek miatt az okok miatt meg sem valósítható vizsgálatokat mellőzve, kielégítő pontosságú adatokat nyerhetünk a mezőgazdasági termelés (főleg szőlő és gyümölcs) számára.

A kötet tisztán földrajzi tárgyú tanulmányai *(Pinczés Z., Kerényi A., Kurlenda Z.* munkái) szintén beillenek a bevezetőben említett geonómiai szemléletbe. *Félegyházi E.* ősföldrajzi és -éghajlati, nagyobb lélegzetű dolgozatával együtt jó és biztos keretet adnak a kötet meteorológus szerzőinek munkássága nyomán kidolgozott és bemutatott kutatási módszeréhez.

A magyar tudományos könyvkiadás és -nyomtatás ritkán mutathat fel e műhöz hasonló színvonalas, bonyolult színes ábrákat is tartalmazó kötetet. E tekintetben az érdem a szerkesztőn kívül nyilván a debreceni Alföldi Nyomdáé.

Kéri Menyhért

KRÓNIKA

METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS NAPOK '77

Az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Meteorológiai Tudományos Bizottsága és az Országos Meteorológiai Szolgálat, 1977. november 10–11-én az MTA székházának nagytermében tartotta meg tudományos üléssorozatát.

Az ülésszakot az OMSZ „Marczell György" obszervatóriuma fennállásának 25. évfordulójának szentelték, így a volt „Marczell György" Obszervatórium, ma Központi Légkörfizikai Intézet kutatói tartották sorrendben a következő 13 előadást:

Antal Emánuel: Az éghajlati erőforrások hatása a terméshozamokra, *Kozma Ferenc – Füri József:* A csemegeszőlő hő- és vízháztartási rendszere, *Endrődi Gabriella:* A burgonya optimális evapotranspirációja és csapadékellátottsága Magyarországon, *Posza István:* Az időjárás hatása a műtrágyázott kukorica terméseredményére, *Tänczer Tibor:* Műholdak felhasználása az időjárás analínizésben, *Saikó János:* Az ionoszféra sajátosságai Magyarország felett, *Major György:* A légkör üvegháztartásának empirikus vizsgálata, *Miskolci Ferenc:* A légköri teljes ózontartalom műholdas meghatározása, *Mészáros Ernő:* A légköri kén-körfogalom tanulmányozásának jelentősége, *Horváth László:* A szulfátrészecskék keletkezésének mechanizmusa és kinetikája, *Mészárosné Nagy Ágnes:* A légköri szulfátrészecskék tulajdonságai, *Feketéné Nárai Katalin:* A kén-dioxid lokális méretű turbulens szóródása, *Szepesi Dezső:* A kénszennyeződés nagytávolságú transzmissziója.

„Meteorológiai Tudományos Napok" c. ülésszakot az Akadémián először 1975-ben az MTA alapításának 150., az MMT fennállásának 50. évfordulójának alkalmából igen ünnepélyes keretek között, nagyszámú meteorológus és egyéb érdeklődő részvételével tartották. 1976-ban is, amikor az MTA X. Osztályának hozzájárulásával a Meteorológiai Tudományos Napok" programja *osztályrendezvényként* először került megrendezésre, nagy érdeklődés kísérte az előadásokat. Az 1977. évi rendezvény – néhány kivételt nem tekintve – külső érdeklődést szinte egyáltalán nem váltott ki. Jelentősége így egy OMSZ házi referátumnál nem sokkal volt nagyobb, ami mindenképpen a szervezés hiányosságának tudható be.

Lőrincz A.

*

AZ MTA METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSE

A Meteorológiai Tudományos Bizottság 1978. január 18-án *Czelnai Rudolf* elnökletével ülést tartott. Az ülés fő témája a talajmenti határréteg meteorológiai folyamatokban betöltött szerepének megvitatása volt. A tárgykör összeállítására létesített ad-hoc munkabizottság jelentését *Szász Gábor*, a Debreceni Agrártudományi Egyetem professzora terjesztette elő. A jelentés korreferensei *Antal Emánuel*, a Központi Légkörfizikai Intézet tudományos főosztályvezetője, *Justyák János*, a Kossuth Lajos Tudományegyetem meteorológiai tanszékének vezetője, *Péczely György*, a József Attila Tudományegyetem meteorológiai tanszékének vezetője voltak. A bizottság beható vita alapján a tárgykörrel kapcsolatos állásfoglalását az alábbi ajánlásokban rögzítette:

A bizottság szükségesnek tartja:

1. A légköri határrétegre vonatkozó elméleti meteorológiai ismeretek fokozott figyelembevételét az érintett alkalmazott kutatási és gyakorlati területeken felmerülő feladatok megoldásakor.

2. A magyarországi felszínek energia- és anyagforgalmára vonatkozó térképek kiadást.

3. A jellegzetes városi és természetes felszínek aerodinamikai tulajdonságainak megismerését és a vizsgálati eredmények rendszerezését.

4. A Prandtl-rétegben folytatandó rendszeres meteorológiai mérések céljából konkrét

mintaterek létesítését, ahol koordinált és egységes mikro-aerológiai észlelések végezhetők.

5. Olyan kísérleti műszerkonstrukciós tevékenység kezdeményezését, amelynek alapján hazánkban is megoldhatóvá válhat a 0 – 200 m közötti szélsebesség-profil mérése.

6. A légköri határréteggel foglalkozó kutatóhelyek közötti kapcsolat fokozottabb mértékű elmélyítését, elsősorban az eredmény-tájékoztatás irányában, az adaptációs lehetőségek kibővítése céljából.

7. A légköri határrétegben érvényesülő törvényszerűségek oktatásának beépítését az egyetemi tananyagba.

Külön napirendi pont keretében tárgyalta meg a bizottság az illetékességébe tartozó tudományterület szakkönyv-ellátottságának helyzetét. Megállapította, hogy az elmúlt 25 év alatt még a meteorológia klasszikus területeiről is csak elvétve jelent meg egy-egy szakkönyv. A rendelkezésre álló könyvek nagy hányada részben már elavult, ezért csak fenntartással használható, ugyanakkor szükség van az újabb kutatási eredmények rendszerezésére, továbbá az időközben kialakult új szakágazatok (radarmeteorológia, környezetvédelem, műhold-meteorológia stb.) egyre bővülő profiljának bemutatására is. A hazai szakriodalom helyzetének gyökeres javítását sürgeti az ELTE meteorológiai tanszékén meginduló önálló meteorológusképzés is. A helyzetfelmérés alapján a bizottság kialakította az 1978 – 1985-re vonatkozó középtávú könyvkiadási koncepcióját és javaslatot tett az Akadémiai Kiadó gondozásában megjelenő könyvekre.

A bizottság az 1978. évi munkaterve keretében az alábbi témakörök megvitatását tűzi napirendjére: 1. A hazai légkörfizikai kutatások helyzete. 2. A területfejlesztés meteorológiai vonatkozásai. 3. A meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonyságának kérdései.

Bodolai I.

⁂

AZ MTA METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG GARP-ALBIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSE

Az MTA/MTB GARP-albizottsága november 29-én tartotta meg 1977. évi utolsó ülését. Első napirendi pontként *Götz Gusztáv*, az albizottság elnöke tájékoztatást adott a GARP aktuális kérdéseiről. Ezek sorában a legnagyobb érdeklődésre az a két hír tarthat számot, hogy az Európai Űrkutatási Hivatal (ESA) 1977. november 22-én a kijelölt pályára (a 0°-os meridiánnak az egyenlítővel alkotott metszéspontja fölé) juttatta a METEOSAT – I. jelzésű geostacionárius műholdat, a Szovjetunió viszont – a korábbi tervekkel ellentétben – nem tudja biztosítani, hogy az általa felajánlott GOMS jelzésű geostacionárius műhold az FGGE során pályára (a 70°E meridián fölé) kerüljön. Mint ismeretes, e műhold tenné teljessé az FGGE alap megfigyelő rendszerét, s egyelőre tisztázatlan, hogy miképpen pótolják az így kieső, s különösen az Indiai-óceán térségében számottevő információkat.

Ezután az albizottság meghallgatta *Götz Gusztáv* tájékoztatóját a GARP hegykutatásokkal foglalkozó alprogramjának első tervező értekezletéről (Velence, 1977. október) és *Koltai Tamás* beszámolóját az FGGE adatkezelő rendszerének kialakításával foglalkozó munkacsoport üléséről (Norrköping, 1977. november).

Az albizottság felkérésére ezt követően *Dévényi Dezső* tartott áttekintő jellegű előadást a négydimenziós adatasszimiláció problémaköréből. Az előadó részletesen foglalkozott a meteorológiai műholdak, szabad aerosztátok és felszíni automatikus állomások (pl. vízfelszínen sodródó bóják, úszó jégtáblákra telepített mérőegységek stb.) által szolgáltatott, a korábbi szinoptikus információhoz képest időben és térben változó paraméterű információk problematikájával. A numerikus kísérletek – mint kezdeti érték feladatok – klasszikusan *egy adott időpontban* és meghatározott rácshálózaton igénylik a kérdéses meteorológiai mezők számszerű értékeit. Az említett korszerű megfigyelési eszközök mérései éppen csak a megfelelő asszimiláció után hasznosíthatók. A diszkrét és folytonos asszimilációs sémák, illetve a szükséges inicializálási eljárások vázlatos ismertetése után a négydimenziós adatasszimilációnak a GARP-ban betöltött szerepével foglalkozott. Az előadást rövid vita követte.

Faragó T.

⁂

MAGYAR SZAKEMBER AZ FGGE NORRKÖPINGI ADATKÖZPONTJÁBAN

1978. január 4-én a svéd meteorológiai és hidrológiai intézet norrköpingi központjába utazott *Koltai Tamás*, a Központi Meteorológiai Intézet Adatközponti Főosztályának tud. főmunkatársa, ahol hat hónapon keresztül szakértőként dolgozik majd az FGGE adatkezelő rendszerének végleges kialakításán. A norrköpingi központ az első globális GARP-kísérlet űrbázisú és speciális megfigyelő rendszerei által szolgáltatott II – b szintű adatállomány (a kutatási adatok) gyűjtésének, ellenőrzésének, feldolgozásának és tárolásának a funkcióját látja el. *Koltai Tamás* kiküldetése és útjának finanszírozása része annak az akciónak, amivel a Magyar Népköztársaság a globális GARP-kísérlethez hozzájárul.

Götz. G.

A SZLOVÁK HIDROMETEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÚJ LÉTESÍTMÉNYEINEK ÜNNEPÉLYES ÁTADÁSA

1977. december 14-én bensőséges ünnepség színhelye volt a Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálatnak a *Kis Javornikon* (Maly Javorník) felépült s főként a radarmeteorológia elméleti és gyakorlati főhatóságának, a beruházó és a kivitelező szerveknek jelenlétében a főhatóság képviselője ünnepélyes külsőségek között átadta a kutatóbázis új, EC 1040-es rendszerű számítóközpontját az intézet igazgatójának *Dr. D. Podhorsky*-nak.

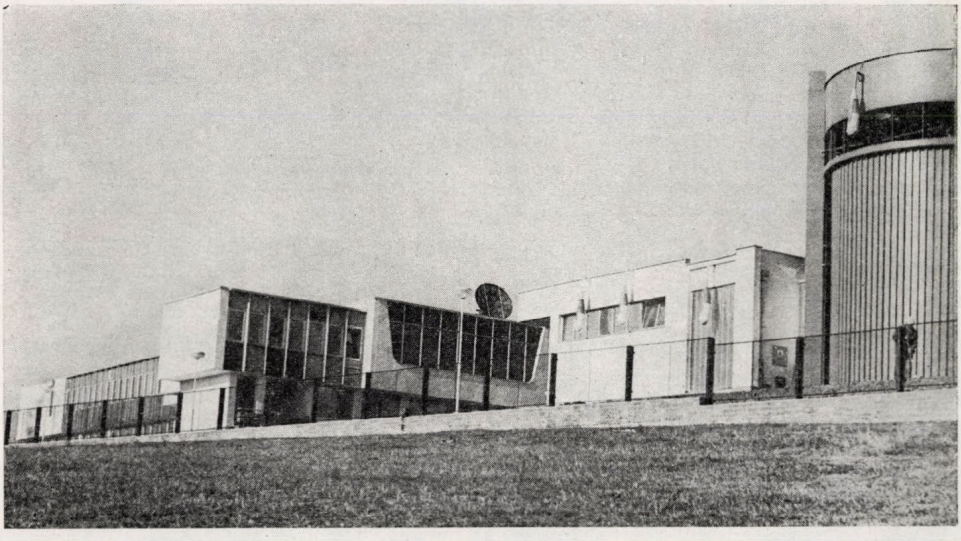
Az ünnepélyen *Doz. DrSc. F. Šamajnak*, a Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat igazgatójának meghívására az Országos Meteorológiai Szolgálat képviseletében részt vett *Czelnai Rudolf* akadémikus, a szolgálat elnöke, és *Béll Béla* akadémikus, a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke. *Czelnai Rudolf* az OMSZ nevében üdvözölte a szomszéd, baráti szolgálat új létesítményét, dolgozóit, rámutatott a két szolgálat között kialakult kapcsolatok fontosságára és jövőbeli jelentőségére és átadta az OMSZ művészi kivitelű ajándékát: Budapest városát szimbolizáló iparművészalkotást.

A következő napon, december 15-én a Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat igazgatója bemutatta a magyar és a jugoszláv vendégeknek a pozsonyi repülőtéren *(Ivánka)* épülő új előrejelző központ székházát, amelynek beosztását, a központi szerteágazó feladatait az előrejelző szolgálat vezetője, *F. Molnár* ismertette. A bemutatást követően alkalom nyílt a jugoszláv, a magyar és a szlovák vezető szakemberek beható eszmecseréjére és további együttműködésük megbeszélésére is.

A harmadik napon, december 16-án Szlovákia legszebb tájainak érintésével népes küldöttség utazott Pozsonyból Poprádra, az ott létesült új *Aerológiai Obszervatórium* felavatására. A Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat, elnökének *Dr. F. Šamajnak* meghívására az ünnepélyen részt vett a Magyar Meteorológiai Társaság képviseletében *Dr. Béll Béla*, a Társaság elnöke s a felavatáskor a magyar meteorológusok nevében üdvözölte az Obszervatórium dolgozóit és vezetőjét *Dr. J. Pribis-t*. Az ünnepségen a Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat vezetőin, a szlovák meteorológiai kutató intézmények képviselőin kívül részt vettek jugoszláv meteorológusok, a főhatóság; a Csehszlovák Hidrometeorológiai Szolgálat, és a kivitelező vállalat képviselői.

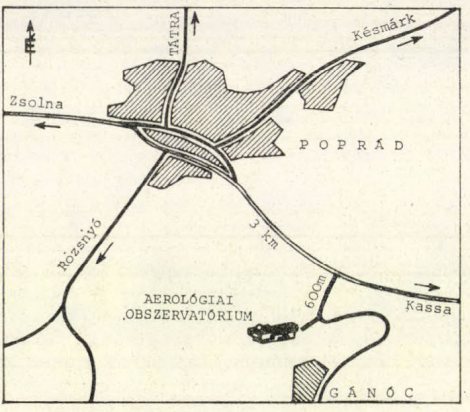
Az új Aerológiai Obszervatórium főfeladata rádiószondázás, aeroklimatológiai feldolgozások. Az új obszervatórium a régi aerológiai állomás (poprádi repülőtér) közelében *Gánovce*, gyógyforrásáról nevezetes gyógyfürdő jellegű helység közelében épült (vázlat). Az impozáns épület (kép) melléképületeivel (hangár, raktárak, szabadtéri mérőhelyek) korszerű technikai felszereléssel ellátott, kényelmes és reprezentatív, részleteiben művészi ízléssel berendezett otthona az aerológiai munkának és kutatásnak. Arról a megbecsüléséről tanúskodik, amelynek a szomszédos baráti országban a tudományos kutatás s ezen belül a meteorológia méltán örvend, s amely a folyamatos fejlődés biztosítéka.

A magyar meteorológusok jól ismerik, becsülik és gyakran felhasználják a poprádi



A Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat új aerológiai obszervatóriuma Poprádon

magaslégköri mérések eredményeit, amelyek a Kárpát-medence háromdimenziós éghajlatkutatásában nélkülözhetetlenek. Az első rádiószonda felszállást 1951. november 7-én hajtották végre Poprádon Väisälä-típusú rádiószondával (ugyanezt használtuk ebben az időben Magyarországon is).



A poprádi aerológiai obszervatórium környezetének vázlatos helyszínrajza

A rádiószondákat a nemzetközi határozatoknak megfelelően 1951. nov.7—1957. márc. 31. között a 03^h és 15^h főterminusokban (1956. okt. 1-től a 09^h mellékterminusban is) bocsátották fel, 1957. ápr. 1-től kezdve pedig a 00^h, $06^hú$ $12^hú$ 18^h terminusokban napi 4 rádiószonda-mérést végeztek.

Az Obszervatórium különösen alkalmas a közeli domborzat (Magas-Tátra) áramlásmódosító hatásainak tanulmányozására, valamint a hideg lefolyások, hideg légtavak, inverziók hatásának, tartósságának feloszlási körülményeinek aerológiai vizsgálatára, ezzel a ködhelyzetek, hóviszonyok, turisztikai szempontból jellegzetes időjárási helyzetek mezoszinoptikai előrejelzésére, regionálisan pedig a Kárpát-medence számos aeroklimatológiai kérdésének tisztázására.

Együttműködésünk az elmúlt évtizedekben mind szakmai, mind személyes vonatkozásában rendkívül szívélyes volt és nemcsak az adatok cseréjében, összehasonlításában nyilvánult meg, hanem műszerek, léggömbök kölcsönzésében is. Ez az együttműködési készség megnyilvánult azokban az eszmecserékben is, amelyeket az új obszervatórium avatásán módomban volt a szolgálat, ill. az obszervatórium vezetőjével folytatni.

Mindhárom létesítmény, amelynek átadásáról, ill. építéséről megemlékeztünk, jelentős segítséget jelent a Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat gyorsiramú fejlődésében, egyúttal azt a megbecsülést és a meteorológiai szolgáltatások magas értékelését is példázza, amelyet az állami szervek — megértvén a meteorológia gyakorlati fontosságát s ebben a kutatás jelentőségét — a meteorológia fejlesztésében tanúsítanak.

Béll Béla

⚹

AZ FGGE ADATKEZELŐ RENDSZERÉNEK KIALAKÍTÁSÁVAL FOGLALKOZÓ MUNKACSOPORT ÜLÉSE NORRKÖPINGBEN

Az Első Globális GARP-Kísérlet (FGGE) adatkezelő rendszerének kialakításával megbízott munkacsoport soron következő tervező értekezletét 1977. november 21. és 25. között Norrköpingben, a svéd meteorológiai és hidrológiai intézet rendezésében tartották meg, 11 ország 20 képviselőjének jelenlétében; az Országos Meteorológiai Szolgálatot az ülésen jelen sorok írója képviselte. Az értekezlet egyik célja az FGGE adatkezelő rendszerével kapcsolatos legutóbbi próbák eredményeinek egyeztetése és az adatfeldolgozó rendszer jelenlegi állapotának értékelése volt. A résztvevők az eddigi tesztek alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az adatkezelő rendszer készenléti állapota kielégítőnek ítélhető meg. Nem történt döntés az adatminőség ellenőrzésének elvi és gyakorlati kérdéseiről, valamint konkrétan az FGGE leendő kutatási adatállománya (az ún. *II—b szintű adatok)* minőségének elbírálási elveiről: ennek a problémának a megvitatását az értekezlet az 1978 nyarán Angliában rendezendő ülés feladatává tette.

Az értekezlet másik programja az volt, hogy áttekintse és végső kiadásra kész formába hozza az *FGGE adatkezelési tervezet* c. tanulmányt. Ez a dokumentum — az FGGE kormányközi panel végrehajtó bizottságának a jóváhagyása után — *Az FGGE Végrehajtási és Operációs Tervezete* c. WMO/ICSU kiadványsorozat III. köteteként fog megjelenni.

Koltai T.

⚹

BIOMETEOROLÓGIAI TÉMAÉRTEKEZLET BERLINBEN

Az NDK Meteorológiai Szolgálatának Biometeorológiai Kutatóintézete a szocialista országok Hidrometeorológiai (Meteorológiai Szolgálatai V/XIV.) Igazgatói Konferenciájának ajánlására Berlinben, 1977. november 7—11-ig biometeorológiai programmegbeszélést tartott. A megbeszélésen Magyarországot *Bártfai Erzsébet, Kovács Pálné* és *Szakály József* képviselték. A szocialista országok képviselői kölcsönösen tájékoztatták egymást az országukban folyó munkáról. Mivel minden résztvevő a témaértekezlet előtt megkapta az

egyes országok beszámolóját, az előadóknak módjuk volt arra, hogy csak a legfontosabb biometeorológiai problémákat tárgyalják meg.

A Szovjetuniót a Taskentből érkezett *Ajzenstadt* képviselte, előadása szerint, kutatócsoportjukat az ember hőháztartásának kérdése foglalkoztatja, a szervezet viselkedését, alkalmazkodását vizsgálják, különböző hőkörnyezetben.

Baranovska a Lengyelországban működő orvosmeteorológusok képviseletében elmondta, hogy egyik fő feladatuk a gyógy- és üdülőhelyek klímájának jellemzése, 1974 óta pedig különös figyelmet fordítanak az időjárás és a közlekedési balesetek kapcsolatára is.

Szakály József röviden leírta a hazánkban megvalósítás előtt álló, orvos és meteorológus együttműködésére alapuló előrejelző szolgálat „tervezetét". A rendszeres előrejelzés készítésének módja iránt nagy érdeklődést mutattak a résztvevők.

Az NDK-ban folyó biometeorológiai kutatásokról *Hentschel* számolt be. Céljuk, hogy a gyógy- és üdülőhelyek biometeorológiai szempontból történő felmérésével a klímát minél hatékonyabban a gyógyítás szolgálatába állítsák. Sokirányú tevékenységük közé tartozik a halálozás évszakosságának vizsgálata is.

A programmegbeszélés második és harmadik napján megvitatták a beszámolókat, majd a résztvevők „javaslatot" dolgoztak ki a további együttműködésre.

Bártfai E.

*

TANÁCSKOZÁS AZ ÉGHAJLATINGADOZÁSOKRÓL

Az éghajlatingadozás tanulmányozása világszerte egyre inkább előtérbe kerül, s nem elsősorban tudományos érdekessége és a probléma megoldatlansága miatt, hanem azért, mert jelentős gazdasági kihatásai lehetnek. E kérdés fontosságát a szocialista országok Igazgatói Konferenciája is felismerte, s legutóbbi (Várna, 1976) ülésén javasolta, hogy kezdődjék meg az éghajlatingadozásokkal foglalkozó kutatások koordinálása és egységes szemlélet kidolgozása.

Ilyen előzmények után Leningrádban került sor az első értekezletre 1977. december 13—16 között. *M. I. Budyko* elnökletével bolgár, csehszlovák, lengyel, magyar, mongol és szovjet szakembere vettek részt az ülésen. Magyar résztől e sorok írója volt jelen.

Az ülés első két napján a résztvevők kölcsönösen tájékoztatták egymást az éghajlatingadozások vizsgálata terén országukban folyó kutatások helyzetéről, eddigi eredményekről. Ennek során tíz előadás hangzott el szovjet részről, majd öt nemzeti beszámoló.

Mint ismeretes, az antropogén hatások lokális skálán már régóta jelentkeznek (városok jellegzetes éghajlati sajátságai), a globális skálán, — amely az egész Föld éghajlatát befolyásolhatja —, szintén mutatkoznak egyirányú változások (CO_2 és aeroszol mennyiségének növekedése). Az elhangzott előadások az eddigi megfigyelések analízisével, s a jövőbeli változások lehetséges kimeneteleivel foglalkoztak.

Az ülés második felében a résztvevők megvitatták, hogy melyek az elsősorban megoldásra váró kérdések. E feladatok listáját az értekezlet az Igazgatói Konferencia elé terjeszti. Javasolja továbbá, hogy a meteorológiai szolgálatokon kívül más intézmények (akadémiai intézetek, egyetemi tanszékek stb.) is kapcsolódjanak be ebben a kutatómunkába.

Ambrózy P.

*

ELŐREJELZÉSI TANULMÁNYÚT FRANCIAORSZÁGBAN

A Központi Előrejelző Intézet igazgatóhelyetteseként 1977. szeptember 26-tól október 26-ig másodízben folytattam tanulmányokat a Francia Meteorológiai Szolgálat intézményeiben (Service Météorologique Métropolitain, SMM Paris; Établissement d'Études et de Recherches Météorologiques, Études en Atm. Libre, EAL, Magny-les Hameaux). Ez alkalommal elsősorban az előrejelzés területeinek néhány fontos oldalát és a kutatómunkához elengedhetetlenül fontos szinoptikus meteorológiai alapadatanyag archiválási eljárásainak jövőbeli lehetőségeit és módjait tekintettem át. (Fogadó szerv: a Francia Külügyminisztérium). Az SMM keretében működő prognosztikai főosztály hidrometeorológiai előrejelző részlegénél az árvízi készenléti szolgálat szervezetét, operatív működését és a riasztási mechanizmust tanulmányoztam.

A francia előrejelző apparátus nagy gondot fordít arra, hogy a mostmár csaknem kizárólagosan gépi modellezéssel levezetett előrejelzési térképanyag mind fejlettebb módszerekre alapozva kerüljön ki a felhasználókhoz. Ezért kialakították a szakmai fejlesztéssel foglalkozó részleget (PREVI/DEV). Ennek élén nagy elméleti és gyakorlati tapasztalattal rendelkező szakember *(M. Lepas)* áll. Bevezették azt a követelményt, hogy a technikai munkaerők részére is kötelező a gépi programozás ismerete. A részleg feladata az információk kontrolljától kezdve, azok rendszerbe sorolása és archiválásra történő előkészítésének programozása, mindennemű nemzetközi táviratforma dekódolása, az objektív analízis és numerikus előrejelzések operatív szintű hasznosítását jelentő programok megírása. Egy éven belül önálló programot sugároznak majd a GTS fővonalaira,

különös tekintettel a GRID és újabban a GRAF elnevezésű kódrendszerre. A szinoptikus meteorológiai adattárolással és kezeléssel foglalkozó részleg (CETI) nagy mennyiségű talajszinti és magaslégköri anyaggal rendelkezik. Ez képezi a szinoptikus kutatásokhoz szükséges archívumot. Az archívum nem térképek, vagy géptávirati szalagok, illetve lyukszalagok formájában tárolja a szinoptikus megfigyelések egész északi féltekére kiterjedő anyagát, hanem mágnesszalagokon, többnyire dekódolt formában. Mágnesszalagokon őrzik az objektív analízissel előállított magassági topográfiai mezőket tartalmazó anyagot is.

Nálunk a szinoptikus meteorológiai adatarchívum kiépítése egyrészt az évtizedes visszamenőleges eredeti táviratanyag híján egyáltalán nem lehetséges, másrészt amennyiben az alapanyag papíron létezne, úgy arra semmiképpen nem tudnánk sem munkaerőkapacitást, sem pénzügyi fedezetet biztosítani, hogy azt lyukszalagra vigyük. A tanulmányúti terv éppen ezért tartalmazta annak a lehetőségnek vázlatos megismerését is, hogy miképpen juthatna hozzá a magyar szolgálat a francia szolgálat hosszú időszakra kiterjedő adatarchívumának anyagához.

A francia szolgálat vezetői kifejezték azt a készségüket, hogy a már elkészült anyag tartalmát ellenszolgáltatás nélkül átadnák részünkre. Így csupán a szükséges mágnesszalagok kereskedelmi árát és a szalagokra történő átmásolás gépidejét kellene kifizetnünk.

Az ultrarövidtávú előrejezések szempontjából alapvető magaslégköri kutatások intézetében (EERM/EAL) elsősorban a zivatarcellák természetének egyre mélyebb megismerését elősegítő Doppler-radar mérések és azok eredményeivel kapcsolatban felmerülő elméleti kérdések tanulmányozása volt a fő cél *(M. Chalon)*.

Emellett bemutatták *(M. Picquenard)* a legújabb mérési eszközöket, mint pl. a SODAR-t, amely ultrahang-kibocsájtó parabolaantennával felszerelve képes az első 1 – 2 km-es légréteg folyamatos szondázására: regisztrálható a légszennyeződés felhalmozódásának folyamata, az inverziók szerkezet-változásának időbelisége és a turbulens légtestek mozgása adott pont fölött.

Bemutatták a LIDAR-t *(M. Petitra)*, amely a lézer-technikának egyfajta meteorológiai alkalmazása. Ezzel a berendezéssel a levegőrétegek vízgőztartalmát, hőmérsékleteloszlását, az aerosolok és felhők (hidrometeorok) lokalizációját próbálják meghatározni.

A tanulmányi időszak alatt igen nagy szakmai erők bevetésével tanulmányozták az országon átvonuló hidegfrontok strukturális változásait *(M. Le Berre)*.

Rövid látogatást tettem a Paris-Medon-i napfizikai obszervatóriumban is, ahol *(M. Simon)* az objektum vezetője fogadott. A tanulmányi időszakban találkoztam a francia meteorológiai szolgálat igazgatójával *(M. Mittner* , az SMM vezetőjével *(M. Galzi)*, a francia űrkutatás vezetőjével *(M. Villevieile)* és helyettesével *(M. Augustin)*, a Magny-les-Hameaux-i intézet vezetőjével *(M. Pettit)* és helyettesével *(M. Burban)*, ezen kívül egy alkalommal a francia Meteorológiai Iskola helyettes vezetőjével *(M. Blanchet)*.

Az egyhónapos tanulmányi időszak minden napja kellemes szakmai-baráti légkörben telt el.

Tóth P.

MEGJELENT

az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos kiadványaként
a Magyarország Éghajlata sorozat 10. száma:

A NAPSUGÁRZÁS MAGYARORSZÁGON 1958—1972

Szerkesztette: Dr. Major György

A 80 oldalas, 21 × 29 cm méretű sugárzási atlasz 65 többszínnyomatú térképen bemutatja a sugárzási összetevőknek (napfénytartam, teljes napsugárzás, szórt sugárzás, albedó és sugárzási egyenleg) havonkénti átlagos eloszlását az ország területén; ezzel párhuzamosan 24 táblázatban 12 állomáson a napsütés valószínűségének napi járását s az össz-sugárzás gyakorisági eloszlását, másik 24 oszlopdiagram a szórt sugárzás s a sugárzási egyenleg Budapesten mért napi értékeinek valószínűségét, gyakoriságát mutatja be. Külön érdeklődésre tarthat számot az a 48 diagram, amely a napsugárzásból az épületek négy fő égtáj irányába néző függőleges felületeire jutó energiamennyiség napi összegeinek havonkénti gyakoriságát, átlagát és szórását ábrázolja, ugyancsak a budapesti mérések alapján.

Megrendelhető az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,
1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím: 1525 Budapest, Postafiók 38.
Ára: 110,— Ft

A KÖZELMÚLTBAN MEGJELENT METEOROLÓGIAI SZAKKÖNYVEK

1. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS KIADVÁNYAI:

XL. kötet: **A Balaton éghajlata — A Balaton térségének éghajlati jellegzetességei, hő- és vízháztartása, bioklímája** (Szerk.: BÉLL BÉLA és TAKÁCS LAJOS). Budapest, 1974. 316 B/5 lap. Ára vászonkötésben: 150,— Ft.

XLI. kötet: **A meteorológiai mezők statisztikai szerkezete** (Szerk.: CZELNAI, R., L. S. GANDIN, W. I. ZACHARIEW). Orosz és német nyelven. Budapest, 1976. 364 A/4 lap. Ára fűzve: 80,— Ft.

XLII. kötet: HAJÓSY FERENC, KAKAS JÓZSEF, KÉRI MENYHÉRT: **A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig.** Magyar és német nyelven. Budapest, 1975. 356 A/4 lap. Ára fűzve: 520,— Ft.

2. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KISEBB KIADVÁNYAI:

42. szám: KOFLANOVITS ERIKA: **A csapadékmennyiség változékonyságának elemzése Közép-Európában** (Magyar és angol nyelven). Budapest, 1977. 72 B/5 oldal. Ára fűzve: 25, — Ft.

43. szám: N. DÁVID ARANKA: **Sugárzásháztartás a Fertő tavon** (Magyar és német nyelven). Budapest, 1977. 54 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.

*

Megrendelhetők
az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,
1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím: 1525 Budapest,
Postafiók 38.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna

Szerkesztőség: 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.
Levélcím: 1525 Budapest, Pf. 38. Tel: 353-500

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

78.0241 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves magasnyomás
Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

Előfizetés: 1 évre 48 Ft, a Meteorológiai Társaság tagjainak 24 Ft. Befizetés a 232-90 171-2494 tagdíjbefizetési számlán. Megrendelhető: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím: 1525 Budapest Pf. 38. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára: 8 Ft

INDEX: 26 361

HU ISSN 0324—6329