

300004

IDŐJÁRÁS

100 ÉVES

A MAGYAR METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT

1870—1970

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

AMBRÓZY P. (Budapest),
BAUR, F. (Bad Homburg),
BÉLL B. (Budapest),
BODOLAI I. (Budapest),
BOSSOLASCO, M. (Genova),
BUDYKO, M. I. (Leningrád),
ČADEŽ, M. (Beograd),
CZELNAI R. (Budapest),
DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi),
DONEAUD, A. (București),
ERTEL, H. (Berlin),
HROMOV, SZ. P. (Moszkva),
JAHO, S. (Tirana),
KAKAS J. (Budapest),
KONČEK, M. (Bratislava),
KRASTANOV, L. (Szófia),
MÁDE, A. (Halle/Saale),
OKOLOWICZ, W. (Warszawa),
PASZYNSKI, J. (Warszawa),
PÉCZELY GY. (Budapest),
STEINHAUSER, F. (Wien),
TAKEUCHI, K. (Osaka)

74. ÉVFOLYAM
KÜLÖNSZÁM

ELNÖK:

DÉSI F. (BUDAPEST)

SZERKESZTŐ:

LŐRINCZ A. (BUDAPEST)

IDŐJÁRÁS

74. ÉVFOLYAM

Különszámunk a 74. évfolyam kiegészítéseként, a magyar meteorológiai szolgálat 1970. április 8-i centenáriumi ünnepségén elhangzott üdvözlések és az ezt követő háromnapos tudományos ülészak előadásainak szövegét tartalmazza.

This No. of our journal contains, as a completion to Vol. 74, the addresses given at our Centenary celebrations on 8 April 1970 and the texts of the lectures delivered at the subsequent 3 days' scientific session.

Этот № нашего журнала дополняет Том 74 и содержит приветственные выступления на наших юбилейных торжествах 8-го апреля 1970 г., а также тексты докладов, читанных на последовавшей 3 дневней научной сессии.

KÜLÖNSZÁM

BUDAPEST

1970

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

E SZÁM SZERZŐI:

FOCK JENŐ, a Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány elnöke, *Budapest*; **KISS ÁRPÁD** miniszter, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke, *Budapest*; D. A. DAVIES, a Meteorológiai Világszervezet főtítkára, *Genf*; DIMÉNY IMRE dr. mezőgazdasági és élelmiszerügyi miniszter, *Budapest*; CSANÁDY GYÖRGY dr. egy. tanár, közlekedés és postaügyi miniszter, *Budapest*; DÉSI F., a műszaki tudományok doktora, egy. tanár, az OMSZ elnöke, *Budapest*; V. I. KORZUN dr., a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának főigazgatóhelyettese, *Moszkva*; CZELNAI R. kandidátus, a Központi Meteorológiai Intézet igazgatója, *Budapest*; SZEPESI D. kandidátus, a Központi Légtérfizikai Intézet tud. osztályvezetője, *Budapest*; H. ERTEL akadémikus, a berlini egyetem Fizikai-Hidrográfiai Intézetének igazgatója, *Berlin*; H. FORTAK dr., a berlini egyetem Elméleti Meteorológiai Intézetének professzora, *Berlin*; L. KRASZTANOV akadémikus, egy. tanár, a Bolgár Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének igazgatója, *Szófia*; N. GENADIEV és L. LEVKOV, a Bolgár Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének munkatársai, *Szófia*; MÉSZÁROS E., a földtudományok doktora, a Központi Légtérfizikai Intézet igazgatóhelyettese, *Budapest*; F. STEINHAUSER egy. tanár, a bécsi Központi Meteorológiai és Geodinamikai Intézet igazgatója, *Bécs*; ADÁMY L. dr. a Központi Meteorológiai Intézet tud., főosztályvezetőhelyettese, *Budapest*.

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

TARTALOM

<i>Fock Jenő</i> nek, a Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány elnökének üzenete a magyar meteorológiai szolgálat centenáriuma alkalmából (Angol és orosz nyelven)	445
<i>Kiss Árpád</i> miniszter elnöki megnyitó beszéde a magyar meteorológiai szolgálat centenáris ünnepségén (Angol és orosz nyelven)	447
<i>D. A. Davies</i> , a Meteorológiai Világszervezet főtitkárának beszéde a magyar meteorológiai szolgálat centenáriumának megnyitó ülésén. (Angol és orosz nyelven) ...	450
<i>Dimény Imre</i> mezőgazdasági és élelmézésügyi miniszter üdvözlése a magyar meteorológiai szolgálat centenáriuma alkalmából. (Angol és orosz nyelven)	454
<i>Dési Frigyes</i> , az OMSZ elnökének ünnepi beszéde a magyar meteorológiai szolgálat centenáriumának megnyitó ülésén	465
<i>Csanády Gy.</i> : Időjárás és közlekedés	471
<i>Korzun, V. I.</i> : A Szovjetunió népgazdaságának nyújtott hidrometeorológiai szolgáltatások gazdasági haszna (Orosz nyelven)	476
<i>Czelnai R.—Dési F.—Szepesi D.</i> : A meteorológiai tevékenység gazdaságossági kérdései (Angol nyelven)	484
<i>Ertel H.</i> : A talajközeli advekcio analitikus közelítése (Német nyelven)	497
<i>Fortak H.</i> : A számított és mért emisszió és immisszió terhelések összehasonlítása Brémában (Német nyelven)	500
<i>Szepesi D.</i> : A meteorológia szerepe a levegőtisztaság védelmében	513
<i>Krasztanov, L.—Genadiev, N.—Levkov, L.</i> : Jégmagvak létrehozása zeolitpor segítségével (Német nyelven)	535
<i>Mészáros E.</i> : A légköri kondenzációs magvak kutatásának száz éve	539
<i>Steinhauser, F.</i> : Európa regionális klímaatlaszának szerkesztési problémái (Német nyelven)	547
<i>Adámy L.</i> : A magyar meteorológiai szolgálat új számítástechnikai rendszere	555
Krónika	563

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

CONTENTS — INHALT — SOMMAIRE — СОДЕРЖАНИЕ

Message of Mr. Jenő Fock, the President of the Hungarian Revolutionary Worker's and Peasants' Government on the occasion of the Centenary of the Hungarian Meteorological Service (English and Russian Text)	445
Presidential address, Delivered by Cabinet Minister Árpád Kiss on the occasion of the Centenary Celebrations of the Hungarian Meteorological Service (English and Russian Text)	447
Statement of Mr. David Arthur Davies Secretary-General, World Meteorological Organization at the opening session of the Hungarian Meteorological Service. (English and Russian Text)	450
Message of Imre Dimény, Minister for Agriculture and Food Production on the Occasion of the Centenary of the Hungarian Meteorological Service (English and Russian Text)	454
Opening address, held by Prof. Frigyes Dési, President of the Meteorological Service of the HPR on the occasion of the Centenary of Weather service in Hungary	465
Csanády Gy.: (Minister of Transport and Communication) Weather and transport	471
Korzun, V. I.: On Economic Effectiveness of the Hydrometeorological Service for the National Industry in the USSR	476
Czelnai R.—Dési F.—Szepesi D.: On the Economical Efficiency of the Meteorological Activities	484
Ertel, H.: Analytische Approximation der bodennahen Advektion	497
Fortak, H.: Vergleich zwischen theoretisch berechneten und gemessenen Abgas-Immissionbelastungen in Bremen (Deutscher Text)	500
Szepesi D.: Die Rolle der Meteorologie im Schutz der Luftreinheit (abgekürzter deutscher Text)	513
Krztanov, L.—Genadiev, N.—Levkov, L.: Erzeugung von Eiskernen mit Hilfe von Zeolithpulver (Deutscher Text)	535
Mészáros F.: Hundred Years of the Investigations on Atmospheric Condensation Nuclei	539
Steinhauser, F.: Probleme der Bearbeitung des regionalen Klimaatlasses von Europa (Deutscher Text)	547
Adámy L.: A New Computerized System in the Hungarian Meteorological Service	555
Chronicle	563

Fock Jenőnek, a Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány elnökének üzenete a magyar meteorológiai szolgálat centenáriumára alkalmából

Ezúton köszöntöm meleg szeretettel centenáriumuk alkalmából a Magyar Népköztársaság Meteorológiai Szolgálatának vezetőit, munkatársait, valamennyi dolgozóját.

Nagytekintélyű, hazánk határain túl is jólismert és megbecsült az Önök szervezete. Tudományáguk, a meteorológia szoros kapcsolatban áll az emberek mindennapos tevékenységével, népgazdaságunkkal és a többi tudományokkal. Felelősségteljes munkájukkal nemegyszer súlyos anyagi károktól mentették meg az országot és óvták emberek ezreinek egészségét, testi épségét, vagyonát.

Véletlen egybeesés ugyan, de századik jubileumukat éppen abban az esztendőben köszöntjük, amikor felszabadulásának, szocialista hazája születésének negyedszázados évfordulóját ünnepli népünk. Huszonöt évvel ezelőtt egyetlen intézetünk volt, sajnos, az is romokban. Ma — nem kis örömünkre és büszkeségünkre — három intézetben és nyolc obszervatóriumban dolgozhatnak a Meteorológiai Szolgálat munkatársai.

Megelégedéssel tapasztaljuk, hogy hazánk nemzetközi tekintélyének gyarapodásával párhuzamosan kibővültek az Önök nemzetközi kapcsolatai is. Kitűnően együttműködnek a szocialista országok meteorológusaival, jól kooperálnak a más társadalmi rendszerű országok tudósaival, aktív tagjai a Meteorológiai Világszervezetnek.

Kérem Önöket, hogy szép hagyományaikhoz hiven, élve a megnövekedett lehetőségekkel és adottságokkal, továbbra is legyenek részesei hazánk gyarapodásának, felvirágoztatásának.

Ehhez kívánok a Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány és a magam nevében mindannyiuknak jó erőt és egészséget.

*

MESSAGE OF MR. JENŐ FOCK, THE PRESIDENT OF THE HUNGARIAN REVOLUTIONARY WORKERS' AND PEASANTS' GOVERNMENT ON THE OCCASION OF THE CENTENARY OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

It is by these lines that I am greeting the leaders, members and all workers of the Hungarian Meteorological Service.

Your organization enjoys a high reputation even beyond the frontiers of this country. Meteorology, your particular branch of science is in close connection with the daily activity of people, with national economy and with the other branches of science. Thanks to your highly responsible work you have several times saved the country from

serious material damages and safeguarded the health, physical integrity and material interests of many thousand people.

It is a freak of chance that your centenary coincides with the 25th anniversary of the liberation of this country and of the foundation of the socialist regime. Twentyfive years ago Hungarian meteorology possessed only one single institute, and even that one was, unfortunately, in ruins. Today, to our great joy and pride the staff of the Meteorological Service is in a position to work in three institutes and eight observatories.

It can be stated to our satisfaction that, in line with the increasing international prestige of this country, your international relations too, have been extended. You are excellently collaborating with the meteorologists of the socialist countries, well co-operating with the scientists of countries with different social systems, and you are very active members of the World Meteorological Organization.

May I request you to continue to contribute to the development and success of this country by following your fine traditions and by making use of the increased possibilities given to you.

On behalf of the Revolutionary Workers' and Peasants' Government and in my own name I wish you a good health and further success in your work.

*

**ПОСЛАНИЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ВЕНГЕРСКОГО РЕВОЛЮЦИОННОГО
РАБОЧЕ-КРЕСТЬЯНСКОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА, т. Е. ФОКА,
ПО СЛУЧАЮ СТОЛЕТНЕГО ЮБИЛЕЯ ВЕНГЕРСКОЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

Горячо приветствую руководителей, сотрудников и всех работников Метеорологической службы ВНР.

Ваша организация пользуется большим авторитетом и признанием не только в нашей стране, но и за границей. Ваша отрасль науки, метеорология, тесно связана с повседневной деятельностью народа, с народным хозяйством и с другими отраслями науки. Ваша высоко ответственная работа не раз спасала страну от серьезного материального ущерба и охраняла здоровье, жизнь и материальные интересы многих тысяч людей.

Хотя это случайное совпадение, но ваш столетний юбилей совпадает с 25-летием освобождения страны и основания социалистического строя. Двадцать пять лет тому назад венгерская метеорология имела единственный институт, и то в руинах. Сегодня — к нашей немалой радости и гордости — сотрудники Метеорологической службы работают в трех институтах и восьми обсерваториях.

Можно с удовлетворением отметить, что вместе с возрастанием международного престижа нашей страны расширяются и Ваши международные связи. Вы отлично сотрудничаете с метеорологами социалистических стран, осуществляете хорошую кооперацию с учеными стран, имеющих иной общественный строй, являетесь активными членами Всемирной Метеорологической Организации.

Прошу Вас, — следуя вашим лучшим традициям, — вносить и в дальнейшем вклад в развитие и процветание нашей страны, используя ваши возросшие возможности.

От имени Революционного рабоче-крестьянского правительства и от своего имени, желаю Вам творческих сил, хорошего здоровья и дальнейших успехов в вашей работе.

Kiss Árpád miniszterelnöki megnyitó beszéde a magyar meteorológiai szolgálat centenáris ünnepségén

Tisztelt ünneplő közönség, kedves vendégek!

Mindenekelőtt a Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány üdvözetét tölcácsolom, a fennállásának 100. évét ünneplő magyar meteorológiai szolgálat vezetőjének, dolgozóinak!

Köszöntöm az ünnepségen megjelent külföldi és hazai vendégeket!

100 évvel ezelőtt, 1870. április 8-án jött létre az önálló magyar meteorológiai intézet. A rendszeres, tudományosan értékelhető, műszeres meteorológiai megfigyelések azonban már 90 évvel korábban, 1781-ben indultak meg Magyarországon. Az alapítás idején, de még az azt követő húsz évben is, az intézet anyagiakban és eredményekben is nagyon szerény volt. A magyar meteorológia történelmének kezdete tehát nem esik egybe az alapítás időpontjával. 1896-os szervezeti szabályzatából érdeemes itt idéznünk azt, ami ma is helytálló a meteorológiai szolgálatokra vonatkozóan. „Az Intézet hivatásában a tisztán tudományos kutatás egyaránt egyesül a közérdeket szolgáló gyakorlati iránnyal.”

Az intézmény ma, annak érdekében, hogy tudományos és gyakorlati feladatát elvégezhesse, modern szervezeti formában működik: három intézet, a Központi Meteorológiai Intézet, az Előrejelző Központ és a Marcell György Aerológiai Főobszervatórium keretében, s ezen kívül hat, speciális rendeltetésű obszervatórium (aerológiai, agrometeorológiai, viharjelző stb.) tartozik hozzá.

Az utóbbi húsz évben tett nagyarányú, módszeres technikai fejlesztés a szolgálatban, s az eredményes szakemberképzés hozta magával, hogy Magyarországon is rohamosan fejlődik a meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonysága. A tudományos tevékenység fejlesztése céljából éppen a 100 éves jubileum évében elektronikus számítógépet helyezhet üzembe a magyar szolgálat, ami egyik előfeltételét adja jövőbeli sikeres közreműködésének, mind a nemzetközi együttműködés kereteiben művelt, mind pedig a hazai meteorológiai kutatásokban.

A XX. században bontakozik ki a tudományos technikai forradalom, amelynek hatására exponenciális jellegű a fejlődés változása. Ez kettős kihatású lesz a meteorológiai tevékenység területén. Egyrészt a tudományos és műszaki eredmények alkalmazása révén durván beavatkozunk az „ember és környezete” több százezer éve kialakult egyensúlyi állapotába, iparosítás, gépesítés, a tér- és idő arányok változása, a három dimenzió mint élettér kialakulása, úrkutatások, stb.; az „ember és környezete” megbontott harmóniájának helyreállítása terén óriási feladatok várnak a meteorológusokra. Másrészt, a tudományos-technikai forradalom új kutató eszközökkel látja el ezt a tudományterületet, s ezzel lehetővé teszi egyre növekvő feladatai ellátását. A jövő meteorológiai szolgálatainak fel kell készülniök arra, hogy lehetőségük lesz az időjárás módosítására, meg kell majd tanulniök élni e lehetőséggel, s szembe kell nézniük az ezzel járó nehéz tudományos, jogi, szociális és egyéb problémákkal.

Engedjék meg, hogy az ünneplők nevében köszöntsem az ünnepelteket, sok sikert, jó egészséget kívánva nekik a társadalmunk hasznára váló, nagyjelentőségű, tudományos és gyakorlati munkájuk elvégzéséhez.

PRESIDENTIAL ADDRESS, DELIVERED BY CABINET MINISTER ÁRPÁD KISS, ON THE OCCASION OF THE CENTENARY CELEBRATIONS OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

Ladies and Gentlemen,

may I, before all, convey the congratulations of the President of the Hungarian Revolutionary Workers' and Peasants' Government to the chief and the members of the Hungarian Meteorological Service on the occasion of its centenary celebrations.

A hearty welcome is also given to our foreign and Hungarian guests at this celebration!

Hundred years ago, on April 8, 1870, has been founded the Hungarian Meteorological Institute. Systematical, scientifically significant meteorological observations were, however, commenced in this country some 90 years earlier, in the year 1781. At the time of its foundation, as well as during the next twenty years, the resources and also the results of the Institute were rather modest ones. Thus, the beginnings of the history of Hungarian meteorology do not coincide with the foundation of the Institute. From the statutes of the Institute, edited in 1896, a passage may be quoted which is up to the present day characteristic for the meteorological service: "In the field of activity of the Institute, the purely scientific research is linked with practical work for public interest".

The institution has today, in the interest of fulfilling its scientific tasks, an up-to-date form of organization: it comprises three institutes: the Central Meteorological Institute, the Forecasting Centre and the Main Aerological Observatory named after *G. Marczell*, and in addition, there are six observatories for specified purposes (such as aerology, agricultural meteorology, storm warnings, etc.).

The large-scale methodical technical development of the service during the last 20 years, and a successful policy of meteorological training have led, also in this country, to a rapid development of the economic efficiency of meteorological services. For the sake of increased scientific activities, we have installed in the very year of the centenary an electronic computer in the Hungarian service, which is one of the conditions of our further participation in international co-operation as well as in scientific work done within the frontiers of this country.

In the XXth century, we are witnesses of the development of a scientific-technical revolution leading to a development to be characterized by an exponential curve. This will have two effects in the field of meteorological activity. On the one hand, by putting into practice the scientific and technical results we brutally disturb the equilibrium between "man and its environment" developed in the course of many hundred thousands of years; the disturbing factors being industrialization, mechanization, variation of space and time-ratios, the introduction of three-dimensions as the living-space of mankind, space research, etc. In the re-establishment of the disturbed harmony between man and environment, meteorologists are confronted with a formidable task. On the other hand, new research instruments are provided for this field of science by the scientific-technical revolution, promoting thus the solution of the steadily increasing problems. The meteorological services of the future are compelled to prepare themselves for possibilities of modifying weather conditions; they will have to learn to make use of these possibilities and to face the connected difficult problems arising in the scientific, legal social and other fields.

May I, on behalf of the festive assembly, offer my most sincere congratulations to the members of the service celebrating its centenary, by wishing them a good health and every success in fulfilling their important scientific and practical work for the benefit of our community.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬСКАЯ РЕЧЬ МИНИСТРА АРПАДА КИШПА НА ТОРЖЕСТВЕННОМ ЗАСЕДАНИИ В ЧЕСТЬ СТОЛЕТИЯ ВЕНГЕРСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Дамы и господа, дорогие гости!

Прежде всего разрешите передать руководителю и сотрудникам Венгерской метеорологической службы, празднующей свое столетие, поздравления от председателя и членов Венгерского Революционного Рабоче-Крестьянского Правительства.

Сердечно приветствую также зарубежных и отечественных гостей на этом торжестве!

100 лет тому назад, 8-го апреля 1870 г. был основан Венгерский метеорологический институт. Однако, проведение систематических, научно значимых метеорологических наблюдений в Венгрии, началось уже на 90 лет раньше, в 1781 году. В первое время после основания и в течение последующих двадцати лет ресурсы и результаты работы Института были достаточно скромными. Следовательно, начало истории венгерской метеорологии не совпадает со временем основания Института. Заслуживает упоминания фраза из устава Института, разработанного в 1896 году, характерная и для современной метеорологической службы: «В деятельности Института чисто научные исследования сочетаются с практической работой в общественных интересах».

В наши дни, в интересах выполнения своих научных и практических задач, Служба имеет такую форму организации: она включает три института — Центральный Метеорологический Институт, Прогностический Центр и Главную Аэрологическую Обсерваторию им. Дёрдя Марцелла, к ним присоединяются также шесть обсерваторий специального назначения (в областях аэрологии, агрометеорологии, штормовых оповещений и т.д.).

Крупное методико-техническое развитие службы за последние двадцать лет и успешная подготовка специалистов привели также и в Венгрии к резкому увеличению экономической эффективности метеорологических услуг. Для дальнейшего развития научной деятельности, как раз в юбилейный год, в венгерской службе будет введена в эксплуатацию электронная вычислительная машина — одно из условий нашего дальнейшего успешного участия как в международном сотрудничестве, а так же и в научной работе внутри страны.

В XX-ом столетии мы являемся свидетелями научно-технической революции, приводящей к развитию, характеризующемуся экспоненциальной кривой. Это окажет двойное влияние в области метеорологической деятельности. С одной стороны, путем использования научных и технических достижений люди будут энергично вмешиваться в состояние равновесия «человека и среды», сформировавшегося в течение многих сотен тысячелетий; возмущающими факторами являются индустриализация, механизация, изменение пространственных и временных соотношений, внедрение трех измерений в жизненную среду человечества, исследование космоса и т.д. В области восстановления нарушенной гармонии между человеком и средой перед метеорологами стоят важные задачи. С другой стороны, научно-техническая революция обеспечивает эту область науки новыми средствами исследования, создавая этим возможность решения все новых и новых задач. Метеорологическим службам будущего следует подготовиться к тому, что будут созданы возможности для изменения условий погоды, они должны научиться использовать такие возможности и смотреть в лицо связанным с ними сложным проблемам — научным, юридическим, социальным и прочим.

Разрешите мне, открывая торжественное собрание, принести мои искренние поздравления работникам Службы, празднующей свое столетие, пожелать им доброго здоровья и полного успеха в их важной научной и практической деятельности для блага нашего общества.

D. A. Davies, a Meteorológiai Világszervezet főtitkára beszéde a Magyar Meteorológiai Szolgálat centenáriumának megnyitó ülésén

Miniszter Úr!
Dési Professzor Úr!
Hölgyeim és Uraim!

Számom oka van annak, hogy nagy megtiszteltetés számomra, hogy jelen lehetek a Magyar Meteorológiai Szolgálat 100 éves évfordulója ünnepségeinek megnyitó ülésén.

Jelenlétem mindenekelőtt lehetővé teszi számomra, hogy mindnyájuk felé kifejezésre juttassam e fontos alkalomból a Meteorológiai Világszervezet őszinte jókívánásait. Magától értetődően gondolataink elsősorban azokra a nagy szolgáltatásokra irányulnak, amelyeket a Magyar Meteorológiai Szolgálat fennállásának 100 éve alatt a meteorológiai tudományának és a magyar nép gazdasági és szociális jólétének érdekében tett, — de a mai ünnepség szónokainak listáján többen is vannak, akik erről nálam jobban tájékozottak. A Meteorológiai Világszervezet képviselőjeként én most azt a fontos szerepet szeretném hangsúlyozni, amelyet a Magyar Meteorológiai Szolgálat nemcsak nemzeti, hanem nemzetközi szinten is betölt.

A legutóbbi években a szolgálat nagy fejlődésen ment át, így ma egy modern és nagyon eredményes szolgálat áll előttünk, amely azonkívül, hogy kitűnően kielégíti az ország szükségleteit, a Meteorológiai Világszervezet tagjaként, a nemzetközi meteorológiában is fontos szerepet játszik. Sok magyar szakértő dolgozik a technikai bizottságokban és a Világszervezet más szakterületén. Magyarország sok más módon is tevékeny részt vállal a Meteorológiai Világszervezet munkájában. Az a kitűnő munka, amelyet Magyarországon a WMO megbízásából az Európai Klímaatlasz elkészítése terén végez, csak egy a sok példa közül.

Ezek az okok készítetik a Meteorológiai Világszervezetet, hogy meleg üdvözlését és jókívánásait küldje a Magyar Meteorológiai Szolgálatnak.

Természetszerűleg helyes, hogy megünnepeljük azt a 100 éves munkát és hasznos szolgálatokat, amelyeket a közönségnek tettek, de nyilvánvaló az is, hogy ezt minden önteltség nélkül tesszük. Már maga az a tény, hogy a jelen ünnepség tudományos szimpoziium formáját ölti, amelyen a mai meteorológiát foglalkoztató számos tudományos probléma kerül megvitatásra, azt mutatja, hogy ezt az alkalmat is arra használják fel, hogy ne az elmúltak fölötti meglegedésüknek adjanak kifejezést, hanem a jövőbeli haladás alapját rakják le. Ez különösen fontos napjainkban, amikor a meteorológia fejlődése előtt hatalmas, új lehetőségek nyílnak. A Meteorológiai Világszervezet által létrehozott Meteorológiai Világhálózat, amely magába foglalja a műholdak, elektromos számítógépek és gyakorlatilag a modern technika minden ága által nyújtott szolgáltatásokat, csak egy a sok példa közül. A világ meteorológiai szolgálatainak fontos új szerepköre van olyan területeken, mint a vízgazdálkodás, föld-

művelés, repülés, hajózás, légköri szennyeződés és időjárásátalakítás. A Meteorológiai Világszervezetnek pedig e területeken mindenképpen segítenie kell a szolgáltatásokat. És így, amidőn a Meteorológiai Világszervezet kifejezi köszönetét azért a fontos szerepért, amelyet Magyarország nemzetközi meteorológiai téren a múltban betöltött, ugyanakkor bízunk abban is, hogy Magyarország továbbra is támogatja a Meteorológiai Világszervezetet és együttműködik vele saját érdekében, de a Világszervezet 133 tagországa érdekében is.

A másik ok, amiért ittlétem örömet jelent nekem, az, hogy alkalmam nyílik arra, hogy személyes jókívánságaimat fejezzem ki *Dési* professzornak, és értékeljem azt a nagy munkát, amelyet ő személyesen végzett és végez a nemzetközi meteorológia területén. Sok éven át együtt dolgoztunk sok nemzetközi tudományos találkozókon és konferencián, s nagyon jól tudom, milyen nagy szolgáltatásokat tett a Meteorológiai Világszervezetnek mind tudományos, mind szervezési téren. Hozzászólásom elején azt mondtam, hogy több okból megtiszteltetés számomra, hogy itt lehetek, és a fentiekben igyekeztem ezt meg is indokolni. Van azonban egy másik ok, amelyről említést kell tennem — ez az, hogy nagy öröm számomra az, hogy meglátogathatom gyönyörű országukat és annak kedves népét. Számos kellemes emlékem van még legutóbbi, néhány év előtti látogatásomról és arról a sok figyelmességről és vendégszeretetről, amelyben a magyar illetékesek és külön *Dési* professzor és kollégái részesítettek. Ezért boldoggá tesz, hogy újra alkalmam volt Magyarországra jönni, ha csak egy sajnálatosan kis időre is, miután holnap már vissza kell térnem Genfbe.

Befejezésül szabadjon a Meteorológiai Világszervezet nevében a legjobb kívánságaimat kifejezni arranézve, hogy a Magyar Meteorológiai Szolgálat útját további sikerek kísérjék, de nemcsak e szolgálatét, hanem általában minden országét, mint-hogy a meteorológia már fogalma szerint is nemzetközi tudomány. Eredményes munkát kívánok a ma megnyíló tudományos szimpoziumnak. Az azon résztvevő tudósok neve és a tárgykörök, amelyekről beszélni fognak, világosan mutatják, hogy érdekes vitákban és értékes vélemény- és eszmecserében lesz részük.

*

STATEMENT OF MR. DAVID ARTHUR DAVIES SECRETARY-GENERAL, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION AT THE OPENING SESSION OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE BUDAPEST

Mr. Minister
Professor *Dési*
Excellencies
Ladies and Gentlemen

It is for many reasons a great honour and pleasure for me to be present at the opening session of the Centenary Celebration of the Hungarian Meteorological Service.

In the first place it enables me to express to you all the warm and sincere congratulations of the World Meteorological Organization on this very important occasion. It is of course natural at this time that our thoughts should be directed primarily on the great services which the Hungarian Meteorological Service has rendered to the science of meteorology and to the economic and social well-being of the Hungarian people over the long period of 100 years that it has been in existence — and many much well-informed on this subject are on the list of speakers for today's ceremony. But as representative of the World Meteorological Organization I would like to stress also the important role which the Hungarian Meteorological Service has played not only on the national level but on the international level also.

In recent years, the Service has made great progress and today a modern and highly efficient service exists which, in addition to serving well the needs of the country, is also playing an important role in international meteorology as a Member of the World Meteorological Organization. Many experts from this country serve on the Technical Commis-

sions and other technical bodies of the Organization and Hungary participates fully and actively in the work of WMO in this and in many other ways. The excellent manner in which Hungary is performing on behalf of WMO, the task of publishing the Climatic Atlas of Europe is but one example.

It is for reasons such as these that WMO now wishes to convey its warm congratulations and good wishes to the Hungarian Meteorological Service.

While it is of course right and proper that a hundred years of achievement and useful service to the community should be celebrated, it is quite clear that this is not being done with any feeling of complacency. The fact that this present celebration takes the form of a scientific symposium at which many of the scientific problems now facing the science of meteorology will be discussed, shows that the occasion is being taken as a basis for future progress and not just past self-satisfaction. This is particularly important since modern meteorological development are opening up tremendous new possibilities. The World Weather Watch plan of WMO which includes the use of satellites, electronic computers and indeed all modern technological services, is but one example. In such fields as water resources, agriculture, aviation, shipping, atmospheric pollution and weather modification, the meteorological services of the world have important new responsibilities to face and it is WMO's duty to assist in every possible way. And so, while WMO now expresses its thanks and appreciation for the important role which Hungary has played in international meteorology in the past, it expresses at the same time its confident hope that Hungary will continue to support and cooperate with WMO for its own good and for the good of all the 133 countries which belong to the Organization.

Another reason why I am happy to be here today is that it gives me the opportunity of expressing my personal congratulations to Professor *Dési* at this time and to acknowledge the great contribution he has made personally to international meteorology. Over a period of many years we have served together at many international scientific meetings and conferences. I am therefore well aware of the great services he has made to the work of WMO both from the scientific and organizational points of view.

I said at the outset that there were many reasons why I considered it a privilege to be with you this morning and I have in my remarks explained these to you. There is however yet one further reason which I must mention — and that is the great personal pleasure it gives me to have the opportunity of visiting this beautiful country and its friendly people. I have many happy souvenirs of my last visit a few years ago and of the many kindnesses and generous hospitality which were shown to me by the Hungarian authorities and particularly by Professor *Dési* and his staff. It therefore makes me very happy to have this opportunity of coming to Hungary once again — albeit for a regrettably short period this time for I am obliged to return to Geneva tomorrow.

In conclusion, may I express to the Hungarian Meteorological Service, in the name of the World Meteorological Organization, my best wishes for its future success and progress, in the service not only of this country, but of all countries — for meteorology is by definition an international science. May I also wish the scientific symposium which opens today every success. The list of scientists who will speak and the subjects they have chosen to speak on shows clearly that you will have a very interesting discussion and a valuable exchange of views and ideas.

*

**РЕЧЬ Д. А. ДЭВИСА, ГЕНЕРАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ
ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА
ВСТУПИТЕЛЬНОМ ЮБИЛЕЙНОМ ЗАСЕДАНИИ ВЕНГЕРСКОЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

Господин Министр! Господин Профессор Деши! Ваши превосходительства! Дамы и господа!

По многим причинам я считаю за большую честь и удовольствие принять участие в открытии сессии, посвященной столетнему юбилею Венгерской метеорологической службы.

Прежде всего это дает мне возможность выразить горячие и искренние поздравления всем Вам от имени Всемирной Метеорологической организации по поводу этого очень важного события. Совершенно понятно, что наши мысли направлены сейчас в первую очередь на те большие услуги, которые были оказаны Венгерской Метеорологической Службой за долгие сто лет ее существова-

ния метеорологической науке, а также экономическому и социальному благополучию венгерского народа. Но в списке ораторов, выступающих на сегодняшнем торжестве, записаны многие, лучше ориентированные в этом отношении, чем я. В качестве представителя Всемирной Метеорологической Организации мне хотелось бы здесь подчеркнуть важную роль, которую Венгерская метеорологическая служба играла не только на национальном, но и на международном уровне.

За последние годы Служба сделала большие успехи. Сегодня перед нами стоит современная и весьма эффективная служба, которая, помимо отличного удовлетворения потребностей своей страны, играет важную роль в международной метеорологии, как член Всемирной Метеорологической Организации. Много венгерских специалистов трудятся в технических комиссиях и других органах ВМО. Венгрия широко и эффективно участвует в работе ВМО также и другим образом. Блестящее проведение Венгрией по поручению ВМО публикации климатического атласа Европы является лишь одним из многих примеров.

Все это побуждает Всемирную Метеорологическую Организацию передать через меня Венгерской Метеорологической Службе свои горячие поздравления и наилучшие пожелания.

Конечно, правильно, что здесь празднуются столетние достижения и полезные услуги, оказанные обществу; но ясно, что этот праздник проводится без всякого чувства самодовольства. Уже тот факт, что данное празднество осуществляется в форме научного симпозиума, на котором будут рассматриваться многие научные проблемы, волнующие современную метеорологию, указывает на то, что здесь не просто выражается удовлетворение по поводу прошлого, а будут заложены основы для будущего прогресса. Это особенно важно теперь, когда современное развитие метеорологии открывает огромные новые возможности. Созданная Всемирной Метеорологической Организацией Всемирная служба погоды, включающая использование спутников, электронных вычислительных машин и практически всех областей современной техники, является примером. В таких областях, как водное хозяйство, земледелие, авиация, мореплавание, атмосферная загрязненность и преобразование погоды, метеорологические службы мира несут все возрастающую ответственность, и долг ВМО — содействовать им всеми возможными способами. Поэтому когда Всемирная метеорологическая организация выражает теперь свою благодарность Венгрии за ту значительную роль, которую Венгрия играла в области международной метеорологии в прошлом, она в то же время выражает уверенность в том, что Венгрия и в дальнейшем будет поддерживать Всемирную метеорологическую организацию и сотрудничать с ней как в собственных интересах, так и в интересах 133 стран — членов ВМО.

Второй причиной моей радости находится среди Вас, является возможность принести мои личные поздравления профессору *Деши* в признание большого вклада, внесенного им лично в международную метеорологию. В течение многих лет мы работали вместе на многих международных научных встречах и конференциях, и я хорошо знаю, какие большие услуги, как научного, так и организационного порядка, оказывал он Всемирной Метеорологической Организации.

В начале моего выступления я сказал, что по нескольким причинам считаю за честь возможность принять участие в данном заседании; я постарался изложить Вам эти причины. Есть, однако, еще одна причина, о которой следует упомянуть: то большое личное удовольствие, с которым я снова вижу вашу прекрасную страну и дружелюбный народ. Много приятных воспоминаний осталось у меня от моего последнего посещения, несколько лет назад, вашей страны, от внимательности и гостеприимства, оказанных мне со стороны венгерских властей и особенно со стороны профессора *Деши* и его коллег. Поэтому я счастлив снова находиться в Венгрии, хотя, к сожалению, и не на долгое время, так как завтра мне уже необходимо возвратиться в Женеву.

В заключение разрешите мне от имени Всемирной метеорологической организации выразить наилучшие пожелания дальнейших успехов и прогресса Венгерской метеорологической службе, и не только на пользу этой стране, но и вообще всем странам, поскольку метеорология уже по самому определению является международной наукой. Желаю открывающемуся симпозиуму провести эффективную работу. Имена докладчиков и темы докладов ясно показывают, что у вас будет очень интересная дискуссия и ценный обмен мнениями и идеями.

Dimény Imre mezőgazdasági és élelmezésügyi miniszter üdvözlete a magyar meteorológiai szolgálat centenáriumára alkalmából

A földet szerető és ismerő, a földdel dolgozó emberek még mindig titokzatosnak, kiismerhetetlen hangulatúnak tartják az időjárást. Olyannak, mely minden jószándékú és képességeink szerint végzett fárasztó munkájukat, ha szeszélye úgy kívánja, megtizedeli, vagy ha kegyes, bőséget ad.

Az időjárás hol ellenségünk, hol barátunk. Mindnyájunknak köze van hozzá, bizonytalanul és reménykedve tekintünk rá. A fejlett hírközlési technika korában fiatal és öreg, politikus és diák, parasztember és katona, egyszóval mindenki kíváncsian várja, milyen napunk lesz, mit ígér a meteorológia. Mert ha kellemes a klíma, derűsebbek vagyunk, ha zord, pusztító elemek közelednek, aggódunk a nehézségek miatt.

Mindig voltak azonban erős hitűek, bátor vállalkozók, akik kutatták ezt az ismeretlen világot, hogy hozzáférközve, kitapasztalva, amennyire lehet, javunkra fordítsák.

Csak az őszinte elismerés hangján szólhatok azokért a reális, egészséges törekvésekért, amelyeket — a kudarcok ellenére — ma nem fantáziaként, hanem komoly tudományként tisztelünk. Korunk meteorológiai kutatói ma nemcsak szemlélői, hanem segítői — a mezőgazdaságra gondolva nem túlzok, ha azt mondom —, befolyásolói tennivalóinknak.

Szocialista nagyüzemeink a meteorológusoktól várják a légkör változásainak magyarázatát, s sokban ehhez igazítják a termelés mindennapjait. A gondos előrelátók, a növények életének és az időjárás összefüggéseinek ismerete nélkül nem is kezdenek új telepítésekbe, mert tudják, hogy ez megkímélhet a kudarcoktól. Az agrometeorológia gyakorlatban felhasználható eredményei adnak számunkra biztonságot a termőtájak kialakításában.

Jól tudjuk, e nagy vállalkozások nemcsak technikai bravúrok, hanem végső soron különösen szocialista viszonyok között, az élő és fejlődő világ érdekét szolgálják. A meteorológiai mesterséges holdak, az antarktisi expedíciók, a levegő radioaktív részecskéinek elmélyült vizsgálatai mind-mind olyan törekvések, amik a földi élet kellemesebb évszázadait teremtik meg.

Bizton hisszük, hogy ezek a remények valóra is válnak. Alapot nyújt erre az elmúlt évszázadban — leginkább pedig a felszabadulásunkat követő kedvező adottságok között — elért számtalan eredmény. A mind pontosabb időjárási előrejelzések, a domborzati hatások energetikai viszonyai, a szélhatások, a ködoszlatás, a napsugárzás ismerete, a jégesők cioszlatásának lehetősége a jelen sikere. Az agrometeorológia a tényközlő tevékenység helyett mind aktívabban avatkozik be az időjárás lokális elemének szelídítésébe.

A centenárium alkalmából kérem, fogadják az élelmiszergazdaság dolgozóinak köszönetét eddigi munkájukért a meteorológia tudományának művelői. Kívánjuk, hogy az elkövetkező esztendő és évtizedek hozzanak újabb sikereket Önöknek. Legyen a világűr a meteorológusok békés birodalma, s annak titkainak megfejtésével segítsék a föld embereit, hogy életük egyre boldogabb legyen.

MESSAGE OF I. DIMÉNY, MINISTER FOR AGRICULTURE AND FOOD PRODUCTION ON THE OCCASION OF THE CENTENARY OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

People who are loving and knowing the profession of an agriculturist still regarding weather conditions as a factor which is both a mysterious and an uncertain one. It appears to be a factor capable of decimating the products of all our benevolent and assiduous efforts or else, in its favourable moods, to provide us with profusion.

Weather conditions are alternately our enemies and our friends. We all are interested in them, we are regarding them with uncertainty and hope. In the days of a developed communication network, young and old, politicians and students, peasants and soldiers, that is, everybody is interestedly awaiting, how weather will today behave, and which are the expectations expressed by the Meteorological Service. Of course, when weather conditions are agreeable ones, we are enjoying ourselves, and, on the other hand, when dangerous phenomena are approaching, we are preoccupied by the survening difficulties.

There were, however, at every time level-headed, high-hearted persons, who undertook the investigation of this unknown world with the intention of exploring it and of attempting the utilization of this exploitation.

It is only with a sincere appreciation that we may speak today of the realistic attempts which (in spite of many failures) we are recognizing not as phantasmagories but as a serious science. *Today's meteorologists are not merely spectators of our activities, and (speaking as a representative of agriculture) I may state that they are influencing our activities.*

Our great socialistic enterprises are awaiting from the meteorologist the explanation of atmospheric changes and they are in many respects orienting in this way their quotidian tasks. In thoughtful precaution, they are never undertaking a new plantation without the knowledge of the connections existing between plants and weather conditions, because they know that in this way, failures may be excluded. The practically utilizable results of agricultural meteorology render us security in the correct selection of agricultural cultivation regions.

It is well known that these large projects are not only bravura in technology, but they are, mainly under socialistic circumstances, finally serving the interests of a living and developing world. Meteorological satellites, Antarctic expeditions, and the intensive investigation of atmospheric radioactivity are all efforts which serve the evolution of more agreeable conditions of life on this planet.

It is our conviction that all this will be actually realized. This conviction is founded on the numerous results obtained already in the past century and primarily in the period after the liberation of this country. The development of weather forecasting, the investigation of the energetical conditions under orographical circumstances, wind effects, fog dispersion, the knowledge of solar radiation, and the possibility of hail dissipation are all results of the present age. Agricultural meteorology is, instead of its earlier role of merely transmitting information, still more actively interfering with the local atrocities of weather conditions.

On the occasion of your centenary, I am requesting the representatives of meteorology to accept the thanks of people working in food economy. We are wishing that the years and decades to come may bring you new successes. Be Space the peaceful realm of meteorologists; by solving its mysteries, you will serve humanity, in assuring a happier life for it.

ПРИВЕТСТВИЕ МИНИСТРА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ, г. И. ДИМЕНЬ, ПО СЛУЧАЮ СТОЛЕТНЕГО ЮБИЛЕЯ ВЕНГЕРСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Люди, любящие и знающие земледелие, все еще считают погоду таинственным и ненадежным фактором. Погода, по произволу, то разрушает плоды всей нашей любовной и утомительной работы, то создает изобилие. Погода является то нашим врагом, то другом. Все мы имеем с ней дело и смотрим на нее с тревогой и с надеждой. В наши дни развитой техники связи молодежь и старики, политики и студенты, крестьяне и солдаты, одним словом — все с интересом ожидают, какая погода будет сегодня, что обещает метеорологическая служба. Если наступает

приятная погода, мы становимся более веселыми, а если приближаются опасные явления — мы озабочены предстоящими трудностями.

Однако, всегда существовали люди с глубокой верой и смелостью, шедшие на разведку этого неизвестного мира, с намерением изучить его и попытаться использовать в наших целях.

Только с искренним признанием мы можем сегодня говорить о реальных, здоровых стремлениях, которые в настоящее время — несмотря на некоторые неудачи — считаются уже не фантазмагориями, а серьезной наукой. Метеорологи в наши дни являются для нас не только наблюдателями; в сельском хозяйстве они влияют на нашу деятельность.

Наши крупные социалистические предприятия ждут от метеорологов объяснения изменений, происходящих в атмосфере; во многих отношениях они ориентируются в своих повседневных задачах на учет атмосферных условий. Заботливые, предусмотрительные люди не вводят новых культур без изучения связей, существующих между растениями и погодой; они знают, что таким путем можно исключить неудачи. Используемые на практике результаты агрометеорологии дают нам уверенность в правильном выборе сельскохозяйственных угодий.

Нам хорошо известно, что эти крупные достижения метеорологии служат, в конечном итоге, — и главным образом при социалистических условиях жизни — интересам живущего и развивающегося мира. Метеорологические искусственные спутники Земли, антарктические экспедиции, тщательные исследования атмосферной радиоактивности — все эти усилия направлены на создание более приятных условий на нашей планете.

Мы уверены в том, что эти надежды претворятся в жизнь. В основу этого убеждения ложатся многочисленные результаты, достигнутые за истекшее столетие и главным образом в благоприятных условиях, создавшихся после освобождения нашей страны. Развитие прогнозов погоды, исследование энергетических условий при разных орографических влияниях, ветровых условий, рассеивание туманов, изучение солнечной радиации, возможность предотвращения градов, — все это успехи настоящего времени. Вместо прежней своей деятельности, направленной главным образом на сообщение фактов, агрометеорология со все большей активностью вмешивается в укрощение локальных условий погоды.

По случаю столетнего юбилея я прошу представителей метеорологии принять благодарность трудящихся пищевого хозяйства. Желаем Вам новых успехов в последующие годы и десятилетия. Пусть космическое пространство будет мирным царством метеорологов и пусть метеорологи, раскрывая его тайны, помогут человечеству сделать жизнь более счастливой.

A Kubai Tudományos Akadémia Meteorológiai Intézetének üdvözlő irata

El Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba felicita al Servicio Meteorológico de la República Popular de Hungría en ocasión de conmemorar el primer centenario de su fundación.

Como testimonio de su beneplácito por tan feliz acontecimiento, el Instituto de Meteorología dona al Servicio Meteorológico de la República Popular de Hungría, un cuadro al óleo de Andrés Poey Aguirre, fundador de la meteorología científica cubana, obra del pintor Juan Martí, del Museo Histórico de las Ciencias, Carlos J. Finlay.

Andrés Poey Aguirre (1825-1919) nació en La Habana. Hijo del sabio naturalista cubano Felipe Poey Aloy, se dedicó por vocación a los estudios meteorológicos. Estableció en su casa y con sus propios recursos un observatorio, publicando diariamente sus observaciones en la prensa de la época (1848-1851). Viajó a Estados Unidos y Francia, regresando a Cuba en 1862, para fundar el Primer Observatorio Físico-Meteorológico de La Habana, del cual fue su primer Director. Fue cesanteado en 1869 por el gobierno

español y volvió a Francia, presentando en la Academia de Ciencias de París numerosos trabajos. Entre sus obras más importantes figuran: "Cronología de los Ciclones", "New Classification of clouds", y "Le Courants Atmosphériques d'après les nuages au point de vue de la prevision du temps".

Filósofo positivista de la escuela de August Comte, fue uno de los fundadores de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, en 1861. Falleció en Vincennes, Francia, el día 4 de enero de 1919.

El Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba expresa al Servicio Meteorológico de la República Popular de Hungría, en ocasión de su Primer Centenario, sus más fervientes deseos de que continúe su actividad de servicio y creación en favor de la ciencia y del desarrollo del socialismo.

Abril de 1970

A Szocietatio
Hidrometeorologiai Szolgálatának üdvözlő irata

Bюджетному Центрального Метеорологического института
Венгерской Народной Республики профессору Диму
Полемилу Метеорологической службы Венгерской Народной Республики

Дорогие товарищи!

Гидрометеорологическая служба Советского Союза сердечно поздравляет Вас с знаменательным юбилеем - 100-ей годовщиной Венгерской Метеорологической службы.

8 апреля 1870 г. организацией Центрального института и метеорологической метеорологической службы Венгрии и ее деятельностью были заложены научные и организационные основы Метеорологической службы Венгрии.

За 100 лет существования Ваша Служба внесла большой вклад в развитие научной и прикладной метеорологии и в частности вела работу по развитию метеорологической службы в Европе.

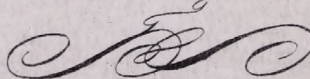
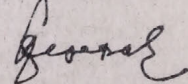
Вместе с Вами мы гордимся достижениями, которыми обогатили метеорологию, аэрометеорологию, гидрологию и другие специальности Венгерской Метеорологической службы в метеорологическом обслуживании социалистического строительства в своей префектурной области.

Нас глубоко радует, что между Метеорологической службой Венгерской Народной Республики и Гидрометеорологической службой СССР существуют и плодотворно развивается тесное научно-техническое сотрудничество.

Поздравляя с юбилеем, мы искренно желаем вам Ваш дальнейших успехов в научной и практической деятельности и большой личной счастья.

С. П. Петров

Начальник Гидрометеорологической службы СССР,
С. И. Сидоров

A Magyar Népköztársaság
Központi Meteorológiai Intézete Igazgatójának
Dísi Függős professornak,
A Magyar Népköztársaság Meteorológiai Szolgálatának
Kollektívájának

Hódros Emlékszó

Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának szívbőljesen üdvözlő Önököt
a nevezetes évforduló: - a Magyar Meteorológiai Szolgálat megalapítása 100.
évfordulóján alkalmából.

A Központi Meteorológiai és Földmágnesességgel foglalkozó Intézet
szervei 1870 április 8-án léptették a Magyar Meteorológiai Szolgálat tudomá-
nyos és szervezeti alapjait.

Az Önök 100 év alatti munkája nagy hozzájárulás volt a tudomá-
nyos és alkalmazott meteorológia fejlesztéséhez, és a jelenlegi időkben az Önök
Meteorológiai Szolgálatának az egyik legfejlettebb Európiájában.

Önökkel együttműködésünknek azóta a sikerükre, amelyeket a Magyar
Meteorológiai Szolgálat meteorológusai, agrarmeteorológusai, geofizikusai és más szak-
emberei értek el.

Örülünk annak, hogy a Magyar Népköztársaság Meteorológiai Szol-
gálatának és a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának közötti együttműködésből
tudományos-műszaki együttműködés alakult ki.

A jubileumi évfordulóalkalmából öszintén kívánunk Önöknek további
munkájukban sikereket, valamint egyéni életükben sok boldogságot.

J. K. Fodorov akadémikus Szovjetunió
Hidrometeorológiai Szolgálatának vezetője

Moszkva, 1970. április 8.

*A Bolgár Hidrológiai és Meteorológiai
Intézet igazgatóságának üdvözlő irata*

Уважаеми другари,

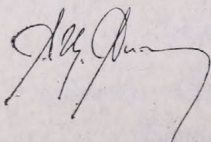
Ръководството, научните сътрудници и служителите на Управление Хидрология и метеорология и Института по хидрология и метеорология в НР България сърдечно поздравяват Ръководството, научните работници и всички служители на Метеорологичната служба в Унгарската народна република със славния юбилей — 100-годишнината на унгарската метеорологична служба.

Всички ние Ви желаем от сърце още по-големи успехи в по-нататъшното развитие на метеорологичната наука.

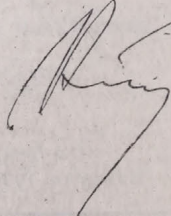
Ние сме уверени, че братската дружба, която съществува от много години между нашите Метеорологични служби, и от векове между нашите народи ще крепне и ще се развива още по-здраво и в бъдеще, че тясното сътрудничество между научните работници на нашите служби ще даде още по-добри резултати, които ще служат на интересите не само на нашите две страни, но и на целия социалистически лагер, на мира в целия свят, на социализма и комунизма.

Другари, още един път от сърце Ви желаем все по-големи успехи, щастие и крепко здраве!

Директор на Института
по хидрология и метеорология
доц. к. т. н. инж. Ив. Маринов



Началник Управление
Хидрология и метеорология
к. физ.-мат. н. К. Станчев



Tisztelt Kartársak,

A Meteorológia és Hydrológia Igazgatósága, vezetősége, tudományos dolgozói és alkalmazottai, valamint a Bolgár Népköztársaság Hydrológiai és Meteorológiai Intézete, szívből üdvözik a Magyar Népköztársaság Meteorológiai Intézetének tudományos dolgozóit és alkalmazottait a magyar meteorológiai szolgálat 100 éves dicső jubileuma alkalmából.

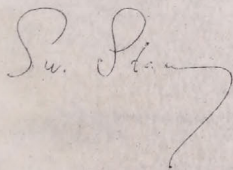
Mindannyian őszinte szívből nagy sikereket kívánunk a meteorológiai tudomány további fejlődésében.

Meggyőződésünk, hogy a sokéves testvéri barátság két intézetünk, és a százados barátság két nemzetünk között a jövőben még jobban fog fejlődni és megerősödni, a tudományos dolgozók között az együttműködés szélesítése még jobb eredményeket fog felmutatni, amelyek nemcsak két nemzetünknek, hanem az egész szocialista tábornak javát fogják szolgálni. Dolgozni fognak a béke javára az egész világon, a szocializmusért és kommunizmusért.

Kedves kartársak, mégegyszer fogadják legőszintébb jókívánságainkat ezen nagy ünnepük alkalmából, Kívánunk Önöknek sok sikert, szerencsét es jóegészséget!

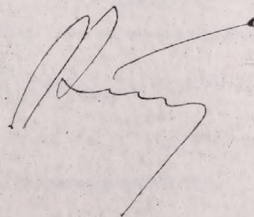
Marinov Iván

mérnök docens, a technikai tudományok kandidátusa a Hydrológiai és Meteorológiai Intézet igazgatója



Sztancsev Koszta

a fizikai és matematikai tudományok kandidátusa a Hydrológiai és Meteorológiai Igazgatóság főnöke



Az Ukrán Hidrometeorológiai Szolgálat
üdvözlő irata

Глубокоуважаемый
профессор Дерин!

От имени коллектива со-
трудников Управления гидро-
метеорологической службы
Украинской ССР сердечно по-
здравляю Вас и в Вашем
лице сотрудников Службы со-
славными юбилями - 100-летием
Метеорологической службы
Республики Народной Республики

За 100 лет своего существования
Ваша служба внесла неоцени-
мый вклад в развитие мировой
метеорологической науки, обрела
большой опыт по внедрению метео-
данных в практику народного хо-
зяйства, укрепляла научные связи
между метеорологическими службами.
Примите наши искренние по-
желания успехов в Вашем плодотвор-
ном труде.

Искренне
Н. К. Богатырь,
начальник Управления гидрометео-
службы УССР

*Уважаеми Другарю Председател;
Уважаеми колеги от Унгарската
Метеорологична Служба,*

*От името на всички научни сътрудници
и служители от Геофизичния институт на Бъл-
гарската академия на науките, Ви поднасям
най-сърдечни поздравии по случай забележител-
ната 100 годишнина от основаването на Унгарска-
та Метеорологична Служба.*

*Основаният на 8 април 1870 г. Централен
институт по метеорология и геомагнетизъм изжи-
нава много етапи в своето развитие, за да се пре-
върне след освобождението на Унгария от франшиз-
ма и капитализма, под грижите и вниманието
на народната социалистическа власт, в съвременна
мощна научна организация в областта на метео-
рологията. Жие виждаме днес Унгарската Ме-
теорологична Служба с нейната модерна мате-
риално-техническа база и нейния висок научен
потенциал, да се нарежда на челния фронт,
между най-напредналите метеорологични служ-
би в света, да работи успешно за развитието
на на науката, и да обслужва плодотворно прак-
тиката на социалистическото строителство
в Унгарската народна република.*

*Жие се радваме искрено на големите
успехи на Унгарската Метеорологична Служ-
ба, защото нас ни свързват дългогодишни*

дружарски научни връзки и сътрудничество,
което все повече укрепва и се разширява.

Все, българските геофизици и метеоролози, поздравяваме на нашите скъпи унгарски колеги и приятели още по големи успехи в метеорологичната наука и практика, за благо на прекрасния унгарски народ и неговата Унгарска народна република.

София
април 1970г

Член на Президиума на БАН
и Директор на Геофизичния
институт при БАН

А. Кръстанов

(акад. А. Кръстанов)

Ünnepi beszéd, a magyar meteorológiai szolgálat centenáriumának megnyitó ülésén

DÉSI FRIGYES, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke, Budapest

Opening address, held by Prof. F. Dési, President of the Meteorological Service of the HPR on the occasion of the Centenary of weather service in Hungary. The author presents a short survey of the results obtained in the fields of both the operational and scientific work and that of the development of technical equipment and personnel during the past 100 years, by giving also some perspectival aspects of the further development of the Service.

*

Торжественная вступительная речь Фридриха Деси, председателя Метеорологической Службы ВНР, по случаю 100 летнего юбилея метеорологической службы в Венгрии. Автор дает краткий обзор результатов, достигнутых за 100 лет в оперативной и научной деятельности Службы, в ее техническом оснащении и составе кадров; он указывает также на некоторые перспективы будущего развития Службы.

*

Az évfordulók ünnepélyes számadásra köteleznek. Emlékezésre is, arra, hogy 100 esztendő történelmi és szakmai gondját, örömét tárhassuk Önök elé, elemezvén a jelent is, s mindezt annak érdekében, hogy a jövőbeni elképzeléseink számára olyan alapot teremtsünk, melyben reálisan ötvöződnek a múlt tanulságai a jelen lehetőségeivel.

Mint ismeretes, azért ünnepeljük ma az MNK Meteorológiai Szolgálatának 100. évfordulóját, mert 1870. április 8-án kelt a „*Meteorológiai és Földdeleljességi Magyar Központi Intézet*” létrehozását engedélyező királyi alapítólevel.

Természetesen a hazai meteorológia történelmi gyökerei mélyebbre nyúlnak az időben, s talán meglepően hat az a bizonyított tény, hogy a XI. században már fölkelhető időjárási adatok száma az évszázadok múltával egyre nőtt, sőt a XVIII. század első negyedében a műszeres észlelések és a sorozatos megfigyelések is megindultak. Különös jelentősége van az ún. „budai észlelőnek”, amely 1780-ban létesült, a várpalota Mária Terézia szárnyához tartozó egyetemi csillagvizsgáló toronyban, mert az egyike volt a „*Societas Meteorologica Palatina*” szervezte 36 állomásnak.

A XIX. század során 42-re szaporodott Magyarországon a rendszeresen megfigyelő állomások száma. Közülük kilencen napjainkig mérik a csapadékot, és ötön a hőmérsékletet. Néhányan (Budán) 1780-tól észlelik a hőmérsékletet, s (Pesten) 1848 óta a csapadékot. 1870-ig a megfigyelő állomások munkáját Bécsből irányították, de az önálló hazai intézet létrejöttével ezt a feladatot is a magyar szakemberek vették át.

Az I. világháború kitérőreig nagyot fejlődött az időjárás és éghajlat tudománya, — 1426 megfigyelő állomás működött 1913-ban, s 208-on észleltek naponta háromszor, — ámde alatta és utána már a pusztítás, az elszegényesedés és a nemzetközi kapcsolatok megromlása okozta hanyatlás tünetei mutatkoznak. Különösen mély volt ez a 30-as évek táján, a világot megroppantó gazdasági válság éveiben, és katasztrófális méretű a II. világháború befejeztekor: megsemmisült az állomáshálózatunk, s intézetünk romokban hevert.

A hálózatot szervező munka gondjához — az idők folyamán — egy újabb járult, annak igénye, hogy a szakemberek utánpótlása folyamatos és színvonalas legyen. 1950-ben ez a feladat is megoldódott: a Budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén megkezdődött a meteorológia szakos hallgatók rendszeres oktatása.

Fejlesztünk további szakaszát a szaporodó intézetek és obszervatóriumok sora fémjelzi. 1945-ben egyetlen intézetünk volt csupán, az is romokban hevert, ma azonban már hármat említhetünk nevén: a Központi Meteorológiai Intézetet, a „Marcell György” Aerológiai Főobszervatóriumot és az Előrejelző Központot. Valamennyi obszervatóriumunk 1950–70 közt épült, vagy létesült, speciális rendeltetéssel, annak érdekében, hogy mindenkor eredményesen állhassunk helyt az operatív és kutatómunka legkülönbözőbb (prognosztikai, aerológiai, agrometeorológiai, stb.) területein. Az 1970-nel véget érő negyed évszázad mérlege tehát, úgy véljük, nem lebecsülendő: három intézetben és nyolc obszervatóriumban tevékenykedhetnek ma az MNK Meteorológiai Szolgálatának munkatársai.

Változatos a kép, ha most a népgazdaság gyakorlati igényeinek szempontjából elemezzük és érzékeltetjük kapcsolatainkat és problémáinkat. Így pl. a meteorológiai elemek hatásának pontos ismerete, az öntözővíz-szükséglet meghatározása és a várható terméseredmény előrejelzése a sok egyéb mellett éppúgy közös gondja az agrónomusnak és agrometeorológusnak, mint a jégesők elhárításának a gyakorlata.

A mezőgazdasági termelés növeléséért folyó kutatásunk eredményei közül azokat emeljük ki, melyek az öntözés ügyének érdekében valók. Az MNK Meteorológiai Szolgálatának intézetei fontos feladatuknak tekintik az öntözés előrejelzése módszereinek elterjesztését.

Arra törekszünk, hogy hazánk főbb éghajlati körzeteiben meteorológiai és hidrológiai tájékoztatók alapján hajtsák végre a fontosabb gazdasági növények öntözését.

Ugyancsak a mezőgazdasági termelés fokozása érdekében javasoltuk az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságnak a jégeső elhárítására vonatkozó tervünket. Mezőgazdaságunkban évenként mintegy félmilliárd forintba becsülhető a jégkár, ámde ma már tudományos és műszaki szinten ott tartunk, hogy megtalálhatjuk e hatalmas kár jelentős mérvű csökkentésének gyakorlati útjait.

Úgy véljük, az éghajlati atlaszok gyakorlati hasznát sem kell bővebben bizonygatnunk. Köztudomású, hogy szerte a világon a nemzeti atlaszok mielőbbi elkészítésére törekszenek, mert a Meteorológiai Világszervezet (WMO) világatlasz kiadását tervezi. Jelenleg a regionális atlaszok szerkesztése folyik. A WMO-val szerződést kötöttünk az európai régió csapadék- és hőmérsékleti térképeinek elkészítésére. Eddig 28 db-ot adtunk át, s újabban további 38 db kidolgozására kaptunk megtisztelő megbízatást.

Az atomerőművek és távvezetékek telepítése — az építőipar általában — csak növeli a megoldandó feladatok számát, s ezeknek sorában különösen azoknak a vizsgálatoknak van fontos meteorológiai vonatkozásuk, melyek a levegőt szennyező anyagok terjedésével foglalkoznak. A gyors ütemű ipari fejlődés — így van ez mindenütt — erjesztője annak az egyre bővülő problémakörnek, melyet ma az ipari meteorológiának nevezett alkalmazott diszciplína területére szoktunk utalni, különösképpen azért, mert e feladatok helyes megoldása az ipart érdeklő meteorológiai paraméterek ismeretét és számításba vételét semmiképp nem mellőzheti. Nyomatékkal szólunk a légszennyeződés terjedését alakító meteorológiai tényezőkről, azokról a jelentős erőket összpontosító kutatásokról, melyek az MNK Meteorológiai Szolgálatának intézeteiben már hét év óta folynak annak érdekében, hogy a múlthoz képest nagyobb segítséget nyújthassunk az ipari létesítményeket tervező mérnököknek.

A tudományos és technikai forradalom hatalmas lendületét jól érzékeljük mi meteorológusok is. Negyed évszázaddal ezelőtt a meteorológus vajmi keveset tudott pl. azokról a rétegekről, melyek a rádiószondák elérte maximális szint felett találhatók. Csak sejtett valamit — jól-rosszul megalapozottan — a légkör szerkezetéről, annak magasan fekvő részéről.

Ismereteink rohamos gyarapodása a rakéták és mesterséges bolygók fellövésének pillanatában indult meg. A közvetlenül mért adatok birtokában — jóformán má-

ról holnapra — naivnak bizonyult a légkör szerkezetéről alkotott képünk. Tüstént megállapíthattuk, Földünk légköre messzebbre terjed a térben, mint ahogyan azt addig föltételeztük. Kiderült, hogy a sugárzások minden fajtáját gyengítetlenül magába fogadó magaslégkör pompás fizikai laboratórium, páratlan a maga nemében, mert a földfelszínen aligha utánozható folyamatok észlelhetők benne. A hőmérséklet- és sűrűségváltozások kapcsán azt jegyezzük meg, hogy a valóság rácáfolt a képzeletre: az észlelt adatok rajzolta kép merőben más, mint a hipotetikus, bármennyire fantasztikusnak tűnt is ez valaha.

Még szaporíthatnók a legfelsőbb régiókban fölfedezett folyamatoknak változatos sorát, de most már kizárólag újabb ismereteink legfontosabbikára mutatunk rá, arra a fizikai realitásra, hogy légkörünk két, jól elkülöníthető részre osztható: a homoszférára, s a kereken 100 km magasság feletti heteroszférára. Jelenleg azt mondhatjuk, hogy a 100 km-ig terjedő homoszféra folyamatait a meteorológusok vizsgálják, de a heteroszféráit az ionoszféra-kutatók éppúgy, mint a fizikusok, geofizikusok és csillagászok, sőt még a kémikusok is. Mindebből ismételten azt állapíthatjuk meg, hogy a légkör komplex fizikája csak a természet diszciplinái alapos ismerőinek sokoldalú együttműködésével művelhető, s az sem kétséges, hogy a földi légkörről írandó monográfia nem tekinthető manapság könnyű vállalkozásnak.

Szükségszerűen következik az eddigiekből, hogy a meteorológiának, mert szoros szálak fűzik számos diszciplinához, fontos tudományos határproblémák megoldásában kell szüntelenül közreműködnie, és egyúttal arra is törekednie, hogy a népgazdaság gyakorlati igényeit önkritikusan, korszerű szinten elégítse ki. Nyilvánvaló, hogy e komplexitásnak szerves tartozéka az a kutatómunka, mely a meteorológia egy-egy részterületén folyik, vagyis annak a soha nem szűnő gondja, hogy a kutatómunka hatékonyságát is — adott anyagi lehetőségeink közt — mindenkor a legnagyobb mértékben biztosítsuk. Sokoldalú megfontolást kíván a témák optimális számának és tartalmának meghatározása, annak eldöntése, hogy a fejlesztési, alkalmazott és alap kutatások szoros láncának jelen- és jövőbeni súlypontjait hol, s hogyan helyezzük el.

E kérdésre adandó válaszukat a következők előrebocsátásával kezdjük: századunk eleje óta tudjuk, hogy a légköri folyamatok menete a hidro- és termodinamikai törvények alkalmazásával érthető meg, és éppen ezért elvileg régóta fennáll annak a lehetősége, hogy a várható időjárást matematikai-fizikai módszerekkel jelezzük előre. Kettős gát akadályozta azonban e dicséretre méltó, egzakt szándék valóra válását: Földünk gyér állomáshálózata, s az olyan számítógépnek a hiánya, mely pillanatok alatt végzi el a matematikai műveletek hatalmas tömegét.

Ismeretes, hogy valamely későbbi fizikai állapot meghatározása (a várható időjárás előrejelzése) csakis abban az esetben lehetséges, ha pontosan ismerjük a kezdeti állapotot (a pillanatnyi időjárási helyzetet). A valóság az, hogy a meteorológus ez utóbbit azért nem ismerheti jól, mert Földünk nagyobbik részén — óceánokon, tengereken, sivatagokon, sarkvidékeken és magas hegyeken — a megfigyelő állomáshálózat sűrűsége elégtelen, sőt bizonyos térségekben egyáltalán nem észlelnek. Földünk felszínének mindössze 20%-án rendszeres és kielégítő az időjárás megfigyelése, vagyis a légóceán roppant méreteihez képest csak csekélyke területen folyik a háromdimenziós időjárási folyamatok változásainak műszeres regisztrálása és szondázása (vízszintes és függélyes irányban). S mindezekhez vegyük még hozzá, hogy az időjárás alakulásának döntő okai többnyire azért nem eléggé tisztázottak, mert a légkör azon szektoraiban jelentkeznek, amelyekben felismerésük a gyér észlelőhálózat vagy a meteorológiai állomások hiánya miatt amúgy sem lehetséges.

A bonyodalmat még fokozza az a körülmény, hogy az észlelőhálózat konvencionális fejlesztése (állomások telepítése óceánokon, tengereken, sivatagokon stb.) tetemes költségekkel jár, s a gazdaságos megoldás útja hosszú évtizedeken át elképzelhe-

tetlen volt. A felröppenő mesterséges holdak oldották meg a problémát, mert ezek, ha megfelelő műszerrel, technikai berendezéseket hordoznak, „látják” a Földnek minden pontját, a szárazföldieket é. tengerieket egyaránt, azokat is, ahol megfigyelések sohasem folytak.

A hagyományos hálózat és megfigyelési módszerek további fejlesztése más problémát is fölvetett. Sokan vallották (és vallják ma is) azt a helytelen álláspontot, hogy az állomáshálózat sűrűségén, az észlelt, mért adatok szaporításán múlik fejlődésünknek jövőbeni jó vagy rossz sorsa. A tapasztalatok azonban nem ezt mutatták: hiába növekedett az állomások száma és a hagyományos megfigyelések adattömege, a kutatás nem szült jelentősebb eredményeket. Ehhez járult még annak számbavétele, hogy a megfigyelés nemcsak akkor igényel költséget, amikor végzik, hanem akkor is, és pedig többet, amikor az észlelt adatokat tárolják és feldolgozzák. Szükség volt tehát olyan vizsgálatoknak a megindítására, mely adatgyűjtő rendszerünk, megfigyelő hálózatunk racionális, gazdaságos sűrűségének eldöntését tűzte ki céljául.

Vizsgálatunk módszerét a homogén és izotróp turbulencia *Kolmogorov*-féle elméletére alapoztuk, és az elektronikus számítógép numerikus eredményei arra adtak választ, hogy az egyes meteorológiai elemek értékei mekkora valószínű hibával interpolálhatók — az állomáshálózat sűrűségétől függően — az állomások közötti területeken. Az 1962 óta folyó kutatásaink lényegében azt bizonyították, hogy a meteorológiai állomáshálózat sűrűségének épp úgy, mint a hagyományos műszerek és technikai berendezések szolgáltatva adattömegeknek optimális határuk van, azt túllépve csak a kutatásra szánt költségeket növeljük fölöslegesen, ámde a kutatómunka eredményességét és a szolgáltatások minőségét semmiképpen sem.

Világossá vált, hogy a korszerű eszközök (műholdak, számítógépek stb.) felhasználásával megszervezhető a légköri folyamatoknak globális szemléletű kutatása, s az is, hogy a nemzetközi szintézis biztosítása érdekében a módszereket összehangoljuk. Létrehozhatjuk a megfigyelő eszközök, állomások stb. egységes rendszerét, és törekedhetünk racionális elrendezésükre.

A hidrodinamikai és valószínűségi törvényszerűségek párhuzamos feltárása nyomán ma már nem azt helyes kérdeznünk, hogy mit, hanem korszerű fogalmazásban azt, hogy mit milyen pontosan ismerünk. A meteorológiai tényezőzők gazdasági hatásainak vizsgálatát is programunkba iktattuk, s egyre sürgetőbbé vált a mérések, az adatgyűjtés és feldolgozás automatizálása. Két irányban kell ma küzdenünk: a hagyományos úton nyert adatok mennyiségének indokolatlan növekedése ellen, de egyúttal azért is, hogy a meteorológiai műholdak hatalmas mértékben növekvő információit maximálisan hasznosítsuk a kutatás és operatív munka területén, s mindezt úgy, hogy ne rabjai, hanem urai legyünk az egyre halmozódó adattömegeknek. El kell érünk azt a célt, hogy értelmes és gazdaságos programokkal kössük le az elektronikus számítógépek nagy étvágyú kapacitását.

Vajon mit tettünk ezen a téren? A rádiószondák adását pl. ma már automatikus berendezés veszi, olyan módon, hogy a morze-abc-ben kisugárzott jeleket 10-es számrendszerben kódolja, s a mérések adatait — négy esztendő óta — számítógép dolgozza fel, gyorsabban és pontosabban, mint a múltban valaha. Ugyancsak számítógép ellenőrzi és dolgozza fel a csapadékmérések adatait. Előkészítettük más meteorológiai adatok gépi feldolgozásának programját, s természetesen egyre gyakrabban használjuk az elektronikus számítógépet a kutatómunka területén is.

Az imént vázoltaknak van egy közös vonásuk, nevezetesen az, hogy a felsorolt esetekben hagyományos mérésekről van szó, s a számítógépet csak adatok feldolgozásakor vesszük igénybe. E munkafolyamat azonban meggyorsítható, ha komplex formában automatizálunk, ha az adatokat — az emberi beavatkozást kikapcsolva — közvetlenül digitális formában állítjuk elő. Konstruktőrjeink eredményesen oldották

meg ezt a feladatot: a pestlőrinci Aerológiai Főobszervatóriumban működő digitális berendezésünk távgépírn írja és egyidejűleg szalagra lyukasztja a mért adatokat, s a lyukszalag közvetlenül betáplálható a számítógépbe. A Központi Meteorológiai Intézetben folyó adatfeldolgozás is az inémt vázolt technikai elveket realizálja a gyakorlatban. Az elsődleges 8 csatornás lyukszalagra vett adatokat mágnesszalagra visszük át. A számítógép sokoldalúan ellenőrzi ezeket az adatokat, majd elvégzi a szükséges számításokat, és a teljes anyagot publikációra kész formában nyomtatja ki. Mintegy 1000 csapadékmérő állomás adatainak gépi ellenőrzésére fejlesztettük ki módszerünket.

Ismereteink „passzív” felhasználásának terén az előrejelzés objektív módszereinek bevezetésére törekszünk. Ennek első lépéseként ugyancsak a manuális munkafolyamatok automatizálását tekintjük (az adatok ellenőrzését, a térképek rajzolását stb.), s a tájékoztatás akkor gépesíthető, ha a központi adattár mágnesszalagjairól a kívánt információ automatikusan megtalálható és kiírható. Növekedett az ipar, a mezőgazdaság, a közigazgatás, a közlekedés s a vízgazdálkodás számára készített új és speciális szolgáltatásoknak a száma. Ezeknek kölcsönhatásaként új tudományos problémák bukkantak fel. Ismereteink „aktív” felhasználási köre sem szűkült. A jég-elhárítás, ködösztatás (repülőtereken, forgalmi gócekban), öntözés és fagyvédelem gyakorlati megvalósítására került sor.

Mint már említettük, a korszerű meteorológiai kutatás elsősorban az objektív módszerek fejlesztésére összpontosul, s ezért alkalmas arra, hogy a gazdasági fejlődés támasztotta megújuló követelményeket állandóan kielégítse. Azt várjuk, hogy a döntő fejlődés a meteorológiai szolgáltatások mezsgyéjén következik majd be. A fejlődésre serkentő külső okok közül a következők mutatkoznak jelentősebbeknek: a társadalmi és gazdasági fejlődés fokozódó igényei; a műveltség és szakmai tudás növekedése az élet minden szektorában; — és nem utolsósorban — az új matematikai döntési módszereknek a megjelenése, melyek a „biztos bizonytalanság” nézőpontjából választják ki az optimális alternatívákat.

A fejlődést ösztönző belső feltételek sorában ismételten hangsúlyozzuk az objektív módszereknek még szélesebb körű bevezetését az időjárás előrejelzése és az éghajlati tájékoztatás területén, mert torzításmentes valószínűségi paraméterek is csak objektív módszerekkel határozhatók meg. Ezeken kívül sem nélkülözhetjük a meteorológiai tényezők hatásának szüntelen vizsgálatát a társadalmi és gazdasági életünk legkülönbözőbb területén, de az elektronikus számítógépet sem, mely az objektív módszerek igényelte matematikai műveletekkel vesződik, és szükségünk van olyan korszerű adattárra, melyben gépi hordozók (mágnesszalagok) tárolják az adatokat.

Napjainkban a szovjet és amerikai holdak rendszeres információt adnak a felhőrendszerek nagytérségű eloszlásáról, szerkezetéről, mozgásáról, felszínük sugárzási viszonyairól, és ezekből a hőmérsékleti és áramlási mezők, a légnyomási képződmények, vagyis a ciklonrendszerek mozgásának eddig még nem ismert karakterisztikáira következtethetünk. A műholdak (NIMBUS, ESSA) felhőképeinek rendszeres vételét 1967 decemberében kezdtük meg a pestlőrinci Aerológiai Főobszervatóriumban. Műszakilag megoldottuk az ATS-műhold képeinek vételét is. Fejlesztési terveink azt célozzák hogy újabb földi berendezés építésével a szovjet holdak jobb felbontású felhőképeinek rendszeres vétele is meginduljon, s ezeknek elemzése révén összefüggéseket állapítsunk meg a felhőrendszerek alakulása és a ciklonokkal, időjárás frontokkal kapcsolatos folyamatok aktivitása között.

Szót kell ejtenünk a meteorológiai rakéták hasznáról is. Ezek 100—180 km magasságig a levegő sűrűségéről, nyomásáról, hőmérsékletéről, áramlásáról, a légrétegek egyensúlyi állapotáról szolgáltatnak a meteorológus számára nélkülözhetetlen információkat. A meteorológiai rakéták adatai alapján a magaslégkör vizsgálatát a felső

sztrato- és mezoszférára (a homo- és heteroszférára) is kiterjeszthetjük. E kutatások távlati célja az, hogy az időjárási elemek magaslégtérbeli változását, a szél- és hőmérsékleti mező évszakos alakulását, a földi légkörzés (cirkuláció) ingadozását jobban értjük, mert az a szándékunk, hogy e feladatokat a légköri képződmények termodinamikai modelljei segítségével és az elektronikus számítógépek felhasználásával oldjuk meg, s ha ez sikerül: megjavulnak a rövid- és hosszútávú előrejelzéseink.

Kutatási témáink között vannak regionális jellegűek (pl. a regionális előrejelzések fejlesztése), de természetesen a népgazdaság igényeit kielégítők (mezőgazdasági és ipari tájékoztatás, az agrometeorológiai erőforrások feltárása, a vízgazdálkodás meteorológiai vonatkozásai stb.), irányított alap kutatások, melyek végső soron az időjárás mesterséges módosításának alapvető problémájához vezetnek el. A légkörfizikai kutatások eddigi eredményei ui. azt mutatják, hogy van lehetőség az időjárási folyamatok mesterséges módosítására. Ezért foglalkoznak kutatóink — laboratóriumokban és repülőgépeken — a felhőképződés mikrofizikai és kémiai vizsgálatával, s a közeljövőben ezért kezdjük meg a felhők szerkezetének kutatását időjárási radarral.

Hiányos lenne e rövid vázlat, ha a műszaki fejlesztéssel kapcsolatos elveinkről nem ejtenők e helyt néhány hangsúlyos szót. Vallottuk és valljuk, hogy a műszaki színvonal szakadatlan és módszeresen átgondolt fejlesztése nélkül nem képzelhető el hatékony operatív és kutatómunka, — ami talán még ennél is fontosabb — annak tudományosan megalapozott bizonyítása sem, hogy a meteorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonysága — a népgazdaság egészében mérve azt — valóban számottevő-e. E probléma létfontosságú jelentőségének tudatában iktattuk kutatási témáink közé a gazdasági hatékonyság kérdéseit, és örvendezünk annak is, hogy éppen a centenárium évében helyezhetjük üzembe elektronikus számítógépünket a Központi Meteorológiai Intézetben.

Szakfolyóiratunk gondozása is örömet jelent számunkra. Örömlőnknek egyszerű oka van: büszkék vagyunk arra, hogy az „Időjárás” szerkesztő bizottsági tagjai és szerzői között számos a külföldi, a nemzetközi hírvé tudós, a korrekt munkatárs és a jó barát. A folyóirat orosz, angol, francia, német és magyar nyelven írt tanulmányokat és cikkeket közöl, s 94 országba jut el rendszeresen.

Természetesen nemcsak az „Időjárás” hasábjai példazzák azt a soha nem szűnő szándékunkat, hogy részt vállaljunk a nemzetközi együttműködés ránk szabta feladataiból. A szocialista országokhoz fűződő kapcsolataink kifogástalanok, de nyugodt lélekkel állíthatjuk azt is, hogy — a békés egymás mellett élés elvét követve — gyümölcsöző kooperációt alakítottunk ki a más társadalmi rendszerekben élő országokkal is.

Nemzetközi kapcsolataink helyreállítása érdekében 1947-ben tettük meg az első lépést: delegációnk vezetője Washingtonban aláírta a WMO létrehozását kimondó egyezményt. Azóta rendszeresen veszünk részt a WMO-kezdeményezte világkongresszusokon, ülészakokon, konferenciákon és egyéb üléseken. Anyagi és személyi lehetőségeink arányában támogatjuk a WMO égisze alatt futó programokat (GARP, WSW, stb.). A WMO viszont különösképpen ösztöndíjak adásával nyújtja szakembereink számára azt a lehetőséget, hogy fejlett országokban tanulmányozhassák egy-egy speciális szakterületen a korszerű módszereket és technikát. Mindez a jó kapcsolatok ismérve, s jele annak, hogy a WMO elnöksége és titkársága reális szempontok szerint mérlegel, s ebben minden bizonnyal jelentős érdeme van a WMO elnökének, *A. Nyberg*nek, és főtítkárának, *D. A. Davies*-nek.

Centenáriumi számadásunk végéhez értünk. Úgy véljük, a felrajzolt kép látványa további optimizmusra serkent bennünket, arra, hogy felelősséggel örködünk megszerzett javaink felett, s becsüljük a másét, mert csak ilyen módon válhat szakmánk az egyéni életünk az egész emberiség javára. Ehhez kívánunk sok sikert a most induló második évszázadban.

Időjárás és közlekedés

— A magyar meteorológiai szolgálat centenáriuma készített tanulmány —

CSANÁDI GYÖRGY, közlekedés és postaügyi miniszter, Budapest

Weather and transport. (By Mr. Gy. Csanádi, Minister of Transport and Communication. The article was written on the occasion of the Centenary of the Hungarian meteorological service). After an analysis of the methods of investigations on the relations of transport and society it is stated that in a scientifically based organization of transport the detailed analysis of the connection between weather and transport is imperative. The author presents a detailed discussion of the weather effects manifesting themselves directly or indirectly in the different branches of transport (water-, air-, and land-traffic) whereby the order of the analysis of the effects is determined by their importance for the society.

*

Погода и транспорт. (Дьердь Чанади, министр путей сообщения и связи. Статья написана по случаю столетия Венгерской Метеорологической Службы.) После анализа методов исследования связей между транспортом и общественными условиями устанавливается, что в научно обоснованной организации транспорта является необходимым детальный анализ связей между погодой и транспортом. После этого автор детально рассматривает факторы погоды, оказывающие непосредственное или косвенное влияние на отдельные отрасли транспорта (водное, воздушное и сухопутное сообщение), и указывает, что порядок анализа этих эффектов определяется их значением для общества.

*

Az anyagi termelés fontos ága: a közlekedés, amely nélkülözhetetlen közvetítő szerepet tölt be a termelő és a fogyasztó között. A közlekedés tudományosan megalapozott munkája is e gyakorlati célok megvalósításának szolgálatában áll. A közlekedéstudomány műszaki, technikai, gazdasági kutatási célkitűzései között megtalálhatók mindazok a természeti, fizikai és élettani témák, amelyek a közlekedést közvetve, vagy közvetlenül befolyásolhatják.

A közlekedéstudomány különböző diszciplinái a közlekedés és a társadalom viszonyának kutatását természettani, fizikai, élettani stb. szempontból szervezik meg: a kutatási témák között az időjárás több fejezetet tölt ki. Az időjárás ugyanis sokszor mint elemi, természeti csapás közvetlenül befolyásolja a vasúti, a vízi, a légi vagy a közúti közlekedést, esetenként oly mértékben, amely ellen az emberi erő már tehetetlen, az emberi tudás még elégtelen. Máskor az időjárás közvetett hatásként befolyásolja a közlekedési dolgozók munkavégző képességét és így a közlekedés ütemét, biztonságát, teljesítőképességét veszélyezteti.

A közlekedési munka tudományos igényű megszervezése az időjárásnak e közvetlen és közvetett zavaró hatását kiküszöbölni, — ha lehet — megelőzni, illetve csökkenteni törekszik. A célok megvalósításához olyan alap kutatások szükségesek, amelyek:

a) feltárják az időjárás és közlekedés sajátos viszonyait, egymásra tett kölcsönhatását; és

b) megmutatják az utat a kedvezőtlen hatások kiküszöbölésének lehetőségeihez.

Az időjárás és a közlekedés kapcsolata, kutatásának módja és lehetőségei egyrészt a közlekedés különböző ágaitól függően módosulnak, másrészt az időjárásnak a közlekedés megfelelő ágazatára tett közvetett, vagy közvetlen hatásától függően más és más tudományág feladatául jelölhető meg. Ezért a közlekedéstudománynak e téren felemerülő elméleti, majd gyakorlati igényeit az időjárásnak a közlekedésre tett közvetlen, vagy közvetett hatásviszonyaitól és a közlekedési ágaktól függően kell felvázolnunk.

1. Valamennyi közlekedési ág közül a hajózás az, amelyet tevékenységében a természeti viszonyok a legnagyobb mértékben befolyásolnak. Ezek a befolyásoló hatások a belvízi utak vízjárása vonatkozásában természetesen elsősorban a belvízi hajózásnál és az úgynevezett kombinált — folyamtengeri — hajózásnál jelentkeznek, míg a meteorológiai hatások mind a belvízi, mind a tengeri, illetőleg óceáni hajózásnál megmutatkoznak. Ugyanez vonatkozik a jégjárás viszonyokra, a légáramlásokra, — szelekre, viharokra — a ködökre és a különböző csapadékformákra. Mindezek az elemek sok esetben kedvezőtlenül hatnak a hajózási teljesítményekre, s negatív hatásuk fokozottan jelentkezik a baleseti források között, amelyek nem egy esetben meteorológiai viszonyokra vezethetők vissza. A meteorológiai jelenségek váratlan, hirtelen bekövetkezése e kedvezőtlen hatásokat még fokozhatja.

Nyilvánvaló, hogy a meteorológiai megfigyelések, előrejelzések szerepe igen nagy, mert a meteorológia aktivitása nélkül ma már korszerű hajózásról nem beszélhetünk.

A folyamatban lévő munkák közül igen fontosak a belvízi hajózás operatív üzeme számára a hidrológiai és meteorológiai megfigyelések és prognózisok. Az időben előrejelzett jégviszonyok, gázlójelenségek, viharok fokozzák a hajózás biztonságát; ezen belül az emberi élet és az anyagi javak, eszközök megvédését.

A hajózásban a rádió- és radarberendezések alkalmazása növeli a biztonságot, de nem pótolhatja a kellő szakmai felkészültséget és körültekintést. A hajósoknak, tengerészeknek már a kiképzésnél nagy gondot kell fordítani széles körű ismeretek megszerzésére, éppen ezért hajósaink hidrológiai és meteorológiai képzést is kapnak.

Nem mulaszthatom el, hogy a magyar tenger, a Balaton hajózásával kapcsolatban elismerőleg ne nyilatkozzam a balatoni meteorológiai szolgálat megszervezéséről. A kellő előidejűséggel történő figyelmeztető viharjelzés évente számos emberéletet ment meg, megelőzi a vitorlázók, csónakázók, úszók életveszélybe jutását.

A Dunabizottság XXI. közgyűlésen — 1963 évben — határozatot hozott, hogy a 16 m/sec-nál nagyobb sebességű szelek veszélyesek a dunai hajózásra, és éppen ezért ajánlást dolgozott ki ezek előrejelzésére. A magyar meteorológiai szakértők a közgyűlésen bejelentették, hogy az említett év közepétől a Duna magyarországi szakaszán működésbe helyezik a vihar-előjelző szolgálatot. Tárgyalta a Dunabizottság a köd előrejelzését és az információtovábbítást olyan ködök esetén, amidőn a látótávolság 1000 m alá csökken. Határozat született arra nézve, hogy a már érvényes hidrológiai és meteorológiai ajánlások a vihar- és ködelőjelzésre is kiterjedjenek. Az említett ülésszakon a Dunabizottság vizsgálta mintegy 120 csapadékmérő-állomás jellemzőit és tevékenységét, s megállapította azokat a csapadékmérő állomásokat, amelyekről tájékoztatót kell továbbítani a 10 napi csapadékösszegekről az érdekelt országok számára, vízállás-előrejelzések készítése céljából. A Dunabizottság az említett ajánlások kidolgozása során mindig figyelembe veszi a Meteorológiai Világszervezet (WMO) vonatkozó „Guide”-jait (irányelveit). Ez is bizonyítja azt a jó kapcsolatot, amelyet a Budapesten székelő Dunabizottság a WMO-val fenntart; ugyanakkor az Országos Meteorológiai Szolgálat már említett nemzetközi hírűvére jellemző, hogy a WMO a Dunabizottság közgyűlésén több esetben magyar meteorológussal képviseltette magát.

A hajózás szempontjából fontos előrejelzésekre vonatkozóan megállapítható, hogy különbséget kell tenni a hosszútávú és a rövidtávú előrejelzések között. A rövidtávú meteorológiai időjárás előrejelzések nyújtotta szolgáltatás kielégíti a vele szemben támasztott követelményeket. A hosszútávú előrejelzéseknél a hajózás céljait a vízállás- és jégjárás előrejelzés szolgálja, ezekhez pedig elengedhetetlenek a hosszútávú meteorológiai előrejelzések. Jóllehet ismerjük azokat a nehézségeket, amelyekkel a meteorológiai hosszútávú előrejelzések találkoznak, bízunk abban, hogy a me-

teológiai szondák, meteorológiai műbolygók szolgáltatta komplex információk megfelelő tudományos felkészültségű feldolgozása a hosszútávú meteorológiai előrejelzések gyakorlati alkalmazhatóságát is lehetővé fogja tenni.

Tudomásunk van arról, hogy az Országos Meteorológiai Intézetben készül egy, az egész Duna-medence csapadékviszonyait jellemző izohiétákat (csapadékeloszlási görbéket) tartalmazó térkép, amely elősegíti a Duna-medence klimatikus viszonyainak még alaposabb megismerését és kiindulásként szolgálhat a statisztikai előrejelzési módszerek feldolgozásához.

Jóllehet nincs szoros kapcsolatban az Országos Meteorológiai Szolgálat fennállásának 100 éves évfordulójával a meteorológiai tevékenység tengerhajózási vonatkozásainak ismertetése, tengerhajózásunk folyamatosan figyelemmel kíséri az általa hajózott útvonalak körzetében a rövidtávú (24—48 óras) időjárási előrejelzéseket, melyek közül a Fekete-tengeren, Odessza, Konstanza, Várna, a Márvány-tengeren Bandirma és Gölcük; az egész Földközi-tenger térségében pedig Malta meteorológiai adóállomásának előrejelzési információit hasznosítja. A 6200 tonnás típusú tengeri hajóinkkal immár az Atlanti-óceánon is megjelentünk, s a jövő fejlődése még nagyobb tengeri egységek beszerzése felé mutat, ezért különleges jelentősége lesz óceáni hajózásunkban a meteorológiai navigációnak, amire jövő tengerész nemzedékünk oktatásánál természetesen már most figyelemmel vagyunk.

2. *Az időjárás közvetlen hatása legalább olyan mértékben érvényesül a légiközlekedésben is, mint a hajózásnál.* Amióta az embernek sikerült a repülést megvalósítania, a meteorológia és a repülés igen szoros és kölcsönös együttműködésbe lépett egymással. Egyrészt a repülés biztonsága nélkülözhetetlenné teszi a repülés útvonalán az időjárási prognózist, illetőleg a tényleges időjárási helyzet ismeretét, másrészt a mind nagyobb magasságokban megvalósult rendszeres légiközlekedés lehetővé tette a meteorológia számára az aktuális információk mind szélesebb körű gyűjtését.

A meteorológiai kutatás fejlődése és a légiközlekedéssel történő együttműködésének szoros megszervezése nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a légiközlekedés menetrendszerűsége lényegesen javuljon. A repülés oldaláról a technikai fejlődés az időjárási körülményekhez való alkalmazkodás tekintetében azt igényelte, hogy a mikro-meteorológiai viszonyok pontos felderítésén kívül a repülés mind nagyobb mértékben függetlenné válhasson a kedvezőtlen vagy szeszélyes időjárási körülményektől. Így valósult meg az a törekvés, hogy a korszerű légiközlekedési repülések zöme az időjárási viszonyoktól kevésbé befolyásolt nagy magasságú légterekben, 8 km fölött valósuljon meg. A repülőgépek fedélzeti radarberendezései lehetővé teszik a gép előtt uralkodó időjárási viszonyok, viharfrontok felderítését és elkerülését. Természetesen ez nem segít a fel-, illetve leszállás fázisaiban, ezért az időjárási viszonyok pontos jelzése a repülőterek környezetében és magán a repülőtéren is egyre nagyobb jelentőségűvé vált.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a légiközlekedés közötti együttműködést több év óta erre vonatkozó megállapodás rögzíti. Ennek keretében a meteorológiai eszközöket és az időjelző-szolgálatot az OMI tartja fenn, a légiközlekedés a megfelelő helyiségeket bocsátja rendelkezésre, üzemben tartja a meteorológiai berendezéseket, és megszervezi az információk kölcsönös felhasználását. A légiközlekedés gyors fejlődése, az űrrepülés megvalósulása elősegíti a meteorológiai tudomány és az időjárási prognózis jelentős fejlődését. Értelemszerűen az ilyen értelmű tevékenység nagy térségre kiterjedő nemzetközi együttműködést kíván, amelyben a légiközlekedésen belüli módszerek és a meteorológiai világszervezet módszerei lényegében azonosak. A jövő feladatait illetően számolnunk kell azzal, hogy a ferihegyi repülőtéren a nagy sebességgel le- és felszálló repülőgépek kívánatos biztonsági szintjének fenntartása érdekében fejleszteni kell az aktuális időjárási viszonyok műszeres mérését mind a le-

szállópálya végein, mind közbenső helyen. Ez egyaránt vonatkozik a vízszintes és függőleges látástávolságra.

Az elmúlt években a jelentősen kifejlődő mezőgazdasági, egészségügyi és vízügyi repülés egyre nagyobb tevékenységet fejt ki az ország légterében, még hozzá abban az alacsony légterben, ahol az időjárási viszonyok hatása igen jelentős. Több esetben előfordult, hogy a vidéki repülőtereken tárolt gépek a kellőképpen előre nem jelzett viharos szél hatása következtében a földön felborultak és összetörték. Ezek a körülmények arra utalnak, hogy a nem közforgalmú repülés és a meteorológiai szolgálat közötti együttműködést a veszélyes helyzetek előrejelzése érdekében tovább kell fejleszteni.

3. *Az időjárásnak a vasúti közlekedésre tett hatása a hajózásnál és légiközlekedésnél kisebb mértékű.* A hatalmas gőz- és villamos energiát használó vasúti közlekedés csak a kivételes időjárási viszonyokra érzékeny. Ilyenek a hóviharak, orkánok, hófúvások, stb. Velük szemben a vasúti közlekedés ma még tehetetlen, illetve ezeket a közvetlen hatásokat — a költséges műszaki szervezettség mellett — csupán mérsékelni, enyhíteni képes.

A meteorológia szerepe a vasúti közlekedés vonatkozásában kétirányú segítséget nyújt:

Távprognózisok útján megbízható segítséget ad a téli felkészülés intenzitásának mértékéhez. Sok esetben éppen a távprognózisok adnak alapot pl. a mezőgazdasági termelés várható alakulására és ezzel kapcsolatos közlekedési feladatok mértékére. A mezőgazdasági termelés betakarítása éppen a kritikus őszi forgalomra esik, ezért igen fontos szerepe van a meteorológiai előrejelzéseknek.

A rövid távra szolgáló időjárásjelentések szintén hasznos eligazítást adnak az áru- és személyfuvarozásra való közvetlen felkészüléshez, amelyet egyik közlekedési szakág szem nélkülözhet.

4. *A közúti közlekedés az időjárásváltozás szempontjából szintén érzékeny.* A különböző származású légtesteknek a megfigyelt földrajzi helyen való átvonulása, ezen átvonulás sebessége nem csupán közvetett hatást fejt ki a közúti és részben a vasúti közlekedésre, hanem az emberi szervezetre tett közvetlen, s így a közlekedésre kifejtett közvetett hatása is jelentős. A hazai, majd ennek nyomán a külföldi közlekedés-meteorológiai kutatások azt a megfigyelést igazolták, hogy a légtestek átvonulásának, cseréjének néhány órási időtartama alatt mind a közlekedési szabálysértések, mind pedig a balesetek jelentős mértékben halmozódnak. Az időjárási és élettani folyamatok ezen függése a kutatások szerint szoros és nem csupán a közúti, hanem a vasúti, sőt a közlekedést kiszolgáló ipari balesetek halmozódásában is igazolható. Az időjárásnak az emberi szervezetre tett élettani hatása a legszorosabb függést a közúti balesetek halmozódásában mutatja, közvetlenül ezután az üzemi balesetek, illetve a vasúti balesetek közötti korrelációs értékek következnek.

A közlekedés-meteorobiológia e ponton kapcsolódik egyrészt a társadalomtudományok hatástani fejezetéhez, másrészt pedig a balesetmegelőzés tudományos problémáihoz.

A közlekedés-meteorobiológiának és a közlekedés-meteorofiziológiának eredményei gyorsan közkinccsé váltak. Ezen ismeretek széles körű elterjedése a balesetmegelőzésnek újszerű formáihoz vezetett.

A balesetmegelőzési szolgálatnak egyik eszköze a jogi szabályozás. A közlekedésbiológiai kutatások ugyanis kimutatták, hogy egyrészt az alkohol-, másrészt pedig a különböző élnékítő és nyugtatószerek fogyasztásának időjárásélettani komplex hatása a közlekedési szabályok súlyos megsértéséhez és a balesetek halmozódásához vezetett. Ezért úgyszólván valamennyi európai állam a közlekedési jogi szabályozás alakját fogadta el a balesetmegelőzés egyik fontos kiindulópontjául. A hazai jogalko-

tás e téren kezdeményező volt: az alkoholfogyasztás tilalmát 1953. évben, a gyógyszer fogyasztását pedig 1962. évben vezette be a közlekedési jog szabályai közé. A hazai példát rövidesen követte a csehszlovák, az osztrák, az angol, a német, a francia stb. közlekedési jogszabályozás is.

Tömegtájékoztatási szolgálatunk is felhívja egyes esetekben — még nem rendszeresen — az egészségügyi szolgálat figyelmét a várható meteorológiai folyamatoknak a különböző kóros állapotokra tett hatására; javaslatot tesz pl. a műtétek oly időpontra való elhalasztására, amidőn a kedvezőtlen időjárás-élettani tényezők hatása csökken, stb.

Más európai országok, főleg a közúti közlekedésben résztvevő személyek nagy száma miatt, közlekedés-meteorológiai előrejelző szolgálatot szerveznek, amely prognosztikai munkájával elsősorban a közúti balesetmegelőzés szolgálatában áll. Ez a közúti közlekedési időjárásjelző szolgálat (pl. Ausztriában) rendszeres adásban hívja fel az úton lévő autósok, motorosok figyelmét az időjárási folyamatokra s helyzetekre, továbbá a várható időjárásváltozások balesettani stb. következményeire is. Ezek a közlekedési időjárási jelentések azonban nemcsak az időjárásváltozás biológiai elemeire hívják fel a közúti közlekedésben résztvevők figyelmét, hanem az időjárásváltozás egyéb következményeire is. Részletesen közlik a felhőzet, a széljárás, a csapadék, a levegő páratartalma stb. adatait, a közúti látási viszonyokat, a további látás korlátozottságának fokát, a köd kiterjedését, helyét, sűrűségét, vagy a csapadék mennyiségét stb.; kitérnek az időjárásváltozás által befolyásolt utak állapotára, síkosságára, a hótörleszkek jelenléti helyére, nagyságára stb. Az újabb közlekedés-meteorológiai kutatások eredményei tükröződnek az időjelző szolgálat azon adataiban is, amelyek az időjárási folyamatoknak emberi szervezetre tett hatására hívják fel a figyelmet. Az alkalmazott meteorobiológiai sajátos területéről és feladatáról van szó, amelynek célja népgazdasági és társadalmi szempontból fontos tájékoztatás, és így a balesetmegelőzés. A közlekedés és az időjárás kapcsolata tehát eléggé összetett. Ez a kapcsolat egyrészt elméleti téren való együttműködést igényel, másrészt pedig közös összefogást a gyakorlati kérdések megoldására.

Felismerve, hogy az időjárásnak az élő szervezetre tett biológiai hatása tudományosan igazoltnak mondható, sőt más élettani tényezőkkel együttesen hat az élő szervezetre, befolyásolja annak teljesítőképességét az élet különböző területén, ezért a közlekedés, a balesetmegelőzés gondolata további együttműködést sürget

- a) az időjárásélettani kérdések megoldásában és
- b) a balesetek megelőzésében

az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium különböző szervei között. Az együttműködés célja: a közlekedésben résztvevők és a közlekedési szakszolgálat tájékoztatása az időjárási folyamatok várható hatásáról, továbbá a közlekedési balesetmegelőzésnek olyan új hathatósabb alakjának megteremtése, amely egyrészt az ügyi tájékoztatás balesetmegelőzési céljait szolgálja, másrészt a kedvezőtlen élettani hatások következményeinek csökkentése érdekében a szakszolgálati ellenőrzés erőteljesebb aktivizálását van hivatva biztosítani.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium közötti együttműködés eddig is eredményes volt, és jól betöltötte hivatását. Köszönet illeti ezért a 100 éves jubileumát ünneplő Országos Meteorológiai Szolgálatot, amelynek további munkája és a közlekedéssel való kapcsolat erősítése nemcsak tudományos, hanem gyakorlati területen is újabb sikereket ígér.

Об экономической эффективности гидрометеорологического обслуживания народного хозяйства в СССР

В. И. Корзун, Гидрометеорологическая служба Союза ССР, г. Москва

On Economic Effectiveness of the Hydrometeorological Service for the National Industry in the USSR. The report shows the value of economic effectiveness of the hydrometeorological service for the National Industry in the USSR and basic principles of its evaluation. Use of the hydrometeorological information (outcomes of observations, forecasts, warnings on dangerous phenomena, evaluated parameters and other kinds of information) in the various fields of industrial activity when planning industry development, designing and construction of the factorial, energetic, transport and civil buildings and constructions and setting of their operational schedules, planning and implementation of agricultural operations are considered in the report. Examples of effective use of the hydrometeorological information in specific fields of industrial activity with following monetary evaluation of the economy gained are also given in the report.

*

Метеорологические и гидрологические явления и процессы, происходящие в атмосфере и гидросфере, оказывают существенное влияние на жизнь и деятельность человека.

Это влияние по мере развития экономики науки и техники не уменьшается. Более того, человеческое общество все больше и больше проявляет заинтересованность в изучении, учете и рациональном использовании климатических, агрометеорологических и водных ресурсов.

В последние годы во многих странах уделяется значительное внимание вопросам оценки эффективности метеорологического или соответственно гидрометеорологического обслуживания хозяйственной деятельности. Этой проблеме Всемирная Метеорологическая Организация в 1968 г. на XX сессии Исполнительного Комитета посвятила специальную научную дискуссию.

Гидрометеорологическая служба СССР придает большое значение созданию методов оценки экономической эффективности обслуживания народного хозяйства и систематическому осуществлению такой оценки. Это вызвано рядом причин. Наиболее важными из них являются следующие.

Во-первых — получение объективной оценки деятельности службы, выраженной в денежном эквиваленте затрат на содержание службы в сравнении с экономией, полученной от использования гидрометеорологической информации. Во-вторых — обоснованная система анализа и оценки эффективности обслуживания, позволяющая улучшать методы и содержание обслуживания каждой отрасли народного хозяйства.

Под гидрометеорологической информацией понимаются различные виды данных и сведений о прошлом и текущем состоянии погоды и водных объектов, климатические, агрометеорологические и гидрологические режимные характеристики; прогнозы ожидаемого состояния погоды, агрометеорологических и гидрологических условий; предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях и процессах и другие сведения, характеризующие состояние воздушной и водной оболочки Земли.

Области применения гидрометеорологической информации исключительно разнообразны и обширны.

Правильная оценка климатических, агроклиматических и водных ресурсов (их величины, изменчивости во времени и пространстве) и своевременное использование гидрометеорологической информации планирующими, проектными и хозяйственными организациями, позволяет получить более высокий экономический эффект от капитальных вложений, выделяемых государством для развития народного хозяйства, при производстве промышленной и сельскохозяйственной продукции, при эксплуатации всех видов транспорта и при осуществлении других видов хозяйственной деятельности.

Особенно важное значение имеет своевременный учет неблагоприятных гидрометеорологических условий — низких и высоких температур воздуха, сильных ветров, ливневых осадков, наводнений, туманов, гололеда и других явлений, которые серьезно затрудняют деятельность многих производственных отраслей

хозяйства, разрушающе действуют на сооружения, сельскохозяйственные посевы, леса, почвы и тем самым наносят большой материальный ущерб.

Знание сложившихся и ожидаемых гидрометеорологических условий позволяет более рационально организовать производственный процесс, а также принять меры защиты от неблагоприятных явлений, уменьшить ущерб от их воздействий и избежать человеческих жертв.

При разработке методических основ оценки эффективности гидрометеорологического обслуживания народного хозяйства приходится считать с тем, что невозможно создать универсальную методику и систему такой оценки.

В практике деятельности Гидрометеорологической службы СССР различают два вида гидрометеорологической информации по возможности оценки ее экономической эффективности. К первому виду относится информация, использование которой в народном хозяйстве поддается количественному учету. К второму виду — относится информация, которая, хотя и имеет важное народнохозяйственное значение, но количественную оценку эффективности такой информации осуществить сложно или невозможно.

В настоящем обзоре преимущественно рассматривается использование в хозяйственной деятельности первого вида информации.

Прежде всего следует подчеркнуть, что эта информация будет ли она представлена в виде количественных характеристик климата и режима вод, в виде фактических или расчетных значений физического состояния атмосферы или водной среды, в виде гидрометеорологических прогнозов различной заблаговременности или в виде других сведений используется самостоятельно или в сочетании с другой, не гидрометеорологической информацией, в качестве исходной (основной):

а) при составлении государственных планов размещения производительных сил;

б) в строительном проектировании (нормативные гидрометеорологические характеристики);

в) при составлении планов на различные периоды времени эксплуатации наземного, воздушного и водного транспорта, проведения сельскохозяйственных работ, производства промышленной продукции, выработки тепловой и электрической энергии, производства строительных работ, использования водных ресурсов для целей водоснабжения и ирригации и для осуществления других видов хозяйственной деятельности;

г) при разработке и проведении мероприятий по защите народнохозяйственных объектов и населения от воздействия неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений и процессов.

1. Использование гидрометеорологической информации для перспективного планирования народного хозяйства

При планировании размещения производительных сил и при составлении перспективных планов развития отдельных отраслей народного хозяйства наиболее необходимой и широкоиспользуемой гидрометеорологической информацией является:

— оценка климатических ресурсов основных природно-экономических зон страны и районирование ее территории по важнейшим климатическим показателям, учет которых необходим для: размещения сельскохозяйственных культур и освоения под сельскохозяйственное производство новых земель; составления топливных и энергетических балансов; разработки проектных заданий (технико-экономических докладов) и типовых проектов зданий и сооружений, в связи с строительством промышленных транспортных, энергетических объектов, новых городов и других населенных пунктов;

— количественная и качественная оценка водных ресурсов, особенно по территории экономически развитых и перспективных, в ближайшие годы, для промышленного и сельскохозяйственного развития районов; текущие и перспективные водные балансы по бассейнам наиболее крупных рек, озер, водохранилищ;

— характеристики редко повторяющихся и аномальных гидрометеорологических явлений и процессов, пагубно влияющих на экономику страны и представляющих опасность для населения;

— оценка влияния хозяйственной деятельности на гидрометеорологические явления и процессы и на загрязнение атмосферы и природных вод.

II. Использование гидрометеорологической информации при строительном проектировании

При проектировании промышленных, транспортных, энергетических, водохозяйственных объектов и сооружений, а также гражданских зданий, метеорологические и гидрологические параметры имеют исключительно важное значение для определения технических и эксплуатационных характеристик и расчета конструкций, которые в итоге определяют прочность сооружений и экономичность строительства.

В строительном проектировании в качестве расчетных гидрометеорологических параметров наиболее часто используются:

— средняя (годовая, месячная, декадная, суточная или за другие периоды) температура воздуха, а также максимальная и минимальная температура воздуха повторяемостью, принимаемой в зависимости от вида и класса сооружений (один раз в 5, 10, 15, 20, 50, 100 и более лет);

— средняя скорость ветра, максимальная и минимальная скорости ветра различной повторяемости;

— среднее и максимальное количество осадков за определенные интервалы времени и их интенсивность;

— комплексные климатические характеристики, например, сочетание низких температур, высокой влажности воздуха и сильного ветра, что определяет условия наружных работ, особенно в северных районах, потери тепла в зданиях и другие эксплуатационные показатели;

— средняя, наибольшая и наименьшая глубина промерзания почвы, что особенно важно для определения глубин заложения фундаментов и коммуникаций;

— средняя и наибольшая толщина отложения гололеда соответствующей повторяемости, принимаемой для различного класса линий электропередач и связи;

— экстремальные, среднемноголетние и внутригодовые характеристики стока рек, уровней воды и многие другие гидрометеорологические данные.

Экономическая эффективность от использования гидрометеорологических материалов в строительном проектировании образуется за счет следующих основных компонентов:

1. Снижения расходов на гидрометеорологические изыскания (организация сети станций и постов, проведение экспедиционных обследований) в районах намечаемого строительства. Из опыта проектно-изыскательских работ в СССР известно, что стоимость гидрометеорологических изысканий составляет 8—10% от общих ассигнований на весь комплекс проектно-изыскательских работ.

2. Снижения стоимости строительства за счет уменьшения значений расчетных гидрометеорологических параметров, принятых проектными организациями. Уменьшение значений расчетных гидрометеорологических параметров (скорости ветра, толщины отложения гололеда, высоты снега, высоты ветровой волны и т.д.) влечет уменьшение ветровых, гололедных, снеговых, волновых нагрузок на сооружения, уменьшение толщины стен зданий, за счет уточнения минимальных температур и соответствующих им скоростей ветра и влажности воздуха, уменьшение размеров водопропускных сооружений (труб, мостов) на автомобильных и железных дорогах, в результате уточнения максимальных расходов дождевых паводков. Уменьшение значений расчетных гидрометеорологических параметров основывается на применении усовершенствованных научными учреждениями Гидрометслужбы методов гидрометеорологических расчетов и на использовании дополнительной гидрометеорологической информации, полученной от организации новых станций и постов, а также в результате проведения экспедиционных исследований.

3. Уменьшения аварий сооружений и снижения ущерба от простоев транспорта, промышленных предприятий, снижения мощности гидравлических и тепловых электростанций, разрушения линий электропередач и связи, которые могут произойти в результате занижения расчетных гидрометеорологических параметров, опасных для эксплуатации сооружений и технических средств.

Применение этих положений можно пояснить на двух примерах: *Пример 1* — В том случае, если бы не существовало метеорологической службы и ее станций, проектные организации вынуждены были бы организовать метеорологические наблюдения в районах предполагаемого строительства своими силами и средствами. Установлено, что в этом случае необходимо дополнительно расходовать

в среднем 5000 руб. (от 2000 до 8000 тыс. руб.) на каждый миллион рублей капитальных вложений, что составляет около 2,5 млн. руб. в год.

Пример 2 — Для расчетов ветровых и гололедных нагрузок на сооружения линий гальней электропередачи вся территория Советского Союза разбита на 5 климатических районов, для каждого из которых определена расчетная величина отложения гололеда повторяемостью 1 раз в пять и десять лет.

Так, на основании метеорологических наблюдений до 1950 г. территория Ульяновской области по величине отложения гололеда на электропроводах относится к 3-му климатическому району (расчетная толщина стенки гололеда 15 мм).

В результате наблюдений за 1950—1965 гг. установлено, что величина отложения гололеда на электропроводах на территории этой области в действительности не превышает 10 мм. Уменьшение расчетной толщины отложения гололеда на 5 мм, позволяет снизить стоимость линий электропередачи 220 киловольт в среднем на 1 тыс. руб. на 1 км сооружаемых линий.

На территории Ульяновской области общая протяженность проектируемых линий электропередачи составляла 1 000 км, что позволило от внедрения новых климатических данных получить экономический эффект в размере 1.000.000 руб.

В том случае, если при проектировании транспортного или промышленного сооружения расчетная величина гидрометеорологического параметра была занижена (например, максимальная скорость ветра, толщина отложения гололеда и т.п.) и это повлекло разрушение сооружений и материальный ущерб, экономическая эффективность определяется как разность между материальным ущербом от разрушений и дополнительными затратами на строительство этих сооружений при расчете на уточненные гидрометеорологические характеристики.

Используя огромный материал наблюдений гидрометеорологической сети, а также результаты научных исследований пространственной изменчивости гидрометеорологических элементов, в последние годы Гидрометеорологическая служба осуществляет разработку методов расчета важнейших климатических и гидрологических параметров для строительного проектирования. Результаты этой работы включаются в виде специальных разделов общегосударственных стандартов «Строительных норм и правил» или в виде «Технических указаний», обязательных для применения во всех проектных организациях.

III. Использование гидрометеорологической информации для планирования текущей производственной деятельности

При планировании текущей производственной деятельности (на 1—3 суток и более) в ряде отраслей промышленности, транспорта, строительства вместо характеристик текущей погоды (предполагая, что она сохранится без существенных изменений на планируемый период) в расчетах используются прогнозы погоды. Это дает существенный экономический эффект.

В качестве примера можно привести оценку эффективности использования суточного прогноза температуры воздуха при составлении графиков работы тепловых станций в г. Москве. Для программирования работы этих станций используется суточный прогноз температуры воздуха, составляемый Гидрометеорологическим центром СССР.

По получении такого прогноза, главный диспетчер теплосети Мосэнерго, пользуясь эксплуатационными графиками для каждой тепловой станции, определяет среднюю температуру воды в градусах, которая должна подаваться в сеть и, соответственно, величину отпуска тепла.

Используя эти величины как исходные, диспетчер устанавливает режим работы каждой тепловой станции на сутки вперед.

При отсутствии прогноза погоды диспетчер Энергосистемы при составлении графика работы станций на последующие сутки обычно принимал температуру воздуха текущего дня. При такой системе планирования, в случае повышения температуры воздуха, имел место перерасход топлива, а в случае понижения, не обеспечивалось поддержание необходимой температуры воздуха в промышленных зданиях и в квартирах населения.

При использовании прогноза погоды, имеющих оправдываемость — не ниже 80%, указанные издержки исключаются.

Расчеты показали, что при использовании прогнозов погоды для планирования работы тепловых станций, экономия топлива оценивается в среднем 20—30 тыс. руб. за отопительный сезон по каждой тепловой станции.

Другой пример из строительной практики. Известно, что сильные ветры, ливни, гололед, туманы, низкие температуры воздуха серьезно затрудняют производство наружных строительных работ и существенно удорожают стоимость строительства.

Использование прогнозов погоды при составлении графиков производства работ на 1—3 дня вперед, позволяет более правильно использовать строительные механизмы, рабочую силу, обеспечить сохранность строительных материалов и в среднем на 20—30% снизить ущерб от неблагоприятных метеорологических условий.

Особенно эффективно использование прогнозов, которыми предусматривается усиление ветра скоростью 12 м/сек и более. При таких скоростях ветра строительные краны прекращают работу, а технические средства и рабочая сила используются на других видах строительных работ.

Исключительное значение имеет применение гидрометеорологической информации в сельском хозяйстве. Важнейшими видами такой информации, используемой в масштабе всей страны, территорий союзных республик, автономных республик, территорий краев и областей являются:

- состояние перезимовки озимых культур с оценкой степени их повреждения к началу возобновления весенней вегетации;
- фактическая и ожидаемая на различные периоды года влагообеспеченность сельскохозяйственных полей в пахотном и метровом слое почвы;
- состояние развития основных сельскохозяйственных культур и влияния на них метеорологических условий, а также оценка возможного урожая;
- состояние пастбищной растительности в районах отгонного животноводства, садовых и других ценных культур, в зоне их выращивания;
- фактическая и ожидаемая водность рек в районах орошаемого земледелия на вегетационный период.

Перечисленные и другие виды информации позволяют планировать виды и сорта посевных культур; распределение семенного фонда; устанавливать оптимальные сроки сева, применения удобрений и проведения других видов агротехнических работ; определять режим орошения; планировать проведение уборки сельскохозяйственной продукции и других сельскохозяйственных работ.

Экономический эффект использования гидрометеорологической информации в указанных сельскохозяйственных работах огромен, но он не поддается полному расчету.

В то же время, насколько значительным может быть этот эффект, проиллюстрирую на одном примере.

В 1967—1969 гг. совхозы и колхозы на территории трех районов Калужской области при посеве, выращивании и уборке картофеля (основная культура в этой области), применяли агрометеорологические рекомендации и на их основе агротехнические приемы, которые составляли агрометеорологи Института экспериментальной метеорологии, на основе созданной ими методики.

Систематическое применение этих рекомендаций, базирующихся на метеорологических и агрометеорологических наблюдениях, проводимых в каждом колхозе и совхозе за осадками и влажностью почвы, над температурой воздуха и почвы, за фазами развития картофеля и фитофторой, при учете месячных, периодных, а в отдельных случаях и суточных прогнозов погоды позволило добиться в период 1967—1969 гг. ежегодного увеличения урожая на 23 ц/га в сравнение с другими районами области, находящимися в одинаковых почвенно-климатических условиях, но колхозы и совхозы которых не пользовались агрометеорологическими рекомендациями.

В денежном расчете этот прирост дает колхозам и совхозам ежегодную дополнительную прибыль в размере 630,0 тыс. рублей, а в пересчете для всей территории Калужской области он может дать прибыль в размере 6,2 млн. руб.

Наиболее существенным в агрометеорологических рекомендациях являлось определение оптимальных по погодным условиям сроков посадки картофеля, сроков, частоты и характера обработки почвы, мероприятий по борьбе с фитофторой, сроков уборки урожая.

Другим видом эффективного обслуживания сельского хозяйства является борьба с градом и заморозками.

Созданными в СССР методами и техническими средствами в настоящее время, защищается от града около 3,0 млн. га ценных сельскохозяйственных культур.

Ежегодно, в результате предотвращения градобитий, сельское хозяйство получает экономию в размере 20—25 млн. рублей.

На основании прогнозов об ожидаемых заморозках в сельском хозяйстве производится защита (путем дымления, орошения и других средств) садов, овощных и технических культур. Применение защитных средств позволяет уменьшить потери урожая на защищаемых участках на 20—40%. При этом экономическая эффективность использования метеорологических прогнозов определяется как разность прибылей, полученных от урожая с защищаемых и не защищаемых участков — садов, виноградников, посевов хлопчатника или других технических культур.

В практике работы водохозяйственных органов СССР широко используются прогнозы водности рек (месячные и квартальные прогнозы притока воды) для планирования работы водохранилищ, гидроэлектрических станций, оросительных систем, водного транспорта и других отраслей.

До использования прогнозов, при составлении планов производственной деятельности в указанных выше отраслях, применялись в качестве исходных данных — средние многолетние данные о водности. Переход к использованию для планирования прогнозов, позволил в среднем на 10—15% повысить эффективность эксплуатации водных ресурсов и получить значительные дополнительные прибыли.

Только для двух гидроэлектростанций на р. Волге (Куйбышевской в Волгоградской) ежегодное увеличение выработки электроэнергии за счет использования гидрологических прогнозов ожидаемой водности и наполнения водохранилищ, составляет около 400 млн. кв. часов, что в денежном выражении составляет 4 млн. рублей.

В начале обзора указывалось, что особенно важное значение для развития экономики и оповещения населения, имеет своевременное предвидение неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений.

В 1969 г. на территории СССР наблюдалось немало таких явлений (значительные холода, штормовые и ураганные ветры, обильные снегопады и дожди, высокое половодье на отдельных реках и другие).

Своевременные прогнозы и предупреждения заинтересованных организаций о возможности возникновения и масштабах таких явлений, позволили предотвратить ущерб приблизительно на 700—800 млн. рублей и избежать человеческих жертв.

В этом обзоре изложен ряд соображений по принципам оценки экономической эффективности гидрометеорологического обслуживания народного хозяйства в СССР и приведены отдельные примеры пользы такого обслуживания.

За пределами этого обзора остались многие области использования гидрометеорологической информации, например, при обслуживании авиации, мореплавания, рыбного хозяйства, железнодорожного, речного и автомобильного транспорта, лесного хозяйства и других видов хозяйственной деятельности.

Из сопоставления затрат государства на содержание и развитие Гидрометеорологической службы с поддающимся учету экономическим эффектом использования гидрометеорологической информации в народном хозяйстве следует, что этот эффект во много раз превышает затраты.

В то же время в процессе расширения и совершенствования гидрометеорологического обслуживания хозяйственной деятельности, мы все больше и больше убеждаемся в том, что коэффициент полезного действия в этой области может быть значительно повышен.

Решению такой задачи многотысячный коллектив Гидрометслужбы СССР и посвящает свои усилия.

*

A SZOVJETUNIO NÉPGAZDASÁGÁNAK NYÚJTOTT HIDROMETEOROLÓGIAI SZOLGÁLTATÁSOK GAZDASÁGI HASZNA

A légkörben és a hidroszférában végbemenő meteorológiai és hidrológiai jelenségek és folyamatok lényeges és egyre növekvő befolyással vannak az ember életére és tevékenységére.

A Szovjetunióban nagy figyelmet szentelnek annak a kérdésnek, hogy mi a gazdasági haszna a hidrometeorológia által a népgazdaság különböző ágai számára nyújtott szolgáltatásoknak. Ez az értékelő tevékenység lehetővé teszi, hogy mélyrehatóbban tanulmányozzuk a gazdasági tevékenység specifikus sajátosságait és e te-

vékenységnek a meteorológiai és hidrológiai tényezőktől való függését, ami viszont a hidrometeorológiai szolgálat tevékenységének tökéletesítését segíti elő. Ugyanakkor egy másik célt is elérünk: pénzben kifejezve szembe állítható a szolgálat fenntartásának költsége azzal a megtakarítással, amely a hidrometeorológiai információ, idejében történő felhasználásából adódott.

Hidrometeorológiai információ alatt értik az észlelési eredményeket, mindenfajta prognózist, a veszélyes jelenségekkel kapcsolatos figyelmeztetéseket, az éghajlati és hidrológiai változások számítási paramétereit, valamint egyéb más olyan információt, amely felvilágosítást ad a Föld lég- és vízburkáról.

A hidrometeorológiai információk idejében történő és helyes felhasználása lehetővé teszi, hogy az állam által a népgazdaság fejlesztése céljából végzett befektetések gazdaságilag hatékonyabbak legyenek mind az iparban, mind a szállítási és energetikai berendezések felhasználásánál, az ipari és mezőgazdasági termelésben, és abban elhárítják vagy csökkentik a veszélyes jelenségek és folyamatok által okozott károkat.

A hidrometeorológiai szolgáltatások gazdasági hatékonysága kiértékelésének módszertani alapjait megtalálni igen bonyolult és nehéz feladatot jelent.

A termelőerők elhelyezésének megtervezésénél, valamint a népgazdaság egyes ágai perspektivikus fejlődési terveinek összeállításánál a hidrometeorológiai információk következő fajai kerülnek leginkább alkalmazásra:

— Az ország természeti-gazdasági övezetei éghajlati forrásainak kiértékelése és a terület körzetesítése a legfontosabb klimatológiai paraméterek szerint. Mindezek figyelembevételére feltétlenül szükséges a mezőgazdasági termelés fejlesztéséhez, fűtőanyag- és energetikai mérlegek készítéséhez, valamint az ipari- és lakóházépítkezés típustervezéséhez.

— A vízi erőforrások mennyiségi és minőségi értékelése, folyó- és perspektivikus vízmérlegek;

— A gazdaság számára káros, a lakosság számára pedig veszélyes ritkán ismétlődő és anomális hidrometeorológiai jelenségek és folyamatok jellemzői.

— A gazdasági tevékenység befolyása az időjárásra és éghajlatra; vízi objektumok állapota és változásai.

Különösen nagyjelentőségű a hidrometeorológiai információknak az építéstervezés terén betöltött szerepe. A meteorológiai és hidrológiai paramétereket közvetlenül alkalmazzák a konstrukciók számításánál, továbbá az épületek és berendezések optimális technikai és kihasználási karakterisztikájának meghatározásánál.

A hidrometeorológiai információknak az építéstervezésben történő felhasználása, ennek gazdasági hatékonysága a következő feltételektől függ:

1. A tervezett építkezés helyén a hidrometeorológiai felmérések költségeit csökkentik, és helyette a hidrometeorológiai hálózat adatait használják fel. Évi átlagban ez a fajtájú megtakarítás 2,5 millió rubelt jelent.

2. Az építkezés költségeinek csökkentése oly módon, hogy pontos hidrometeorológiai paramétereket alkalmazunk az épületek és berendezések megterhelésének, hőizolációjának (szélmegterhelés, hó és zúzmaralerakódás, léghőmérsékleti és talajhőmérsékleti ingadozások stb.) kiszámításával, valamint a vízáteresztő és más berendezések és objektumok optimális méretének kiválasztásával, amelyek nagymértékben függenek a hidrometeorológiai feltételektől.

Példaképp felhozható, hogy az Uljanovszk területén lévő magasfeszültségű villamosvonal (110–200 kilovolt) tervezésénél a pontosabb szél- és zúzmaramegterhelési számítások egyedül ezen az egy területen 1 millió rubel megtakarítást eredményeztek.

3. Az építményeket érő károsodások megelőzése vagy csökkentése, a szállítási eszközök vagy ipari vállalatok leállási idejéből eredő kárcsökkenések, a hidraulikus és

hőelektromos művek kapacitásának csökkentése, a távvezetékvonalak és elektromos távközlési eszközök károsodása, amelyek annak folytán állhatnak elő, hogy nem kellő megalapozottsággal kisebbre vették a számított hidrometeorológiai paramétereiket.

A folyamatos termelési munka megtervezésénél a népgazdaság különféle ágaiban egyre szélesebb körű alkalmazásra találhatnak a különböző lejáratú időjárási és hidrológiai előrejelzések. Az előadás több példát hoz erről a területről. Így különösképpen ismerteti, hogyan kerülnek felhasználásra az időjáráselőrejelzések a hőfejlesztő állomásokon, a hidrológiai előrejelzések pedig a villamosenergia kimunkálásánál a hidraulikus állomásokon.

Igen különböző alkalmazási területei vannak a hidrometeorológiai információknak a mezőgazdasági termelés területén. A burgonyatermesztéssel kapcsolatban adott különleges tájékoztatók felhasználása a kaluzsai kerületben azt eredményezte, hogy a termés általában hektáronként 23 mázsával nőtt (az egész területen elért többletjővedelem a burgonyatermelésben évente kb. 6 millió rubelt tesz ki).

Igen nagy jelentőségű a gazdaság fejlesztése és a lakosság tájékoztatása szempontjából a kedvezőtlen és veszélyes hidrometeorológiai jelenségek idejekorán történő előrejelzése. Így például 1969-ben az idejekorán adott prognózisok lehetővé tették, hogy körülbelül 700–800 millió rubel kárt hárítsanak el, amelyeket olyan jelenségek okoztak volna, mint például a bőséges eső és áradások, az igen erős hidegek, viharos szelek stb.

Ha szembeállítjuk azokat a költségeket, amelyek az államot terhelik a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának fenntartásáért és fejlesztéséért azokkal az összegekkel, amelyek a hidrometeorológiai információk következtében a népgazdaság javát szolgálják, kitűnik, hogy az utóbbi sokszorososan felülmúlja a fenntartási kiadásokat

On the Economical Efficiency of the Meteorological Activities

R. CZELNAI, F. DÉSI, D. SZEPESI, *Meteorological Service of the Hungarian People's Republic, Budapest*

A meteorológiai tevékenység gazdaságosságának kérdései. A tanulmány szerzői annak a vizsgálatnak előzetes eredményeiről számolnak be, amelynek célja az Országos Meteorológiai Szolgálat keretében folytatott tevékenység gazdasági hatásainak felmérése. Általános tájékozódás érdekében megkísérelték 11 főbb gazdasági ágazat rangsorolását, annak kimutatására, hogy ezekkel kapcsolatban mekkora a meteorológiai szolgáltatások haszonpotenciálja. Ideális szolgáltatásokat és azok teljes kihasználását feltételezve a teljes haszonpotenciál értékét a nettó nemzeti termelés 6,6%-ára, azaz 15,3 milliárd forintra becsülték. — További lépésben elemezték a szolgáltatások iránt mutatkozó felhasználói igények ágazatok közötti megoszlását, a Meteorológiai Szolgálat működésére fordított kiadások megoszlását és a ténylegesen realizált gazdasági haszon becsült értékeit. Arra az eredményre jutottak, hogy a Szolgálat 1968 évi 33,8 millió forintos költségvetéséből fenntartott szolgáltató kapacitást az ágazatok egyenlőtlen mértékben veszik igénybe. Legnagyobb az igénybevétel foka az ipar és a légiközlekedés részéről és viszonylag alacsony a mezőgazdaság részéről, pedig az utóbbi ágazatban a szolgáltatások haszonpotenciálja kiemelkedően nagy. Az 1968-ban ténylegesen elért haszon-értékét 196 millió forintra becsülték, de kimutatták, hogy a meglévő szolgáltató kapacitás egyenletes igénybevétele esetén ugyanabban az évben 467 millió forint lett volna elérhető. A szolgálat hatékonyságát jelző haszon/költség index értéke a tényleges haszon alapján számolva 5,8, a könnyen elérhetőnek vélt 467 millió alapján számolva pedig 13,8 adódott.

*

Вопросы экономичности метеорологической службы. Авторы делают доклад о предварительных результатах исследований, имеющих целью оценку экономических эффектов деятельности, проведённой в венгерской метеорологической службе. Для общей информации авторы составляют порядок 11 важнейших отраслей народного хозяйства для того, чтобы доказать потенциал прибыли отдельных метеорологических обслуживаний. Предполагая оптимальные услуги и полное использование их, авторы установили, что полный потенциал прибыли составляет 6,6% тотальной продукции народного хозяйства, т.е. 15,3 миллиарда форинтов. — Как дальнейшие этапы этой работы подверглись анализу распределение меры использования этих услуг по разным отраслям народного хозяйства, а также распределение издержек деятельности метеорологической службы, и оцененную стоимость фактически реализованной экономической прибыли. Результат этих исследований было, что разные отрасли народного хозяйства в разной мере используют мощность услуг метеорологической службы, содержанной бюджетом 33,8 миллионов форинтов (в 1968 г.). В самой значительной мере используют метеорологические услуги промышленность и гражданский воздушный транспорт, а с другой стороны доля сельского хозяйства является относительно низкой, вопреки того, что в этой отрасли народного хозяйства потенциал прибыли услуг является чрезвычайно высоким. Фактически достигнутая прибыль в году была оценена на 196 миллионов форинтов, но было также доказано, что в случае равномерного использования мощности услуг она в том же самом году составила бы 467 миллионов форинтов. Как индекс прибыли (расхода, показывающий эффективность метеорологической службы, авторы на основе фактической прибыли установили величину 5,8, а в случае вышеупомянутых, легко достигаемых 467 миллионов они получили 13,8.

*

The analysis of the economical efficiency of the meteorological activities became an actual problem all over the world, a fact that may be explained by the following two reasons:

1. Meteorologists are generally quite convinced that their activities are definitely useful and they would be able to contribute to the economical development of their countries very effectively. On the other hand one is under the impression that — for the time being — the actually realized benefits of the meteorological services are rather poor, the "users" are reluctant to demand what they could, and badly use

the little what they demand. Therefore, meteorological authorities all the world over share the opinion that the potential benefits of the various meteorological activities should be investigated and properly advertised.

2. Modern national meteorological Services have developed into more and more sophisticated organizations, they dispose of expensive technical equipment and various groups of specially trained personnel. The maintenance and the development of these Services require far-seeing planning activity: to assure the education and training of the body of scientific and technical personnel, to decide the optimum allocation of investments, and last not least, to adapt themselves to the steadily changing and constantly increasing tasks they are required to fulfil. In the course of preparatory work for long range planning, one has to elucidate the role played by a particular national Service within the structure of the national economy and, based on this appraisal an optimum internal structure of the Service is to be worked out for certain periods of coming years. The basis for all this planning is laid down by a scientific prognosis or in other words by an analysis and extrapolation of the trends in the development of the economical efficiency of various meteorological activities.

As far as the Meteorological Service of the Hungarian People's Republic is concerned, the first analysis of economical efficiency was initiated in 1967, at the time of the preparation of the new deal of national economy. At that time, the prominent task consisted in a revision of the former financing system of this Service, since the steadily increasing public requirements were involving costs that in some instances could not be covered within the frames of budget estimates. For finding a solution to this problem before all, an attempt was made to get a survey of policies followed by Services abroad. Thus, letters were sent to several meteorological Services in Europe and Overseas, asking for opinions about financing the costs of various specialized activities which were to be made on users' demands. The comprehensive and valuable answers to the questions thereby obtained have been since then used with good results.

As a further step, repeated assessments of the situation were made by distributing questionnaires among users of meteorological services in this country, for obtaining a survey of users' requirements. In addition, specialized symposia have been organized in order to make publicity for meteorological Services delivered. Outstandingly good results were obtained in the field of industrial meteorology. In scarcely three years, the total income from contracts in industrial meteorology has increased about 15 times. This escalation rendered circumstances favourable for the initiation of a new activity directed to surveying the economical efficiency of meteorological services. This time, the work was done already in co-operation with national economists and experts in the fields in which the application was made. In carrying out these investigations the few fundamental methodological possibilities reviewed in Planning Report No. 17. of the World Meteorological Organization were primarily taken into account. Accordingly, both statistical surveys and direct case-studies have been involved into the programme. The statistical surveys were based partly on information from official sources and partly on the evaluation of questionnaires. The case-studies, on the other hand, involved the thorough and complex investigations of certain specific activities made for given users' groups. The scope of the present paper is to review the currently obtained results of this work.

Ways of realizing the economical benefits of the meteorological activities

Before all, some considerations are to be made about the mechanisms which enable meteorological Services to exert economical influences through their activities. To this point it is to be stressed that a service rendered by a meteorological

authority cannot be anything else but certain kind of information. Consequently, meteorological activities in themselves cannot result in any economical benefit, except if economical decisions are made on the basis of the information presented.

The interrelations between information and decision are controlled by a strategy which is to be followed by the user if he wishes to obtain optimal economical results within a given period ($T - T_0$) of time. Such strategies or decision schemes can be mathematically formulated by a so-called target-function: Z :

$$Z = \int_{T_0}^T z(X_1, \dots, X_N) dt \quad (1)$$

in which the various functions X_i (for $i = 1, \dots, N$) are the so-called decision variables:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_1(Q_1, \dots, Q_n) \\ X_2 &= X_2(Q_1, \dots, Q_n) \\ &\vdots \\ &\vdots \\ X_N &= X_N(Q_1, \dots, Q_n) \end{aligned} \quad (2)$$

These decision variables assume definite values for the given combinations of the environmental conditions Q_k (for $k = 1, \dots, n$) and indicate the necessity of a certain decision.

In determining the decision variables X_i , the principal aim is to fulfil the condition:

$$Z = \text{optimum} \quad (3)$$

which condition may consist, according to the nature of the problem to be solved, either in maximum gain or in minimum loss.

Among the various environmental conditions Q_k , let be Q_r one of the meteorological conditions having influence on the optimum selection of the decision variables X_i . This meteorological condition may be expressed in the general case by a combined probability distribution of a number of meteorological parameters ξ_j (for $j = 1, \dots, m$), mostly in the form of the probabilities of exceeding a given threshold value a_j ($j = 1, \dots, m$):

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_r [P(\xi_1, \dots, \xi_m; a_1, \dots, a_m)] \\ Q_{r+1} &= Q_{r+1} [P(\xi_1, \dots, \xi_m; a_1, \dots, a_m)] \\ &\vdots \\ Q_{r+e} &= Q_{r+e} [P(\xi_1, \dots, \xi_m; a_1, \dots, a_m)] \end{aligned} \quad (4)$$

The dependence of the decision variables X_i on the environmental conditions Q_r (formulae [2]) can be determined by a complex economical and meteorological analysis. It should be noted that the target function Z (equation [1]) is not merely containing the effect exerted by certain meteorological conditions on the production process itself, but it contains all the side-effects as well, through which the partial processes of production are affected by the same meteorological conditions. The consideration of these side effects greatly influences the results of an economical analysis.

The execution of such analysis is for the time being in an initial stage. An in-

vestigation has been already carried out for the appraisal of the benefit of meteorological services in the design and efficient operation of centralized district heating plants. According to the issues of this investigation, which may be regarded as yet only as partial results: the number of day — degrees (a parameter for the design of heating systems) could be reduced from 33 to 31 centigrades and the economical effect of this reduction was estimated to some 7 million Forints annually. This estimation was based on the assumption that the extension of the district heating network will progress at the present rate (i. e. 100 thousand new flats will be connected in five years). Forecasts of daily mean temperatures and strong winds may lead, according to calculations, to a reduction of operational costs by additional 5 million Forints annually. Thus in this particular field a saving of 12 million Forints is foreshadowed, which is indeed a negligibly small amount of money in comparison to the GNP of the country, nevertheless it is representing a reasonable sum if compared to the budget estimates of the National Meteorological Service.

Even more impressive results are expected from the surveys initiated to explore the benefits of the meteorological activities in the fields of the electrical power industry, road transportation, road construction and building industry. These investigations however, have not yet reached the stage at which their results may be reported.

General orientation

Before undertaking the statistical surveys, it is advisable to secure a general inquiry into the potential benefits obtained (or obtainable) in the activities of the various user groups in national economy. Such an inquiry has been carried out e.g. in the United States by R. M. White. He prepared a list of the main branches of the national economy by arranging user groups into a tabulation to express the weather influence rank of those groups. A similar inquiry was made in Hungary by considering 11 user groups, and the resulted ranking is shown in Table I. Such presentations of weather influence rank, however, have two essential deficiencies. Firstly, the sensitivity of the various groups to weather influences is generally not proportional to the degree in which meteorological information may be used by these groups. As an example, agriculture is more exposed to weather influences than air transport, nevertheless, there is no doubt that in the latter field there is a relatively better possibility for exploiting meteorological information. Secondly, the simple ranking presented in Table I. does not express the great differences of the benefit potentials in the various fields. Therefore, a second ranking was made which was to express the possibilities

TABLE I — I. TÁBLÁZAT

Weather influence rank

Gazdasági ágazatok rangsorolása időjárástól való függésük mértéke szerint

1. Agriculture	Mezőgazdaság
2. Air transportation	Légiközlekedés
3. Water supply and control	Vízgazdálkodás
4. Forestry	Erdőgazdaság
5. Construction	Építőipar
6. Land transportation	Felszíni szállítás
7. Energy production	Energiaipar
8. Recreation, tourism	Idegenforgalom
9. Merchandising	Kereskedelem
10. Communications	Hírközlés
11. Manufacturing & mining	Ipar és bányászat

TABLE II — II. TÁBLÁZAT

Relative economic benefit potentials of meteorological services to user groups

Meteorológiai szolgáltatások relatív haszonpotenciálja

1. Air transportation	Légiközlekedés	35%
2. Agriculture	Mezőgazdaság	20%
3. Construction	Építőipar	7%
4. Water supply and control	Vízgazdálkodás	6%
5. Land transportation	Felszíni szállítás	5%
6. Forestry	Erdőgazdaság	5%
7. Energy production	Energiaipar	4%
8. Recreation, tourism	Idegenforgalom	3%
9. Merchandising	Kereskedelem	2%
10. Communications	Hírközlés	2%
11. Manufacturing & mining	Ipar és bányászat	1%

for increasing the efficiencies i. e. the net production of the given user groups in a quantitative form of percentual values, for the case of ideal and completely exploited meteorological services. These estimated percentual values of potential benefits are summarized in *Table II*. The estimations were mostly obtained by collating and cross-checking the personal opinions propounded by outstanding experts in the respective fields. Those opinions were based to some extent on experience, but more often on competent speculations. Most experts wished to stress that besides the directly observable beneficial effects of the various services there were indirectly triggered influences which were often observed in distant fields of activities. It often happened e.g. that the vast benefits gained from better organization were partly to be ascribed to meteorological services, noticing that no organized activity could be carried out efficiently if this activity was subjected to unexpected weather influences. Although the greater part of industrial activities may be sufficiently protected from interfering environmental events, as production is done in the interior of closed buildings, nevertheless, delays in transportations or troubles in water or energy supplies may disturb organized work, diminish production and deteriorate quality. Needless to say that transport and storage as well as water and energy supplies are strongly influenced by the weather and thus indirectly the industrial production itself must also be in-

TABLE III — III. TÁBLÁZAT

Gross national product rank

Gazdasági ágazatok rangsorolása a nettó nemzeti termelésben való részesedésük szerint (1968)

Groups	Ágazatok	10 ⁹ Forints milliárd Ft	%
1. Manufacturing	Ipar	90,4	40,4
2. Agriculture	Mezőgazdaság	55,7	24,9
3. Merchandising	Kereskedelem	33,0	14,7
4. Construction	Építőipar	20,3	9,1
5. Land transportation	Felszíni szállítás	11,2	5,0
6. Energy production	Energiaipar	3,8	1,7
7. Recreation, tourism	Idegenforgalom	3,2	1,4
8. Communication	Hírközlés	2,7	1,2
9. Forestry	Erdőgazdaság	1,9	0,8
10. Water supply	Vízgazdálkodás	1,6	0,7
11. Air stransport	Légi közlekedés	0,2	0,1
Total—Összesen		224,0	100,0

fluenced. Generally speaking it may be stated that the greater the degree of organization of a system, the more the necessity arises to have forecasts and controls over the environmental factors which may influence that system.

It is also to be taken into consideration that certain industrial plants are sources of air pollution and water pollution, i. e. they are regarded upon as influencing factors of human environment. Therefore, the protection of social interests affords public laws requesting that industrial plants shall bear legal responsibility and a great deal of thereby emerging expenses. Efficiency is, of course, influenced by these additional expenses and, as a consequence it is remunerating for the industrial enterprises if by using meteorological information they work out such investment alternatives which equally fulfill the social interests and the particular financial interests of the enterprises concerned. This is shown by the fact that 73.2% of all the contractual service products issued by the Central Meteorological Institute in the year 1968 were for industrial purposes. The volume of this work increased, in the course of the last three years 15 times and there is a further trend of rapid development, a situation which would be unthinkable if these services were not of the highest utility.

In constructing *Table II.*, in addition to the estimations made by a number of experts in Hungary, certain data were extracted from reports on investigations carried out in other countries. In spite of all these efforts, however, the percentual values listed in the table are to be regarded upon only as rough approximations.

The next step of the investigation was the compilation of *Table III.* where a new ranking of the considered 11 branches of the national economy was presented expressing their contributions to the GNP (Gross National Product) in Forints as well as in per cents. It should be remarked, that for the same year (1968) the *brutto national production* was of 633 billion Forints, to which the 11 economical branches have contributed 574 billion Forints. From this has been derived the net production of 224 billion Forints.

The comparison of *Tables II.* and *III.* allows an estimation of the theoretical benefit potentials which could be reached in the various branches of economy in a case of ideal and fully exploited meteorological services. Figures in *Table IV.* were obtained under the above assumption and they show that the benefit obtainable in this country by an ideal meteorological Service could amount to some 15.3 billion Forints annually, that is to some 6.8 per cents of the national net production. It

TABLE IV — IV. TÁBLÁZAT

Absolute economic benefit potential of services to user groups

Egyes ágazatok részére végzett szolgáltatások abszolút haszonpotenciálja

Groups	Ágazatok	10 ⁹ Forints milliárd Ft	%
1. Agriculture	Mezőgazdaság	11,1	72,4
2. Construction	Építőipar	1,4	9,1
3. Manufacturing	Ipar	0,9	5,9
4. Merchandising	Kereskedelem	0,7	4,5
5. Land transportation	Felszíni szállítás	0,6	3,9
6. Energy production	Energiaipar	0,2	1,3
7. Water supply and control	Vízgazdálkodás	0,1	0,7
8. Recreation, tourism	Idegenforgalom	0,1	0,7
9. Forestry	Erdőgazdaság	0,1	0,7
10. Air transportation	Légiközlekedés	0,07	0,5
11. Communications	Hírközlés	0,05	0,3
Total — Összesen		15,32	100,0

should be immediately remarked that the realization of such a perfectly effective meteorological Service is, for an incalculable time, rather an utopy as meteorologists are as yet neither in the possession of the necessary scientific knowledge, nor of the technical facilities, and not even of the capitals to cover the costs of the establishing of the now conceivable best operational system. It is very probable that for the time being the costs of the realization of the estimated maximum (potential) returns would be higher than the value of the expected benefit itself. Without, however, indulging in further speculations of a rather abstract nature, *Table IV.* may be used to obtain a picture about an imaginary allocation of the human and material resources of the meteorological Service among those activities that would have to serve the interests of the considered 11 branches of economy if the inherent potential benefit — as a long-range possibility — had a decisive influence on the proportions in the distribution of the incoming demands for services.

TABLE V — V. TÁBLÁZAT

Break-down of users' demands for services

Felhasználók igényeinek megoszlása szolgáltatásonként

Groups Ágazatok	Statistical service Statisztikai adat- szolgáltatás	Special expert opinion Speciális szakvéle- mény	24-hour forecast 24 órás előrejelzés	4-5-day forecast 4-5 napos előrejelzés	15-day forecast 15 napos előrejelzés	Average* cost Átlagos ráfordítás volumene
1. <i>Agriculture</i> Mezőgazdaság	27,0	10,4	0,5	5,0	42,5	11,4
2. <i>Manufacturing</i> Ipar	10,6	73,2	1,5	21,8	11,5	23,3
3. <i>Construction</i> Építőipar	21,3	1,1	2,5	24,7	11,2	8,5
4. <i>Merchandising</i> Kereskedelem	1,1	0,1	2,0	3,2	4,6	2,2
5. <i>Land transportation</i> Felszíni szállítás	3,0	0,6	10,0	19,3	4,0	9,0
6. <i>Energy production</i> Energiatermelés	5,0	1,1	5,5	6,5	4,4	5,4
7. <i>Water supply and control</i> Vízgazdálkodás	12,5	8,6	7,0	3,2	5,3	8,6
8. <i>Recreation, tourism</i> Idegenforgalom	3,5	0,1	1,0	2,5	1,7	1,5
9. <i>Forestry</i> Erdőgazdaság	1,0	—	—	1,1	3,0	0,6
10. <i>Air transportation</i> Légiközlekedés	—	—	50,0	0,3	—	29,3
11. <i>Communications</i> Hírközlés	—	0,6	—	0,7	—	0,2
<i>economical groups</i> anyagilag ágak együtt	85,0	95,8	80,0	88,3	88,2	100,0
<i>social groups</i> nem anyagilag ágak	15,0	4,2	20,0	11,7	11,8	—
Total — Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	—

* Classified only for economical groups, (csak anyagi ágak szerinti megoszlásban)

The actual proportions in the distribution of the users' demands are, of course, quite different. In order to show this actual distribution *Table V.* has been compiled using the data which were made available by the respective divisions and sections of the Service. There are six columns of percentual figures in the Table, from which the first five columns give the distributions of the users' demands *within* certain categories of services (namely: statistical information, specialized advisory opinions, 24-hour forecasts, 4-5-day forecasts, and 15-day forecasts). Each column of per cents totals up to 100, but it should be noticed that the total demands, expressed in volumes of necessary work and funds, are quite different for each of the five categories of services. Therefore, rather complicated calculations were to be made in order to obtain a generalized percentual distribution of users' demands. The results of these calculations are presented in the sixth column of *Table V.*, and they express the percentual volumes of work needed to fulfil the demands of the several given branches of economy. If these latter figures are compared to the percentual figures in *Table IV.* they will clearly demonstrate that the distribution of measurable demands does not follow the distribution of the potential benefits estimated for ideal conditions. The most striking example is shown by the agriculture, as the percentual volume of its demands is much smaller than the theoretically expected one. This problem will be discussed later.

Next angle of assesment was the analysis of the actual allocation of funds within the National Meteorological Service among the activities serving the benefits of the various branches of economy. It should be mentioned that such an assesment is usually rather involved, as the various sections of the Meteorological Service are mutually supported by each other and the volumes of such cooperative work must also be taken into consideration. One possible way to carry out this evaluation is to

TABLE VI — VI. TÁBLÁZAT

Break-down of wage fund among activities carried out by the Meteorological Service (Non organizational grouping)

Munkabéralap megoszlása az Országos Meteorológiai Szolgálat által folytatott tevékenység ágai között (nem szervezeti felosztás)

			%
<i>Fundamental activities</i> Alaptevékenység	Direction, management	Irányítás, ellátás	23
	Surface observations, processing, archiving	Felszíni megfigyelés, adatfeldolgozás, tárolás	23
	Upper air observation, processing	Magaslégköri megfigyelés, feldolgozás	8
<i>Research & Development</i> Kutatás, fejlesztés	Climatology	Éghajlati és légkörfizikai kutatás	9
	Physics of the atmosphere	Dinamic meteorology, numerical methods.	4
	Instrument development	Műszerszerkesztés	2
<i>Services</i> Szolgáltatás	Short-, medium- and long range forecasts	Rövid és távelőrejelzés	12
	Aviation meteorology	Repülésmeteorológia	8
	Storm-warning, service	Balaton-i viharjelzés	1
	Agricultural meteorology	Mezőgazdasági meteorológia	6
	Industrial meteorology	Ipari meteorológia	3
	Communications	Hírközlés	1

assemble the data from the payrolls as well as the other expenses into a matrix and to determine the summation procedures through which, from certain elements of the matrix, the desired costs may be derived. Results of these calculations are contained in *Tables VI. and VII.* By regrouping the data and by expressing them in per cents *Table VIII.* was obtained from which it is seen that the operational costs of the National Meteorological Service are nearly equally distributed among the expenses for a) agriculture, water supply and forestry; b) manufacturing, construction, merchandizing and energy production; and c) the various branches of transportation.

Turning back to the last column of *Table V.* which shows the percentual volumes of work needed to fulfil the demands of the given branches of economy and comparing these figures with the values contained in *Table VIII.* it is readily seen that the rates of exploitation of the various sections are somewhat out of balance. The rate of exploitation was assumed to be 100 per cents in the case of the servicing capacities in attendance of air traffic. For the other branches rates of exploitation have been determined in relation to the respective figures concerning air traffic. The λ values thereby obtained are shown in the first column of *Table IX.* while the second column contains the exploited fractions of the respective costs. These values were obtained by multiplying the full costs figuring in the last column of *Table VII.* by the corresponding factors λ . Finally, the last column of *Table IX.* shows the percentual distribution of exploited costs among the services rendered to the given branches of economy.

TABLE VII — VII. TÁBLÁZAT

Break-down of total costs among services provided for user groups in million forints

A teljes ráfordítás megoszlása az egyes gazdasági ágazatok részére nyújtott szolgáltatások között (1968 évi adatok)

<i>Groups</i> Ágazatok	<i>Direct labor</i> Közvetlen bér	<i>Total labor</i> Összes bér	<i>Additional costs</i> Egyéb költség	<i>Full costs</i> Teljes ráfordítás
1. <i>Agriculture</i> Mezőgazdaság	0,48	1,8	6,6	8,4
2. <i>Manufacturing</i> Ipar	0,28	0,9	2,5	3,4
3. <i>Construction</i> Építőipar	0,40	1,4	3,5	4,9
4. <i>Merchandising</i> Kereskedelem	0,04	0,1	0,5	0,6
5. <i>Land transportation</i> Felszíni szállítás	0,25	0,8	2,0	2,8
6. <i>Energy production</i> Energiaipar	0,24	0,7	2,0	2,7
7. <i>Water supply and control</i> Vízgazdálkodás	0,32	1,1	2,5	3,6
8. <i>Recreation, tourism</i> Idegenforgalom	0,17	0,5	1,0	1,5
9. <i>Forestry</i> Erdőgazdaság	0,07	0,2	0,5	0,7
10. <i>Air transportation</i> Légiközlekedés	0,83	2,4	2,5	4,9
11. <i>Communications</i> Hírközlés	0,13	0,3	—	0,3
Total — Összesen	3,21	10,2	23,6	33,8

TABLE VIII — VIII. TÁBLÁZAT

Percentual break-down of full costs

A teljes ráfordítás százalékos megoszlása (1968)

Agriculture	Mezőgazdaság	25	
Water supply and control	Vízgazdálkodás	10	37%
Forestry	Erdőgazdaság	2	
Manufacturing	Ipar	10	
Construction	Építőipar	15	
Merchandising	Kereskedelem	2	35%
Energy production	Energiaipar	8	
Air transportation	Légiközlekedés	15	
Land transportation	Felszíni szállítás	8	
Recreation, tourism	Idegenforgalom	4	28%
Communications	Hírközlés	1	

The last task of this paper consists in an estimation of the economical benefits realized in return for the costs previously considered. At present, utilisable data about benefits are rather scarce. However, it was possible to get some evidence that in district heating some 12 million Forints, while in power production another 2 million Forints have been realized annually. In addition, reliable sources confirmed that, in the year 1968 the successful prediction of a single night-frost prevented a loss of 50 million Forints in the agriculture of the country. In other fields, similarly, only those benefits have been taken into account which were supported by evidences given by the users. In such a way the values contained in the second column of *Table X.* were obtained. As it is seen from the Table, the estimated minimum of the total economical benefits from meteorological services rendered during the year 1968 amounts to some 196.4 million Forints. Comparing these data figuring in the second column of *Table X.* to the exploited costs shown in the first column, a set of benefit/ cost ratios resulted (last column in *Table X.*). These ratios are somewhat low in comparison to the ratios published in other countries perhaps because in those calculations of the benefit/cost ratios the direct volume of work was taken into account which was necessary for the final tailoring of the services in question, while in the calculations reported in the present paper under costs a sum of various expenses was understood

TABLE IX — IX. TÁBLÁZAT

*Rate of exploitation (λ) of servicing capacities*Szolgáltató kapacitások igénybevételének foka (λ)

User groups	Ágazatok	Exploited costs		
		λ	millió Ft	%
1. Agriculture	Mezőgazdaság	0,23	1,9	10,9
2. Manufacturing	Ipar	1,20	4,1	23,4
3. Construction	Építőipar	0,29	1,7	9,8
4. Merchandising	Kereskedelem	0,57	0,3	1,7
5. Land transportation	Felszíni szállítás	0,58	1,6	9,2
6. Energy production	Energiaipar	0,35	0,9	5,1
7. Water supply and control	Vízgazdálkodás	0,44	1,6	9,2
8. Recreation, tourism	Idegenforgalom	0,19	0,3	1,7
9. Forestry	Erdőgazdaság	0,15	0,1	0,6
10. Air transportation	Légiközlekedés	1 00	4,9	28,2
11. Communications	Hírközlés	0,10	0,03	0,2
Total — Összesen			17,5	100,0

including also a proportionate fraction of the expenses for the operation and development of the whole meteorological Service.

The benefit cost ratios given in the last column of *Table X*, allow an estimation of the benefits realizable if the interested user groups would exploit entirely the existing operative capacities of the Hungarian Meteorological Service. This estimation is shown in the second column of *Table XI*. In the first column, the figures of the total costs are repeatedly presented (they are identical with the figures in the last column of *Table VII*). The calculation consisted in multiplying these values by the benefit/cost ratios (last column of *Table X*). On this basis, the total realizable benefit was estimated to some 466.6 million Forints.

In summing up the results, it was possible to derive two benefit/cost ratios for the whole Meteorological Service, firstly, considering the actually realized benefits:

$$\text{effective benefit/cost} = 196.4/33.8 = 5.8$$

and secondly, considering the benefits which could be realized by a fuller exploitation of the present facilities:

$$\text{presently realizable benefit/cost} = 466.6/33.8 = 13.8$$

Comparing the above two results to the ratios published abroad a picture shown in *Table XII*, was obtained. It is seen, that the estimated effective benefit/cost ratio (which is an estimated minimum value) is very close to results of an investigation carried out in the U.S.S.R. It also appears from the comparisons that to obtain ratios exceeding 10 is a very realistic possibility.

It should be noted that in spite of the high efficiency found in this investigation for the Meteorological Service one should not expect that, in comparison to other governmental and social aims or projects the development of the Meteorological Service may get so high priorities which would be in concord with the expectable high rate of returns. The basic social interests require a balanced distribution of investments and a proportional development of the various fields, and this circumstance broadly defines the rate of development which is attainable for the Meteorological

TABLE X — X. TÁBLA

Exploited costs, estimated effective benefits to user groups and benefit/cost ratios
 Igénybe vett ráfordítás, becsült effektív haszon és haszon/költség index ágazatonként

User groups	Ágazatok	Exploited costs Igénybe vett ráfordítás millió Ft	Effective benefits Effektív haszon millió Ft	Benefit/cost Haszon/költség
1. Agriculture	Mezőgazdaság	1,9	50,0	26,5
2. Manufacturing	Ipar	4,1	34,5	8,4
3. Construction	Építőipar	1,7	19,7	11,6
4. Merchandising	Kereskedelem	0,3	1,5	5,1
5. Land transportation	Felszíni szállítás	1,6	9,3	5,8
6. Energy production	Energiaipar	0,9	14,0	15,6
7. Water supply and control	Vízgazdálkodás	1,6	14,9	9,3
8. Recreation, tourism	Idegenforgalom	0,3	2,0	6,6
9. Forestry	Erdőgazdaság	0,1	1,2	11,6
10. Air transportation	Légiközlekedés	4,9	49,0	10,0
11. Communications	Hírközlés	0,03	0,3	10,0
Total — Összesen		17,5	196,4	

TABLE XI — XI. TÁBLÁZAT

Full costs, and realizable benefits to user groups, by existing facilities

Teljes ráfordítás és a jelen feltételek mellett realizálható haszon ágazonként

User groups	Ágazatok	Full costs	Realizable benefits
		Teljes ráfordítás	Realizálható haszon
		millió Ft	millió Ft
1. Agriculture	Mezőgazdaság	8,4	210,0
2. Manufacturing	Ipar	3,4*	34,5*
3. Construction	Építőipar	4,9	57,0
4. Merchandising	Kereskedelem	0,6	3,1
5. Land transportation	Felszíni szállítás	2,8	16,2
6. Energy production	Energiaipar	2,7	42,3
7. Water supply and control	Vízgazdálkodás	3,6	33,5
8. Recreation, tourism	Idegenforgalom	1,5	9,9
9. Forestry	Erdőgazdaság	0,7	8,1
10. Air transportation	Légiközlekedés	4,9	49,0
11. Communications	Hírközlés	0,3	3,0
Total — Összesen		33,8	466,6

* The "exploited costs" and „effective benefits" are higher in Table X

Ebben az esetben a X. táblázat „igénybe vett költsége" és „effektív haszna" magasabb.

Service. Accordingly, the rate of development probably may not exceed 10 per cents annually. Thus, it may be forecasted that the maximum value of the budget estimate of the Hungarian Meteorological Service in 1985 (i. e. in 15 years) would be

$$33.8 (1 + 0.1)^{15} = 141$$

million Forints, and considering this figure as service costs, a benefit of 2 billion Forints may be expected annually even if the efficiency of the services would remain unchanged. It is however highly probable that this efficiency would be increased several times, that is after 15 years the benefits of meteorological activities in this country could amount to anything between 2 and 5 billion Forints.

From the figures of *Tables IX, X, and XI.* certain conclusions can be derived concerning the means by which the improving of the efficiency of meteorological activities may be accelerated. The values λ in Table IX. indicate the fact, that the existing service capacities are not yet properly exploited, as e.g. in 1968, instead of

TABLE XII — XII. TÁBLÁZAT

Benefit/cost ratios of several meteorological services

Néhány meteorológiai szolgálat becsült haszon/költség indexei

		Estimated minimum	Easily realizable
		Becsült minimum	Könnyen elérhető hatékonyság
USSR	Szovjetunió	4—5	—
UK	Egyesült Királyság	20	—
France	Franciaország	20	—
Australia	Ausztrália	30	—
Hungary	Magyarország	5,8	13,8

an expectable annual benefit of 466.6 million Forints, only 196.4 million Forints were saved for the national economy. The gap between the two figures can be partly attributed to the circumstance, that the advantages obtainable from the meteorological services are not sufficiently known among the interested user groups. Therefore, it should be very useful to raise the publicity of these services by an effective advertizing campaign. It is primarily in the field of agriculture that a very essential progress may be expected; it is, however, almost certain that, during the next few years, this progress will be moderate. In the near future industrial applications of meteorological services will continue their vigorous progress and the same may be expected in the fields of construction, transportation and power production. It is firmly belived, however, that on the long-range agriculture will slowly occupy the position which corresponds to one's rightful expectations. Thus, when the optimum strategies for the allocation of development funds of the Meteorological Service are to be designed the consideration of these circumstances may be remunerating.

Finally, it is to emphasize that the survey presented in this paper still contains a great number of roughly drafted details. These results, however, cannot be improved without additional and more accurate information which are expected from the investigations now under way. Independently from this, it is also hoped, that in international literature, more and more new investigations will be published and they will provide further data pertaining to the economical efficiency of the meteorological activities.

Analytische Approximation der bodennahen Advektion

H. ERTEL, Institut für Physikalische Hydrographie, Berlin

A talajközeli advekcio analitikus közelítése. A légtömegelem trajektóriája lokális vektorának Taylor-féle kifejtéséből kiindulva a hidrodinamika mozgásegyenleteinek segítségével kimutatható, hogy a légtömegelem valódi és inerciális (tehetetlenségi) áthelyeződése közötti differenciavektor jobbrafordulóan ortogonálisan helyezkedik el a geosztrófikus és az inerciális áthelyeződés közötti differenciavektorhoz viszonyítva. Ugyanakkor a két differenciavektor értéke minden időpillanatban arányos egymással. Ez az eredmény tájékoztatást ad a légtömeg valódi áthelyeződése és az első közelítésben előrejelzett inerciális áthelyeződés eltéréséről.

*

Аналитическое приближение к поземной адвекции. Исходя из развертывания местного вектора траектории элемента воздушной массы методом Тэйлора, при помощи уравнений движения гидродинамики можно доказать, что вектор дифференции между действительным и инерциальным перемещениями элемента воздушной массы, поворачиваясь направо, размещается ортогонально по сравнению с вектором дифференции между геострофическим и инерциальным перемещениями. При этом значения двух векторов дифференции являются пропорциональными друг другу в каждый момент. Этот результат дает информацию об отклонении между фактическим перемещением воздушной массы и инерциальным перемещением, предсказанным в первом приближении.

*

1. Einleitung

Die von V. Bjerknes im Jahre 1904 inaugurierte Synthese von Dynamischer Meteorologie, Thermodynamik der Atmosphäre und Wettervorhersage, dargestellt in seiner Arbeit „Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkt der Mechanik und der Physik“ (Lit. [2]), hat sich für die weitere Entwicklung der Meteorologie als äußerst fruchtbar erwiesen (Lit. [3]). Als ein Beweis hierfür aus der letzten Zeit ist die von Pál Ambrózy gemeinsam mit zahlreichen Mitarbeitern des Ungarischen Meteorologischen Dienstes herausgegebene bzw. verfaßte Monographie „Principles of Dynamical Weather Forecasting“ (Lit. [1]) zu bewerten, die bis zum neuesten Stand der Entwicklungslinie des Problems und der Methoden der Wettervorhersage heranzführt.

V. Bjerknes hat mit methodischer Einsicht die prognostische Aufgabe in einen dynamischen und einen thermodynamischen Teil aufgespalten. Die Lösung der ersten (dynamischen) Teilaufgabe besteht nach seinen Worten darin, „die Ortsveränderungen der bewegten Luftmassen während eines kurzen Zeitraumes zu berechnen.“ Die zweite (thermodynamische) Teilaufgabe hat dann „die Zustände zu berechnen, in denen die bewegten Luftmassen in ihren neuen Örtern ankommen“.

Hier wollen wir uns nur mit der ersten Teilaufgabe befassen, und zwar mit der Dynamik der horizontalen Luftmassenbewegung (Advektion in Bodennähe).

2. Analytische Approximation der bodennahen Advektion

Es sei (x, y) ein orthogonales kartesisches Rechtssystem in der Horizontalebene. Mit Hilfe der imaginären Einheit $i = \sqrt{-1}$ können wir dann den (komplexen) Positionsvektor r eines Luftmassenelements, das durch seine Lagrangeschen Nummerierungskordinaten (a, b) individuell gekennzeichnet sei, zur Zeit t durch

$$(1) \quad r(a, b, t) = x(a, b, t) + i y(a, b, t)$$

darstellen.

Für eine bestimmte Partikel ($a = \text{const}$, $b = \text{const}$) stellt dann

$$(2) \quad r(t) = x(t) + i y(t)$$

die Bahn (Trajektorie) dieser Partikel dar, wobei jedem Zeitpunkt t der Bahn die komplexe Geschwindigkeit

$$(3) \quad v = \frac{dr}{dt} = v_x + i v_y = \frac{dx}{dt} + i \frac{dy}{dt}$$

und die komplexe Beschleunigung

$$(4) \quad \frac{d^2r}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = \frac{dv_x}{dt} + i \frac{dv_y}{dt}$$

zugeordnet ist. Damit lassen sich bekanntlich die hydrodynamischen Bewegungsgleichungen in der komplexen Form (vergl. z. B.: *O. G. Sutton* [5])

$$(5) \quad \frac{dv}{dt} + i 2 f v = F$$

mit dem *Coriolis*-Parameter $f = \omega \sin \varphi$ und dem komplexen horizontalen Luftdruckgradienten $F = F_x + i F_y$ schreiben, oder auch

$$(6) \quad \frac{d^2r}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = -i 2 f (v - V),$$

wenn wir für F den äquivalenten geostrophischen Wind V durch

$$(7) \quad i 2 f V = F$$

einführen.

Nunmehr benutzen wir die *Taylor*-Entwicklung der Trajektorie (2) in der Umgebung des Punktes $r(o) = r_o$, in dem sich die Luftmasse zur Zeit $t = 0$ befindet (vergl. z. B.: *K. Strubecker* [4]):

$$(8) \quad r(t) = r_o + \left(\frac{dr}{dt} \right)_o \cdot t + \left(\frac{d^2r}{dt^2} \right)_o \cdot \frac{t^2}{2}.$$

Mit

$$(9) \quad \left(\frac{dr}{dt} \right)_o = v_o$$

aus (3) und

$$(10) \quad \left(\frac{d^2r}{dt^2} \right)_o = -i 2 f (v_o - V_o)$$

aus (6) resultiert dann aus (8), wenn $r_o = 0$ als Ausgangspunkt der Luftmassenverschiebung gewählt wird:

$$(11) \quad r = r(t) = v_o t - i f (v_o - V_o) t^2.$$

Nun ist

$$(12) \quad v_o t = J$$

der Vektor der „Inertial-(Trägheits-) Verschiebung“ der Luftmasse in der Zeit t , hingegen

(13)

$$V_{ot} = G$$

der Vektor der „geostrophischen Verschiebung“ in der gleichen Zeit. Die Gleichung (11) kann also

(14)

$$r - J = i f t \cdot (G - J)$$

geschrieben werden, worin $G - J$ den vom Endpunkt von J zum Endpunkt von G weisenden Differenzvektor bedeutet. Da der Faktor i geometrisch eine Rechtsdrehung entgegengesetzt dem Drehsinn des Uhrzeigers um 90° anzeigt, ist die Gleichung (14) die analytische Formulierung des folgenden Satzes:

Die Vektordifferenz zwischen der (appr.) Verschiebung r und der Inertialverschiebung J ist rechtsgedreht orthogonal zur Vektordifferenz zwischen der geostrophischen Verschiebung G und der Inertialverschiebung J .

Dieser Satz orientiert also über die Richtungsabweichung der (appr.) Verschiebung r einer Luftmasse von ihrer Inertialverschiebung J ; die Formel (14) bestimmt durch

(15)

$$|r - J| = f \cdot t \cdot |G - J|$$

zugleich den Betrag der Abweichung von der „ersten Approximation“ $r = J$, der „Trägheits-Approximation.“

LITERATUR

- [1] *Ambrózy Pál*, Az időjárás dinamikuss előrejelzésének alapjai. (Principles of Dynamical Weather Forecasting). Az Országos Meteorológiai Intézet, Budapest 1967.
- [2] *Bjerknes, V.*, Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkt der Mechanik und der Physik. Meteorol. Zeitschrift, 21 (Braunschweig) 1904, S. 1.
- [3] *Bjerknes, V., J. Bjerknes, H. Solberg, T. Bergeron*, Physikalische Hydrodynamik mit Anwendung auf die dynamische Meteorologie. Berlin 1933, S. 782.
- [4] *Strubecker, K.*, Differentialgeometrie I. Berlin 1955, S. 30.
- [5] *Sutton, O. G.*, Micrometeorology. A Study of Physical Processes in the Lowest Layers of the Earth's Atmosphere. New York (London) Toronto 1953, p. 35.

Vergleich zwischen theoretisch berechneten und gemessenen Abgas-Immissionsbelastungen in Bremen

H. FORTAK, *Institut für Theoretische Meteorologie der Freien Universität, Berlin*

A számított és mért emisszió-immiszió terhelések összehasonlítása Brémában. Az 1963 — 1965 években matematikai-meteorológiai többforrásos modellt készítettek erősen iparosított területek hosszú időn át tartó immisziójának vizsgálatához és előrejelzéséhez. Kiindultak abból, hogy Bréma városa emisszió-forrásait teljes mértékben számbavették. E számbavétel kiterjedt az ipari kéményekre és a házi fűtésre is: ez utóbbit mint területi forrást vették számba. A meteorológiai terjedésszámítások felhasználásával az SO₂ talajkoncentrációjának gyakorisági eloszlását vették a városon belüli számos rácspontra nézve és különböző időperiódusokra számítva. A numerikus számítások lehetővé tették az állandóan regisztráló mérőhelyek „stratégiai” megtervezését. Így megfelelően ellenőrizni lehetett mérésekkel a modellszámítást. Az 1967—1968 időszakra meglepően jó megegyezést lehetett találni a számított és mért SO₂ gyakorisági eloszlások között. Ily módon az elméleti meteorológia az ésszerű várostervezéssel segítséget tud nyújtani a légtisztaságra irányuló törekvésekben.

*

Сравнение исчисленных теоретических и измеренных значений имиссии в городе Бремен. В. 1963—1965 гг. выработывали математическо-метеорологическую многочисленную модель для симуляции и предсказания продолжительных имиссий на концентрированных территориях индустриальных районов. Исходя из полного кадастера эмиссий, вызванных источниками отбросного газа города Бремен, содержащего, кроме данных отдельных фабричных труб, также данные топки жилищ (в форме поверхностных источников) исчисляли — при использовании статистик метеорологических параметров распространения — распределения частот приземной концентрации SO₂ для многочисленных решетчатых пунктов внутри города в разных периодах времени. Результаты нумерических исчислений дают возможность «стратегического» планирования измерительных пунктов, постоянно провожающих измерения, так что исчисления модели контролировались при помощи измерений. Сравнение исчисленных и измеренных значений распределения SO₂ в течение периода топления 1967/68 дало поразительно хорошее совпадение с исчислением модели. Это дает возможность для теоретической метеорологии вклад в борьбу за чистоту воздуха при помощи рационального планирования городов приносить.

*

Einleitung

Im Zusammenhang mit dem Problem der Schornsteinmindesthöhen bei der Planung von neuen Industrieanlagen in indurstriellen Ballungsgebieten tritt das Problem der bereits vorhandenen sogenannten Inmissions-Grundbelastung auf. Es ist nicht leicht, diesen Begriff zu definieren. Sicherlich handelt es sich dabei um ein Maß, welches die zeitlichen und räumlichen Verteilungen der bereits vorhandenen Bodenimmissionen in einer gewissen Umgebung um den geplanten neuen Schornstein geeignet charakterisieren sollte. Ein einfacher zeitlich und räumlich konstanter Mittelwert wird kein geeignetes Maß im vorgenannten Sinne darstellen können, denn dazu ist die zeitliche und räumliche Variation der Bodenimmissionen in modernen industriellen Ballungsgebieten zu groß. Deshalb hat der Autor im Jahre 1961 vorgeschlagen, die Häufigkeitsverteilungen der Bodenimmissionen an möglichst vielen Stellen im Einflußbereich des geplanten Schornsteins, welcher sich theoretisch ermitteln läßt, zur Grudnlage der Definition des Begriffes der Immissions-Grundbelastung zu machen. Charakterisiert man nämlich jede Häufigkeitsverteilung durch eine Zahl geeigneter Parameter und stellt jeden dieser Parameter für das betreffende Gebiet kartenmäßig

dar, dann ist es möglich, zu einer sinnvollen Definition für die Immissions-Grundbelastung zu kommen (Bild 1).

Leider läßt sich dieser Weg wegen des erforderlichen hohen Aufwands meßtechnisch nicht beschreiten. Einzig die theoretische Simulation von derartigen Häufigkeitsverteilungen der Bodenimmissionen eröffnet die Möglichkeit, das Problem zu lösen. Ein Modell, welches dies leistet, wurde in den Jahren 1963/65 programmiert

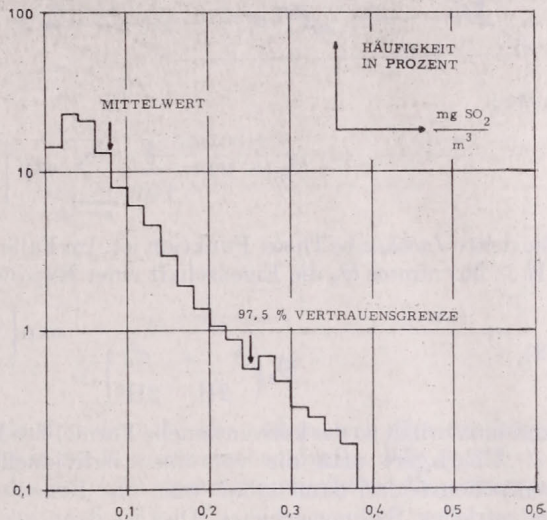


Abb. 1. Beobachtete Häufigkeitsverteilung in Bremen, Messstelle 1, 15. 11. 1967 — 1. 6. 1968

[1] und während der Heizungsperiode 1967/68 durch gezielte Messungen abgesichert. Sowohl das Modell als auch die meßtechnische Überprüfung desselben sollen im Folgenden beschrieben werden.

Das Modell

Ausgangsdaten des Modells sind die Emissionen des gesamten industriellen Ballungsgebietes, welche für eine gewisse Zeitspanne als konstant angesehen werden. Die Aufgabe, welche sich dann zunächst stellt, ist die Folgende: Welches ist die stationäre Bodenimmissionsverteilung des Gebietes, wenn die für die Ausbreitung der Abgase verantwortlichen meteorologischen Parameter (Windrichtung, Windstärke, turbulente Diffusion, Lage einer die Ausbreitung nach oben hin verhindernden Inversion) vorgegeben sind. Zur Lösung benutzt man die konventionelle Theorie der turbulenten atmosphärischen Diffusion und wendet sie auf alle individuell identifizierbaren Schornsteine sowie auf die Quellen des Hausbrandes an.

Bedeutet Q : Quellstärke einer individuellen Quelle, h : „effektive“ Schornsteinhöhe, H : Inversionshöhe, U : mittlere Windgeschwindigkeit, σ_y und σ_z : Streuungen in y - bzw. z -Richtung, $\tau = \chi/U$: Reisezeit und γ : Parameter für eventuelle chemische Umwandlungen der Abgase in der Atmosphäre, dann ergibt sich als Bodenimmissionsverteilung im Lee der stationären, singulären Quelle [2], [3]

$$(1) \quad \chi = \frac{Q}{2HU} \exp[-\gamma\tau] \frac{\exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right]}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \left\{ \Theta_3\left(\frac{h-z}{2H}; \frac{\sigma_z^2}{2H^2}\right) + \Theta_3\left(\frac{h+z}{2H}; \frac{\sigma_z^2}{2H^2}\right) \right\}$$

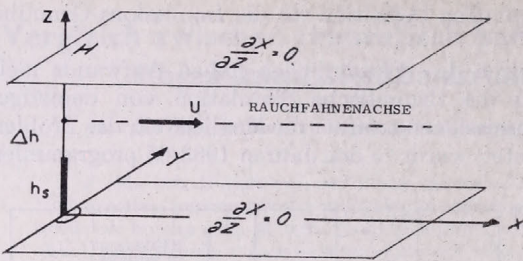


Abb. 2. Modellannahmen

wobei

$$\Theta_3(v; w) = \frac{1}{\sqrt{\pi w}} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp \left[-\frac{(v+n)^2}{w} \right]$$

die dritte *Jacobische* Theta-Funktion ist. Im Falle einer sehr hoch liegenden Inversion ($H > 5h$) nimmt Θ_3 die Eigenschaft einer Exponentialfunktion an, z. B.:

$$(2) \quad \Theta_3 \left(\frac{h-z}{2H}; \frac{\sigma_z^2}{2H^2} \right) \approx \frac{\exp \left[-\frac{(h-z)^2}{2\sigma_z^2} \right]}{\sqrt{2\pi} \sigma_z}$$

und man erhält so die konventionelle Formel der Literatur (*Bild 2*).

Überlagert man die von allen individuellen Quellen herstammenden Konzentrationsfelder, dann erhält man das Bodenimmissionsfeld für jeden Punkt des industriellen Ballungsgebietes. Dies ist dann allerdings nur der Anteil, der von der Industrie mit individuell identifizierbaren Schornsteinen geliefert wird. Der im Winter zusätzlich vorhandene Emissionsanteil des Hausbrandes erzeugt ein eigenes Bodenimmissionsfeld, welches demjenigen der Industrie zu überlagern ist um das Gesamt-Immissionsfeld zu erhalten.

Der Hausbrand wird bezüglich der Emission häufig als Flächenquelle behandelt. Abgesehen davon, daß diese Annahme nicht den Gegenbenheiten entspricht, ist es bequemer, unter Zugrundelegung eines Flächenmittelwertes der Hausbrandemission bezogen auf Gitterquadrate (500×500 Meter) diese Gitterquadrate mit einer Vielzahl von gleichschornsteinen zu belegen und auf jede einzelne Formel (1) anzuwenden. Numerische Experimente legen nahe, daß eine Flächenbelegung von 100 bis 144 einzelnen Quellen ausreichend ist, um die Emissionen des Hausbrandes darzustellen.

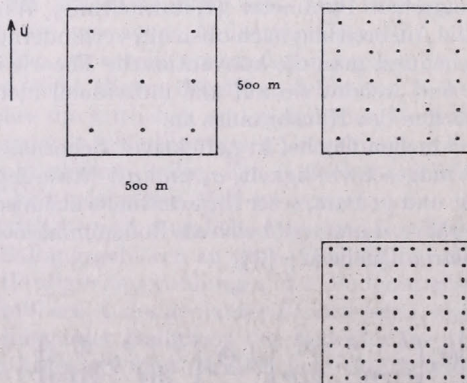


Abb. 3. Simulation einer Flächenquelle durch eine anwachsende Zahl von Punktquellen

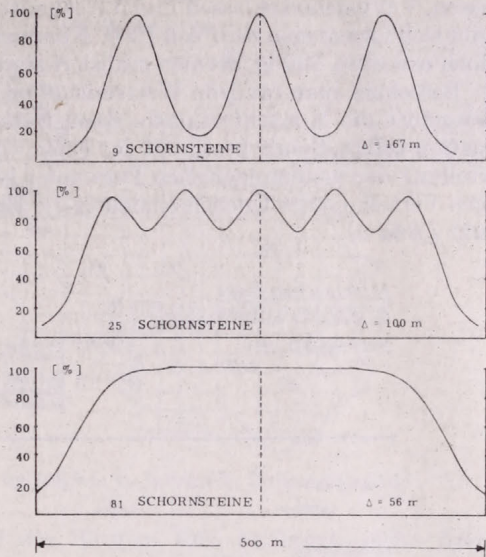


Abb. 4. Relative Konzentrationsprofile senkrecht zur Windrichtung, Neutrale Schichtung, Windstärke: 3 m/sec, Emissionshöhe: 25 m.

Die horizontalen Schornsteinabstände sind dann 50 bzw. 42 m, was dem mittleren Abstand der Quellen des Hausbrandes in Städten entsprechen dürfte. Bild 3 stellt die Quellenordnung dar und Bild 4 gibt das Ergebnis eines der numerischen Experimente wieder.

Meteorologische Eingangsdaten

Ein Satz meteorologischer Eingangsdaten wird repräsentiert durch: Windrichtung, Windgeschwindigkeit (beide in Anemometerhöhe gemessen), Inversionshöhe und Ausbreitungsklasse, welche den Charakter der turbulenten Diffusion geeignet wiedergibt. Wenn möglich, sollten dies stündliche Werte sein. Es zeigte sich, daß bezüglich Klasseneinteilung der meteorologischen Parameter 36 Windrichtungs-

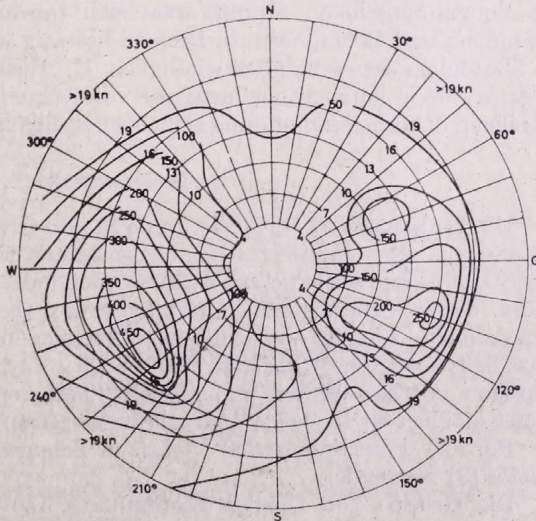


Abb. 5. Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und Windstärke, 1954—1959, Neutrale Schichtung

klassen, 7 Windstärkeklassen und 5 Ausbreitungsklassen [4] erforderlich sind. Damit ergibt sich formal eine Zahl von 1260 Kombinationen (Wettersituationen), von denen jedoch nur etwa 600 in Bremen realisiert sind.

Berechnet man für jede Wettersituation an den Punkten eines Gitternetzes im Stadtgebiet die Konzentrationen, dann treten diese so häufig auf wie die Wetter-situation selbst. Somit bestimmt für einen vorgegebenen Zeitraum die Häufigkeits-verteilung der meteorologischen Parameter im Zusammenwirken mit der raum-zeit-lichen Verteilung der Quellen eindeutig die Häufigkeitsverteilungen an jedem Gitter-punkt (Bild 5).

ANZAHL DER SCHORNSTEINE

INDUSTRIE UND KRAFTWERKE : 136
KLEININDUSTRIE UND GEWERBE : 425

GESAMTAUSWURF 1965 :

BREMEN 1965

SOMMER :
INDUSTRIE UND KRAFTWERKE : 3 423 kg SO₂/h
KLEININDUSTRIE UND GEWERBE : 46 kg SO₂/h

WINTER :
INDUSTRIE UND KRAFTWERKE : 4 715 kg SO₂/h
KLEININDUSTRIE UND GEWERBE : 116 kg SO₂/h
HAUSBRAND : 1 458 kg SO₂/h

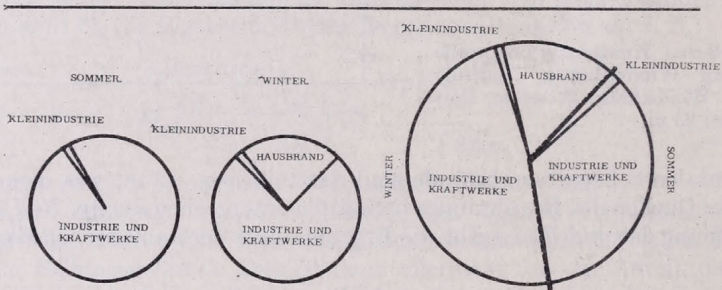


Abb. 6. Statistik der Emissionen für das Jahr 1965

Bezüglich der Ausbreitungsparameter, welche in den Streuungen σ_y und σ_z auftreten, wurden diejenigen von *Pasquill-Gifford* [5] für den Hausbrand und die-jenigen von *Singer und Smith* [6] für die hohen Industrieemissionen verwendet. Aufgrund der neueren Tracer-Experimente von *McElroy und Pooler* [7] muß man erwarten, daß die gewählten älteren Parameter zu einer systematischen Überschätzung der Bodenimmissionen führen, was auch tatsächlich durch Vergleiche zwischen Messungen und Rechnungen in Bremen bestätigt werden konnte.

Bezüglich der Windgeschwindigkeit U , welche für den Transport der Abgase sorgt, wurde in konventioneller Weise von Anemometerhöhe nach oben in Höhe der jeweiligen Schornsteinmündung schichtungsabhängig extrapoliert.

Emissionskataster

Die Emissionen in Bremen wurden in drei Gruppen gegliedert. Die erste Gruppe bestand aus allen individuellen Schornsteinen mit Emissionen, welche größer als 1 kg SO₂/h waren. Diese Schornsteine wurden individuell behandelt. Die gesammelten Daten dieser Schornsteine bestanden aus: geographischer Lage, physikalische Dimensionen, Rauchgasmenge, Austrittsgeschwindigkeit, Austrittstemperatur und SO₂-Quellstärke. Die Quellstärke war noch weiterhin aufgeschlüsselt in: Maximale Emission, mittlere Winter- und mittlere Sommeremission. Zusätzlich wurde – wenn immer möglich – versucht, die tägliche Variation der Emissionen zu erfassen.

Für die Berechnung der effektiven Schornsteinhöhe wurde die Formel von *Stümke* [8] verwendet.

Die Gruppe von Quellen bestand aus 136 Schornsteinen, welche 75% zur

Die Kenntnis des Schwefelgehalts, des Gesamtverbrauchs und der Gesamtzahl von Wohneinheiten ergab pro Wohneinheit eine mittlere Emissionsmenge von $8 \text{ g SO}_2/\text{h}$. Diese Menge würde während der Heizungsperiode kontinuierlich emittiert werden, wenn die tägliche Mitteltemperatur konstant angenommen werden könnte. In einigen numerischen Experimenten wurde jedoch eine Beziehung zwischen den täglichen Mitteltemperaturen und der täglichen Emission verwendet, um die Emissionen des Hausbrandes als Funktionen der Zeit zu erhalten.

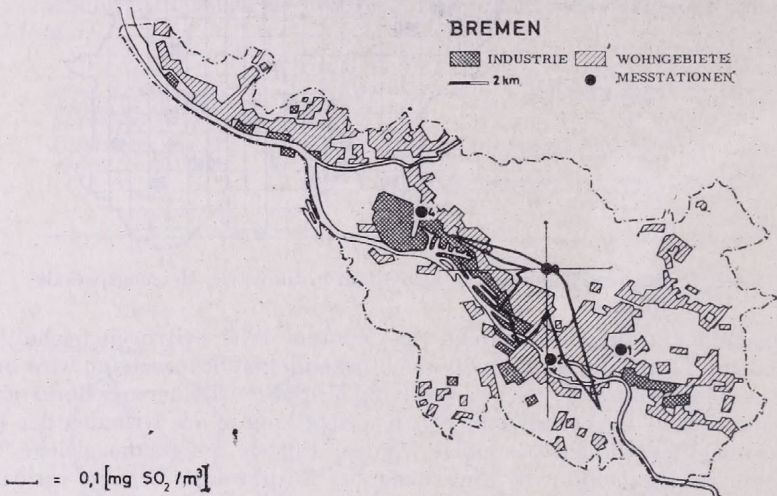


Abb. 9. Berechnete SO_2 -Windrose. Messtelle 2, Winter 1967/68

Die Emissionen des Hausbrandes wurden für das Gebiet des Stadtzentrums in einer Höhe von 25 m angesetzt, während für die Vororte eine Höhe von 15 m zugrundegelegt wurde. Auch hier wurden effektive Schornsteinhöhen nach der Formel von *Stümke* berechnet, wenn auch in einer wesentlich vereinfachten Form, da die erforderlichen Parameter für den Hausbrand nicht angebar sind.

Die Emissionen des Hausbrandes wurden in dem Sinne als Flächenquellen behandelt, wie es früher beschrieben wurde. Zugrundegelegt wurde ein Gitternetz mit einer Maschenweite von 500 m. Für jedes Gitterquadrat wurde die Zahl von Wohneinheiten ermittelt. Diese Zahl multipliziert mit $8 \text{ g SO}_2/\text{h}$ (oder der entsprechenden Temperaturkorrigierten Zahl) gab die mittlere Emission dieser Fläche. In etwas vergrößerter Form stellt *Bild 8* die Verteilung der Emissionen des Hausbrandes dar.

Die Tatsache, daß Flächenquellen durch eine große Zahl von vollständig gleichen individuellen Schornsteinen simuliert werden, vereinfacht die Rechnungen außerordentlich. Dazu kommt, daß die Verteilung der Wohneinheiten in Bremen derart ist, daß nur $250 \times 500 \times 500 \text{ m}^2$ Flächenquadrate mit Hausbrandemissionen versehen sind. Das bedeutet, daß zu den individuell behandelten Schornsteinen nur etwa 250 Typen von Schornsteinen dazutreten. Die Summation der von der Vielzahl von Quellen einer Flächeneinheit erzeugten Konzentrationen geschieht innerhalb der Rechenmaschine auf recht einfache Weise, so daß die Rechenzeit in vernünftigen Grenzen gehalten werden kann.

Ergebnisse von numerischen Experimenten

Die Grundlage der numerischen Experimente ist ein Katalog von allen möglichen stationären Konzentrationsfeldern. Dies bedeutet, daß für jede mögliche Kombination

von meteorologischen Parametern jeweils ein Feld berechnet werden mußte. Die bereits genannte Zahl von 600 Kombinationen für die Verhältnisse in Bremen basiert auf der speziell gewählten Klaseinteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse. Die Zahl der somit zu speichernden Daten ist außerordentlich groß. Legt man 2500 Gitterpunkt für das Stadtgebiet zugrunde, dann müssen an jedem dieser Punkte 600 Zahlen berechnet werden, welche den 600 möglichen Kombi-

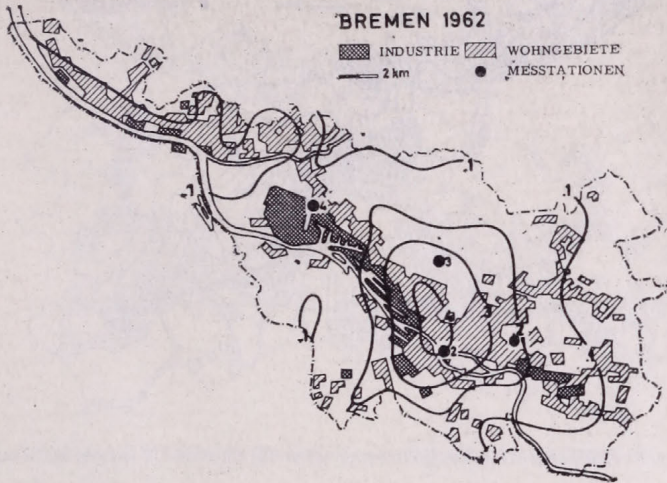


Abb. 10. Berechnete SO_2 -Windrose. Messtelle 3, Winter 1967/68

nationen entsprechen. Das ergibt eine Gesamtzahl von etwa 1,5 Mill. Zahlen. Nimmt man zudem noch an, daß die Emissionen zeitabhängig sind, dann erhöht sich die Zahl der zu speichernden Konzentrationswerte beachtlich.

Mit Hilfe der für jede Wettersituation gespeicherten Konzentrationswerte ist es dann leicht möglich, für jede zeitliche Periode aus der Häufigkeitsverteilung der meteorologischen Parameter auch eine zugehörige Häufigkeitsverteilung der Konzentrationen für jeden Gitterpunkt zu berechnen. Zusätzlich kann jedoch auch jede andere Art von Statistik durchgeführt werden, wie z. B. die Berechnung von SO_2 -Windrosen, welche in den *Bildern 9 und 10* für Orte berechnet wurden, an denen später die Meßstationen eingerichtet worden sind.

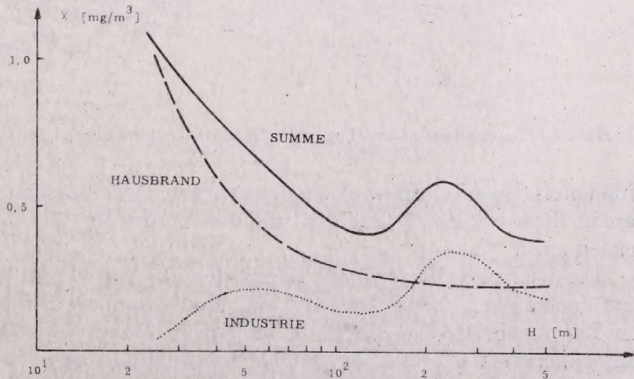


Abb. 11. Abhängigkeit der Bodenkonzentration von der Inversionshöhe

Diese Bilder zeigen in Verbindung mit den *Bildern 7* und *8* für die Verteilung der Emissionen, wie sich eine komplizierte Struktur des Emissionsfeldes im einzelnen auf die SO_2 -Windrosen auswirkt. Sie zeigen außerdem, wie schwierig es ist, eindeutige Identifizierungen von Emittenten durchzuführen, da Emissionsquellen mit sehr ver-

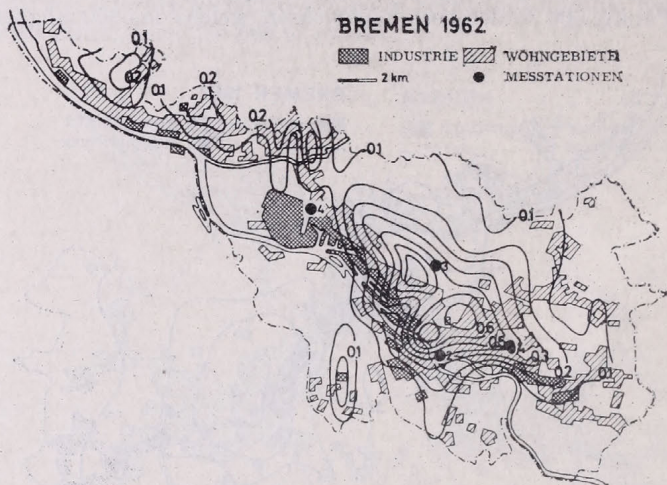


Abb. 12. Berechnete Konzentrationsfeld, Heizungsperiode, Südwind 3 m/sec, Neutrale Schichtung

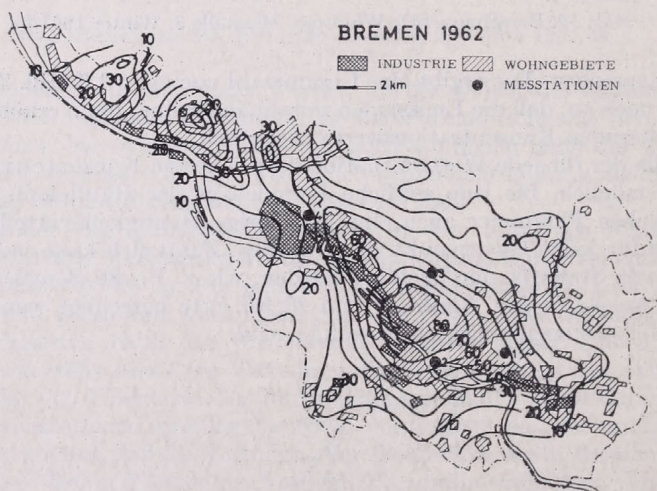


Abb. 13. Prozentsatz von Konzentrationen Grösser als $0,1 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$, Heizungsperiode

schiedenen Eigenschaften zusammenwirken. Die berechneten SO_2 -Windrosen stimmen in ihrer Struktur sehr gut mit denen überein, die später Messungen ermittelt worden sind.

Ein wichtiges Experiment bezog sich auf den Einfluß einer den Austausch nach oben sperrenden Grenzfläche auf das Bodenimmissionsfeld. Die Sperrschicht wurde von 500 m schrittweise auf 25 m erniedrigt. Dabei schieden nach einem bestimmten vorgegebenen Verfahren diejenigen Schornsteine aus, von denen erwartet werden

konnte, daß ihre effektive Schornsteinhöhe oberhalb der sperrenden Grenzfläche zu liegen kommen würde. *Bild 11* zeigt den Verlauf der Bodenimmission für einen Ort zwischen den Meßstationen 1 und 2 in Abhängigkeit von der Höhe der oberen Sperrschicht. Dieser Verlauf der Konzentrationen kommt auf außerordentlich komp-

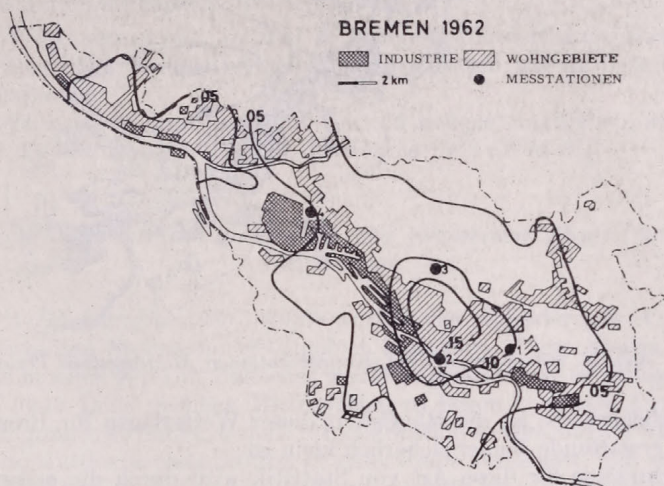


Abb. 14. Mittelwert der SO_2 -Konzentration, Heizungsperiode

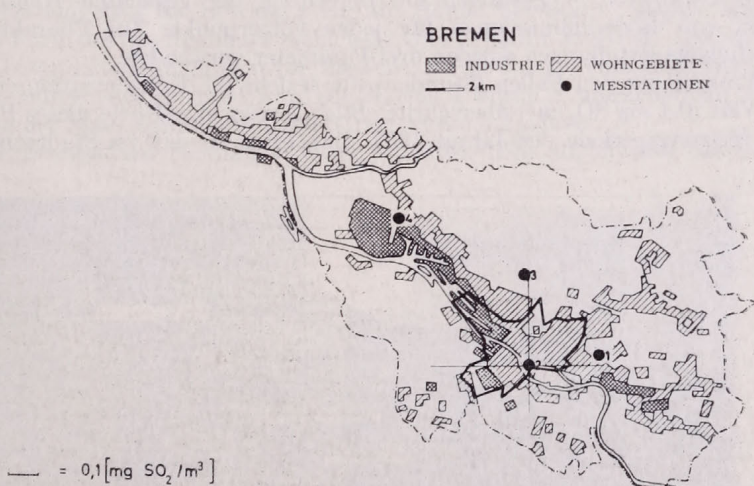


Abb. 15. 97,5% Vertrauensgrenze, Heizungsperiode

lizierte Weise zustande und ist ausschließlich mit Hilfe eines mathematischen Modells der vorliegenden Art simulierbar.

Wie bereits in der Einführung betont wurde, stehen die Häufigkeitsverteilungen von Bodenimmissionen im Vordergrund des Interesses. Die Methode, wie man diese erhält, wurde bereits geschildert. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß die Häufigkeitsverteilungen bei weitem nicht vollständig sind, da bisher keine Theorie für die Ausbreitung von Gasen bei windschwachen und austauscharmen Wetterlagen existiert.

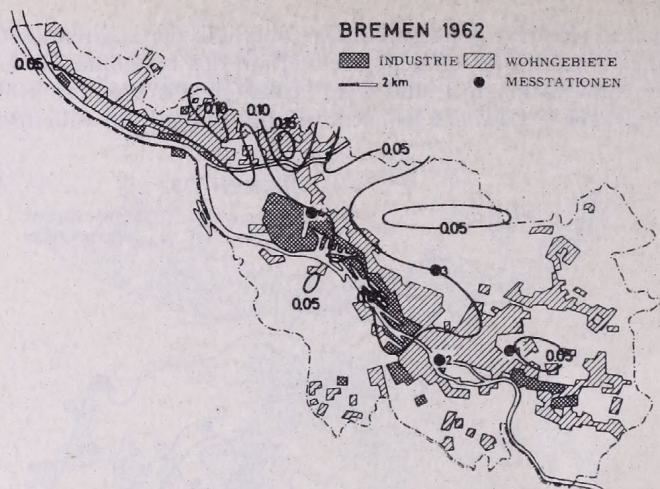


Abb. 16. Mittelwert der SO_2 -Konzentrationen, Heizungsfreie Periode

tiert. Glücklicherweise ist die Häufigkeit dieser Wetterlagen für Bremen so gering, daß der zu erwartende Fehler sicherlich klein ist.

Die Grundlage für diese Art von Statistik wird durch die *gespeicherte* Bodenimmissionsfelder gegeben. Eines dieser Felder ist in *Bild 12* wiedergegeben.

Alle diese Felder — zusammen mit einer Häufigkeitsverteilung der meteorologischen Parameter — gestatten die Berechnung der gesuchten Häufigkeitsverteilungen von Bodenimmissionen für jeden Gitterpunkt. Zur Charakterisierung der Häufigkeitsverteilungen wurden drei Parameter verwendet:

1. Der Prozentsatz von Fällen (Stunden), für welche die Konzentration einen gegebenen Wert ($0,1 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$) überschritt. *Bild 13* zeigt eine Karte dieses Parameters für die Heizungsperiode des Jahres 1962. Man erkennt, daß im Stadtzentrum von

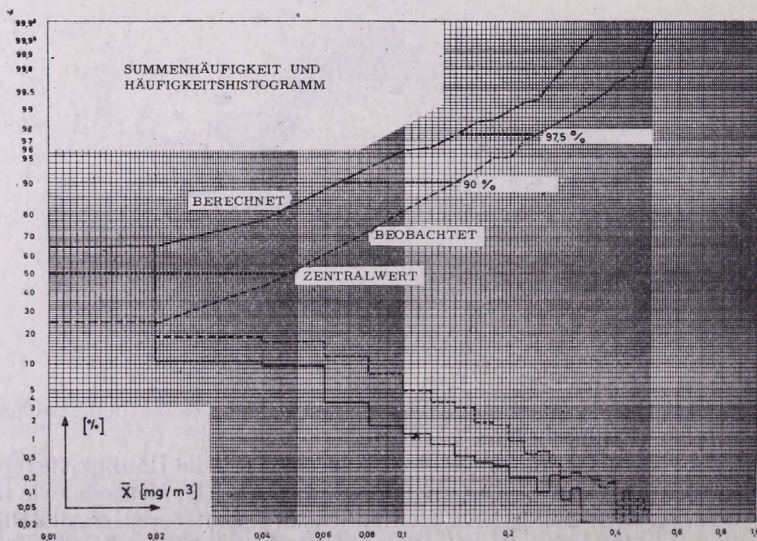


Abb. 17. Station 1: Überlandwerk Nord-Hannover, Heizungsperiode 1967/68

Bremen nur während 20% der Zeit Konzentrationen unterhalb von $0,1 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ gefunden wurden.

2. Die mittlere Konzentration der Periode. *Bild 14* zeigt eine Karte dieses Parameters. Es ist typisch für Karten dieses Parameters, daß sie wenig Struktur zeigen und nicht allzu viel Information enthalten.

3. Die 97,5% Vertrauensgrenze. In *Bild 15* bedeuten die dort angegebenen Zahlen, daß nur 2,5% aller Fälle (Stunden) Konzentrationen hatten, welche diese angegebenen Werte überschritten.

Für die heizungsfreie Periode sei hier nur ein Beispiel angegeben, und zwar der Mittelwert für die heizungsfreie Periode des Jahres 1962 (*Bild 16*).

Vergleich zwischen theoretisch berechneten und gemessenen Abgas-Immissionsbelastungen

Während der Heizungsperiode 1967/68 wurden vier registrierende SO_2 -Meßgeräte an speziell gewählten Stellen im Stadtgebiet installiert. Diese Stellen wurden so strategisch wie möglich geplant. Zunächst wurde angestrebt, sie so zu legen, daß alle Stationen auf einer Linie gleichen Mittelwertes zu liegen kommen. Danach wurde versucht, Bedingungen zu finden, welche für jede Station so verschieden wie nur irgend möglich sind. So wurde die erste Station an einer Stelle aufgebaut, welche als normal bezeichnet werden konnte, indem sie nämlich innerhalb eines vom Hausbrand dominierten Gebietes lag. Station 2 wurde im Gebäude des Wasserwerkes auf der Weserinsel installiert, welche zwar nahe am Zentrum der Stadt liegt, jedoch auf allen Seiten von Wasser umgeben ist. Station 3 lag am Rande der Stadt, jedoch wegen der speziellen Form des Stadtgebietes nicht weit vom Zentrum entfernt. Trotzdem lagen auch hier besondere Bedingungen vor, insofern, als die Station vom Zentrum der Stadt durch den Bürgerpark getrennt war. Die Station 4 wurde in unmittelbarer Nähe des im Norden der Stadt befindlichen Industriegebietes aufgebaut.

Die Ergebnisse der Messungen waren halbstündliche Mittelwerte der SO_2 -Kon-

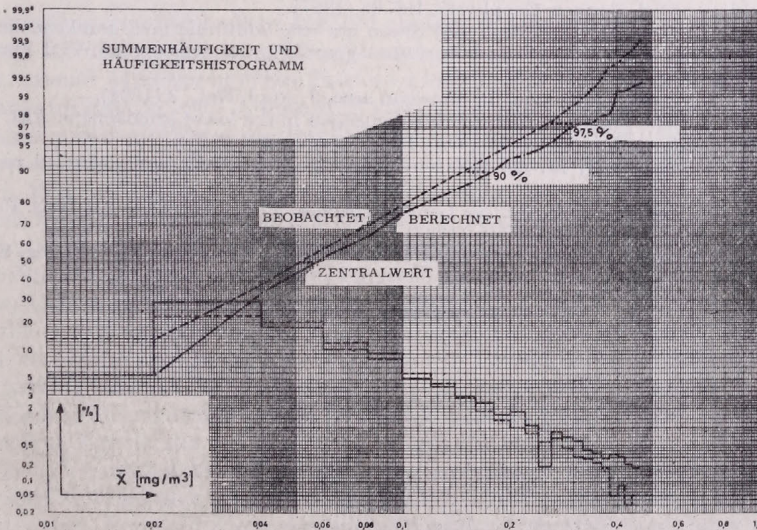


Abb. 18. Station 4: Pumpenstation Riedemannsrasse Heizungsperiode 1967/68

zentrationen. Hieraus wurden Häufigkeitsverteilungen für jeden Monat und für die gesamte Periode abgeleitet. Zur gleichen Zeit wurden die gleichen Verteilungen mit Hilfe des Modells numerisch simuliert. Dabei wurde ein auf den neuesten Stand gebrachter Emissionskataster benutzt, und es wurden die meteorologischen Daten der Periode verwendet. Die folgenden beiden *Bilder 17* und *18* zeigen einige Ergebnisse dieses Vergleichs für die Gesamtperiode.

Die Simulation der Häufigkeitsverteilung an der Station 1 kann als sehr gut angesehen werden. Da diese eine „normale“ Station repräsentiert, kann angenommen werden, daß innerhalb der Wohngebiete eine ähnlich gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung vorhanden sein wird.

Bild 18 zeigt einen Fall sehr schlechter Übereinstimmung. Diese Station lag in der unmittelbaren Nachbarschaft eines größeren Industriegebietes, in welchem der Hausbrand nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Hier unterschätzt das Modell systematisch die Bodenimmissionen. Der Grund dafür darin gesucht werden, daß die fast stets vorhandenen niedrigen und unkontrollierbaren Emissionen in Industriegebieten nicht in das Modell eingebaut werden konnten. An den Stationen 2 und 3 über schätzt das Modell die Konzentrationen. Für die Meßstelle 2 auf der Weserinsel kann die absorbierende Wirkung der Wasserflächen dabei eine Rolle spielen. Das gleiche gilt für die Meßstelle 3, wo der Bürgerpark filternd auf die aus dem Stadttinnern stammenden Konzentrationen wirkend wird. Außerdem wurde bereits gesagt, daß die verwendeten Streuungen allgemein zu einer leichten Überschätzung der Bodenkonzentrationen führen müssen.

Abschließend kann gesagt werden, daß die Ergebnisse dieses Vergleichs die Möglichkeit eröffnen, das Modell so zu verbessern und zu modifizieren, daß eine für alle praktischen Belange ausreichende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung erzielt werden kann.

LITERATUR

- [1] Fortak, H.: Rechnerische Ermittlung der SO_2 -Grundbelastung aus Emissionsdaten. Veröffentl. Inst. f. Theoret. Met., Freie Universität Berlin (1966).
 - [2] Fortak, H.: Zur allgemeinen Berechnung von Suspensionsverteilungen in turbulenten Strömungsfeldern. Gerl. Beitr. z. Geophysik, Bd. 66 (1957).
 - [3] Fortak, H.: Ausbreitung von Staub und Gasen um eine kontinuierliche Punktquelle in einer bezüglich Windgeschwindigkeit und Austausch geschichteten Atmosphäre. VDI-Forschungsheft 483 (1961).
 - [4] Turner, D. B.: A diffusion model for an urban area. J. Appl. Met., 3 (1964).
 - [5] Gifford, F. A.: The problem of forecasting dispersion in the lower atmosphere. AEC Division of Technical Information Extension, Oak Ridge, Tennessee (1961).
 - [6] Singer, I. A. and Smith, M. E.: Relation of gustiness to other meteorological parameters J. of Met., 11 (1953)
 - [7] McElroy, J. L. and Pooler, F., Jr.: St. Louis Dispersion Study, Vol. II — Analysis. Rept. Nat. Air Poll. Control Admin., Arlington (1968).
 - [8] Stümke, H.: Vorschlag einer empirischen Formel für die Schornsteinüberhöhung. Staub, 23 (1963).
-

A meteorológia szerepe a levegőtisztaság védelmében

SZEPESI DEZSŐ Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

Роль метеорологии в охране чистоты воздуха. Во введении автор подробно обсуждает метеорологические аспекты эффективной деятельности, направленной на снижение степени загрязненности воздуха и сохранение его чистоты, подчеркивая при этом самые существенные метеорологические задачи в связи с программой снижения загрязненности воздуха: определение степени и чистоты вблизи почвы. Основная целевая установка исследований, проводимых в настоящее время в связи с загрязненностью воздуха в нашей стране, — это разработка диффузионно-климатологической модели по результатам исследовательской работы, проводившейся до сих пор, в том числе по результатам, относящимся к изменению скорости ветра с высотой, к параметрам устойчивости и к толщине слоев смещения. В дальнейшем в статье вводятся определения основной нагрузки, перегрузки, нагрузки для высокой точки кипения, нормативов качества воздуха, критериев и пороговых величин. Рассматриваются также метод программирования для высокоскоростной вычислительной машины результатов анализа частоты концентраций, получаемых при высоких точках кипения, а также практический пример данного явления, затем графический метод, дающий возможность быстрого определения расстояния, измеряемого от допустимой степени газовой эмиссии и эмиссионный максимум трубы. Статья заканчивается определением понятия смога и результатами статистической оценки.

*

A levegőszennyeződések csökkentésére, illetve a városi levegő tisztántartására irányuló hathatós tevékenység megköveteli a levegőszennyeződések meteorológiai aspektusát vizsgáló, illetve a levegőszennyeződések előrejelző szolgáltatás kifejlesztését és működtetését. Ezen meteorológiai szolgáltatáshoz szükséges kutatások eddigi hazai eredményeiről számolunk be, rámutatva a soron következő főbb feladatokra.

I. A levegőszennyeződések csökkentésének programja

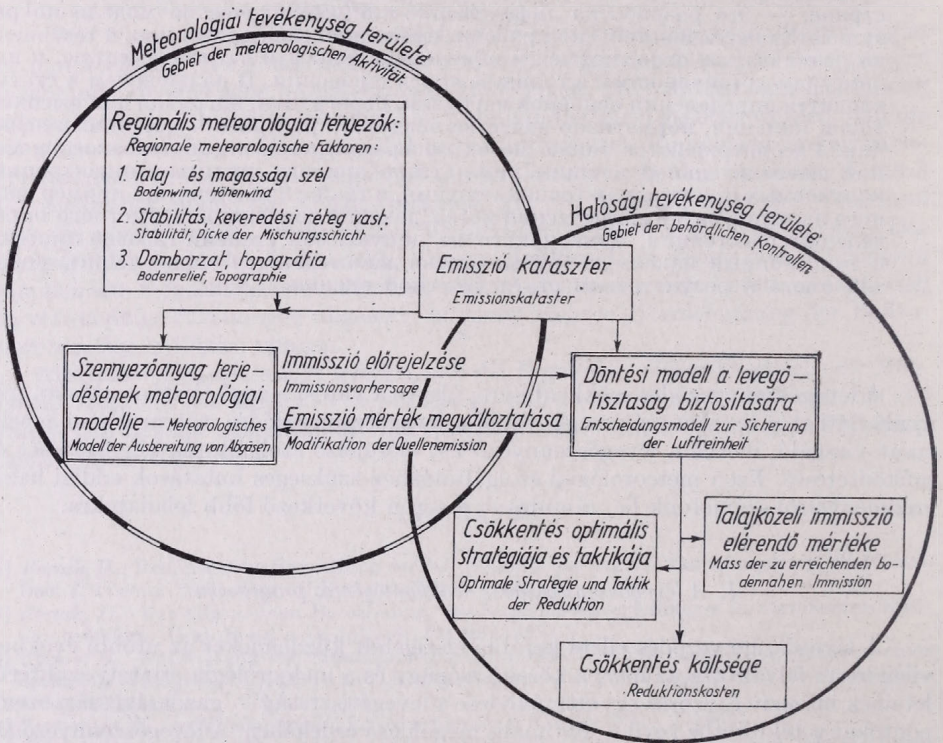
A levegőszennyeződések elleni korábbi elszigetelt küzdelmeket az utóbbi években világszerte felváltotta az ipar, a közegészségügy és a meteorológia érintett szakterületeinek intenzív és szoros együttműködése a levegőtisztaság — gazdaságossági szempontokat is tekintetbe vevő — optimális megoldása érdekében. A levegőszennyeződések csökkentési programjában a meteorológiai és a hatósági tevékenységek területét, illetve kapcsolatát, ezek tényezőit, modelljeit és célkitűzéseit blokkdiagramunk szemlélteti (I. ábra). A. C. Stern 1968 és R. A. McCormick 1969 vizsgálatai eredményeinek hazai viszonyokra való alkalmazása alapján. A bemutatott blokkdiagram szerint a levegőtisztaság védelmét szolgáló meteorológiai tevékenység kiterjed a regionális meteorológiai tényezők és az aktuális emisszió kataszter meteorológiai vonatkozásainak vizsgálatára. Regionális meteorológiai tényezőként az áramlási viszonyokat (a talajközeli és a magassági szelet), a hígulási viszonyokat megszabó stabilitás mértékét, a keveredési réteg vastagságát és ezeken kívül a domborzati és topográfiai viszonyokat tartjuk számon. Ezen regionális tényezőknek a szennyezőanyagok terjedésére, hígulására, illetve átalakulására gyakorolt hatását meteorológiai modell segítségével vesszük figyelembe.

A levegőszennyeződések csökkentési programjában a meteorológiai tevékenység leglényegesebb feladata a talajközeli immiszió várható mértékének, gyakoriságának meghatározása. A meteorológia ezen szolgáltatásával lehetővé teszi, hogy a hatósági tevékenység a levegőtisztaság biztosítására megalapozott döntéseket hozhasson, ki-

dolgozza a csökkentés optimális stratégiáját és taktikáját, meghatározza a talajközeli immisszió elérendő mértékét és az ehhez szükséges emissziócsökkentés költségét.

A meteorológiai tevékenység a következő konkrét programok kidolgozását teszi lehetővé:

a) Területi, vagy pontforrásokból származó emisszió csökkentésére irányuló intézkedések hatásának felmérése. Elvben ez megtehető a meteorológiai tényezők ismerete nélkül is, ha elegendő megfelelő minőségű immisszió-mérés áll rendelkezésre, amely mérések helye, időpontja és időtartama reprezentatívnak tekinthető. A gyakorlat-



1. ábra. A levegőszennyeződés csökkentési programjának tényezői, modelljei és célkitűzései

Abb. 1. Faktoren, Modelle und Ziele des Reduktions Programmes der Luftverunreinigung

ban azonban a meteorológus, a rendelkezésre álló analitikai és prognosztikai eszközök felhasználásával nagymértékben csökkentheti az ilyen ellenőrző mérések idejét és költségeit.

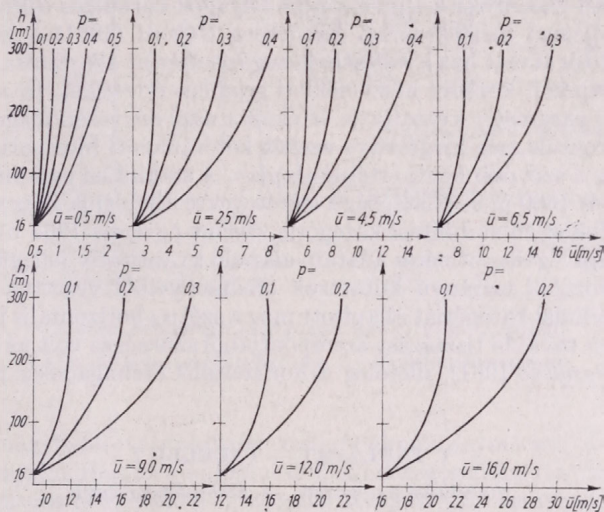
b) A levegő tisztaságát biztosító olyan döntési modellek kifejlesztése, melyeknél a várható javulás és a befektetett összeg aránya optimális.

c) A levegőszennyeződés 6, 12 vagy 24 órára, az egész városra kiterjedő előrejelzése, amely alapján egyes források emisszióinak csökkentése elrendelhető, illetve megszüntethető. A meteorológiai előrejelzés és az összes okozati tényező (emisszió kataszter, stb.) gondos tanulmányozása után indokolt csak magas kéntartalmú tüzelőanyagokról alacsony kéntartalmúra való áttérést elrendelni.

d) Emissziós normák kidolgozása, illetve az immissziós-emissziós normák közötti összefüggés megállapítása. Területi, vagy pontforrások emissziós normáinak kidolgo-

zásánál figyelembe kell venni a terület meteorológiai folyamatainak a szennyezőanyagok hígulására gyakorolt kvantitatív hatását és hangsúlyozottan a folyamatok előfordulásának gyakoriságát.

e) Diffúzióklimatológiai vizsgálatok eredményeinek figyelembevétele a levegőtisztaság megőrzésére vonatkozó hosszútávú programok kidolgozásánál. Ilyen típusú vizsgálatok szolgáltatják a város-, illetve az ipartervezésekhez és rendezésekhez szükséges meteorológiai információt annak érdekében, hogy a lakosság tiszta levegő-igénye a szükséges mértékben biztosítva legyen.



2. ábra. A szélesség változása a magassággal a p exponens függvényében

Abb. 2. Verschiedene Windprofile als Funktionen der Höhe und des Exponenten „p”

A következőkben bemutatjuk a meteorológiai modellhez szükséges diffúzió-klimatológiai vizsgálataink néhány eredményét. Ezen vizsgálataink fő jellegzetessége, hogy a szennyezőanyagok terjedése, illetve hígulása szempontjából döntő meteorológiai tényezők több évi méréseiből származó diffúzió-klimatológiai paramétereket határoztuk meg a turbulens diffúziós modell nagysebességű számítógépen történő kiértékeléséhez. Ilyen diffúzió-klimatológiai paraméterek a stabilitás mértéke, a keveredési réteg vastagsága, a szél-profil exponense, illetve ezeknek különböző szélirány és szélesség kategóriák esetén előforduló együttes gyakorisága.

2. Meteorológiai tényezők

A szennyezőanyagok elszállítását, hígulását, illetve felhalmozódását előidéző komplex légköri mechanizmus két fő tényezője az áramlási- és hőmérsékleti—mező háromdimenziós eloszlása, illetve ennek tér- és időbeli változása. Ezen légköri mechanizmus megismerésére a talajközeli, illetve a magassági szél és a hőmérsékleti viszonyok folyamatos, vagy időszakos mérései szolgálnak. A legalább 1 évi mérésből származó adatok statisztikai értékelése lehetővé teszi, hogy megalapozott következtetéseket tegyünk a légszennyezőanyagok terjedését befolyásoló meteorológiai tényezők várható gyakoriságra és ennek alapján a talajközeli keletkező különböző mértékű immissziók előfordulására. A meteorológiai mérések adatainak felhasználásával nyerjük a diffúzióklimatológia alábbiakban ismertető tényezőit.

2.1. Szélprofil

A szélességnek a magassággal, illetve a p exponenssel való változását 2. ábránk szemlélteti. A p exponens a légkör hőmérsékleti rétegződésétől függő tényező, melyet 5 évi mérési sor alapján statisztikai vizsgálatok segítségével határoztunk meg (Szepesi 1968 a). Az ábráról leolvasható, hogy különböző hőmérsékleti rétegződés esetén a talajközeli szélesség hogyan növekszik a magassággal.

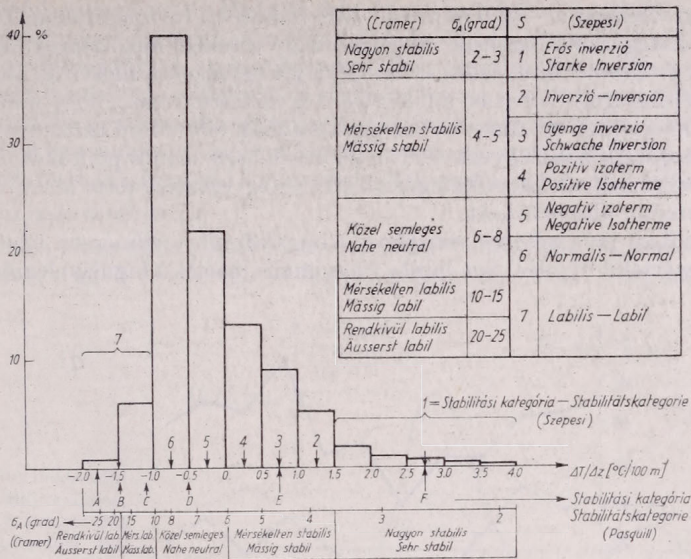
2.2. Légköri stabilitás mértéke

A stabilitási paraméter a légszennyező anyagok turbulens diffúzió által okozott hígulásának jellemző mértékszám. Eredetileg Gifford (1961) a légköri stabilitást Pasquill (1961)-től átvett hat kvalitatív kategória szerint állapította meg, de ezekhez egyikük sem kapcsolt konkrét hőmérsékleti gradiens értékeket. Hazai vizsgálatainknál a stabilitási paraméter kvantitatív értékeit a napi négyszeri magassági légállapotmérésből határozzuk meg kiegészítve ezeket kétóránkénti interpolált adatokkal, főleg a felhőzet és a szél óránkénti értékei alapján. A stabilitási paramétert az alsó 300-600, 900, 1200 és 1500 m-es vastagságú légrétegekre állapítjuk meg az I. Táblázatban bemutatott 7 fokozatú stabilitási kategória szerint (Szepesi 1964 b).

A magassági légállapotmérés adatain alapuló kvantitatív jellegű stabilitási kategóriáinkat a korábbi ezirányú kutatások eredményeiből vezettük le. Cramer már 1959-ben 5 stabilitási kategóriát állapított meg a szél σ_A horizontális ingadozásai alapján. A probléma további tisztázása szempontjából szükséges volt az ésszerű meteorológiai elvek (Pasquill 1961), illetőleg a horizontális szélingadozás-mérések (Cramer

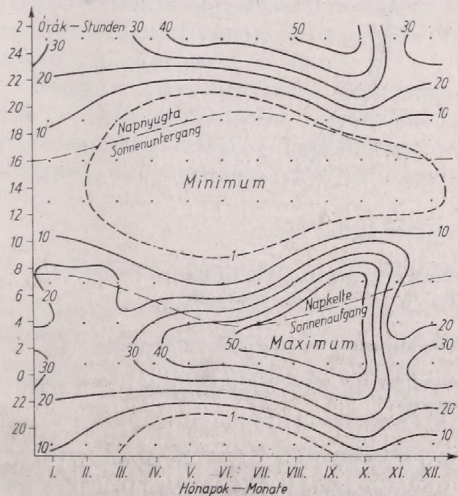
I. TÁBLÁZAT — TABELLE I
Stabilitási kategóriák — *Stabilitätskategorie*

Elnevezés — <i>Nomenklatur</i>		Stabilitási kategória <i>Stabilitätskategorie</i>	Alsó 300 m-es légréteg átlagos hőmérsékleti gradiense <i>Durchschnittlicher Temperaturgradient der unteren Luftschicht von 300 m</i> $\Delta T/\Delta z$ °C/100 m
Stabilis — <i>Stabil</i>	Erős inverzió <i>Starke Inversion</i>	1	> 1,50
	Inverzió <i>Inversion</i>	2	1,01 — 1,50
	Gyenge inverzió <i>Schwache Inversion</i>	3	0,51 — 1,00
Gyenge stab.	Izoterm <i>Positive Isotherme</i>	4	0,01 — 0,50
	Isotherme <i>Negative Isotherme</i>	5	—0,50 — 0,00
Schwach stabil	Normális — <i>Normal</i>	6	—1,00 — —0,51
Labilis — <i>Labil</i>		7	< —1,00



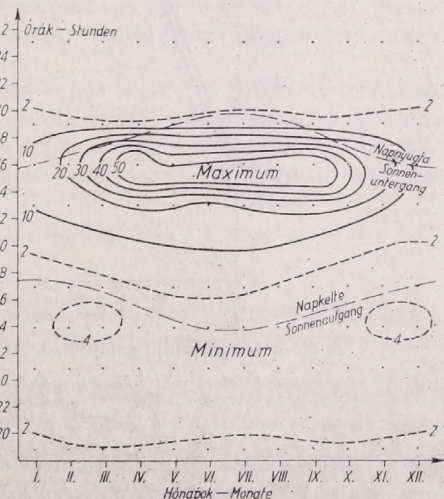
3. ábra. Stabilitási kategóriák gyakorisági eloszlása
Abb. 3. Häufigkeitsverteilung der Stabilitätskategorien

1959) alapján megállapított stabilitási kategóriáknak egymással, valamint az általunk végzett vizsgálat alapján ajánlott stabilitási kategóriákkal (az alsó 300 m vastagságú légréteg átlagos hőmérsékleti gradiense alapján) való összehasonlítása (Szepesi 1964 b). Az összehasonlítást úgy végeztük, hogy az alsó 300 m-es légréteg átlagos hő-



4a. ábra. A stabilis légrétegződés relatív gyakoriságának izoplétái %-ban 1,5-300 m között

Abb. 4a. Relative Häufigkeiten der stabilen Stratifikation in %, zwischen 1,5 und 300 m

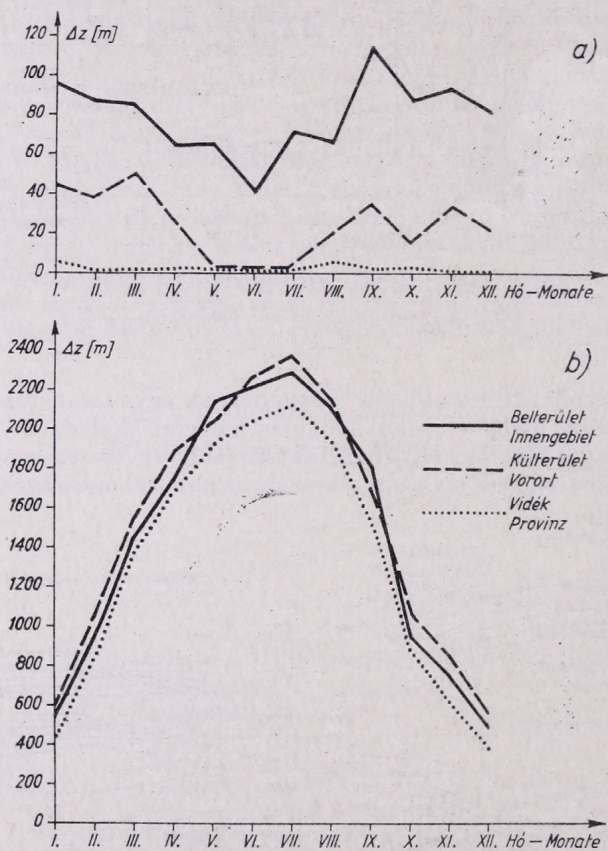


4b. ábra. A labilis légrétegződés relatív gyakoriságának izoplétái %-ban 1,5-300 m között

Abb. 4b. Relative Häufigkeiten der labilen Stratifikation in %, zwischen 1,5 und 300 m

mérsékleti gradienseit a $-2,0$ és $4,0$ $^{\circ}/100$ m közötti tartományban $0,5$ $^{\circ}/100$ m-enként hét kategóriába soroltuk és gyakorisági értékeit meghatároztuk (3. ábra). Pasquill hat és Cramer öt stabilitási kategóriáját egymással, illetve az általunk megállapított hét kategóriával a feltevéssel egyeztetettük össze, hogy mindhárom kategória a hőmérsékleti gradiens ezen leggyakrabban előforduló tartományára vonatkozik. A kategóriák belső egyeztetésével a kölcsönösen azonos pontokat, illetőleg tartományokat használtuk fel. A kategóriák sikeres egyeztetése tette lehetővé a hét stabilitási paraméter alkalmazását.

A stabilitási paraméterre vonatkozó vizsgálataink eredményei közül a stabilis (minimális mértékű hígulás) és a labilis (maximális mértékű hígulás) légrétegződés re-



5. ábra. Reggeli (a) és délutáni (b) keveredési réteg vastagsága Budapesten

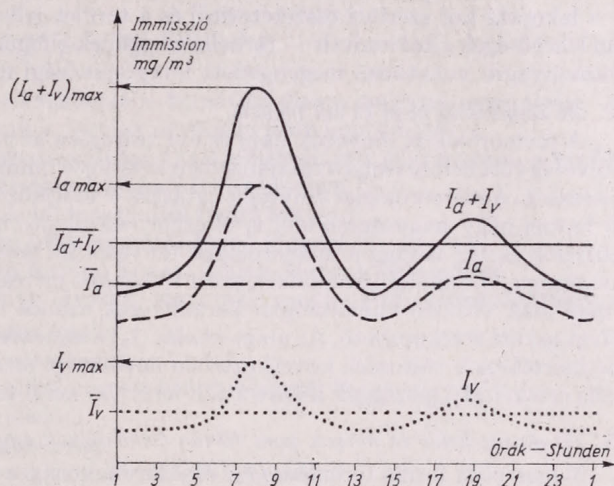
Abb. 5. Maximale Dicken der Mischungsschicht morgens (a) und nachmittags (b) in Budapest (nach M. Popovics)

latív gyakoriságának izoplétáit mutatjuk be (Szepesi 1964 a). A 4a ábrán látható, hogy az alsó 300 m-es légrétegben a VI–X. hónapig terjedő időszakban 0–7 óra között az esetek 50%-ában stabilis a légrétegződés, míg 10 és 20 óra között stabilis légrétegződés ritkán van, az esetek 1–2%-ában fordul elő. A labilis rétegződés maximuma (4b ábra) 15 óra körül alakul ki, 50%-os gyakorisággal. Labilis légrétegződés 22 és 8 óra között egész évben csak a legkritább esetben fordul elő.

A stabilitási paraméter értékelését folyamatosan végezzük, jelenleg az ország két, valamint a környező terület hat megfigyelő helyére, amelyeknek 8 évi, naponkénti adatsorával rendelkezünk. A stabilitási paraméter ismertetett eloszlásai elsősorban ritkán beépített területekre jellemzők, a sűrűn beépített területeken a házak, útburkolatok hógazdálkodása következtében a léghőmérséklet vertikális eloszlása a talajközeli légrétegekben módosul, mely a légszennyező anyagok hígulására, illetve felhalmozódására rendelkezésre álló keveredési réteg vastagságát megváltoztatja.

2.3. Keveredési réteg vastagsága

A keveredési réteg vastagságát a nap folyamán bekövetkező legkedvezőtlenebb (keveredési réteg reggeli vastagsága) és legkedvezőbb (keveredési réteg délutáni vas-



6. ábra. Az alapterhelés napi menete és az alapterhelés, valamint magas pontforrás terhelésének egymásra helyeződése. I_a = alapterhelés, I_v = magas pontforrás terhelése

Abb. 6. Tageszyklus und Superposition der Immission-Grundbelastung und der hohen Punktquellenkonzentration. I_a = Immission-Grundbelastung, I_v = Hohe Punktquellenkonzentration

tagsága) hígulási viszonyokra határozzuk meg (Popovics 1969). Megállapításának módját senatikus ábrázolással mutatjuk be Budapest egy sűrűn és egy ritkán beépített típusterületére vonatkozó reggeli és délutáni keveredési rétegvastagság évi menetét ábrázoló eloszlással (5. ábra).

Reggel a keveredési réteg vastagsága egész évben sekély, a beépített területen télen – a hősziget hatására – eloszlása kedvezőbb, mint a külterületen. A délutáni keveredési rétegvastagság decemberben és januárban elősegíti a nagyfokú szennye felhalmozást, általánosságban a nyári félévben nem korlátozza a diffúziós folyamatot.

3. A talajközeli imisszió sajátosságai

3.1. Az imisszió komponensei és definíciói

A talajközelen keletkező imisszió vizsgálatánál a következő fogalmakat különböztetjük meg: alapterhelés, magas pont forrás által okozott terhelés, és az imisszió megengedett levegőminőségi normaértéke.

3.1.1. Alapterhelésnek nevezzük (I_a) egy bizonyos szennyezőanyag adott területre, vagy pontra vonatkozó jellemző koncentráció értékét, amely a vizsgált pont környezetében lévő, általában területi szennyezőforrások emisszióinak hígulásából keletkezik.

3.1.2. Közeliükben lévő érdességi elemek (épületek, fák stb.) zavaró hatásától függetlenül, kellő magasban emittáló pont források (magas kémények) környezetükben I_v talajközeli imisszió keletkezését idézik elő, amelyet magas pont források által okozott terhelésnek nevezünk.

3.1.3. A várható immisszió gyakorisági értékeit levegőminőségi kritériumok (I_k), küszöbértékek (I_t), illetve megengedett normák (I_n) figyelembevételével értékelhetjük (Szepesi 1964 c).

3.1.3.1. Laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítható, hogy bizonyos szennyezőanyag koncentráció (I_k) adott időtartam alatt milyen mértékű élettani hatást gyakorol; a nyert összefüggés levegőminőségi kritériumok formájában rögzíthető.

3.1.3.2. Adott szennyezőanyag koncentrációjának azon mértékét, amellyel meg-egyező, vagy annél kisebb értékek esetén a hatása alatt álló receptorok biológiai paramétereinek egyikét sem téríti el a normál szinttől, az illető szennyezőanyag levegőminőségi küszöbértékének (I_t) nevezzük.

3.1.3.3. Bizonyos terület számára, meghatározott időszakra a környezeti levegő – a lakosság kor szerinti összetételétől és a terület jellegétől függő, illetve a gazdasági lehetőségek által limitált – terhelhetőségének elfogadható mértékét, adott szennyezőanyagra vonatkozó megengedett levegőminőségi normának (I_n) nevezzük.

3.2. Az immisszió napi és évi menete

A meteorológiai tényezők napi és évi változása az emisszió napi, heti és évi menetével együtt befolyásolja a talajközelen keletkező immisszió mértékét, illetve annak változását. A meteorológiai tényezők hatására a talajközeli immisszió átlagos értékétől három-négy nagyságrenddel is eltérhet. Az alapterhelés mértéke azonos forrás-emissziók esetén is függ a meteorológiai tényezőktől (szélviszonyok, keveredési réteg vastagsága, stabilitási paraméter), ezért időszakos mérések alapján történő meghatározása csak diffúzió-klimatológiai paraméterek azonos időtartamra vonatkozó értékeivel együtt értelmezhető. Az alapterhelés (I_a) a meteorológiai viszonyok és az emisszió mértékének változása következtében napi és évi menetet mutat (6. ábra). Maximális értékét ($I_{a\max}$) reggel, illetve a téli félévben veszi fel.

3.3. Az alapterhelés és magas pont forrás terhelésének egymáshelyeződése

Magas pont forrás terhelése (I_v) és a forrás környezetéből származó alapterhelés (I_a) összegeződik ($I_a + I_v$) (Popovicsné, Szepesi 1969 a). A két terhelés grafikus szuperponálását a 6. ábra szemlélteti. Az ábrán a következő jelöléseket használjuk:

I_a	alapterhelés
\bar{I}_a	alapterhelés átlaga
$I_{a\max}$	alapterhelés maximuma
I_v	magas pontforrás terhelése
\bar{I}_v	magas pontforrás terhelésének átlaga
$I_{v\max}$	magas pontforrás terhelésének maximuma
$I_a + I_v$	alapterhelés és magas pontforrás terhelésének összege
$\bar{I}_a + \bar{I}_v$	alapterhelés és magas pontforrás terhelés összegének átlaga
$(I_a + I_v)_{\max}$	alapterhelés és magas pontforrás terhelés összegének maximuma
\bar{I}_n	napi átlagos immisszió levegőminőségi norma értéke
$I_{n\max}$	maximális immisszió levegőminőségi norma értéke.

A fentiek értelmében új üzem létesítése, vagy meglévő bővítése esetén általában számításba kell venni a forrás környezetében már meglévő egyéb szennyező forrásokat is, azaz bizonyos alapterhelést. Adott pontforrás emissziójának hígulásából keletkező talajközeli immisszió és a forrás környezetében üzemelő egyéb források emisszióiból származó alapterhelés összege nem haladhatja meg az adott légszennyező anyagra megengedett levegőminőségi norma értékeket:

$$\bar{I}_a + \bar{I}_v \leq \bar{I}_n \text{ és} \quad (1)$$

$$(I_a + I_v)_{\max} \leq I_{n\max} \quad (2)$$

Amennyiben (1) és (2) bal oldala a jobb oldali tagnál nagyobb, az átlagos, illetve a maximális immisszió értékét az illető területre vonatkozó túlterheltségként definiáljuk.

4. Emisszió – immisszió kvantitatív összefüggése

4.1. Implicit összefüggés

Az (1) és (2) egyenletek bal oldali paramétereinek meteorológiai, domborzati és ipari tényezőkkel való elhanyagolás nélküli összefüggése egyelőre csak implicit függvények segítségével fejezhető ki:

$$I_a = I_a(\Sigma E, x, y, t^*, F, \mu, \gamma, p^*, \bar{u}, \Delta z, w^*) \quad (3)$$

és

$$I_v = I_v(E, x, y, h, v_s, T_s, d, F, \mu, \gamma, T_k, \bar{u}, \sigma, w^*) \quad (4)$$

ahol

ΣE g/s területi forrásból a környezetbe bocsátott összes emisszió mennyisége

x, y m a vizsgálati pontnak a forráshoz viszonyított koordinátái

t^* – az alapterhelés várható változásának tendenciája a gázprogram, a távfűtés fejlesztése és az üzemkitalépitések függvényében

F – a szennyezőanyag tulajdonságaitól függő tényező

μ – az immisszió mérési időtartamától függő tényező

γ – a füstgáz légkörben történő kémiai átalakulásának paramétere

p^* – az időszak függvénye (évszak, napszak, munka-, ill. munkaszüneti-nap)

\bar{u} m/s a szélsősebesség átlagos értéke

Δz m a keveredési réteg vastagsága

w^* – a domborzattól és a környezeti beépítettségtől függő tényező

E g/s magas kémény emissziója

h m a kémény fizikai magassága

v_s m/s a kéménytoroknál a kiáramló füstgáz sebessége

T_s K° a kéménytoroknál a kiáramló füstgáz hőmérséklete

d m a kéménytorok belső átmérője

T_k K° a kéménytorok magasságában a környezeti levegő hőmérséklete

σ m a turbulens szóródás mértéke

4.2. Az alapterhelés első közelítése

Az I_a alapterhelésnek a (3) összes tényezőinek figyelembevételével, mérésekkel ellenőrzött számítógépes modell segítségével történő meghatározása jelenleg a hazai és külföldi levegőszennyeződés kutatások fő célja. Azonban a probléma optimális közelítésben történő meghatározásáig is szükség van városfejlesztési tervekhez, üzemtelepítésekhez stb., az alapterhelés első közelítésű meghatározására. Ezt a fővárosra vonatkozóan a kéndioxid, a klór, a nitrogénoxidok, a korom, a lebegő és az ülededő por viszonylatában a Budapesti KÖJÁL és az Országos Közegészségügyi Intézet 1–5 évi mérései alapján első közelítésben meghatároztuk (Popovicsné, Szepesi 1969; Fehér 1970 és Fehér, Móri, Popovicsné, Szepesi 1970).

Az analízis nyilvánvalóvá tette, hogy a kéndioxid, a klór, a nitrogénoxidok, a korom, a lebegő és ülededő por viszonylatában Budapesten a szennyeződés mértéke jelentős, ezért a főváros nagy részén nem alapterhelésről, hanem helyette túlterhelésről kell beszélnünk. A jelenleg érvényben levő hazai levegőhigiénés értékeinknél a főváros belterületén jelenleg a kéndioxid négyszer, a klórgáz és klorid kétszer, a nitrogénoxid másfélszer, az ülededő por kétszer és a korom pedig tizenkétszer magasabb csúcsertékű.

4.3. Magas pontforrásból származó terhelés meghatározásának számítógépes módszere

A szélirány, a szélsősebesség, a szélprofil és a stabilitás mértékének együttes gya-

korisági analízise lehetővé teszi szennyezőforrások környezetében keletkező koncentrációk gyakorisági vizsgálatát. A következőkben áttekintjük azt a matematikai modellünket, amely 14 meteorológiai és ipari tényezőnek a szennyezőanyagok hígulására gyakorolt hatását számszerűleg is figyelembe veszi. Korábbi munkánkban (Szepesi 1967) részletezett matematikai levezetés során a h magasságban levő folytonos pontforrás körzetében az I_v talajközeli koncentráció meghatározására a szélirány, a szélsebesség, a hőmérsékleti rétegződés, a forrástól számított távolság és az ipari tényezők függvényében a következő egyenletet kaptuk:

$$I_v = \frac{16 E}{\pi^{1,5} 20^{0,5} \sigma_z u_r (h/h_0)^p x} \exp - \frac{1}{2\sigma_z^2} \left[h + \frac{v_s d}{u_r (h/h_0)^p} \left(1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} p \right. \right. \\ \left. \left. \frac{\Delta T d}{T_s} \right) k \right]^2 \quad (5)$$

ahol a már felsorolt jelöléseken kívül:

σ_z m a turbulens szóródás vertikális komponense

u_r m/s a talajközeli szélsebesség reprezentatív értéke

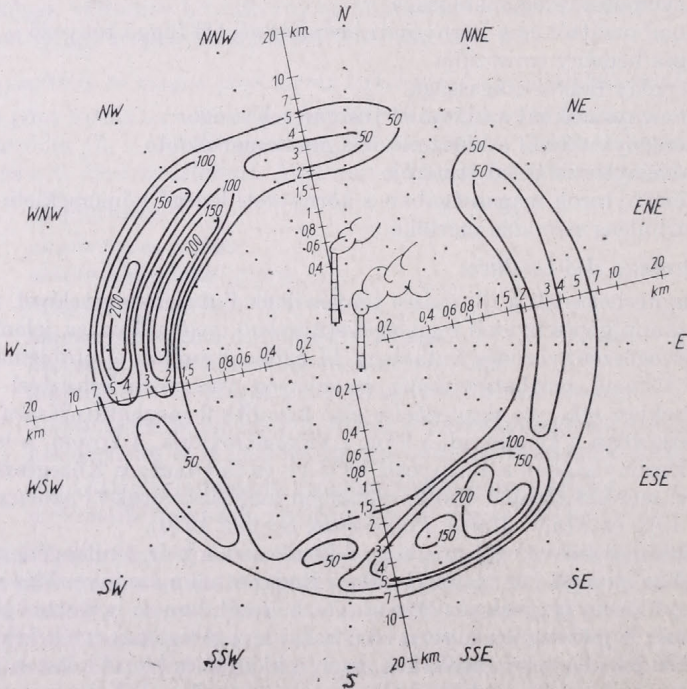
h_0 m a talajközeli szélmérséklet magassága

p — a szélprofil egyenlet exponense

P mb a környezeti légnyomás a kéménytorok magasságában

ΔT C° a kiáramló füstgáz és a környező levegő hőmérsékletének különbsége

k — a stabilitás mértékétől függő szorzó tényező



7a. ábra. A 0,25 — 0,75 mg/m³ intervallumba eső kéndioxid koncentrációk várható gyakorisága órákban a téli félévben a Duna menti Erőmű körzetében

Abb. 7a. Schätzungszahl der Stunden mit SO₂ Konzentrationen von 0,25 — 0,75 mg/m³ in der Umgebung der Donau-Kraftzentrale im Winterhalbjahr

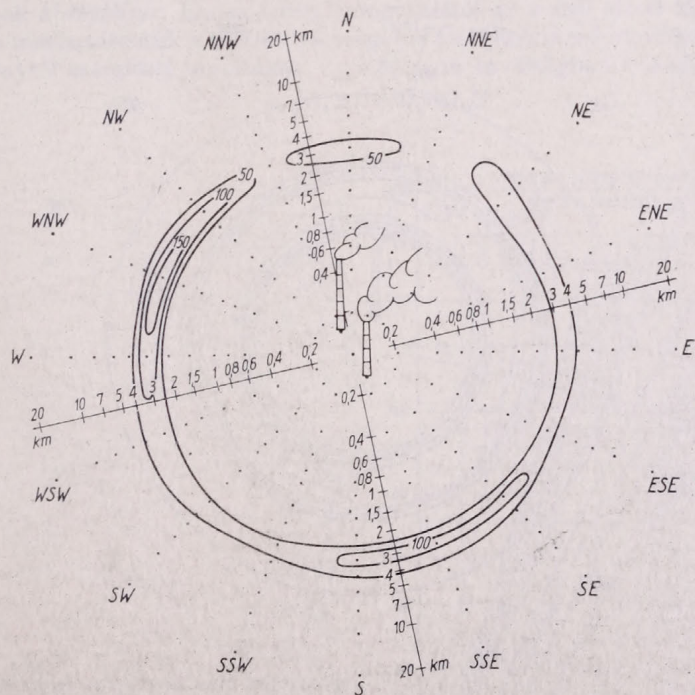
A fentiekben bemutatott elméleti kutatások és diffúzióklimatológiai vizsgálatok eredményei alapján a Dunamenti Hőerőmű bővítésével kapcsolatban levegőszennyeződési vizsgálatot folytattunk (Szepesi 1968 b). Ehhez az (5) munkaformulát két forrás esetére módosítottuk (Szepesi 1968 c):

$$I_v = \frac{16}{\pi^{1,5} 2^{0,5} \sigma_z u_r (h/h_0)^{p_x}} \left\{ E_1 \exp - \frac{1}{2\sigma_z^2} \left[h + \frac{v_{s1} d}{u_r (h/h_0)^p} \left(1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} P \frac{\Delta T d}{T_s} \right) k \right]^2 + E_2 \exp - \frac{1}{2\sigma_z^2} \left[h + \frac{v_{s2} d}{u_r (h/h_0)^p} \left(1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} P \frac{\Delta T d}{T_s} \right) k \right]^2 \right\} \quad (6)$$

ahol az I index a már működő kéményre, a 2 index pedig az építendő kéményre vonatkozó adatokat jelöli. A számításoknál a következő ipari és meteorológiai tényezőket vettük figyelembe:

		1. kémény	2. kémény
h	m	200	250
E	g/s	$2,68 \cdot 10^3$	$3,32 \cdot 10^3$
v_s	m/s	14,5	18,0
T_s	K°	418	418
d	m	9	9

A turbulens diffúzió két forrásra módosított (6) egyenletét a felsorolt ipari és meteorológiai adatok felhasználásával a téli félévre vonatkozóan MINSZK — 22-es



7b. ábra. A 0,75 — 1,00 mg/m³ intervallumba eső kéndioxid koncentrációk várható gyakorisága órákban a téli félévben a Duna menti Erőmű körzetében

Abb. 7b. Schätzungszahl der Stunden mit SO₂ Konzentrationen von 0,75 — 1,00 mg/m³ in der Umgebung der Donau-Kraftzentrale im Winterhalbjahr

nagy sebességű számítógép segítségével 13340 értékkombinációra oldottuk meg. A vizsgálat során a következő eredményeket nyertük:

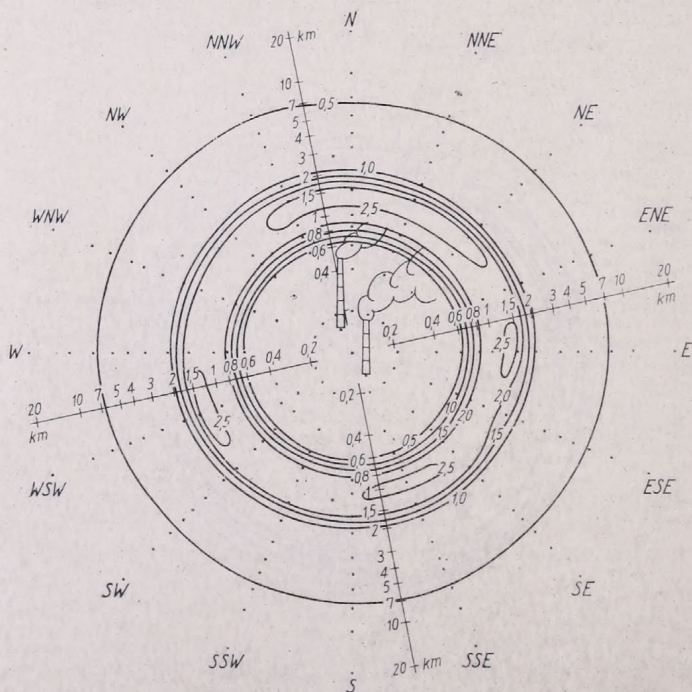
a) A 7a ábra a Dunamenti Erőmű körüli 20 km-es sugarú terület logaritmikus méretű térképén azon órák számát mutatja, amikor a kémények felől érkező levegő SO_2 koncentrációja 0,25 – 0,75 mg/m^3 értékek közé esik. Ezen intervallumba eső koncentrációk leggyakrabban W–NW, S–SE irányokban 1,5–6 km között alakulnak ki. A maximális gyakoriság (évi 247 óra) az erőműtől 2 km-re SE irányban található. Másodmaximum W–WNW irányban lép fel a kéménytől 2 és 5 km távolságra, téli félévenként 200 órán keresztül.

b) A 7b ábra a 0,75 – 1,00 mg/m^3 intervallumba eső koncentrációk gyakoriságának eloszlását szemlélteti. Az 50 óránál nagyobb gyakoriság zónája 2–4 km között található. A főmaximum az erőműtől 3 km-re WNW irányban lép fel 158 órán keresztül, másodmaximum 3 km-re S–SE irányokban található 105 órás gyakorisággal.

c) A 7c ábra az erőmű 20 km-es körzetében a várható abszolút maximális koncentráció értékeit mutatja. A 0,50 mg/m^3 -nél nagyobb koncentráció értékek a 0,6–7,0 km-es zónában találhatóak. A koncentráció maximuma (2,51 mg/m^3) 1,0–1,5 km között van.

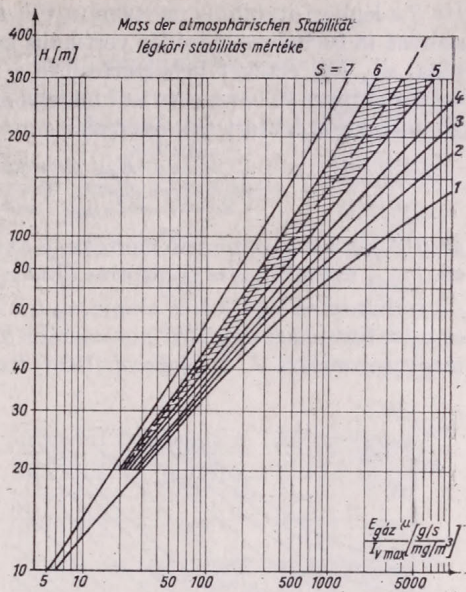
4.4. Magas pontforrásból származó terhelés meghatározásának grafikus módszere

A gázemisszió megengedhető mértékének és az immisszió maximum kéménytől mért távolságának gyors meghatározására az (5) turbulens diffúziós egyenletet szélső-



7c. ábra. A Duna menti Erőmű körzetében a téli félévben várható maximális kéndioxid koncentráció mg/m^3 -ben

Abb. 7c. Maximale SO_2 Konzentrationen in der Umgebung der Donau-Kraftzentrale im Winterhalbjahr

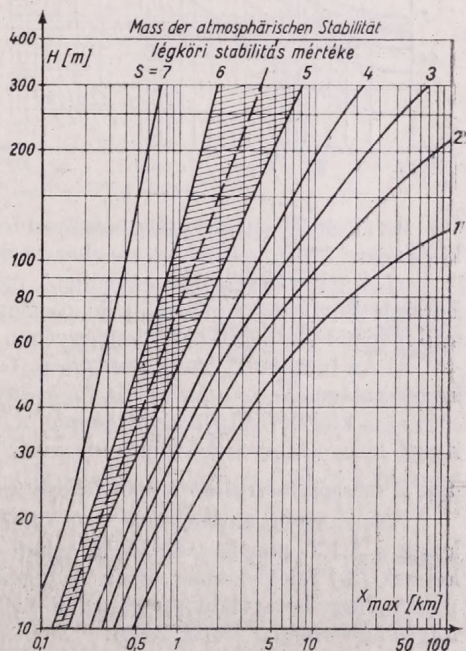


8a. ábra. Nomogram a gázemisszió megengedhető mértékének meghatározására

Abb. 8a. Nomogramm zur Bestimmung der zulässigen maximalen Gasemission

érték-számításnak vetettük alá (Szepesi 1969), és a nyert eredményeket nomogram formájában ábráztuk. Ennek során az egyenletet az x szél alatti távolság szerint deriválva meghatároztuk a füstfáklya tengelye alatt keletkező maximális koncentráció kéménytől számított távolságát. $x_{\max}(S)$ azon távolságban van ahol

$$\sigma_z(S, x) = 0,707 H \quad (7)$$



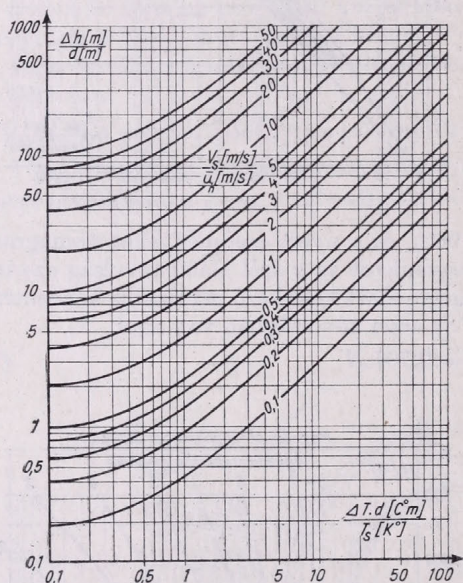
8b. ábra. Nomogram az immisszió maximum kéménytől mért távolságának meghatározására

Abb. 8.b Nomogramm zur Bestimmung der Entfernung des Immissionsmaximums der hohen Punktquelle

Itt S a légköri stabilitás mértéke, $\sigma_z(S, x)$ a vertikális füsteloszlás átlagos négyzetes szórása (a turbulens szóródás vertikális komponense) és H a kémény effektív magassága. $x_{\max}(S)$ értéket behelyettesítve a turbulens diffúzió módosított egyenletébe, ezt átrendezve és bevezetve az immissziómérés különböző időtartamát tekintetbe vevő korrekciós faktort (μ), nyerjük:

$$\frac{E_{gáz} \mu}{I_{v \max}} = \frac{\pi e H^2 \bar{u}_h}{2} \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_z} \right), \quad (8)$$

ahol $E_{gáz}$ g/s a gázemisszió mértéke, μ az immissziómérés időtartamától függő tényező, $I_{v \max}$ mg/m³ magas pontforrás által x_{\max} távolságban keltett maximális immisszió, e a természetes logaritmus alapja, \bar{u}_h a h magasságban uralkodó átlagos szélesség, és σ_y a turbulens szóródás horizontális komponense. A kiegészítő kéménymagasság meghatározására *J. Z. Holland* (1953) formuláját használtuk.



8c. ábra. Nomogram a kiegészítő kéménymagasság meghatározására

Abb. 8c. Nomogramm zur Bestimmung der Schornsteinüberhöhungen

Az (7) és (8) egyenletek és *Holland* formulája alapján nomogramokat dolgoztunk ki (*Szepesi* 1969), melyekkel meghatározható:

- A gázemisszió megengedhető mértéke, a vizsgált pontforrás megengedett immisszió maximuma, az effektív kéménymagasság, a légköri stabilitás és az immisszió mérési időtartamának függvényében (8a ábra),
- Az immisszió maximum ($I_{v \max}$) kéménytől mért x_{\max} távolsága, az effektív kéménymagasság és a stabilitás függvényében (8b ábra).
- A kiegészítő kéménymagasság, a kémény-átmérő, a kiáramló füstgáz és a környező levegő hőmérsékletének függvényében (8c ábra).

4.5. A levegőminőségi norma megállapításának szempontjai

A jelenleg érvényben levő, és a II. Táblázatban közölt hazai levegőhigiénés értékeink a 3.1.3. pontban definiált, világszerte elfogadott levegőminőségi küszöbértékeknek (I_t) felelnek meg. Ezen I_t küszöbértékek megállapításának egyetlen szempontja, hogy betartásuk esetén az élő szervezeteket sem közvetlen, sem közvetett befolyás ne terhelje (*Mórik* 1969).

II. TÁBLÁZAT — TABELLE II

Levegőhigiénés értékeink — *Unsere lufthygienischen Werte*

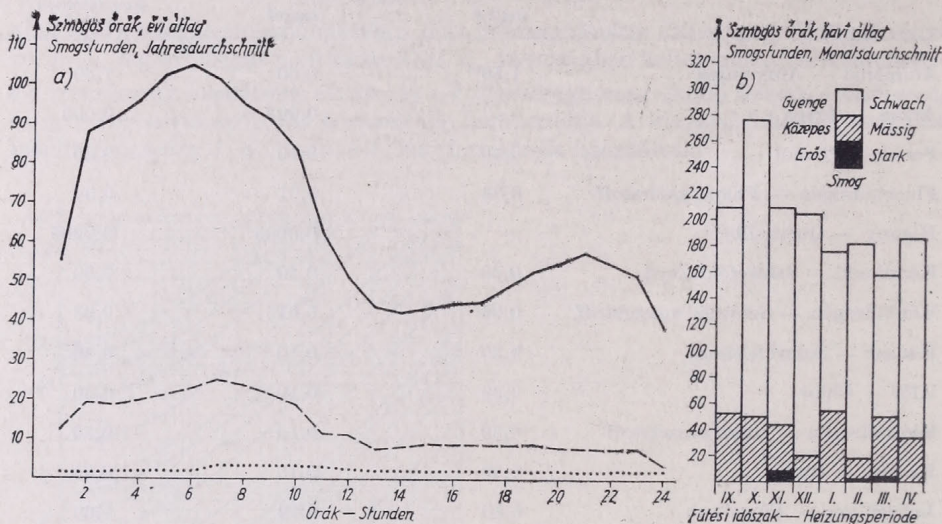
Légszennyező anyagok <i>Luftverunreinigungsstoffe</i>	Lakóterületen — <i>An Wohngebieten</i>		Ipari területeken <i>An Industriegebieten</i>
	Egyszeri maximális koncentráció <i>Einmalige maximale Konzentration</i> mg/m ³	Napi átlagos koncentráció <i>Tägliche durchschnittliche Konzentration</i> mg/m ³	Megengedett koncentráció <i>Zulässige Konzentration</i> mg/m ³
Ammónia — Ammoniak	1,50	0,50	1,50
Arzén — Arsen	—	0,003	0,003
Fenol — Phenol	0,30	0,10	0,30
Fluorhidrogén — Fluorwasserstoff	0,03	0,01	0,04
Higany — Quecksilber	—	0,0003	0,0005
Kéndioxid — Schwefeldioxyd	0,60	0,20	0,50
Kénhidrogén — Schwefelwasserstoff	0,05	0,015	0,05
Kénsav — Schwefelsäure	0,30	0,10	0,40
Klór — Chlor	0,30	0,10	0,30
Klórhidrogén — Chlorwasserstoff	0,50	0,15	0,50
Korom — Russ	0,30	0,10	0,30
Lebegő por — Flugstaub	0,60	0,20	0,60
Nitrogénoxidok — Stickstoffoxyde	0,50	0,15	0,50
Ólom — Blei	—	0,0005	0,0007
Szénmonoxid — Kohlenmonoxyd	6,00	2,00	6,00
Üledő por (tonna/km ² év) — Staub- sedimentation (t/kmJahr)	—	150	200

III. TÁBLÁZAT — TABELLE III,

A budapesti szmog definiálása — *Definition des Budapester Smogs*

Szmog intenzitása <i>Smogintensität</i>	Légköri stabilitás mértéke <i>Stabilität</i>	Keveredési réteg vastagsága <i>Dicke der Mischungsschicht m</i>		Kül- és beltérlet hőmérséklet- különbsége <i>Temperaturdifferenz der inneren bezw. äusseren Stadtgebiet °C</i>	Koncentráció <i>Konzentration</i> So ₂ mg/m ³
		reggel <i>Morgen</i>	délután <i>Nachmittag</i>		
0 Tiszta levegő <i>Reine Luft</i>	7	> 150	> 1500	≦ 0,0	≦ 0,10
1 Gyenge szmog <i>Schwacher Smog</i>	4, 5, 6	101—150	1000—1500	0,1—2,0	0,11—0,99
2 Közepes erősségű szmog <i>Mittelstarker Smog</i>	3, 4	50—100	500—999	2,1—4,0	1,00—1,49
3 Erős szmog <i>Starker Smog</i>	1, 2, 3	< 50	< 500	4,1—10,0	≧ 1,50

Amíg azonban a főváros levegője egyes szennyezőanyagok viszonylatában a jelenlegi levegőhigiénés értékekhez képest 4-, illetve 12-szeresen túlterhelt, ideiglenesen, egyes körzetekre levegőtisztasági normák (I_n) megállapítására van szükség. A levegőtisztasági norma megállapításának célja, hogy a túlterheltség csökkentésének időszakában, a mindenkori gazdasági lehetőségek figyelembevételével határozza meg a levegőszennyezettség megengedett mértékét, egységes szempontok alapján, a különböző tényezők figyelembevételével úgy, hogy betartására a szennyezőforrások



9. ábra. a) Különböző intenzitású szmogos órák napi menete. Pontozott vonal erős, a szaggatott közepes, a folytonos a gyenge szmog évi átlagát jelenti
b) Különböző intenzitású szmogos órák évi menete

Abb. 9. a) Tagesgang der Stunden mit verschiedener Smogintensität. Punktierter Linie: starker-, gestrichelte Linie: mittlerer-, fette Linie: schwacher Smog (Jahresdurchschnitt)
b) Jahresgang von Stunden mit Smog verschiedener Intensität

üzemeltetőinek reális lehetőségük legyen. A levegőtisztasági normaértékeknek a gazdasági lehetőségek fejlődésével együttjáró nagyobb hatásfokú leválasztó berendezések üzembehelyezése, a távfűtés és a gáz programok végrehajtása során a levegőtisztasági küszöbértékeket (I_t) kell elérniük.

A fenti szempontok alapján megállapított levegőtisztasági normaértékek is csak akkor egyértelműek, ha betartásuk ellenőrzésére szolgáló mérések programja (minta-vételének módszere, időpontja, tartama, gyakorisága és az egyidőben mért diffúzió klimatológiai paraméterek meghatározása) egységes.

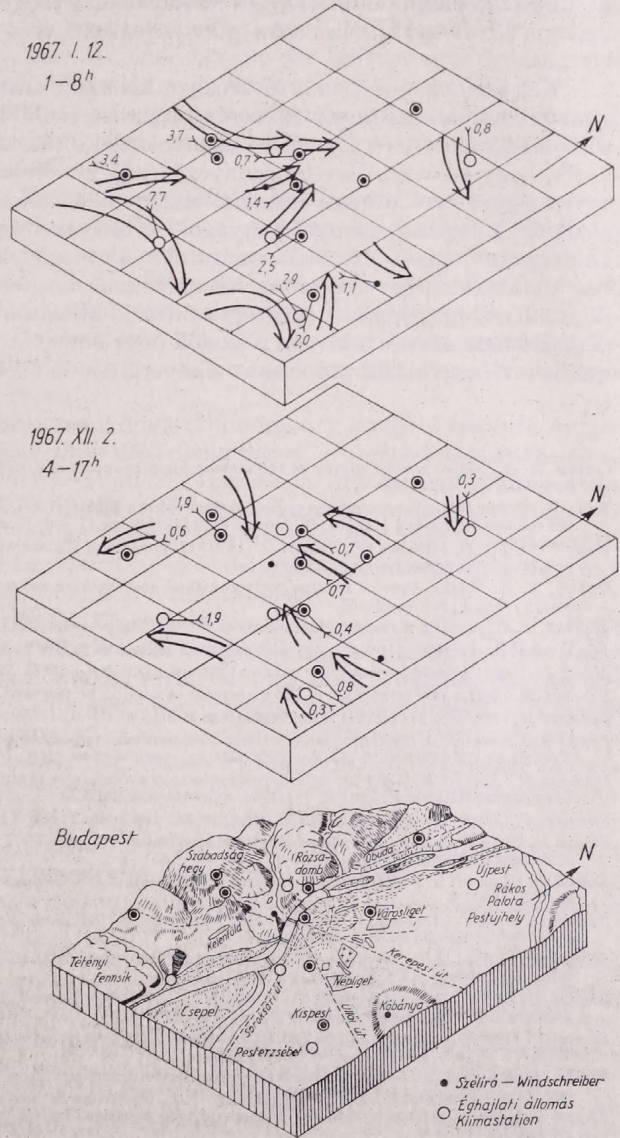
5. A levegőszennyeződés előrejelzéséhez szükséges meteorológiai modell diffúzió-klimatológiai előkészítése

A levegőszennyeződés előrejelzéséhez szükséges diffúzió-klimatológiai felmérés előkészítésének egy része a fővárosra már megtörtént. Ezen vizsgálataink eredményeként definiáltuk a budapesti szmogot, megállapítottuk intenzitásának kategóriáit, részletes statisztikai analízissel meghatároztuk a szmogos órák gyakoriságának napi és havi eloszlását, tartamgyakoriságait (Popovicsné, Szepesi 1969 b). A budapesti szmog definícióját és a szmog intenzitásának kategóriáit III. táblázatunk szemlélteti. A táblázatban foglaltakat a következőképpen interpretálhatjuk:

A levegőt tisztának tekintjük (szmogintenzitás = 0), ha a levegő SO_2 koncentrációja kisebb vagy egyenlő $0,10 \text{ mg/m}^3$ -rel. E koncentrációérték túlnyomóan akkor fordul elő, ha a légállapot labilis, reggel a keveredési réteg 150 m -nél, délután 1500 m -nél vastagabb, a kül- és belterület léghőmérséklet-különbsége 0°C , vagy a belterület pozitív hőtöbbletű.

Gyenge szmog (szmogintenzitás = 1) van, ha az SO_2 koncentrációja $0,11 - 0,99 \text{ mg/m}^3$. Ekkor a légállapot normális, negatív, illetve pozitív izoterm, a keveredési réteg reggel $101 - 150 \text{ m}$, délben $1000 - 1500 \text{ m}$ vastagságú és a külterület $0,1 - 2,0^\circ\text{C}$ hőtöbblettel rendelkezik a belterülethez viszonyítva.

A szmog közepesen erős (szmogintenzitás = 2) $1,00 - 1,49 \text{ mg/m}^3$ -es SO_2 kon-



10. ábra. Budapest szemantizált tömbszelvénye és szmog-helyzetekben kialakuló áramlási viszonya

Abb. 10. Schematische Reliefkarte von Budapest und ihre Stromlinien in Smoglagen

centráció esetén. Ezen értékek akkor fordulnak elő, ha a stabilitás mértéke pozitív izoterm, vagy gyenge inverzió, a keveredési réteg reggel 50–100 m, délután 600–999 m, a külterület hőtöbblete 2,1–4,0 °C a belterület hőmérsékletéhez viszonyítva.

Erős szmog (szmogintenzitás = 3) van, ha a városi levegő SO₂-koncentrációja 1,50 mg/m³-rel egyenlő, vagy ezt meghaladja. E koncentráció eloszláshoz gyenge inverzió, inverzió, vagy erős inverzió társul, reggel 50 m-nél, délután 500 m-nél sekélyebb keveredési rétegvastagsággal, valamint a külterületen 4,1–10,0 C°-os belterülethez viszonyított hőtöbblettel.

A különböző intenzitású szmogos órák átlagos gyakoriságának napi menetét a 9a ábrán mutatjuk be. A különböző erősségű szmogok maximális gyakorisága 6, illetve 7 órakor van. A gyenge és a közepes erősségű szmogoknak 21, illetve 15–19 óra körül másodmaximumuk van. Az év folyamán gyenge szmogra leggyakrabban októberben (9b ábra), közepes erősségűre januárban, erős szmogra novemberben számíthatunk.

Két szmoghelyzetben a fővárosban kialakult áramlási viszonyokat és Budapest sematizált tömbszelvényét 10. ábránk szemlélteti. Jól látható, hogy a két szmoghelyzetben teljesen eltérő áramlási viszonyok alakultak ki. Ebből nyilvánvalóan következik, hogy a főváros levegőszennyeződésének előrejelzéséhez a rácshálózat minden egyes négyzetének átlagos áramlási viszonyait figyelembe kell venni. Az egyes négyzetekben keletkező szennyező anyagok — melyeket az aktuális emisszió-kataszterrel határoznánk meg — ezen átlagos áramlásnak megfelelően transzportálódnak, miközben a stabilitási, keveredési stb. viszonyoknak megfelelően hígulnak és átalakulnak. A probléma megoldása a szükséges diffúzió-klimatológiai paraméterek, az aktuális emisszió-kataszter és a kémiai reakciók figyelembevételével csak számítógépes program keretében valósítható meg az elkövetkezendő években.

IRODALOM

- Cramer, H. E. (1959): A brief survey of the meteorological aspects of atmospheric pollution. Bull. of the Amer. Met. Soc., Vol. 40, No. 4, 165–171.
- Fehér V. (1970): Budapest levegőszennyezettségének képe a Fővárosi KÖJÁL 1963–68. évek között végzett üledék por és összkén mérései alapján. Budapesti Közegészségügy II. évf. 1. sz. 18–23.
- Fehér V., Móri J., Popovics M., Szepesi D. (1970) Estimation of the allowable emissions for air pollution abatement program in Hungary (in manuscript)
- Gifford, F. A. (1961): Uses of routine meteorological observations for estimating atmospheric dispersion. Nuclear Safety, Vol. 2, No. 4, 47–51.
- Holland, J. Z. (1953): A meteorological survey of the Oak Ridge Area. AEC, Washington, Report ORD—99. 554–559.
- McCormick, R. A. (1969): Meteorology and urban air pollution. WMO Bulletin XVIII. (3), 156–165.
- Móri J. (1969): A levegőegészségügy néhány időszerű kérdése. Időjárás, 73. évf. 5. sz. 288–298.
- Pasquill, F. (1961): The estimation of the dispersion of windborne material. Met. Mag. 90. 33.
- Popovics M. (1969): A keveredési réteg vastagsága Budapest felett. Időjárás, 73. évf. 4. sz. 229–234.
- Popovics M., Szepesi D. (1969 a): Szakvélemény Budapest gáz- és porszennyeződés alapterhelésének meghatározására. Készült az UVATERV 30 795/É–6/89/1969. sz. megbízása alapján.
- Popovics M., Szepesi D. (1969 b): A budapesti szmog gyakorisága és a szmoghelyzetek vizsgálata. Szakvélemény az Energiagazdálkodási Intézet K–4107 sz. megbízása alapján.
- Stern, A. C. (1968): Air Pollution Vol. II. Chapter 31. Academic Press, New-York, London.
- Szepesi D. (1964 a): Influence of the temperature gradient in the lowest 300 m air layer on the dispersion of pollutants of industrial origin. Időjárás, 68. évf. 1. sz. 10–16.
- Szepesi D. (1964 b): A model for the long-term distribution of pollutants around a single source. Időjárás, 68. évf. 5. sz. 257–269.
- Szepesi D. (1964 c): Részvétel a levegőtisztaság biztosításával foglalkozó 2 hetes előadásorozaton. Cincinnati, Ohio U. S. Public Health Service 1964. Sept.
- Szepesi D. (1967): Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hivatalos Kiadványa, XXXII. kötet, Budapest, 168.
- Szepesi D. (1968 a): Die Bestimmung des Windprofils der unteren Luftschicht von 300 m durch Pilotballonmessungen. Zeitschrift für Meteorologie, Band 20, Heft 1–6, 88–93.
- Szepesi D. (1968 b): Duna menti Hőerőmű bővítésével kapcsolatos levegőszennyeződési vizsgálat. Készült az ERŐTERV KTO(1227) 68. sz. megbízása alapján.
- Szepesi D. (1968 c): Metod opregevljenija srednjej koncentraciji zagrnjaznyajucosih primeszej v okruznszoztyi elektrozstancij pri pomosty EVM. GGO Trudi.
- Szepesi D. (1969): Grafikus módszer a gázemisszió megengedhető mértékének meghatározására. Időjárás, 73. évf. 3. sz. 351–357.

DIE ROLLE DER METEOROLOGIE IM SCHUTZ DER REINHALTUNG DER LUFT

Die wirksame Tätigkeit zur Minderung der Luftverunreinigung, bzw. zur Reinhaltung der Stadtluft fordert die Entwicklung und Betätigung einer Leistung für die Prüfung des meteorologischen Aspektes der Luftverunreinigung bzw. für die Prognose der Luftverunreinigung.

Wir berichten über die bisherigen inländischen Ergebnisse der zu dieser meteorologischen Leistung notwendigen Forschung und weisen auf die nächstfolgenden wichtigsten Aufgaben hin.

Die vorherigen isolierten Kämpfe gegen die Luftverunreinigung wurden in den letzten Jahren in der ganzen Welt durch eine intensive und enge Zusammenarbeit zwischen den entsprechenden Fachgebieten der Industrie, des Gesundheitswesens und der Meteorologie abgelöst um eine optimale Lösung der Luftverunreinigung — auch mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit — zu finden.

Im Programm der Reduktion der Luftverunreinigung zeigt unser Blockdiagramm das Gebiet der Tätigkeit der Meteorologie und Behörden, bzw. ihre Beziehung, Faktoren, Modelle und Ziele (*Abbildung 1*).

So eine meteorologische Tätigkeit enthält die Prüfung der regionalen meteorologischen Faktoren und der meteorologischen Aspekte der aktuellen Emissionskataster. Als meteorologische Faktoren werden das Mass der die Strömungsverhältnisse (Boden- und Höhenwind), die Verdünnungsverhältnisse bestimmenden Stabilität, die Dicke der Mischungsschicht und ausserdem die Bodenreliefs- und topographischen Verhältnisse in Evidenz gehalten. Die Wirkung dieser regionalen Faktoren auf die Ausbreitung, Verdünnung bzw. Umänderung von Abgasen wird durch ein meteorologisches Modell geprüft.

Im Programm der Reduktion der Luftverunreinigung ist die wichtigste Aufgabe der meteorologischen Tätigkeit die Bestimmung der zu erwartenden Masses und der zu erwartenden Häufigkeit der bodennahen Immission. Mit dieser Leistung ermöglicht die Meteorologie, der behördlichen Kontrolle begründete Entscheidungen zur Sicherung der Luftreinheit zu treffen, die optimale Strategie und Taktik der Reduktion auszuarbeiten, das Mass der zu erreichenden bodennahen Immission und die Kosten der dazu notwendigen Emissionsreduktion festzustellen.

Im Folgenden geben wir einige Ergebnisse unserer, zum meteorologischen Modell notwendigen Diffusions-klimatologischen Untersuchungen bekannt. Die Hauptcharakteristik dieser Prüfungen besteht darin, dass wir zur Auswertung des turbulenten Diffusionsmodells mit Computer von grosser Geschwindigkeit Diffusions-klimatologische Parameter bestimmten, die von den mehrjährigen Messungen der für die Ausbreitung bzw. Verdünnung der Abgase wichtigen meteorologischen Faktoren stammen. Solche Diffusionsklimatologische Faktoren sind das Mass der Stabilität, die Dicke der Mischungsschicht, der Exponent des Windprofils bzw. ihre bei verschiedenen Kategorien der Windrichtung und Windprofile auftretende Häufigkeit.

Abbildung 2 zeigt die Änderung der Windprofile als Funktion des Exponenten „p“ und der Höhe. Auf Grunde dessen kann das Windprofil bei der Schornsteinmündung bestimmt werden.

Der Stabilitätsparameter ist eine Charakteristik der durch die turbulente Diffusion der Luftschmutzstoffe verursachten Verdünnung. Er wird durch die täglich viermalige Abmessung der Höhenluftkondition bestimmt. Für ein flaches Gebiet kann der Stabilitätsparameter auf Grunde sich jede Stunde wiederholender Beobachtungen für Raum und Zeit interpoliert werden. Unsere sieben Stabilitätsparameter können mit Cramers fünf bzw. Pasquills sechs Stabilitätskategorien verbunden werden, und so können die Werte σ_y und σ_z der turbulenten Dispersion durch quantitative

Messungen festgestellt werden. Unsere *Abbildung 3* zeigt die relative Häufigkeit der zu verschiedenen vertikalen Temperaturgradienten gehörenden Stabilitätsparameter, die *Abbildung 4a* die Isoplethen der relativen Häufigkeit der stabilen Stratifikation und *Abbildung 4b* jene der labilen Stratifikation mit der Bezeichnung der Maximum- und Minimumgebiete.

Die Auswertung des Stabilitätsparameters geschieht fortlaufend, augenblicklich für zwei Beobachtungsstellen des Landes, sowie für sechs Beobachtungsstellen des umliegenden Gebiets, über welche wir eine Serie von täglich festgestellten Angaben für 8 Jahre haben.

Die Dicke der Mischungsschicht wurde für die, während des Tages auftretenden ungünstigsten (am Morgen) und günstigsten (am Nachmittag) Verdünnungsverhältnisse festgestellt. *Abbildungen 5a* und *5b* stellen den Jahresgang der Dicken der Mischungsschichten am Morgen und am Nachmittag für ein dicht und ein undicht eingebautes Gebiet von Budapest, bzw. für ein Provinzgebiet dar. Am Morgen ist die Dicke der Mischungsschicht während des ganzen Jahres klein, auf dem eingebauten Gebiet ist ihre Verteilung im Winter – unter dem Einfluss der Wärmeinsel – günstiger, als in der Peripherie. Die Dicke der Mischungsschicht fördert am Nachmittag im Dezember und Januar eine grosse Anhäufung des Schmutzes, im Sommerhalbjahr jedoch hindert sie nicht den Diffusionsprozess.

Bei der Prüfung der bodennahen Immission werden die folgenden Begriffe unterschieden: Grundbelastung, Belastung durch eine hohe Punktquelle und der zulässige Normenwert der Luftqualität der Immission.

Unter Grundbelastung meinen wir (I_a) den für ein gewisses Gebiet oder einen gewissen Punkt charakteristischen Konzentrationswert eines Schmutzstoffes; dieser Wert entsteht im allgemeinen durch die Verdünnung der Emissionen von Schmutzquellen, die sich in der Umgebung des geprüften Punktes, im allgemeinen auf dem Gebiet befinden.

Die in einer entsprechenden Höhe emittierenden Punktquellen (hohe Schornsteine) – unabhängig von dem Störeffekt der sich in ihrer Nähe befindenden Rauigkeitselemente (Gebäude, Bäume usw.) – verursachen in ihrer Umgebung eine bodennahe Immission I_v , die als eine durch eine hohe Punktquelle verursachte Belastung bezeichnet wird.

Die Häufigkeitswerte der voraussetzlichen Immission werden unter Berücksichtigung der Qualitätskriterien (I_k), lufthygienischen Werte (I_t) bzw. der zulässigen Normen (I_n) der Luft bestimmt.

Auf Grunde von Laboruntersuchungen kann man feststellen, was für eine physiologische Wirkung von einer gewissen Schmutzstoffkonzentration (I_k) in einem bestimmten Zeitraum ausgeübt wird, und der erhaltene Zusammenhang kann in der Form von Luftqualitätskriterien festgesetzt werden.

Das Mass der Schmutzstoffkonzentration wird ein lufthygienisch Wert der Luftqualität des Schmutzstoffes genannt, wenn bei, diesem Mass entsprechenden oder kleineren Werten keiner der biologischen Parameter der unter ihrer Wirkung stehenden Rezeptoren von dem normalen Stand abgelenkt wird.

Das zulässige Mass der – von der Altersstruktur der Bevölkerung und des Charakters des Gebietes abhängigen und durch die Wirtschaftsmöglichkeiten limitierten – Belastbarkeit der Aussenluft wird für ein gewisses Gebiet und für einen bestimmten Zeitraum als zulässige Luftqualitätsnorm für den Schmutzstoff bezeichnet (I_n).

Die Tages- und Jahresänderung der meteorologischen Faktoren, sowie die Tages-, Wochen- und Jahresgänge der Emission beeinflussen das Mass bzw. die Änderung der bodennahen Immission. Unter dem Einfluss der meteorologischen Faktoren kann die bodennahe Immission von ihrem Durchschnittswert sogar um

3–4 Grössenordnungen abweichen. Das Mass der Grundbelastung hängt auch bei gleichen Quellenmissionen von den meteorologischen Faktoren (Windverhältnisse, Dicke der Mischungsschicht, Stabilitätsparameter) ab, darum kann seine Bestimmung durch periodische Messungen nur mit den sich auf denselben Zeitraum beziehenden Werten der Diffusions-klimatologischen Parameter erklärt werden. Die Grundbelastung (I_a) zeigt einen Tages- und Jahresgang infolge der Änderung der meteorologischen Verhältnisse und des Masses der Emission (Abbildung 6). Ihr Maximalwert ($I_{a \max}$) wird am Morgen bzw. im Winterhalbjahr erreicht.

Im Sinne des vorangehenden, bei der Errichtung eines neuen Betriebes oder der Erweiterung eines vorhandenen Betriebes sollen auch andere existierende Schmutzquellen in der Umgebung der Quelle, das heisst eine gewisse Grundbelastung auch in Betracht genommen werden. Die Summe der, durch die Verdünnung der Emission der gegebenen Punktquelle entstehenden bodennahen Immission und der, von den Emissionen anderer, in der Umgebung der Quelle arbeitenden Quellen stammenden Grundbelastung soll die, für den gewissen Luftschmutzstoff zulässigen Normenwerte der Luftqualität nicht überschreiten:

$$\begin{aligned} \overline{I_a + I_v} &\leq \overline{I_n} \leq \text{und} & (1) \\ (I_a + I_v)_{\max} &\leq I_{n \max} \end{aligned}$$

Wenn die linke Seite von (1) und (2) grösser ist, als die rechte Seite, so wird der Durchschnitts- bzw. Maximumwert der Immission für dieses Gebiet als Überlastung definiert.

Auf Grunde der Messungen des Budapester KÖJÁL-s und des Landesinstituts für Gesundheitswesen, mit Hilfe der jetzt zur Verfügung stehenden Angaben wird das Mass der Grundbelastung für das Gebiet von Budapest in erster Näherung festgestellt. Die territoriale Verteilung der durchschnittlichen Tageskonzentration $\overline{I_a}$ wird auf Grunde der durchschnittlichen Konzentration des Winterhalbjahres, die territoriale Verteilung der einmaligen maximalen Konzentration $I_{a \max}$ auf Grunde der gemessenen absoluten maximalen Konzentration des Schmutzstoffes bestimmt. Diese Untersuchung wurde für sechs verschiedene Schmutzstoffe durchgeführt. Es wurde festgestellt, das zum Beispiel die Hauptstadt in der Hinsicht der Verunreinigung mit Schwefeldioxyd, unter Berücksichtigung der Werte der durchschnittlichen Tageskonzentration, wie auch der Werte der einmaligen maximalen Konzentration des Schwefeldioxyds, überlastet ist. Das Mass der Überlastung in der inneren Stadt ist das 4–5-fache.

Solange in der Hauptstadt, im Kreis einiger grossen Industrieanlagen eine mehrfache Überlastung den gegenwärtig gültigen Werten der Lufthygiene gegenüber besteht, sollen für einige Kreise provisorisch Luftqualitätsnormen (I_n) festgestellt werden, die unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Möglichkeiten das zulässige Mass der Verunreinigung in der Reduktionsperiode bestimmen. Bei der Durchführung der Fernheizungs- und Gasprogramme sollen diese Normenwerte durch Inbetriebsetzung von Separatoren die lufthygienischen Werte (I_t) erreichen.

Die gemeinsame Häufigkeitsanalyse der Diffusions-klimatologischen Parameter ermöglicht für unser mathematisches Modell die Häufigkeitsprüfung der von der hohen Punktquelle stammenden Konzentrationen. Unsere Arbeitsformel – die in unserer früheren Arbeit abgeleitet wurde (Szepesi, 1964 b), – wertet die Wirkung von 14 meteorologischen und industriellen Faktoren in der Hinsicht der Verdünnung von Abgasen aus, die Änderung des Windes mit der Höhe wurde auf Grunde der Windprofilgleichung, die Schornsteinüberhöhung durch Hollands Formel bestimmt.

Die Arbeitsformel (6) wurde mit Hilfe des Computers MINSK 22 von grosser Geschwindigkeit für 13 440 Wertkombinationen gelöst. Die Ergebnisse der Kalkula-

tionen werden im nachfolgenden mitgeteilt. Bei Schornsteinhöhen von 200 bzw. 250 m und bei einer Schwefeldioxydemission von 6 kg/s werden die in der Nähe der Schornsteine entstehenden Konzentrationen mit der folgenden Häufigkeit auftreten: eine Konzentration von 0,25–0,75 mg/m³ entsteht in einer Entfernung von dem Schornstein maximum während 200 Stunden pro Jahr (*Abbildung 7a*), eine Konzentration von 0,75–1,00 mg/m³ bei einer Entfernung von 3 km während 150 Stunden pro Jahr (*Abbildung 7b*); die absolute maximale Konzentration von 2,5 mg/m³ kann in einer Entfernung von 1,5 km festgestellt werden (*Abbildung 7c*).

Zur schnellen Bestimmung des zulässigen Masses der Gasemission und der von dem Schornstein gemessenen Entfernung des Immissionsmaximums wurde unsere frühere Gleichung der turbulenten Diffusion einer Ausrechnung der Extremwertes unterworfen and die erhaltenen Ergebnisse in der Form eines Nomogramms dargestellt.

Abbildung 8a ermöglicht eine schnelle Feststellung des zulässigen Wertes der Gasemission in der Funktion des zulässigen Immissionsmaximums, der effektiven Schornsteinhöhe, Atmosphärenstabilität und des Messungszeitraums der Immission.

Abbildung 8b zeigt die vom Schornstein gemessene Entfernung des Immissionsmaximums in der Funktion der effektiven Schornsteinhöhe und Stabilität.

Abbildung 8c dient zur Feststellung der zusätzlichen Schornsteinhöhe in der Funktion des Schornsteindurchmessers, des ausströmenden Rauchgases und der Temperatur der Aussenluft.

Ein Teil der Vorbereitung der zur Prognose der Luftverunreinigung notwendigen Diffusions-klimatologischen Vermessung wurde schon für die Hauptstadt durchgeführt. Dazu diente auch unsere Smogprüfung, bei welcher der Budapester Smog und die Tages und Monatshäufigkeit der Smogstunden auf Grund der Schwellenwerte der Diffusions-klimatologischen Parameter (Stabilität, Dicke der Mischungsschicht, Temperaturunterschied zwischen äusserem und innerem Stadt-Gebiet, Schwefeldioxydkonzentration) festgestellt wurden.

Der Tagesgang der Durchschnittshäufigkeit der Stunden mit Smog von verschiedener Intensität wird auf der linken Seite der *Abbildung 9* dargestellt. Die maximale Häufigkeit des Smogs von verschiedener Intensität kann um 7 Uhr morgens, die minimale Häufigkeit um 24 Uhr festgestellt werden. Das zweite Maximum entsteht ungefähr um 21 Uhr. Laut der linken unteren Abbildung kann man im Laufe des Jahres auf einen schwachen Smog am häufigsten in Oktober, auf einen mittelstarken Smog in Januar und auf einen starken Smog in November rechnen.

In *Abbildung 10* zeigen wir die in der Hauptstadt entstandenen Strömungsverhältnisse und die schematische Reliefkarte von Budapest in zwei Smoglagen. Es ist sichtbar, dass in den zwei Smoglagen ganz andere Strömungsverhältnisse entstanden sind. Daraus folgt offenbar, dass zur Prognose der Luftverunreinigung der Hauptstadt die durchschnittlichen Strömungsverhältnisse jedes einzelnen Quadrates des Gitternetzes in Betracht genommen werden sollen. Die in den einzelnen Quadraten entstehenden Schmutzstoffe — die wir mit dem aktuellen Emissionskataster bestimmen könnten — werden dieser allgemeinen Strömung entsprechend transportiert, wobei sie sich den Stabilitäts-, Mischungsverhältnissen usw. gemäss verdünnen und umändern. In den folgenden Jahren kann das Problem unter Berücksichtigung der notwendigen Diffusions-klimatologischen Parameter, des aktuellen Emissionskatasters und chemischer Reaktionen nur im Rahmen eines Computerprogramms gelöst werden.

Erzeugung von Eiskernen mit Hilfe von Zeolithpulver

L. KRASTANOV, N. GENADIEV, L. LEVKOV, *Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Geophysikalisches Institut, Sofia*

Jégmagvak létrehozása zeolít por segítségével. Az összes ismert jégképző anyag közül természetesen legaktívabbak a jégkristályok. A jég fizikai természete azonban nem teszi lehetővé poralakú jég előállítását. Ezért olyan poralakú anyag előállítása vagy megtalálása volt a feladat, melynek mikroszkopikus részecskéiben jég képződik. Ilyen anyag a zeolít, mely igen alacsony relatív nedvességek mellett is vizet tud abszorbeálni a levegőtől anélkül, hogy kémiai kölcsönhatás lépne föl. A zeolít kristály rácsában ugyanis 3—13 Å átmérőjű pórusok vannak, melyekbe a 2,76 Å átmérőjű vízmolekulák behatolhatnak. A kísérletek kimutatták, hogy a zeolít porban előzetesen —20 — —30°-on megfagyasztott jégkristályokon —2 — —5°-ra való felmelegítés után is megindul a hasonló hőmérsékletű túlhűlt ködcspepek kifagyása.

*

Получение ледяных кристаллов с помощью порошка цеолита. Самыми активными ледообразующими ядрами являются ледяные кристаллы. Однако физические свойства льда не позволяют изготовление порошкообразного льда, на частицах которых замерзание переохлажденных капель может совершаться. Первой задачей ставилось, чтобы найти веществ, в микроскопических частицах которого образуется лед. Таким веществом оказались цеолиты, которые способны абсорбировать воду из воздуха, даже при низкой относительной влажности, без химического взаимодействия. В кристаллической решетке цеолита имеются поры диаметром 3—13Å, в которые водные молекулы могут проникать. Эксперименты показали, что на ледяных кристаллах, находящихся в частицах цеолита, которые предварительно охлаждались до —20 — —30°, а потом нагревались до —2 — —5°, начинается замерзание капель переохлажденного тумана.

*

Aus den bisherigen Untersuchungen einer Reihe von Autoren ist bekannt, daß eine Vielzahl von Substanzen die Wirkung künstlicher Kristallisationskerne für das Wasser bei verschiedenen Temperaturen unter 0°C ausüben. Die Aktivität dieser Kristallisations-substanzen, die das Gefrieren des Wassers bei ziemlich hohen Temperaturen unter 0°C verursachen, liegt an der Ähnlichkeit ihrer Kristallgitter mit dem Kristallgitter des Eises (nicht nur ihrer Struktur, sondern auch ihren Gitterkonstanten nach). Deshalb bilden sich mittels einem Epitaxialmechanismus auf ihren Kristallwänden Kristallkeime aus dem unterkühlten Wasser, das einfriert. Die bekanntesten Reagenzien dieses Typs sind die klassischen AgJ, PbJ₂, CuS u.a., die eine hexagonale Kristallsymmetrie aufweisen und sich entsprechend bei cca —4°, —5° und —6°C des unterkühlten Wassers (Wassertropfen — Nebel in der Kühlkammer) auswirken. Wie bekannt, gibt es auch Substanzen mit kubischer Kristallsymmetrie, sowie organische Kristallstoffe (wie z.B. Floroglyzin), die ebenfalls aktive Gefrieremittel bei ziemlich hohen Temperaturen unter 0°C sind. Als Kristallisationskerne sind auch Ton, verschiedene Pulver u.a. feste pulverartige Substanzen geprüft worden, die gewöhnlich (für Nebel in der Kühlkammer) bei ziemlich niedrigen Temperaturen unter 0°C aktiv sind. Bekannt sind auch Untersuchungen mit Gels [1], in deren Poren eine Kapillarkondensation von Wasserdämpfen stattfindet, und mittels Gefrieren bei ziemlich niedrigen Temperaturen (bis zu cca —35°C) und darauffolgender Pulverisierung Eiskristalle erhalten werden, die wie Kristallisationskerne auf die einzelnen Tropfen einwirken. Dieser Gedanke ist interessant, doch sind die Untersuchungen nicht durch Einwirkung auf in der Kühlkammer gebildeten Nebel zu Ende geführt worden. Bei den meisten der angeführten Untersuchungen (mit Ausnahme derjenigen mit Gels) ist die Eisbildungsfähigkeit der Substanzen selbst geprüft worden.

Es ist vollkommen natürlich, daß die aktivisten Kristallisationskerne bei allen Temperaturen des Nebels unter 0 °C die gewöhnlichen Eisteilchen sind. Leider gestatten die physikalischen Eigenschaften des Eises bekanntlich nicht die Herstellung von Eispulver. Deshalb haben wir uns die Aufgabe gestellt, solche pulverförmigen Substanzen ausfindig zu machen oder zu erzeugen, in deren mikroskopischen Teilchen Eis gebildet wird, das sich bei Temperaturen unter 0°C als Kristallisationskern auswirkt. Auf diese Weise ist die Herstellung von Eispulver realisierbar.

Zu diesem Zweck bedienen wir uns der s.g. Zeolithe oder Molekularsiebe, die die bemerkenswerte Eigenschaft haben, Wasser sogar bei äusserst geringer relativer Feuchtigkeit zu absorbieren, auch wenn es im Zustand von Wasserdämpfen (aus der

TABELLE I

N ^o	1	2				
T ₀	—17.1	—21.3	—18.0	—20.3	—18.1	—17.6
T ₁	—17.3	—20.8	—20.0	—20.5	—19.0	—15.8
T ₂	—17.5	—20.7	—20.1	—20.7	—19.2	—16.2

Luft) vorkommt, ohne mit ihm in chemische Wechselwirkung zu treten und das Wasser zu binden und in ihrem Kristallgitter zu behalten. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind die Zeolithe Polyhydrate der Aluminiumsilikate mit der allgemeinen Formel $M_{2/n} \cdot Al_2O_3 \times SiO_2 \cdot mH_2O$, wo $M_{2/n}$ ein ein- oder zweiwertiges Kation eines Metalls (z.B. Na, Ca u. a.) ist. Ihrer Kristallstruktur nach sind die Zeolithe gewöhnlich kubische Oktaeder, gebunden mit Hilfe von Sauerstoffionen. Wichtig für unsere Zwecke ist jedoch, daß in der Kristallstruktur (dem Kristallskelett) Poren (Kanäle) mit Durchmesser von cca 3 bis 13 Å vorhanden sind, infolge dessen sie Molekularsiebe genannt werden. In die Kanäle des Kristalls können Moleküle solcher Substanzen eindringen, deren Dimensionen kleiner als der Durchmesser der Kanäle sind (der Durchmesser des Wassermoleküls beträgt 2,76 Å). Eine wichtige Eigenschaft der Zeolithe ist auch der Umstand, daß sich ihr Wassergehalt in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Druck der Wasserdämpfe in der Luft verändern kann. Bei Erhitzung des Zeoliths sondert sich das Wasser fortwährend ab, was zu seiner Entwässerung führen kann; doch kann auch umgekehrt das Wasser in das Gitter des Zeoliths eindringen, ohne dabei die Kristallstruktur zu zerstören.

Die Zeolithe kommen in natürlichem Zustand in der Natur vor, doch wichtiger ist, daß sie synthetisch in grossen Mengen für verschiedene industrielle Zwecke erzeugbar sind. Bei unseren experimentellen Untersuchungen haben wir mit einigen Zeolitharten gearbeitet — reine oder granuliert mit Bindesubstanz (gewöhnlich wird als Bindesubstanz Bentonitton verwendet). Es hat sich erwiesen, daß unserem Zweck reine pulverförmige Zeolithe entsprechen, da die Bindesubstanz unsichere Resultate ergibt. So haben wir vorwiegend pulverförmiges Zeolith 13 X Wolfen (DDR-Erzeugnis) verwendet, das in entwässertem Zustand die Formel $1,05 \cdot Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2,2SiO_2$ und Durchmesser der Kanäle 10 Å hat.

Die Versuche verliefen in folgender Reihenfolge: 1. Prüfung der Kristallisationsaktivität des Zeolithpulvers selbst; 2. Prüfung der Kristallisationsaktivität des Pulvers in bezug auf einzelne Wassertropfen, nach seiner Abkühlung bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen; 3. Prüfung der Kristallisationseinwirkung des Pulvers nach seiner Abkühlung bei niedrigen Temperaturen auf Nebel in der Kühlkammer.

1. *Etappe.* Ein Tropfen mit Durchmesser cca 2,5 mm aus zweifach destilliertem Wasser wird an ein Thermopaar angehängt und in eine kleine Kühlkammer gestellt [2], die mittels flüssigem Stickstoff bis zum Gefrieren des Tropfen abgekühlt wird (Geschwindigkeit der Temperaturabnahme 5°/Min.) Danach wird der eingefrorene Tropfen geschmolzen, aus der Kammer herausgenommen und in eine Zeolithpulverwolke gestellt, deren Teilchen an den Tropfen anhaften. Danach kommt er wieder in die Kühlkammer zum Einfrieren. Die Ergebnisse sind in *Tabelle I* angegeben. Wo mit T_0 , T_1 und T_2 die Gefriertemperaturen des Tropfens destillierten Wassers (T_0), bzw. die Temperatur der zwei darauffolgenden Einfrierungen desselben Tropfens nach Verunreinigung mit Zeolithpulver bezeichnet sind (T_1 und T_2).

TABELLE II

Nº	T_{\max}	T_1	T_2
1	-20.0	-5.0	-2.8
2	-25.0	-3.6	-2.3
3	-25.0	-3.0	-3.7
4	-20.0	-1.5	-1.8
5	-18.5	-1.5	-2.0
6	-19.5	-1.2	-1.5
7	-25.0	-1.5	-2.7
8	-24.0	-1.6	-0.7
9	-25.0	-6.8	-1.0
10	-26.0	-3.0	-2.0

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, daß das Zeolithpulver bei ziemlich niedrigen Temperaturen selber eine Kristallisationswirkung hat.

2. *Etappe.* An die Spitze eines Glasstäbchens wird ein Stückchen Siegellack angeklebt (der kein aktives Gefriermittel ist). Der Siegellack wird erhitzt und in Zeolithpulver getaucht, welches an ihm kleben bleibt. Dieses Stabende wird mit Hilfe eines Mikromanipulators in die kleine Kühlkammer durch eine kleine Seitenöffnung eingeführt, deren geometrische Achse den Mittelpunkt des Tropfens schneidet, der an das Thermopaar in der Kühlkammer angehängt werden soll. Die Kammer wird bis auf die in *Tabelle II* mit T_{\max} bezeichnete Temperatur abgekühlt. Dies ist die höchste Temperatur, bei der das absorbierte Wasser im Zeolithpulver einfriert. Danach wird die Temperatur in der Kammer bis auf T_1 erhöht, ein Tropfen destilliertes Wasser an das Thermopaar angehängt und in die Kammer gestellt, wo er die Temperatur T_2 erhält. Bei diesen Temperaturen des Pulvers und des Tropfens wird das Pulver mit Hilfe des Mikromanipulators mit dem Tropfen in Berührung gebracht, der dabei einfriert.

Dies erweist, daß das Zeolithpulver Eis enthält, welches das Gefrieren des Tropfens bei ziemlich hohen Temperaturen unter 0° C verursacht.

3. *Etappe.* In einer 50 l-Kühlkammer wird mittels Einführung von Wasserdampf unterkühlter Nebel gebildet. Der Nebel wird auf die gewünschte Temperatur temperiert. (Zur Unterhaltung einer präzisen konstanten Temperatur in der Kühlkammer wurde eine Spezialanlage benutzt. Die Registrierung der Temperatur in der Kammer und im Pulver erfolgte mittels eines Registriergerätes). Gleichzeitig wurde in einem kleinen Metallzylinder mit Durchmesser 16 mm und Länge 200 mm (der an dem einen Ende offen und an dem anderen mit einem Kolben versehen ist) auf eine im Inneren befestigte dünne Papiermembrane Zeolithpulver geschüttet. Dieser Zylinder mit dem Pulver wird in eine kleinen Kammer bis auf eine Temperatur abgekühlt,

bei der das Zeolithwasser einfriert (T'_p). Die Temperatur des Pulvers wird mit einem Spezialthermopaar gemessen, das an das Pulver im Zylinder herangeschoben wird. Danach wird der Zylinder aus der kleinen Kammer herausgenommen und von T''_p auf die gewünschte Temperatur T''_p in der Nebelkammer erhitzt. Sobald die gewünschten Temperaturen T'_p und T''_p erreicht werden (Tabelle III), sprengt durch einen schnellen Kolbendruck die Pressluft die Membrane, und das Pulver wird in den Nebel einge-

TABELLE III

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T_k	-6.0	-5.8	-7.0	-4.5	-2.5	-3.0	-3.0	-3.0	-4.0	-2.2	-2.0	-1.5
T'_p	-8.0	-6.0	-7.5	-5.0	-3.0	-5.0	-4.0	-2.0	-4.0	-2.5	-2.0	-2.0
T''_p	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-20.0	-27.0	-28.0	-28.0	-30.0	-28.0

spritzt. Nach einigen Sekunden bilden sich im Ergebnis des Einfrierens der unterkühlten Nebeltropfen, bei ihrer Berührung mit den eishaltigen Zeolithpulverteilchen, Eiskristalle im Nebel. Bei jedem Versuch haben wir Zeolithpulver in sehr geringen Mengen unter 0,01 g benutzt. Die Anzahl der Kristalle ist groß, wurde aber nicht gezählt. Wie zu erwarten war, hängt die Anzahl der Kristalle auch von dem Nebelwässerigkeit ab, die ebenfalls nicht bestimmt wurde. Aus diesen sehr sorgfältig durchgeführten Vorversuchen ist ersichtlich, daß mit Hilfe des nach dem beschriebenen Verfahren behandelten Zeolithpulvers aktive Eiskerne zu erhalten sind.

Ähnliche erfolgreiche Versuche erfolgten auch mit Pulver aus synthetischem Zeolith Klinozorb-4, das in Ungarn erzeugt wird. Sehr wahrscheinlich gibt es auch andere Zeolithe, aus denen Eiskerne erhaltbar sind. Unsere diesbezügliche Forschungsarbeit wird fortgesetzt.

LITERATUR

- [1] Higuchi K. and N. Fukuta: International Conference on Cloud Physics, Tokyo and Sapporo, p. 166—170, 1965.
 [2] Genadiev, N.: Bulg. Sci., Bul. de l'Inst. de Geophysique, T. XVII, 1970.

A légköri kondenzációs magvak kutatásának száz éve

MÉSZÁROS ERNŐ, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

Hundred Years of the Investigations on Atmospheric Condensation Nuclei. A survey is presented on the history of the investigations on condensation nuclei, starting from the discovery of *Coulier* (1875) up to our time. In the first part of the lecture the investigations with expansion or diffusion chambers are reviewed when the number of the condensation nuclei is found on the basis of the fog droplet concentration taking place in the chamber. The development of the expansion chamber is connected with the name of *Aitken* (1880—1881), while the first well-known experiments were carried out by *Wigand* (1913) by the aid of these chambers. *Wigand* stated, on the basis of his measurements, that atmospheric condensation nuclei cannot be else than water soluble hygroscopic nuclei. This view has been disproved by the results of the measurements of *Junge* (1936). In the history of the investigations on condensation nuclei a new chapter was opened by the first measurements of atmospheric droplets of fogs and clouds. It has been proved by these measurements that the concentration of the droplets produced in the expansion chambers are by several orders of magnitude larger than that of the droplets of fogs and clouds. *Simpson* (1941) explained this phenomenon by the fact that in the chambers a much higher super-saturation is found than in the atmosphere. Diffusion-chambers, in which low super-saturations can continually be produced, are used from about the middle of the fifties (*Wieland*, 1955). The most important measurements with diffusion chambers have been carried out by *Twomey* (1959—1968) and it has been proved by him that active cloud nuclei are probably soluble ammonium sulfate particles with radius smaller than $0,1 \mu$. In the second part of the lecture a survey is given on the investigations concerning the characteristics of the atmospheric particles. First the so-called indirect methods are described by stressing the importance of the work of *Köhler* (1936) and *Wright* (1939—1940). Direct investigations of the nuclei, with optical and electron microscopes, were commenced about the middle of the forties. From the investigations carried out with chemical methods it became clear that the role of the chloride particles of maritime origin is by far not of such a great importance as it was supposed before. In this field the most important work has been done by *Junge*. According to *Junge* (1953) a considerable part of the soluble particles consists of ammonium sulfate. The investigations, started about 10 years ago in Hungary, directed towards the physical and chemical characteristics of the atmospheric particles and droplets, led to the result that the majority of the active condensation nuclei consists of ammonium sulfate particles with radius smaller than $0,1 \mu$. This is in accordance with the view of *Twomey*. In the concluding part the lecturer discusses the thermodynamic investigations concerning water vapour condensation. The aim of the thermodynamic investigations is to determine the activity of condensation nuclei, enabling a comparison of nuclei of different types. In the field of thermodynamic investigations a pioneering work has been done by *Krastanow* (1936.) One of the most important field of his work is the investigation of the thermodynamic of condensation processes taking place on insoluble nuclei, while *Köhler* (1926, 1950), *Dufour* and *Defay* (1953) carried out investigations on the thermodynamics of systems containing soluble and mixed particles. In Hungary problems of the thermodynamics of the latter type of nuclei have been investigated.

*

Сто лет исследования атмосферных конденсационных ядер. Доклад представляет краткий обзор об истории исследования конденсационных ядер, начиная с открытия *Coulier* (1875 г.) по настоящее время. Сперва доклад излагает исследование, проведенные с камерами расширения и диффузии и установившие число конденсационных ядер на основе концентрации капель тумана, образовавшегося в камере. Развитие камер расширения связано с исследователем *Aitken* (1880—1881 гг.) и *Wigand* (1913 г.) проводил с ним первую известную серию опытов. На основе своих измерений *Wigand* установил, что конденсационные ядра могут представлять собой только водорастворимые, гигроскопические ядра. Это мнение опровергнулось результатами измерения *Junge* (1936 г.) В истории исследования конденсационных ядер первые измерения капель атмосферных туманов и облаков раскрыли новую главу. Эти измерения показали, что концентрация капель, образовавшихся в камерах расширения, на несколько величин выше, по сравнению с концентрацией капель туманов и облаков. *Simpson* (1941 г.) объяснял явление тем, что в камерах перенасыщение гораздо выше, чем в атмосфере. Диффузионные

камеры, в которых можно создать постоянно небольшое перенасыщение, применяются со середины пятидесятых лет (*Wieland* 1955 г.). С диффузионными камерами *Twomey* (1959—1968 гг.) проводил самые значительные измерения; кто доказал, что активные облачные ядра представляют собой растворимые частицы с радиусом меньше $0,1 \mu$ (вероятно ядра сульфата аммония). Вторая часть доклада подводит итоги об исследованиях, проведенных для изучения характеристик атмосферных частиц. Сперва она излагает так называемые посредственные методы, подчеркивая труды исследователей *Köhler* (1936 г.) и *Wright* (1939—1940 гг.) Непосредственное микроскопическое и электронномикроскопическое исследование ядер началось в середине сороковых годов. Исследования, проведенные химическими методами, показали, что хлоридные частицы морского происхождения совсем не играют такой большой роли, как это думалось раньше. В этой области *Junge* проводил самые значительные работы. По его результатам (*Junge*, 1953 г.) над континентами значительная доля водорастворимых частиц состоит из сульфата аммония. Начавшиеся примерно десять лет тому назад венгерские исследования, проведенные для изучения физического и химического характера атмосферных частиц и капель воды, показали, что большинство активных конденсационных ядер представляет собой частицы сульфата аммония с радиусом меньше $0,1 \mu$. Этот вывод хорошо соответствует представлению *Twomey*. Конечная, третья часть доклада дает краткий обзор о термодинамических исследованиях, связанных с конденсацией атмосферного водного пара. При помощи термодинамических исследований можно определить активность конденсационных ядер, что позволяет сопоставление ядер разного типа. В области термодинамических исследований *Крыстанов* (1936 г.) проводил пионерскую работу. В разработке термодинамики конденсации, происходящей на нерастворимых в воде ядрах, *Крыстанов* играл основную роль. *Köhler* (1926, 1950 гг.) и *Dufour* и *Defay* (1953 г.) занимались термодинамикой систем, содержащих водорастворимые и смешанные ядра. Также и венгерские исследования такого характера были направлены на решение термодинамических проблем ядер последнего типа.

*

I. Bevezetés

Az Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet megalakulásával csaknem egyidőben olyan felfedezés történt, amely a légkörfizikai kutatások történetében új fejezetet nyitott. Ez a felfedezés a *kondenzációs magvak* jelenlétének kimutatása volt. A francia *Coulier* [3] ugyanis azt tapasztalta, hogy ha egy vizet tartalmazó üvegedény felett kitágítjuk a levegőt (az edényhez kapcsolódó gumilabda segítségével), akkora víz felett sűrű köd keletkezik. A kísérletet többször elvégezve a köd egyre ritkább lesz, majd megszűnik. Ebből azt a következtetést vonta le, hogy a levegőben parányi részecskék vannak, amelyek elősegítik a kondenzációt, majd a keletkezett cseppecskékel kihullnak a levegőből.

Az új felfedezés eredményeit *Aitken* [1] tette pontosabbá, aki kísérleteit két kamrával végezte, amelyek egyike szűrt, míg a másik szüretlen levegőt tartalmazott. Fontos megállapítása volt, hogy a levegőben levő különböző porok kondenzációs aktivitása különböző. Különösen aktívnak tartotta a só-részecskéket és bizonyos égéstermékeket.

A légköri kondenzációs magvak kutatása a felhőfizika még ma sem lezárt fejezete. Ennek ellenére ma már megbízható becsléseket tehetünk a magvak nagyságára, illetve fizikai és kémiai természetére vonatkozóan. Ehhez azonban száz év közel sem ellentmondások nélküli kutatómunkája kellett. E kutatómunka áttekintése előtt le kell szögeznünk, hogy jelen rövid tanulmány keretében természetesen csak a legfontosabb eseményekről tehetünk említést, amelyek kiválasztása sokszor csak szubjektív alapon történhetett.

A kondenzációs magvak kutatásával kapcsolatos tanulmányokat három csoport-

ban mutatjuk be. Az első csoportba azok a munkák tartoznak, amelyeket tágitási, vagy diffúziós kamrákkal végeztek és a kondenzációs magvak számát a kamrában keletkezett ködeseppék koncentrációja alapján állapították meg. A második csoportba azokat a kutatásokat soroltuk, amelyek során a légköri részecskék tulajdonságait tanulmányozták és az aktív magvak természetére ily módon következtettek. Végül azokat az elméleti vizsgálatokat tekintjük át, melyek célja a különböző magvakon végbemenő kondenzáció termodinamikájának kidolgozása volt. Termodinamikai úton ugyanis megítélhetjük, hogy a kondenzációs folyamatokban milyen típusú magvak a legaktívabbak.

II. A légköri kondenzációs magvak tanulmányozása felhőkamrák segítségével

1. *Tágitási kamrák.* A tágitási kamrák első típusait amint láttuk, már a múlt században alkalmazták. A laboratóriumi és terepmérésekre egyaránt alkalmas műszerek kifejlesztése *Aitken* névéhez fűződik [2]. Ezeket a kamrákat ezért még ma is sok helyen *Aitken-féle számlálónak* nevezik. A beszívott és benedvesített levegőt a kamrában hirtelen kitágítjuk, így a magvakon felhő keletkezik. A cseppek számát a kamra alján elhelyezett beosztásos üveglapon számolhatjuk össze. A tágitási kamrákon az idők folyamán természetesen számos módosítást hajtottak végre (pl. a cseppek összeszámlálását fotoelektromos úton oldották meg [33], ami regisztráló műszerek kifejlesztését is lehetővé tette). Ezek a változtatások azonban nem érintették a mérési elv lényegét.

Tágitási kamrákkal az első ismertebb kísérletsorozatot *Wigand* [46] végezte el. A kamrába különböző vízben oldhatatlan porokat vezetett (pl. szénpor) és azt tapasztalta, hogy a porok lényegében nem növelték meg a cseppkoncentrációt. Ebből azt a következtetést vonta le, hogy a légköri kondenzációs magvak vízben oldódó, higroszkópos részecskék. Lényegében ez a nézet uralkodott *Junge* munkájának [10] megjelenéséig. *Junge* azonban kimutatta, hogy a *Wigand* által használt oldhatatlan részecskék a kamrában azért nem aktivizálódhattak, mivel nagyon nagyok voltak és a kamrából azonnal kihulltak. *Junge* azt is kimutatta, hogy 10 μ -nál kisebb sugarú oldhatatlan részecskék bevezetése viszont a cseppkoncentráció növekedéséhez vezet.

Az eltelt időben a tágitási kamrákkal számos légköri mérést végeztek. Ezek összefoglalását pl. *Landsberg* [24] munkájában találhatjuk meg. Ebből a munkából kiderül, hogy a legnagyobb koncentrációk a szárazföldeken, elsősorban nagyvárosokban fordulnak elő (közepesen kb. $1,5 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$), míg a koncentráció hegyi állomásokon és a tengereken (kb. 10^3 cm^{-3}) jóval kisebb.

Elsőnek valószínűleg *Simpson* mutatott rá [36], hogy a tágitási kamrákkal nem mérhető meg a valóban aktív kondenzációs magvak száma, mivel a kamrákban jóval nagyobb a túltelítettség, mint légköri feltételek mellett. Az időközben megindult légköri felhő- és ködmérések ugyanis kimutatták, hogy nagy különbség van a légköri és a kamrában keletkezett cseppecskék koncentrációja között: felhőkben és ködökben a koncentráció csak 10^2 cm^{-3} nagyságrendű. Így fogalmazták meg a kondenzációs magvak felfedezése után kb. hetven évvel az alapproblémát: a számos légköri részecske közül melyik az a köbcéntiméterenként kb. száz, amely valóban kondenzációs magként szolgál.

A tágitási kamrákkal kapcsolatban végezetül hangoztatnunk kell, hogy a fenti megállapítás nem szüntette meg ezen kamrák kiterjedt alkalmazását. Ha ugyanis a levegőben levő összes részecske koncentrációjára vagyunk kíváncsiak (az aktív kondenzációs magvak koncentrációjától függetlenül), akkor a tágitási kamrák igen jó szolgálatot tesznek. Így a troposzféra alsó [39] és felső részeiben [12], valamint a sztratoszférában [12] tágitási kamrákkal végzett vizsgálatok számos fontos eredményre vezettek a légköri kicserélődés és a levegőkémia területén.

2. *Diffúziós kamrák.* A Simpson által megfogalmazott megállapítások [36] után természetesen azonnal felmerült a probléma, hogy olyan kamrákat kellene szerkeszteni, melyekben viszonylag állandó jelleggel kis túltelítettségeket ($< 1\%$) lehet létrehozni. Ilyen kamrák kifejlesztésére azonban csak az ötvenes évek közepén került sor, amikor a svájci *Wieland* [45] meteorológiai célokra alkalmas ún. termikus diffúziós kamrákat szerkesztett, amelyekben a túltelítettséget két különböző hőmérsékletű vízfelület (a gyakorlatban vízzel átitatott szűrőpapír) közötti gőz-diffúzió alakította ki. Az első kémiai diffúziós kamrát viszont *Twomey* [40] alkalmazta. Ez utóbbi kamrában a gőz-diffúzió tiszta víz, illetve vizes sósav-oldat között alakul ki. Diffúziós kamrákkal az első jelentős méréseket Ausztráliában [40] és az USA-ban [41] *Twomey* végezte (ez utóbbi esetben már ő is termikus kamrát alkalmazott), míg a Szovjetunióban *Laktjionov* végzett ilyen jellegű vizsgálatokat, aki a kamrában keletkezett cseppek összeszámolását fotoelektromos úton oldotta meg [22]. Diffúziós kamrákkal az is lehetővé vált, hogy a méréseket egyidejűleg különböző túltelítettségeken végezzék (pl. a vízfelületek közötti hőmérsékletkülönbség változtatásával), azaz meghatározzák a magvak túltelítettségi spektrumát.

Már az első diffúziós kamrákkal végrehajtott mérések kimutatták [40], hogy azonos túltelítettségeken kontinentális levegőben az aktív kondenzációs magvak száma nagyobb, mint tengeri levegőben, ami a magvak kontinentális eredetére mutat. A városi és ipari szennyeződés nem befolyásolta alapvetően az aktív kondenzációs magvak számát, így feltételezhető, hogy ezek a kontinentális részecskék természetes eredetűek és a talajból származnak. Kontinentális levegőben az 500 cm^{-3} koncentrációt (ami lényegében a felhőcseppek számának felel meg) *Twomey* kb. $0,1\%$ -os túltelítettségen mérte. *Jiusto* [8] Hawaïi-ban végzett mérései további bizonyítékát szolgáltatották a magvak kontinentális eredetének. Ezen az erősen maritim jellegű állomáson ugyanis az aktív kondenzációs magvak száma $0,1\%$ -os túltelítettségen csak kb. 25 cm^{-3} volt.

A diffúziós kamrákkal végzett kutatások rövid történetében minőségi változást jelentettek az első repülőgépes mérések, melyeket részben az USA-ban [38], részben a Szovjetunióban [23] végeztek. Az amerikai megfigyelések kimutatták, hogy, míg a légkör alsó 3 km-ben a kontinens felett $0,35\%$ és $0,75\%$ -os túltelítettségen jóval nagyobb koncentrációk fordulnak elő, mint a Karib-tengeren, 3 km felett a szárazföldi és tengeri koncentrációk közelednek egymáshoz.

III. A részecskék (magvak) tulajdonságainak tanulmányozása

1. *Közvetett módszerek.* A kondenzációs magvak nagyságára és kémiai természetére vonatkozó első becslést *Köhler* végezte a huszas évek elején (lásd [16]). *Köhler* meghatározta a felhővíz közepes klorid-koncentrációját, majd optikai úton megállapította a felhőcseppek közepes átmérőjét. Így kiszámíthatta, hogy egyetlen felhőcseppben olyan mennyiségű tengeri só-részecske van, amelynek átmérője száraz állapotban 1μ nagyságrendű. *Köhler* ezeket a vizsgálatokat Norvégiában végezte. A tengeri só-hipotézisét azokra a kémiai vizsgálatokra alapította, melyek szerint a csapadékvízben klorid-ionok mindenütt kimutathatók.

Itt említhetők meg továbbá *Wright* megfigyelései [47, 48] is. Az említett szerző szerint a látástávolság és a relatív nedvesség mért összefüggése arra utal, hogy a levegőben mindenütt bizonyos számú nagy higroszkópos részecske (*Wright* szerint tengeri só) van, amelyekhez ipari vidékeken más kisebb, de nagyszámú oldódó részecske (égéstermék) csatlakozik. Tekintve, hogy ez utóbbi magvak csak ipari vidékek környezetében mutathatók ki, a légköri kondenzációs magvakat elsősorban a tengeri só-részecskék szolgáltatják.

A tengeri só-elméletet elsősorban *Findeisen* [6] és *Simpson* [37] támadták. Ez utóbbi szerző, *Junge* kénsav-részecskék növekedésére vonatkozó méréseit [9] fel-

használva, annak a véleményének adott kifejezést, hogy *Wright* megfigyelései csak úgy magyarázhatók helyesen, ha feltételezzük, hogy a kondenzációs magvak nem sóból, hanem valamilyen savból állnak. Kimutatta továbbá, hogy a *Köhler*-féle hipotézis (minden csepp egy tengeri só-részecskén keletkezik) a tengerfelszíneken valószínűleg nagy só-részecske-képződést követelne meg.

2. *Közvetlen módszerek.* A közvetlen módszerek közül először azokat az elektronmikroszkópos vizsgálatokat említjük, melyek célja a köd-, illetve felhőcseppek üledékének tanulmányozása volt. Ezen a területen elsősorban a japán kutatók jeleskedtek. Így *Kuroiwa* [21] 32 cseppecske üledékét vizsgálta meg. Ebből 11 higroszkópos (5 tengeri só-mag), 16 nem higroszkópos részecskének tűnt, míg 5 cseppecskében nem találtak magot. A részecskék átlagos mérete 1μ körül volt. *Ogiwara* és *Okita* [34] szerint továbbá a kondenzációs magvak elsősorban égéstermékek. Ezzel szemben az ilyen jellegű francia vizsgálatok azt mutatták [4], hogy a cseppek üledéke köbös kristálykákból áll, melyek nátrium-kloridnak tekinthetők. Ezek a kutatások sem döntötték el tehát az alapproblémát. Ennek valószínű oka az, hogy a kutatók, a módszer objektív nehézségeiről nem is beszélve, az elektronmikroszkópos felvételeket szubjektív elképzeléseiknek megfelelően értékelték.

A klorid-részecskék (tengeri só) szerepének tisztázása szempontjából döntő jelentőségű volt, hogy olyan kémiai módszereket dolgoztak ki, amelyek segítségével a klorid-részecskék koncentrációja és nagysága (nagyság szerinti eloszlása) a légkörben egyidejűleg meghatározható (ún. részecske-módszer). *Vittori* [44] módszere szerint pl. a részecskéket ezüst-nitráttal átitatott zselatin-rétegeken kell felfogni, amelyben minden egyes klorid-részecske külön reakció-foltot hoz létre (ez utóbbi nagysága a részecske tömegének függvénye). A *Vittori*-módszerrel végrehajtott mérések kimutatták, hogy Európában kontinentális környezetben a klorid-magvak száma általában kisebb, mint 1 cm^{-3} [35, 27] és maritim állomásokon sem haladja meg 10 cm^{-3} -os értéket [32]. A felhőcseppek koncentrációját tekintve ezek az értékek elhanyagolhatóknak mondhatók.

Az aktív kondenzációs magvak kémiai természetének helyes értelmezését lényegében *Junge* felfedezése tette lehetővé [11]. *Junge* az ötvenes évek elején kimutatta, hogy a vízben oldódó részecskék a nagy-magvak tartományában ($0,1 \leq r < 1,0 \mu$, ahol r a magvak sugara), elsősorban ammóniumból és szulfátból (feltehetően ammónium-szulfátból) állnak, míg a tengeri só, kisebb koncentrációban, főleg az óriás-magvak ($r \geq 1,0 \mu$) tartományában található. *Junge* méréseinél olyan két-fokozatos berendezést alkalmazott, amely a részecskéket a nagy- és óriás-magvak tartományában fogta fel. A felfogott mintát desztillált vízzel átmosta és kémiaiilag analizálta. Ezzel a módszerrel tehát nem az egyes részecskéket, hanem az egyes tartományokban levő tömeg-koncentrációkat tanulmányozta (tömeg-analízis). A részecske-módszer természetesen sokkal jobbnak tűnik, mint a tömeg-analízis. Kisebb és ún. vegyes, vízben oldódó és oldhatatlan anyagokból álló részecskékre azonban a részecske-módszer nem alkalmazható [28]. Különösen vonatkozik ez a legnagyobb koncentrációban előforduló szulfát-részecskékre.

Az utóbbi húsz esztendőben számos mérést végeztek a légköri részecskék koncentrációjának és nagyság szerinti eloszlásának meghatározására. Ezen mérések alapján *Junge* [13] modell-eloszlásokat állapított meg. Ezekből az adatokból számunkra most csak az érdekes, hogy kontinensek felett a nagy és óriás-részecskék száma kb. 10^3 cm^{-3} , míg tengerek felett a megfelelő érték csak kb. 15 cm^{-3} . Így, tekintve a felhőcseppek koncentrációját, kézenfekvőnek látszott az a feltevés [13], hogy szárazföldek felett a nagy- és óriás-, míg az óceánok felett az Aitken-részecskék ($r \leq 0,1 \mu$) szolgáltatják a kondenzációs magvakat (a nagyobb részecskék aktívabbak, mint a kisebbek). A köd- és felhőcseppek, valamint a nagy- és óriás-részecskék koncentrációjának egyidejű mérései azonban arra mutatnak, hogy kontinentális

viszonyok mellett is csak téli ködök esetén nagyobb a nagy- és óriás-részecskék száma, mint a cseppkoncentráció [25]. Gomolyfelhőkben viszont [26] a felhőcseppeknek csak kb. 20%-a keletkezhet nagy- és óriás-magvakon. Így az Aitken-részecskék kémiai természetének meghatározása, amelyre vonatkozóan *Junge* mérései [11, 13] és az utána következő hasonló jellegű vizsgálatok sem szolgáltatottak, egyre fontosabbá vált. Különösen azt a problémát kellett megoldani, hogy az ammónium- és szulfát-ionok az Aitken-részecskék tartományában milyen koncentrációban fordulnak elő. Ebben a tartományban ugyanis légköri feltételek mellett (kis túltelítettség) csak az oldódó részecskék aktivizálódhatnak.

Az Aitken-tartományban levő ammónium- és szulfát-részecskék egyidejű kimutatását elsőnek *Mészáros* [29] végezte el, a Junge-féle módszert úgy tökéletesítve, hogy a kis részecskék felfogására a többfokozatos berendezésbe speciális szűrőket helyezett. Mérései szerint az említett részecskék tömegének kb. a fele az Aitken-tartományban található, ahol az összes aeroszol-részecske tömegének 20%-át teszik ki (a megfelelő arány nagyobb részecskék esetén csupán néhány százalék). Mindez arra mutat, hogy az Aitken-magvak tartományában elegendő vízben oldódó részecske van a kondenzációs folyamatok megmagyarázásához. A további mérések azt is kimutatták, hogy ebben a tartományban egyéb oldódó részecskék nem fordulnak elő lényeges koncentrációban [31].

IV. Diffúziós kamrával és közvetlen módszerekkel végzett mérések összehasonlítása

Végezetül szóljunk néhány szót a diffúziós kamrákkal és a leírt direkt fizikai és kémiai módszerekkel végrehajtott mérések összehasonlíthatóságáról. Ez utóbbi típusú megfigyelések szerint, mint láttuk, *a felhőképződésben aktív részecskék elsősorban ammónium-szulfátból állnak és sugarak kisebb, mint 0,1 μ* . Diffúziós kamrákkal a magvak természete közvetlenül nem ítéhető meg. Ezért *Twomey* [42] a magvakat diffúziós csöveken szívta át, ami lehetővé tette, hogy a magvak számának a diffúziós csövekben végbemenő csökkenéséből a részecskék diffúziós együtthatóját, azaz nagyságát meghatározza. Azt az eredményt kapta, hogy *0,35%-os túltelítettségben a magvak közepes sugara 0,03–0,04 μ* . Tekintve az alkalmazott kicsiny túltelítettséget, ezek a részecskék csak vízben oldódó, vagy egyes magvak lehetnek. További kísérleteiben *Twomey* [43] a magvakat tartalmazó levegőt a kamrába való bevezetés előtt fűtötte, és a magvak koncentrációjának csökkenését a fűtés mértékének függvényében tanulmányozta (az egyes kémiai anyagok hőhatásra végbemenő illékonyága különböző). A kapott görbéket mesterséges magvakkal végrehajtott kísérletek eredményeivel összehasonlítva arra a következtetésre jutott, hogy az aktív kondenzációs magvak az USA észak-keleti részén ammónium-szulfátból (esetleg ammónium-kloridból) állnak. Viszonylag kevésbé illékony magvak (pl. nátrium-klorid) az aktív részecskéknek csupán elenyésző hányadát alkotják. Láthatjuk tehát, hogy a két eltérő típusú vizsgálati módszer lényegében azonos eredményekre vezetett.

Így csak annak a kérdésnek megmagyarázása maradt hátra: hogyan származhatnak ezek az ammónium-szulfát-részecskék a talajból, mivel a talajok általában nem tartalmaznak ammónium-szulfátot elegendő mennyiségben. Tovább bonyolítja a kérdést, ha figyelembe vesszük, hogy a szél hatására végbemenő talajmállással elsősorban 0,1 μ -nál nagyobb sugarú részecskék kerülnek a levegőbe [13]. Véleményünk szerint az a legvalószínűbb, hogy a talajból először nyomgázok kerülnek a levegőbe (pl. ammónia, kén-hidrogén) és ezekből már a levegőben keletkeznek részecskék. Ez a probléma azonban még messze van a megoldástól (tisztázatlan pl. az emberi tevékenység által termelt kén-dioxid hatása). Különösen vitatott az a mechanizmus, amelynek folyamán nyomgázokból ammónium-szulfát keletkezik. A szulfát-részecskék keletkezésének tisztázása tehát a felhőfizika egyik fontos kérdésévé vált.

A légekőri vízgőz kondenzációjának elméleti kutatása lényegében három feladat megoldására irányul: termodinamikai, illetve kinetikai feladatok, valamint az ún. kondenzációs csírák növekedésének kérdése. Jelen rövid tanulmányban csak az első problémakört tekintjük át. A termodinamikai vizsgálatok ugyanis alkalmasak arra, hogy segítségükkel meghatározzuk a kondenzációs magvak hatékonyságát, ami lehetővé teszi a különböző típusú magvak összehasonlítását. Az ilyen jellegű elméleti vizsgálatok ezért szoros kapcsolatban állnak az előző paragrafusokban tárgyalt kísérleti kutatásokkal.

A problémát két úton közelíthetjük meg. Egyrészt kiszámíthatjuk a különböző fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező részecskék *kritikus túltelítettségét*, azaz azt a túltelítettséget, amelyen adott magon felhőcsepp alakulhat ki. Minél kisebb ez a túltelítettség, annál aktívabb a tekintett kondenzációs mag. A másik megközelítésnél a túltelítettséget állandónak választjuk és azt vizsgáljuk, hogy a különböző magvak kondenzációs csírává válásához mekkora szabadenergia szükséges (*csíráképződési szabadenergia*). Minél kisebb a csíráképződési szabadenergia, annál aktívabb a tekintett kondenzációs mag.

A levezetett formulák alkalmazásához a lehető legpontosabban ismernünk kell a magvak fizikai és kémiai természetét (lásd III. paragrafus). Ez utóbbi alapján a termodinamikai kutatásokat két csoportba sorolhatjuk, nevezetesen az oldhatatlan, illetve oldódó (vagy vegyes) magvak csoportjába.

1. *Oldhatatlan magvak.* A kritikus túltelítettség és a tiszta vízcseppek nagyságának összefüggését Kelvin még a múlt században meghatározta [14]. Az általa kapott közismert formula azonban teljesen nedvesíthető oldhatatlan részecskékre is alkalmazható, mivel ez esetben a felületi szabadenergia nem változik, ha a szilárd anyag (mag) és a vízgőz közötti felületet szilárd-folyadék és folyadék-gőz felülettel helyettesítjük. Ez más szavakkal azt jelenti, hogy ebből a szempontból az ilyen típusú magvak „tiszta vízcseppeként” viselkednek. A kondenzációs magon keletkezett csepp-csíra nagyságát nem teljesen nedvesíthető anyagokra is a Kelvin-formula adja meg. Sokkal bonyolultabb a helyzet azonban, ha a kritikus túltelítettséget a mag nagysága és illeszkedési szöge függvényében tanulmányozzuk [7].

Ismeretes, hogy a csíráképződési szabadenergia (munka) meghatározása területén Krastanov úttörő munkát végzett. Krastanov ugyanis elsőként tisztázta, hogy a kondenzációs magvak jelenléte a tiszta vízgőzre vonatkozó csíráképződési munka (Gibbs-formula) csökkenését eredményezi [18]. Levezette továbbá a csíráképződési munkát megadó egyenletet teljesen nedvesíthető oldhatatlan magvak esetére [19]. A csíráképződési munkát nem teljesen nedvesíthető magot és vízgőzt tartalmazó termodinamikai rendszerekre Fletcher [7] számította ki. Az általa kapott formulát a Krastanov–Volmer-féle módszer felhasználásával Krastanov és Miloshev igazolta [20].

2. *Vízben oldódó és vegyes magvak.* A vízben oldódó részecskék nagysága és a túltelítettség összefüggését elsőnek Köhler vezette le [15]. A kapott görbék összehasonlítása az oldhatatlan részecskékre vonatkozó görbékkel (Kelvin-formula) elméleti úton bizonyította, hogy az oldódó részecskék sokkal aktívabb kondenzációs centrumokat szolgáltatnak. Az említett összefüggést vegyes magvakra Dufour és Defay [5], illetve Mészáros [30] határozta meg. Az első két szerző azzal a feltételezéssel élt, hogy az oldódó anyagon keletkezett oldatcsepp az oldhatatlan magot teljesen nedvesíti.

A csíráképződési szabadenergiát vízben oldódó magvakra szintén Köhler vezette le [17]. Számításainál azonban feltételezte, hogy a cseppecskék ideális oldatokból állnak. A vegyes részecskék problémájával Mészáros [30] foglalkozott. A vizsgált termodinamikai rendszerben a vízgőzön kívül egy vegyes részecske helyezkedik el, amelyben az oldatcsepp az oldhatatlan gömb alakú magot nem teljesen nedvesíti. A cseppecske

reális elektrolit oldatot képez, így a kapott formulából, megfelelő egyszerűsítéssel, az oldódó magvak esete is helyesen következik. Ez utóbbi vizsgálatok tették lehetővé, hogy az elméleti számításokat tisztázza, illetve vegyes ammónium-szulfát részecskékre is kiterjesszük, melyek, a mérések szerint (III. és IV. fejezet), az aktív kondenzációs magvak többségét alkotják.

IRODALOM

- [1] Aitken, J.: On dust, fogs and clouds. *Proc. Roy. Soc. Edinb.*, 30, p. 337, 1880—1.
- [2] Aitken, J.: *Collected scientific papers*. ed. C. G. Knott, Camb. Univ. Press, Cambridge, 1923.
- [3] Coulier, M.: Note sur une nouvelle propriété de l'air. *J. Pharm. Chin.*, 22, p. 135, 1375.
- [4] Dessens, H. — Lafarje, C. — Stahl, F.: Nouvelles recherches sur les noyaux de condensation. *Ann. Geophys.*, 8, p. 21, 1952.
- [5] Dufour, L. — Defay, R.: Etude thermodynamique de la pression de saturation par rapport à une gouttelette en suspension dans l'atmosphère. *Publ. Inst. Météor. Belgique*, Sér. B, N° 9, 1953.
- [6] Findeisen, W.: Entstehen die Kondensationskerne an der Meeresoberfläche? *Meteor. Z.* 54, p. 377, 1937.
- [7] Fletcher, N. H.: Size effect in heterogeneous nucleation. *J. Chem. Phys.*, 29, p. 572, 1953.
- [8] Justo, J. E.: Aerosol and cloud microphysics measurements in Hawaii. *Tellus*, 19, p. 359, 1967.
- [9] Junge, C.: Übersättigungsmessungen an atmosphärischen Kondensationskernen. *Beitr. Geophys.*, 46, p. 108, 1935.
- [10] Junge, C.: Zur Frage der Kernwirksamkeit des Staubes. *Meteor. Z.*, 53, p. 186, 1936.
- [11] Junge, C.: Die Rolle der Aerosole und gasförmigen Beimengungen der Luft im Spurenstoffhaushalt der Troposphäre. *Tellus*, 5, p. 1, 1953.
- [12] Junge, C.: Large scale distribution of condensation nuclei in troposphere. *J. Rech. Atm.*, 1, p. 185, 1963.
- [13] Junge, C.: *Atmospheric chemistry and radioactivity*. Acad. Press, New-York — London, 1963.
- [14] Kelvin, Lord: On the equilibrium of vapour at a curved surface of liquid. *Proc. Roy. Soc. Edinb.*, 7, p. 63, 1870.
- [15] Köhler, H.: Zur Thermodynamik der Kondensation an hygroskopischen Kernen und Bemerkungen über das Zusammenfließen der Tropfen. *Meddel. Meteor.—Hydrogr. Anstalt*, 3, N°8, 1926.
- [16] Köhler, H.: The nucleus in and the growth of hygroscopic droplets. *Trans. Faraday Soc.*, 32, p. 1152, 1936.
- [17] Köhler, H.: On the problem of condensation in the atmosphere. *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis*, Ser. IV, 14, N° 9, 1950.
- [18] Krastanov, L.: Über die Rolle der Kondensationskerne bei den Kondensationsvorgängen in der Atmosphäre. *Meteor. Z.*, 53, p. 121, 1936.
- [19] Krastanov, L.: Über einige Grundfragen bei Kondensationsvorgängen in der Atmosphäre. *Ann. Univ. Sofia*, 49, livre I, 1947—48.
- [20] Krastanov, L. — Miloshev, G.: On the mechanism of condensation in the atmosphere. *J. Rech. Atm.*, 1, p. 165, 1963.
- [21] Kurowa, D.: Electron-microscope study of fog nuclei. *J. Meteor.*, 8, p. 157, 1951.
- [22] Laktjonov, A. G.: Opregyelenyje koncentracii oblacsnuh jagyer kondenzacii. *Dokl. Akad. Nauk Sz. Sz. Sz. R.*, 165, sztr. 1290, 1965.
- [23] Laktjonov, A. G.: Raszpregyelenyje oblacsnuh jagyer kondenzacii po vzszyotye v szvabodnoj atmosfere. *Dokl. Akad. Nauk Sz. Sz. Sz. R.*, 176, sztr. 315, 1967.
- [24] Landsberg, H.: Atmospheric condensation nuclei. *Ergebn. Kosm. Phys.*, 3, p. 207, 1938.
- [25] Mészáros, A.: Concentration et distribution dimensionnelle des gouttelettes de brouillards atmosphériques. *J. Rech. Atm.*, 2, p. 53, 1965.
- [26] Mészáros, A.: Sur la dimension des noyaux de condensation météorologiques. *Időjárás*, 72, p. 243, 1968.
- [27] Mészáros, E.: Répartition verticale de la concentration des particules de chlorures dans les basses couches de l'atmosphère. *J. Rech. Atm.*, 1 (2^e année), p. 1, 1964.
- [28] Mészáros, E.: Remarks about chemical methods used in aerosol researches. *Tellus*, 16, p. 469, 1964.
- [29] Mészáros, E.: On the size distribution of water soluble particles in the atmosphere. *Tellus*, 20, p. 443, 1968.
- [30] Mészáros, E.: On the thermodynamics of the condensation on water soluble and mixed nuclei. *Időjárás*, 73, p. 1, 1969.
- [31] Mészáros, E. — Mészáros, A.: O szvojsztvakh aktyivnuh jagyer kondenzacii. 8. *Össz-szövetségi Felhőfizikai és Időjárás-módszertani Konferencia*, Tbiliszi, 1969.
- [32] Melniks, A. L.: The size spectrum of large and giant sea-salt nuclei under maritime conditions. *Geophys. Bull.*, School of Cosm. Phys. Dublin, N°15, 1958.
- [33] Nolan, P. J. — Pollack, I. W.: The calibration of photo-electric nucleus counter. *Proc. Roy. Irish Acad.*, A 51, p. 9, 1946.
- [34] Ogawa, S. — Okita, T.: Electron-microscope study of cloud and fog nuclei. *Tellus*, 4, p. 233, 1952.
- [35] Rau, W.: Grösse und Häufigkeit der Chloridteilchen im kontinentalen Aerosol und ihre Beziehung zum Gefrierkerengehalt. *Meteor. Rund.*, 8, p. 169, 1955.
- [36] Simpson, G. C.: On the formation of cloud and rain. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 67, p. 99, 1941.
- [37] Simpson, G. C.: Sea-salt and condensation nuclei. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 67, p. 163, 1941.
- [38] Squires, P. — Tuomey, S.: A comparison of cloud nucleus measurements over North America and Caribbean Sea. *J. Atm. Sci.*, 23, p. 401, 1966.
- [39] Szeleznyova, E. Sz.: *Atmoszfernyje aerozoli*. Hidromet. Izdat. Leningrád, 1966.
- [40] Tuomey, S.: The nuclei of natural cloud formation. I. The chemical diffusion method and its application to atmospheric nuclei. *Geofis. Pura Appl.*, 43, p. 227, 1959.
- [41] Tuomey, S.: Measurements of natural cloud nuclei. *J. Rech. Atm.*, 1, p. 101, 1963.
- [42] Tuomey, S.: Size measurements of natural cloud nuclei. *J. Rech. Atm.*, 2, p. 113, 1965.
- [43] Tuomey, S.: On the composition of cloud nuclei in the North-Eastern United States. *J. Rech. Atm.*, 3 (2^e année) p. 281, 1968.
- [44] Vittori, O. A.: Détermination de la nature chimique des aérosols. *Arch. Meteor.*, Sér. A, 8, p. 204, 1955.
- [45] Wieland, W.: Eine neue Methode des Kondensationskernzählung. *Eidg. Kom. Stud. Hagelbildung Hagelabwehr*, E. T. H. Zürich, Publ. N°6, 1955.
- [46] Wigand, A.: Über die Natur der Kondensationskerne in der Atmosphäre insbesondere über die Kernwirkung von Staub und Rauch. *Meteor. Z.*, 50, p. 10, 1913.
- [47] Wright, H. L.: Atmospheric opacity: A study of visibility observations in the British Isles. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 65, p. 411, 1939.
- [48] Wright, H. L.: Atmospheric opacity at Valentia. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 66, p. 66, 1940.

Probleme der Bearbeitung des regionalen Klimaatlasses von Europa

F. STEINHAUSER, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Európa regionális klímaatlaszának szerkesztési problémái. A szerző utal a regionális klimatérképek kidolgozásánál felmerülő problémákra és ezek okaira. A „*Guide to Climatological Practices*” vezérfonalban megadott specifikációk kiegészítése és részbeni módosításaként mindenekelőtt irányvonalakat ad a napi középértékek számításához, az éghajlati állomásokon végzett három vagy négy észlelési időpont kombinációja alapján, figyelembe véve itt a földrajzi szélességet, a nap hosszának az év folyamán való változását, valamint a különböző államok klimatológiai szolgálatában az észlelések időpontjában fennálló különbségeket is. Ezek a megadott időpontokban végzett észlelésekből levezetett középértékeknek a hőmérséklet-, nedvesség- és szélértékek valódi napi középértékeivel való összehangolásra vonatkoznak. A páramomás eloszlásának ábrázolása céljából a szerző azt javasolja, hogy az izovonalak intervallumfokozatokat tüntessenek fel. Tekintettel arra, hogy a regionális klimatérképek a Meteorológiai Világszervezet elképzelései szerint világméretű klimatérképek részeit fogják képezni, a szerző felveti, hogy irányvonalakat kellene megadni arra nézve, hogy az egyes azonos kivitelű regionális klímaatlazokban milyen tematikus térképek, milyen para néterek kerüljenek, milyen izovonalintervallumok és milyen színfokozatokat alkalmazzanak. Javasolja, hogy a legfontosabb klímaelemek térképei kidolgozásának sorrendjére nézve egy időtervet állapítsanak meg, hogy a regionális térképek kombinációja útján minél előbb világtérképeket állítsanak össze ezekről az elemekről. Foglalkozik a szerző a klimatérképek technikai kidolgozásának problémáival is.

*

Problems of the working out of the Regional Climatic Atlas for Europe. The author indicates the problems arising in the working out of regional climatic maps and their reasons. Then, in supplementing and, partly, modifying the specifications given in the Guide to Climatological Practices guiding-principles for the calculation of daily mean values of a number of climatic elements from combinations of three or four observation hours per day of the climatic stations are put for discussion. For this purpose the geographical latitude, the annual variation of the length of day and the different observation hours at the climatic services of the various countries have been taken into consideration. The guiding-principles are concerned with the adjustment of the mean values derived from the observations at the climatic hours to the real daily means of temperature, humidity, cloudiness and wind. A graduation for the isolines in the representation of vapour pressure distributions is recommended. With reference to the fact that the regional climatic charts should be parts of world climatic charts, according to the plan of WMO, the necessity is stressed to give directions which maps obligatorily should be contained in each regional climatic atlas in the same performance with regard to parameters as well as to graduation of isolines. Further, a time schedule for the sequence of the working out of climatic maps of the most important elements is recommended in order that one also could get world maps of these elements by combining the regional maps. Finally, problems of the technical performance of the draft climatic maps are discussed.

*

Über Probleme der Bearbeitung eines regionalen Klimaatlasses zu sprechen, hat heute und hier in Budapest eine besondere Aktualität, weil wir eben daran sind, ein von der Meteorologischen Weltorganisation initiiertes Projekt eines solchen Atlases zu verwirklichen, und weil der Ungarische Meteorologische Dienst und ungarische Klimatologen diese Verwirklichung übernommen haben. Der regionale Klimaatlass von Europa soll nach den Plänen der Meteorologischen Weltorganisation einen Teil eines noch grösseren Projektes eines Welt-Klimaatlasses bilden, das in der Planung schon auf mehr als ein Jahrzehnt zurückreicht.

Der erste Anstoss dazu kam vom zweiten Kongress der Meteorologischen Weltorganisation im Frühjahr 1955, bei dem die Bearbeitung eines Welt-Klimaatlasses auf der Tagesordnung stand, in Resolution 26 (Cg II) beschlossen wurde, das Exekutiv-

Komitee aufzufordern, Vorkerhungen für die Ausarbeitung von Spezifikationen für nationale, subregionale und regionale Klimaatlas zu treffen, und angeregt wurde, mit dieser Aufgabe eine Arbeitsgruppe zu betrauen. Diese Arbeitsgruppe, die vom Exekutiv-Komitee auf seiner 7. Sitzung (Res. 4 EC—VII) begründet worden ist, hat bereits der 8. Sitzung des Exekutiv-Komitees im April 1956 einen Entwurf von vorläufigen Spezifikationen für die Bearbeitung von Klimaatlassen vorgelegt. Auf dieser Sitzung hat das Exekutiv-Komitee beschlossen, als langfristiges Projekt die Bearbeitung eines Welt-Klimaatlasses auf der Grundlage von regionalen Klimakarten in das Programm der Meteorologischen Weltorganisation aufzunehmen, und eine neue Arbeitsgruppe mit der weiteren Ausarbeitung von Spezifikationen für die einheitliche Bearbeitung von Klimakarten betraut. Die von dieser Arbeitsgruppe bearbeiteten Spezifikationen wurden in Res. 30 (EC—IX) von der 9. Sitzung des Exekutiv-Komitees im Herbst 1957 angenommen und als Richtlinien für die einheitliche Bearbeitung von Klimakarten empfohlen. Sie sind im wesentlichen auch in dem Guide to Climatological Practices aufgenommen und auf späteren Tagungen der Kommission für Klimatologie zum Teil noch modifiziert worden.

In der Folgezeit wurden auch von der Klimakommission und von verschiedenen Regionalassoziationen der Meteorologischen Weltorganisation Arbeitsgruppen zum weiteren Studium der mit der Bearbeitung der regionalen Klimaatlas und des Welt-Klimaatlasses zusammenhängenden Probleme eingesetzt und mit der Aufgabe betraut, die praktische Arbeit an diesen Atlassen vorzubereiten und zu fördern. Für die Regionalassoziation VI wurde auf ihrer zweiten Tagung im März 1956 in Dubrovnik eine Arbeitsgruppe mit der Prüfung der speziellen Probleme der Bearbeitung des Klimaatlasses dieser Region betraut. Mit dieser Aufgabe hat sich die Arbeitsgruppe auf einer Tagung in Wien beschäftigt.

Die Bearbeitung des Klimaatlasses von Europa konnte der Verwirklichung nahegebracht werden, nachdem auf Anregung durch eine Resolution der 4. Tagung der Regionalassoziation VI das Exekutiv-Komitee den Generalsekretär der Meteorologischen Weltorganisation beauftragt hatte, dem 5. Kongress einen Plan für die Finanzierung der Bearbeitung von regionalen Klimaatlassen vorzulegen, und der Kongress dafür Mittel bewilligt hatte.

Trotz der vorbereitenden Arbeiten der Experten der Arbeitsgruppe des Exekutiv-Komitees und der Klimakommission und der von diesen aufgestellten Richtlinien und Spezifikationen für die Bearbeitung der Klimakarten tauchen immer wieder neue Probleme bei der Arbeit am Entwurf von regionalen Klimakarten auf, die verschiedene Ursachen haben. Diese Ursachen liegen in der Wahl der Elemente, in der Bestimmung der für einzelne thematische Karten geeigneten Parameter, in der geographischen Erstreckung über einen grossen Bereich von Breitengraden, in der Berücksichtigung der orographischen Verhältnisse bei einem vorgegebenen Kartenmasstab und in der Besorgung des Beobachtungsmaterials. Die praktische Arbeit an den Klimakarten und die Planung der weiteren Karten hat ergeben, dass die im Guide to Climatological Practices angegebenen Spezifikationen zum Teil revidiert und zum Teil ergänzt werden müssen. Einige mit den Arbeiten an dem Regional-Klimaatlass von Europa zusammenhängende Probleme sollen hier besprochen werden.

Europa erstreckt sich von 28 bis 71°N. Dazu kommen noch Grönland, Spitzbergen und Franz Joseph Land, die über den 80. Breitengrad hinausreichen. Diese grosse Nord-Süd-Erstreckung von Europa hat zu verschiedenen Jahreszeiten grosse Unterschiede in der Tages- und Nachtlänge zur Folge, denen bei verschiedenen klimatologischen Beobachtungselementen eine Bedeutung für die Berechnung von Tagesmittelwerten zukommt.

Nach Ortszeit ändern sich Sonnenauf- und -Untergangszeiten mit der geographischen Breite im Laufe des Jahres, wie folgt:

	Sonnenaufgang			Sonnenuntergang			Dauer des Sonnenscheins	
	30°	50°	65°	30°	50°	65°	71°N	80°N
21. Jan.	6 ^h 56	7 ^h 48	9 ^h 24	17 ^h 28	16 ^h 35	15 ^h 00	0	0
21. Feb.	6 ^h 35	7 ^h 01	7 ^h 41	17 ^h 53	17 ^h 28	16 ^h 48	7 ^h 59'	1 ^h 25'
21. März	6 ^h 04	6 ^h 03	6 ^h 00	18 ^h 12	18 ^h 13	18 ^h 17	12 ^h 24	12 ^h 45
21. Apr.	5 ^h 27	4 ^h 57	4 ^h 03	18 ^h 31	19 ^h 02	19 ^h 56	17 ^h 25	24 ^h
21. Mai	5 ^h 03	4 ^h 07	2 ^h 15	18 ^h 50	19 ^h 46	21 ^h 41	24 ^h	24 ^h
21. Juni	4 ^h 59	3 ^h 51	1 ^h 00	19 ^h 04	20 ^h 13	23 ^h 03	24 ^h	24 ^h
21. Juli	5 ^h 12	4 ^h 14	2 ^h 16	19 ^h 00	19 ^h 58	21 ^h 54	24 ^h	24 ^h
21. Aug.	5 ^h 31	4 ^h 58	4 ^h 02	18 ^h 36	19 ^h 08	20 ^h 02	17 ^h 40	24 ^h
21. Sept.	5 ^h 47	5 ^h 43	5 ^h 37	17 ^h 59	18 ^h 02	18 ^h 08	12 ^h 40	13 ^h 16
21. Okt.	6 ^h 06	6 ^h 30	7 ^h 12	17 ^h 23	16 ^h 59	16 ^h 17	8 ^h 00	1 ^h 25
21. Nov.	6 ^h 30	7 ^h 21	8 ^h 57	17 ^h 01	16 ^h 10	14 ^h 35	0 ^h 30	0 ^h
21. Dez.	6 ^h 52	7 ^h 56	10 ^h 11	17 ^h 05	16 ^h 00	13 ^h 45	0 ^h	0 ^h

Dies hat zur Folge, dass zu verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen geographischen Breiten verschiedene Beobachtungstermine in die Nachtzeit fallen. Dies spielt eine Rolle bei der Berechnung der Tagesmittelwerte der Temperatur, da der Tagesgang der Temperatur vom Tagesgang der Sonnenstrahlung stark beeinflusst wird, und besonders bei Elementen, die durch blosse Augenbeobachtungen festgestellt werden, die in der Finsternis der Nacht zum Teil nur schwer richtig durchzuführen sind. Es ist klar, dass für Klimakarten vor allem Beobachtungen von Klimastationen verwendet werden müssen, da nur diese in hinreichend grosser Zahl vorhanden sind, während Registrierungen von meteorologischen Elementen und Stationen mit Nachtbeobachtungen zu den synoptischen Terminen nur in zu geringer Anzahl zur Verfügung stehen.

Als weitere Erschwerung kommt noch hinzu, dass die Klimabeobachtungstermine in den verschiedenen Staaten zum Teil sehr verschieden sind. Eine Zusammenstellung der Beobachtungstermine in 30 zur Region Europa gehörenden Staaten ergab folgende Kombination von Beobachtungszeiten nach Ortszeit:

in 7 Staaten	7, 14, 21 ^h	in je einem Staat	8, 14, 21 ^h
in 6 Staaten	6, 12, 18 ^h		8, 14, 19 ^h
in 5 Staaten	3, 9, 15, 21 ^h		9, 15, 21 ^h
in 3 Staaten	1, 7, 13, 19 ^h		7, 13, 19 ^h
in 3 Staaten	8, 14, 20 ^h		7 ^h 30, 13 ^h 30, 21 ^h 30
in 2 Staaten	7, 13, 21 ^h		

Dazu kommt noch, dass diese Beobachtungstermine in einzelnen Staaten im Laufe der Zeit geändert worden sind.

Da nur in verhältnismässig wenig Staaten und an wenigen Orten in später Nacht beobachtet wird, wird man sich zur Berechnung von Tagesmittelwerten für die Klimakarten auf die Beobachtungstermine zwischen 6 und 21 Uhr beschränken müssen. Bei meteorologischen Elementen, die auch laufend registriert werden, können Untersuchungen über die für eine Anpassung an die aus 24 oder aus 12 Stunden-

werten berechneten Tagesmittel am besten geeigneten Kombinationen der Beobachtungstermine den Übelstand der verschiedenen Beobachtungszeiten beseitigen. Solche Untersuchungen gibt es z. B. für die besten Terminkombinationen zur Berechnung der Tagesmittelwerte von Temperatur und relativer Feuchtigkeit. Bei Elementen, die keine grossen Schwankungen der durchschnittlichen Tagesgänge aufweisen, wie z. B. der Luftdruck oder in den meisten Gebieten der Dampfdruck, ist die Verschiedenheit der Beobachtungszeiten nur von geringerer Bedeutung. Schwieriger wird aber die einheitliche Berechnung von Tagesmittelwerten bei Klimatelementen, die einen Tagesgang mit grosser Schwankungsweite aufweisen und nur durch Augenbeobachtungen erfasst werden, deren Zuverlässigkeit zu den Terminen, die in die dunkle Tageszeit fallen, vermindert ist. Dabei spielt nicht nur die Dunkelheit wegen der Beobachtungsschwierigkeit eine Rolle sondern auch das Fehlen der Sonneneinstrahlung wegen ihres Einflusses auf den Tagesgang gewisser meteorologischer Elemente und zwar besonders dann, wenn im Lauf des Jahres Beobachtungstermine zwischen möglicher Sonnenscheinzeit und Dunkelheit wechseln. Dies ist z. B. beim 7^h-Termin in Mittel- und Nordeuropa oder beim 21^h-Termin in Nordeuropa der Fall, während in Nordeuropa der 21^h-Termin im Sommer noch zu den Tagesstunden gezählt werden muss.

Wenn in verschiedenen Staaten die zeitlichen Differenzen zwischen den Morgenbeobachtungen oder zwischen den Abendbeobachtungen gross sind, hat dies für die Beobachtung die gleiche Wirkung wie die Änderung von Sonnenauf- und -Untergang mit der geographischen Breite im Laufe des Jahres. Davon sind neben dem Tagesgang der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit besonders die Bewölkung und lokale Windsysteme wie Berg- und Talwind oder Land- und Seewind betroffen.

Für eine genaue Berücksichtigung der Wirkung dieser Terminunterschiede auf die Mittelwertbildung aus drei Beobachtungsterminen können Untersuchungen über die Auswirkung der Terminverschiebungen mit Hilfe von synoptischen Stationen, die zu allen acht Hauptterminen beobachten, oder mit Hilfe von stündlichen Beobachtungen an Flugplätzen Korrekturgrössen liefern. Solche Untersuchungen werden z. B. dort notwendig sein, wo die letzten Klimabeobachtungen bereits um 18 Uhr erfolgen, während in den meisten Staaten der Abendtermin der Klimabeobachtungen auf 20 oder 21 Uhr fällt, oder dort, wo die erste Klimabeobachtung am Morgen erst um 9 Uhr vorgenommen wird.

Für eine einheitliche Bewertung der Mittelwerte in ganz Europa müsste man sich darauf einigen, die Morgenbeobachtungen von 6 oder 7 Uhr und die Abendbeobachtungen von 20 oder 21 Uhr Ortszeit als Bezugsgrössen in Betracht zu ziehen. In den meisten Fällen wird man hinreichend viele Beobachtungsstationen zur Verfügung haben, deren Beobachtungstermine diesen Zeiten nahe kommen oder mit ihnen zusammenfallen. Für Klimakarten im Maßstab 1:10 000 000 würden diese ausreichende Ergänzungen liefern können.

Es sollen nun zunächst Fragen besprochen werden, die Spezifikationen für einzelne Klimatelemente betreffen und die eine Ergänzung oder Klärung von im Guide to Climatological Practices angegebenen Spezifikationen darstellen. Im besonderen handelt es sich dabei um Anweisungen für Methoden zur Berechnung der Mittelwerte und um die Wahl geeigneter Parameter für die Kartendarstellungen. Dabei ist immer in Betracht zu ziehen, dass die Regional-Klimaatlase Teile des Welt-Klimaatlasses bilden sollen und daher die Karten ihrem Inhalt nach in allen Regionen einheitlich bearbeitet werden müssen. Es soll dabei nicht ausgeschlossen werden, dass in einzelnen Regionen zusätzlich noch andere Karten ergänzend in den betreffenden Regional-Klimaatlass aufgenommen werden können.

Eine Bearbeitung nach einheitlichen Richtlinien sollte in allen Regionen zumindest für folgende Klimakarten erfolgen: Jahresmittel und Monatsmittel der Temperatur, Jahresschwankung der Temperatur, mittlere monatliche Temperaturmaxima und Temperaturminima, mittlere tägliche Temperaturmaxima und Temperaturminima, mittlere Jahres- und Monatssummen des Niederschlags, Zahl der Tage mit Niederschlag, Zahl der Tage mit Schneedecke, mittlere maximale Schneehöhen, Jahres- und Monatsmittel des Dampfdruckes, Jahres- und Monatsmittel der Bewölkung, Jahres- und Monatsmittel der Sonnenscheindauer, Monatsmittel des Luftdruckes reduziert auf Meeresniveau und Windrosen mit Abstufungen der Häufigkeit nach Windstärken. In allen Karten soll das metrische System verwendet werden.

Bei den angeführten *Temperatur- und Niederschlagskarten* bestehen hinsichtlich der Spezifikationen und der Parameter keine Schwierigkeiten, wenn die in den Spezifikationen im Guide to Climatological Practices angegebenen Empfehlungen befolgt werden. Ergänzend zu diesen Spezifikationen ist aber bei den Temperaturkarten zu verlangen, dass überall reale Isothermen und nicht auf Meeresniveau oder auf ein anderes Niveau reduzierte Isothermen gezeichnet werden. Bei der Bearbeitung von Klimakarten für Europa hat sich gezeigt, dass es praktisch möglich ist, in den Karten im Maßstab 1:10 000 000 Isothermen für je 2,5°C zu zeichnen, dass es aber zweckmässig ist, die Farlabstufung nach je 5° Intervallen anzuwenden.

Als Parameter für die *Darstellung der Luftfeuchtigkeit* werden in den Spezifikationen das Mischungsverhältnis oder der Dampfdruck angegeben. Eine Umfrage in der Region hat ergeben, dass die weitaus überwiegende Mehrheit für die Bearbeitung von Karten des Dampfdruckes ist und Karten des Mischungsverhältnisses abgelehnt werden, weil dieses Feuchtemaß den Praktikern aus anderen Fachgebieten zu wenig bekannt ist und auch die Beschaffung des Beobachtungsmaterials gewisse Schwierigkeiten bereitet. Es sollten daher Karten der Verteilung des Dampfdruckes für alle Regional-Klimaatlasse verpflichtend sein.

Für die Intervalle der Isolinien werden in den Spezifikationen für das Mischungsverhältnis für den Bereich von 2,5 bis 15 gr/kg Abstufungen nach je 2,5 gr/kg und für höhere Werte Abstufungen nach je 5 gr/kg angegeben und für den Dampfdruck wird eine äquivalente Unterteilung ohne konkrete Zahlenangaben empfohlen. Bei einem Luftdruck von 1000 mb entsprechen den Intervallen von je 2,5 gr/kg für das Mischungsverhältnis Intervalle von ungefähr je 4 mb für den Dampfdruck. Es erscheint aber notwendig, um die besonderen Verhältnisse in den sehr kalten Gebieten zur Darstellung bringen zu können, auch eine Unterteilung unterhalb 4 mb für den Dampfdruck anzuwenden. Es werden, um alle möglichen Dampfdruckwerte zu erfassen, folgende Isolinien zu empfehlen sein: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24 und 28 mb. Farbabstufungen werden für die Intervalle: \cong 2mb, 2-4, 4-8, 8-12, 12-16, 16-20, 20-28 und \cong 28mb zweckmässig sein.

Zur Berechnung der Tagesmittelwerte des Dampfdruckes genügt überall dort, wo die Tagesschwankung des Dampfdruckes nicht gross ist, die Verwendung von drei Beobachtungsterminen am Morgen, zu mittag und am Abend. In Gebieten, wo die Tagesschwankung gross ist, sollten, wenn die Morgen- und Abendtermine von 6-7^h oder 20-21^h zeitlich stark abweichen, Untersuchungen über die zur richtigen Erfassung der Tagesmittelwerte anzuwendende Kombination der Terminwerte angestellt werden oder Werte der stündlichen Auswertungen von Feuchtigkeitsregistrierungen verwendet werden.

Falls auch Karten der relativen Feuchtigkeit vorgesehen werden, erscheint es empfehlenswert, neben den Karten der Tagesmittelwerte auch Karten der Verteilung der relativen Feuchtigkeit zum Mittagstermin zu bearbeiten, da zu diesem Termin die relative Feuchtigkeit meist vom Tagesmittel stark abweicht, dies aber für die Beurteilung der Feuchtigkeitsverhältnisse tagsüber sehr aufschlussreich ist.

Bei Bearbeitung der *Bewölkungskarten* stellt die Berechnung der Mittelwerte das Hauptproblem dar, da zu den Terminen, die in die Nachtzeit fallen, die Bewölkungsschätzung mit Unsicherheiten behaftet ist. Diese Unsicherheit ist aber unzweifelhaft nicht so gross, dass die Berechnung von Tagesmittelwerten sinnlos würde. In Mondnächten und in klaren Nächten ist die Schwierigkeit der Bewölkungsschätzung am kleinsten. In dunklen Nächten wird zwar die entfernte Bewölkung und die dünne hohe Bewölkung zum Teil zweifellos unterschätzt, andererseits wird aber wieder öfter von einer dichten Bewölkung oberhalb der Beobachtungsstation auf die Bewölkung am ganzen Himmel extrapoliert und damit kann die nächtliche Bewölkung manchmal auch überschätzt werden. Jedenfalls ist aber sicher, dass vor allem konvektive Bewölkung sich abends oder zum Beginn der Nacht auflöst und dadurch unzweifelhaft eine reelle Abnahme der Bewölkungsgrösse mit Einbruch der Nacht erfolgt. Dass die Unterschätzung der nächtlichen Bewölkung nicht übermässig gross sein kann und auf die Berechnung der Tagesmittelwerte der Bewölkung zumindest in Mitteleuropa keinen grossen Einfluss hat, zeigen Vergleiche von durch verschiedene Terminkombinationen berechneten Tagesmitteln für die vier Jahreszeiten in Wien, wo im Winter und auch schon im Spätherbst häufige Nebel- und Hochnebelvorkommen die durchschnittliche Bewölkung stark erhöhen, und in Innsbruck, wo im Winter bei nur geringem Nebelvorkommen die Bewölkungsmittel kleiner sind, im Frühling und Sommer aber wegen der Stauwirkung der Gebirge, die Bewölkung grösser ist:

Terminkombination $(1+4+7+10+13+16+19+22^k)/8$ $(7+13+19^k)/3$ $(7+13+22^k)/3$ $(7+14+21^k)/3$

Wien:

Winter	7,16	7,27	7,19	7,37
Frühling	6,23	6,66	6,33	6,39
Sommer	5,44	5,77	5,51	5,49
Herbst	5,99	6,20	6,10	5,98

Innsbruck:

Winter	5,92	5,97	5,92	5,93
Frühling	6,37	6,65	6,41	6,43
Sommer	6,28	6,44	6,31	6,33
Herbst	5,66	5,79	5,74	5,73

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Berechnungsarten sind so gering, dass es berechtigt erscheint, den aus drei Terminbeobachtungen am Morgen; zu mittag und am Abend berechneten Mittelwerten eine Realität zuzubilligen. Diese Art von Berechnung der Tagesmittelwerte der Bewölkung hat auch bei einer Befragung der Mitglieder der Arbeitsgruppen für den Klimaatlass bei der Klimakommission und bei der Regionalassoziation VI auf der 5. Tagung der Klimakommission im September 1969 in Genf Billigung gefunden und sollte daher allgemein als Berechnungsvorschrift angenommen werden, um eine einheitliche Bearbeitung der Bewölkungskarten zu gewährleisten. Isolinien und Farbstufungen sollen in Intervallen von je 1 Zehntel der Himmelsbedeckung gemacht werden. Zur Ergänzung sind den Bewölkungskarten auch Darstellungen der Häufigkeitsverteilungen der Bewölkungsgrössen für ausgewählte Stationen beizufügen, da in Europa meist die Extremwerte der Bewölkung am häufigsten, die mittleren Bewölkungswerte aber seltener vorkommen. Diese Häufigkeitsverteilungen sollen ebenfalls in Zehntel gegeben werden. Wo die

Bewölkungsschätzung auch im Klimadienst in Achtern durchgeführt wird, könnten Häufigkeitsverteilungen auch aus früheren Jahren in Betracht gezogen werden. Für die Ableitung der Häufigkeitsverteilungen würden 10- bis 20jährige Beobachtungsreihen genügen.

Für die Bearbeitung der *Karten der Sonnenscheindauer* wird in den Spezifikationen die Angabe von Stunden, reduziert auf einen idealen Horizont, verlangt. Dadurch wird die örtliche Verminderung der Sonnenscheindauer durch eine Horizontüberhöhung vermieden, nicht aber der astronomisch bedingte Jahresgang und die astronomisch bedingte Breitenabhängigkeit der astronomisch möglichen Sonnenscheindauer auf einem idealen Horizont ausgeschaltet. Um die Mittelwerte der Sonnenscheindauer witterungsmässig richtig beurteilen zu können, ist eine Beigabe der Breitenabhängigkeit der astronomisch möglichen Sonnenscheindauer zu den Monats- und Jahreskarten der Sonnenscheindauer zu empfehlen. Diese Tabellen können über den Ozeanen in die Karten eingesetzt werden.

Den *Karten der Luftdruckverteilung* sollen Monatsmittel des Luftdrucks zugrundegelegt werden, die von Stationen mit Seehöhen unterhalb 500 m nach herkömmlichen Methoden auf das Meeresniveau reduziert worden sind.

In die Luftdruckkarten sollen für eine Auswahl von für die allgemeine Zirkulation repräsentativen Stationen auch *Windrosen* eingezeichnet werden. Die Häufigkeiten der Windstillen und der Windrichtungen sind aus den drei Terminbeobachtungen am Morgen, zu mittag und am Abend für die 8 Hauptwindrichtungen zu berechnen und in Prozenten in Form von entsprechend langen Richtungspfeilen einzutragen. Auf den Richtungspfeilen ist durch eine entsprechende Abstufung der Dicke der Pfeile die Abstufung nach Windstärken für jede Richtung anzubringen. Die Häufigkeit der Calmen ist in den Stationskreis durch die Anzahl von Prozenten einzutragen. Die Abstufung der Windstärken soll nach den Intervallbereichen 1–2, 3–5 und ≥ 6 Beaufort erfolgen. Die Beaufortskala wird dafür deshalb gewählt, weil Windbeobachtungen in Knoten nicht in allen Staaten im Klimadienst durchgeführt werden und, wo solche vorhanden sind, die Beobachtungsreihen noch zu kurz sind. Für die Häufigkeitsverteilungen genügen 15- bis 20jährige Beobachtungen, die im Bedarfsfalle zum Teil auch aus früheren Zeiten vor 1931 genommen werden können.

Mit den bisherigen Ausführungen sollen einige Hinweise auf für die Klimakarten zu verwendende Parameter und auf Methoden zur einheitlichen Berechnung der Grundlagenwerte zur Diskussion gestellt werden.

Von verschiedenen Seiten wird als dringlich auch die Bearbeitung von *Strahlungskarten* oder *Karten der Verdunstung* verlangt. Ich bin der Meinung, dass in einem Regional-Klimaatlass nur Karten aufgenommen werden sollen, die hinreichend und gesicherte Beobachtungsdaten zur Grundlage haben und nicht nur auf Grund von durch Berechnungen aus allgemeinen Annahmen gewonnenen Daten erstellt werden können. Dazu liegen aber noch nicht genügend Strahlungsbeobachtungen und Verdunstungsmessungen vor. Besonders die Berechnungsmethoden für die Verdunstung weichen noch recht beträchtlich voneinander ab. Deshalb erscheint mir die Bearbeitung von Strahlungs- und Verdunstungskarten für den Regional-Klimaatlass noch etwas verfrüht. Sicherlich wird aber die Bearbeitung derartiger Karten von mehr theoretischen Gesichtspunkten her viel zur Klärung der Probleme beitragen und soll daher als wichtiger Beitrag für eine Voruntersuchung zu den Karten des Atlases empfohlen und gefördert werden.

Auch für die technische Ausführung der Entwürfe zu den regionalen Klimakarten ergeben sich Probleme. Es ist klar, dass eine grosse Hilfe für diese Arbeit die Beistellung von nationalen Klimakarten ist, die im allgemeinen in einem grösseren Masstab gehalten sind. Aus diesen Karten müssen die Isolinien auf das vorgeschriebene Kar-

tenformat im Masstab 1 : 10 000 000 oder 1 : 5 000 000 übertragen werden, wobei besonders in Gebirgsländern eine Vereinfachung notwendig wird, die am besten in der Vorlage mit grösserem Masstab durchgeführt werden kann. Wenn keine nationalen Klimakarten zur Verfügung stehen, sollen die Entwürfe auf Karten von grösserem Masstab ausgeführt werden, damit möglichst viele von den vorhandenen Beobachtungsdaten in die Karte eingetragen und die Isolinien möglichst genau mit Berücksichtigung der Orographie oder lokaler Besonderheiten gezeichnet werden können. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, dass die Grundkarten auch Isohypsen enthalten. Bei Elementen mit starker Höhenabhängigkeit wird es öfter vorkommen, dass wegen der Drängung von Isolinien jede zweite Isolinie in Teilgebieten unterbrochen werden muss. Dies kann aber nur bei den Isolinien geschehen, die innerhalb eines Farbbereiches der Karten liegen. Dieser Vorgang musste z. B. in einigen Hochgebirgen bei den Temperaturkarten angewendet werden, wo Isolinien für eine 2,5°-Stufe unterbrochen werden konnten, die in Farbbereichen von 5°-Stufen gefallen sind. Um eine wünschenswerte Einheitlichkeit der Klimakarten der verschiedenen Regionen zu erreichen, ist es auch notwendig, sich auf Farbabstufungen, wenigstens so weit es die Anordnung im Spektralbereich vom Rot bis zum Blau betrifft, international zu einigen. Es wird zweckmässig sein, dazu von der Arbeitsgruppe für Klimaatlas bei der Klimakommission Vorschläge auszuarbeiten.

Um eine Einheitlichkeit in der Entwicklung der Klimaatlas der einzelnen Regionen zu erzielen, ist es auch wünschenswert, einen Zeitplan für die Ausarbeitung der Klimakarten in einer vorgegebenen Reihenfolge aufzustellen, damit möglichst bald für einzelne Elemente die ganze Erde umfassende Klimakarten vorgelegt werden können und nicht durch ungleiche Reihung der Bearbeitung der einzelnen Karten Lücken bleiben, wo dies sachlich nicht notwendig wäre. Im Guide of Climatological Practices sind Spezifikationen für insgesamt 314 Karten angeführt; Davon sind 89 Karten mit erster Dringlichkeitsstufe bezeichnet. Diese Karten sollen natürlich auch in erster Linie bearbeitet werden. Für die Bearbeitung der weiteren Karten wäre aber doch ein Zeitplan der Reihenfolge der Bearbeitung aufzustellen, da es nicht möglich sein wird, in absehbarer Zeit alle diese Karten zu bearbeiten, es andererseits aber wünschenswert ist, die Bearbeitung so einzurichten, dass in allen Regionen nach Möglichkeit die gleiche Reihenfolge eingehalten wird, damit aus den Regionalkarten Weltkarten zusammengesetzt werden können. Auch für diese Planung wird die Arbeitsgruppe bei der Klimakommission Vorschläge auszuarbeiten müssen.

Mit diesen Ausführungen sollten einige Probleme berührt werden, die bei der Bearbeitung der Klimakarten aufgetaucht sind, oder bei Überlegungen für die Weiterführung der Arbeit an einheitlichen Klimaatlas aller Regionen aktuell werden.

A magyar meteorológiai szolgálat új számítástechnikai rendszere

ADÁMY LÁSZLÓ, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

A New Computerized System in the Hungarian Meteorological Service. In our days the applying of computers in solving meteorological problems has become one of the most actual tasks in meteorological services. For this purpose serves the new electronic computer EMG 830 in the Central Institute of Meteorology. The lecturer describes the most important system-technical features and also the peripheral units of the machine. This computer serves as a basis for a successive modernization of the climatological data processing system. This system shows a tendency towards a full automatization and complex data-processing. By the aid of this computer it is envisaged to introduce a complex forecasting system working on the basis of data obtained from the international telecommunication network. From that material the data required to the forecasts will be automatically selected by the machine, in addition to which the analysis and the computation of the forecast values of weather elements will be carried out. To conclude, the lecturer describes the plans of the further development of our system of computing devices and work: the joining in a 1200 Bauds meteorological information network through an additional telecommunication computer is envisaged.

*

Новая система техники расчета венгерской метеорологической службы
В настоящее время применение расчетных машин для решения метеорологических задач стало актуальной проблемой метеорологических служб. Этому делу способствует новая электроническая расчетная машина типа EMГ 830 Центрального метеорологического института. Доклад излагает основные качества техники системы расчетной машины и важнейшие характеристики связанных с машиной периферийных устройств. Расчетная машина служит основой для постепенной модернизации системы разработки климатологических данных, эта модернизация характеризуется полной автоматизацией и стремлением к комплексной разработке данных. Также при помощи расчетной машины венгерская метеорологическая служба перейдет к введению комплексной системы прогноза погоды, данные которой получаются от международной линии связи, и из них машина автоматически выбирает данные, необходимые для прогноза, проводит анализ и исчисляет ожидаемую величину элементов погоды. Наконец, доклад излагает планы дальнейшего развития нашей системы техники расчета которое характеризуется в первую очередь активным присоединением к метеорологической информационной сети с большой скоростью 1 200 Бод путем приобретения другой электронной расчетной машины для телекоммуникационных целей.

*

A XX. század egyre gyorsuló ütemű technikai fejlődése gyökeres változásokat eredményez csaknem valamennyi tudományágban. A meteorológia területén ez a változás több síkon jelentkezik. Egyrészt a korszerű híradástechnikai eszközök a hagyományos meteorológiai adatok egyre növekvő mennyiségét juttatják el a meteorológiai szolgálatokba, másrészt új és új berendezések kerülnek operatív használatba (pl. a meteorológiai mesterséges holdak), ugyanakkor növekednek a népgazdaság különböző területein a meteorológiai szolgáltatások minőségével és mennyiségével szemben támasztott követelmények is. A megnövekedett mennyiségű információs anyag feldolgozása már nem valósítható meg a nagysebességű elektronikus számítógépek alkalmazása nélkül. Egyre gyakrabban merülnek fel szolgálatunknál olyan igények, amelyeknek kielégítésére a hagyományos meteorológiai adatokból, összetett jellegű statisztikai karakterisztikákat kell kiszámítanunk. Ezen feldolgozások során olyan nagytömegű adatot kell kezelnünk és olyan sok számítást kell készítenünk, hogy ezt csak az elektronikus számítógép alkalmazásával tudjuk elvégezni. Ugyancsak a számítógépeket kell segítségül hívnunk az időjárás számszerű előrejelzéséhez szükséges

több milliós nagyságrendet is elérő számolási műveletekhez, amelyekkel a meteorológusok egyik legfontosabb szolgáltatását, az időjárás számszerű előrejelzését lehet objektív alapokra helyezni. A technika fejlődése a kutatómunka számára is rendkívüi ösztönzően hat. A meteorológiai kutatások során tudományos munkatársaink egyre inkább igénylik a korszerű elektronikus számítógépek által nyújtott lehetőségek kihasználását.

Elektronikus számítógépeket szolgálatunk már a korábbi évek során is igénybevett egyes részfeladatok megoldására. Megtettük az első lépéseket az időjárás adatok elektronikus számítógépeken történő feldolgozása felé [1]. Kidolgoztuk és kipróbáltuk azokat az algoritmusokat, amelyek lehetővé teszik komplex időjáráselőrejelzési rendszer realizációját elektronikus számítógép felhasználásával [2]. Alkalmoszerűen egyes kutatási feladatokat is megoldottunk a különböző vállalatok, ill. intézmények által rendelkezésünkre bocsájtott számítógépeken. Szolgálatunk további fejlődéséhez azonban döntő mértékben hozzájárul annak az új számítástechnikai rendszernek a bevezetése, amelynek alapját a Központi Meteorológiai Intézet EMG 830 jelzésű elektronikus számítógépe jelenti.

I. EMG — 830, a magyar meteorológiai szolgálat számítógépe

A magyarországi számítógéppark kialakítását megnehezítette az, hogy hazánkban számítógépet 1968-ig nem gyártottak. Külföldi számítógépek beszerzése hosszadalmas, nehéz, költséges és — nem utolsósorban — devizaigényes. A felmerült igények kielégítésére az Elektronikus Mérőkészülékek Gyára elkészítette az EMG 830 típusú digitális számítógépeket, amelyek közül egy nagykiépítettségű rendszer a Központi Meteorológiai Intézetben került felállításra.

Az EMG 830 számítógép a második generációs gépek közé tartozik, bár szolgáltatásait tekintve kielégíti a III. generációval szemben támasztott igények nagy részét is [3]. Az EMG 830 kétféle változatban készült: egy fokozott biztonságú változat, elsősorban folyamatirányítási feladatokra, és egy ügyviteli változat, amely az előbbinél bővebb lehetőséget ad nagyobb tárkapacitása és kibővített utasításrendszere révén elsősorban adatfeldolgozási feladatok megoldására. Számítógépünk ez utóbbi változatnak felel meg. A gép az egycímű számítógépek közé tartozik, egy-egy gépi szó hosszúsága 24 bit. Műveleti sebessége — melynek átlagát a tapasztalati adatokon alapuló Gibson-mix, ill. annak Theo Lutz által adott variánsa szerint számíthatjuk — kb. 25 000 művelet másodpercenként.

Az EMG 830 számítógépek rendszerteknikai felépítésének alapvető, és az egész konstrukciót átható gondolata a modulrendszer, amelynek következetes végigvitele kiemeli a hasonló, közép-kategóriájú második generációs gépek családjából. Az EMG 830 modulrendszerű felépítése azt jelenti, hogy az egyes gépek egy-egy célfeladat el látására alkalmas modulok alkalmasan megválasztott konfigurációjából tevődnek össze. Ennek megfelelően számítógépünk belső tárkapacitását 4 db, egyenként 4K-s(4096 gépiszóból álló) tárgységből állítottuk össze, ez a konfiguráció optimálisnak tekinthető a meteorológiai adatfeldolgozási, számszerű előrejelzési és tudományos kutatási feladatok megoldása céljából. A modulrendszerű felépítés, amely következetesen végigvonul a mechanikai felépítéstől a software-ig, részünkre, mint felhasználóknak jelentős előnyöket nyújt. Ez a következőkből is látszik:

A feladataink megoldására tervezett gépünk a feladatok bővülése esetén viszonylag kis beruházással, a meglévő rendszer változtatása nélkül megnövelhető, mindenkem csak a pótlólagos, azonnal kihasználható egységek beépítése útján. A modulrendszerű felépítés igen kedvező az üzemelés során felmerülő hibák javítása szempontjából is. Ez a meghibásodott modul egyszerű cseréjével valósítható meg — ezt a szer-

vizsgálata a garanciális időn túl is biztosítja számunkra — így az üzemidő kiesés igen kicsi, s emellett nem szükséges nagylétszámú, speciális képzettségű karbantartó személyzet kiképzése és intézetünknel történő alkalmazása.

Az egyes modulok közötti kapcsolatot a gépen belül egy 33 eres sínrendszer teremti meg. Ez a szekrényeken végigfutó egyszerű huzalozás, amely biztosítja az egyes modulok közötti összehangolt működést. Minden modul csak ezen a sínrendszeren van kapcsolatban a gép többi részegységével, így az egyes modulok tetszőleges sorrendben helyezhetők el a gépen belül, ill. csere esetén a teljes modul kiemelése után a hibátlan egység egyszerű bedugaszolással hozható kapcsolatba a géppel. Ezzel a modulok cseréje igen rövid időn belül végrehajtható. A modulok különböző funkciókat látnak el, ezért felépítésük és méretük egymástól eltérő, ez utóbbi azonban úgy van megválasztva, hogy az egyes modulok egymás mellé illesztésével a gép belső tere optimálisan kihasználható.

A gép belső kapacitását szervesen egészítik ki a háttérmemória-egységek. Tekintettel arra, hogy egyes meteorológiai adatfeldolgozási, rendezési és tárolási feladatoknál jelentékeny kapacitású háttérmemória felhasználására lehet szükségünk, egy olyan konfigurációt választottunk, amely a következő egységekből áll:

két mágneslemez-tár, egyenként 2 000 000 byte kapacitással,

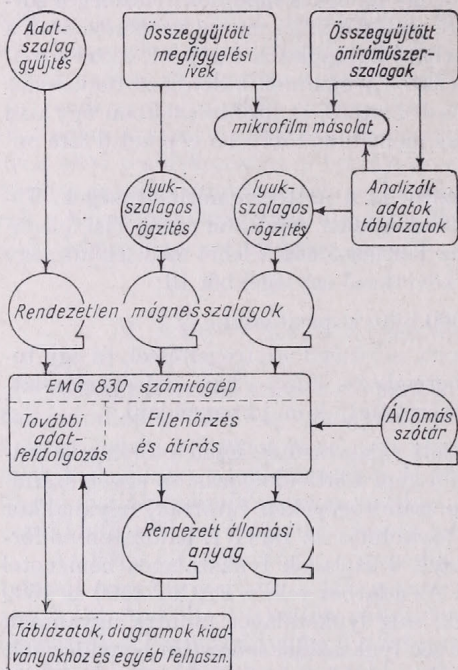
négy mágnesszalagos egység 800 byte/inch sűrűségű adatrögzítéssel, és egy további mágnesszalagos egység, mint tartalékberendezés. Ezzel a kapacitással előreláthatóan a meteorológiai feladatok igen széles körét tudjuk majd megoldani.

Külső adathordozóként a lyukszalagra esett választásunk. Ezen a téren már rendelkezünk bizonyos tapasztalatokkal. Korábbi gépi adatfeldolgozási és egyéb számításaink lyukszalag orientációjú elektronikus számítógépeken futottak, ugyanakkor a Hírközpontunk is lyukszalagon veszi, ill. továbbítja az IMTNE hálózaton át forgalmazott meteorológiai információt. Így ezek a szalagok lyukszalagos bemenetel esetén közvetlen felhasználásra kerülhetnek. Az adatbevitelhez FACIT 1500-as 1500 karakter/sec sebességgel beolvasót használunk, míg lyukszalagos inputra ugyancsak a FACIT világszínvonalon álló 150 karakter/sec lyuksztási sebességű berendezéseit alkalmazzuk. További eredményközlő berendezéseinkhez tartoznak a sornyomtató gépek, 136, ill. 160 pozíció 200—600 sor/perces nyomtatási sebességgel. Ugyancsak felállításra kerül egy Benson-200 típusú digitális rajzoló berendezés, amellyel a meteorológiai térképeinket és más rajzolási feladatainkat készíthetjük, akár on-line, akár off-line üzemmódban. Perifériális berendezéseinkkel tehát a legkülönbözőbb igények teljes kielégítésére vállalkozhatunk.

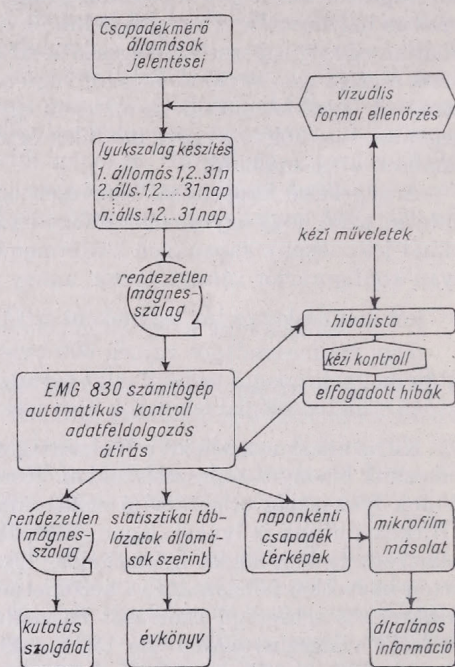
II. Éghajlati adatfeldolgozó rendszerünk automatizálása

Az elektronikus számítógépek felhasználásával fokozatosan korszerűsítjük szolgálatunk teljes adatgyűjtő, feldolgozó, tároló és felhasználó rendszerét [4]. Ennek megtervezésénél fő követelménynek azt tekintettük, hogy a hálózat teljes anyagát felhasználhatóvá tegyük az éghajlati feldolgozás és adattárolás számára. A különböző forrásokból származó mérési és megfigyelési eredményeket először adatszalonon rögzítjük, majd mágnesszalagra visszük át (1. ábra). A továbbiakban a mágnesszalagon levő információt az elektronikus számítógéppel ellenőriztetjük, átíratjuk és elvégezzük a teljes feldolgozást. Mindehhez felhasználjuk az állomáskatalógust tartalmazó mágnesszalagunkat. A számítások eredményeképp részben állomásonként, részben meghatározott időpontokra vonatkozó térképes eredményeket kapunk, amelyekből táblázatokat állítunk össze, ill. a térképek közvetlen felhasználásra kerülnek kiadványainkban és egyéb felhasználási területeken.

Adatfeldolgozási eljárásunkat a csapadékadatok gépi ellenőrzésének blokk-sémájával illusztráljuk (2. ábra). A csapadékadatok gépi feldolgozását szolgálatunknál 1967. január 1-vel vezettük be, a szükséges gépi számításokat a Számítástechnikai és Ügyvitelszervező Vállalat Gier típusú számítógépeket végeztük eddig el. Amint azt a sémából nyomon követhetjük, a csapadékadatok egy előzetes vizuális kontroll után, amelyet elsősorban a formai hibák kiszűrése céljából iktattunk be, 8 csatornás



1. ábra. A magyar meteorológiai szolgálat adatfeldolgozási és tárolási rendszerének blokk-sémája



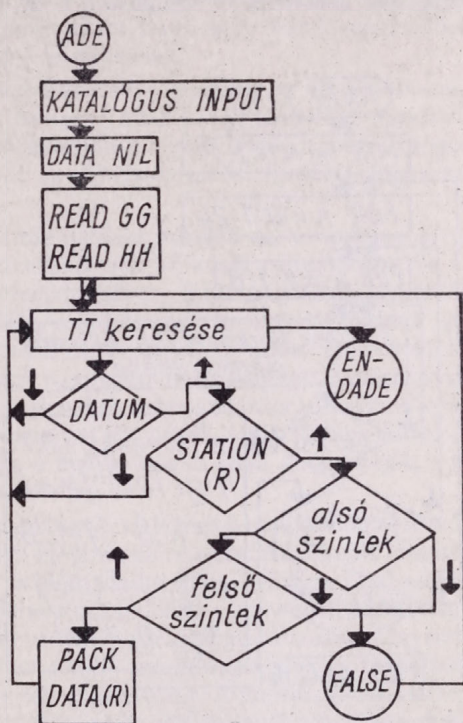
2. ábra. A csapadékadatok automatikus feldolgozásának sémája

lyukszalagon rögzítjük, a csapadékforma kódjával együtt. A következőkben a lyukszalagon szereplő adatokat mágnesszalagra visszük át és a számítógéppel elvégzettük az ellenőrzési műveleteket. Ennek során a számítógép kinyomtatja a hibásnak tartott állomások listáját. Ezt manuálisan ellenőrizzük, s a helyesnek megítélt adatokat visszairatjuk az adattömbbe. Ezek után a számítógép végrehajtja a szükséges korrekciókat, elkészíti az állomások szerinti havi összesítőket és egyéb statisztikai jellemzőket, ezen kívül a csapadékmérő állomások földrajzi helyzetét figyelembe véve térképek formában közli a napi csapadékösszegeket valamennyi állomásról. Hasonló térképek készülnek a havi csapadékösszegekről és az átlagtól számított eltérésekről is. Valamennyi kinyomtatott térképet mikrofilmre vesszük és a havi összesítőket közvetlenül a kiadványaink rendelkezésére bocsátjuk.

A számítástechnikai lehetőségeink felhasználásával arra készülünk, hogy valamennyi összegyűjtött megfigyelési adatunkat komplex és automatikus ellenőrzési eljárással dolgozzuk fel. Ez mind technikai, mint gazdaságossági szempontból kívánatosnak látszik. Az adatfeldolgozási módszerek ugyanis bizonyos számú időbeli és térbeli vizsgálatot tesznek szükségessé részben ugyanon elemre vonatkozóan, részben a különböző meteorológiai elemek között. Ez nyilvánvalóan azt jelenti, hogy a leghatékonyabb megoldást valamennyi elem egyidejű ellenőrzése jelenti ugyanazon

számítógépes programon belül. Ez az eljárás a leggazdaságosabb is, mivel ily módon a legkevesebb gépi idő felhasználására van szükségünk a teljes adatkontroll automatikus végrehajtására.

Számítástechnikai rendszerünkben az adatok tárolásának fő eszköze a mágnesszalag lesz. Ezzel az eljárással biztosítjuk az adatok visszanyerésének leggyorsabb lehetőségét. Csupán a megfelelő szalagot kell a mágnesszalagos egységben elhelyezni,



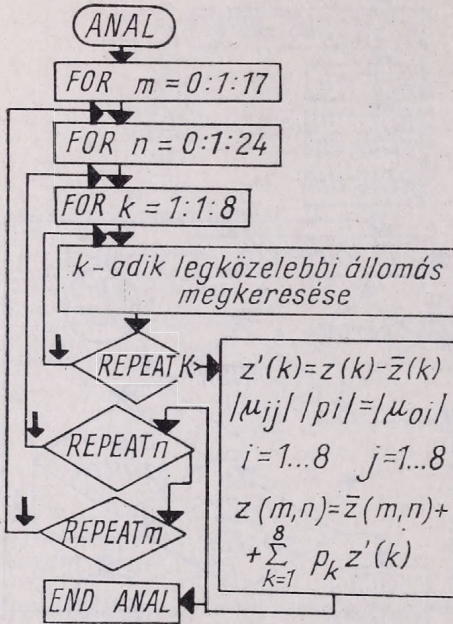
3. ábra. Az automatikus adatkiválasztási program (ADE) bloksémája

s a megadott program alapján a gép automatikusan kikeresi a szükséges információt, ezzel együtt elvégzi az esetleg szükséges feldolgozó munkát. Figyelembe vesszük azonban azt is, hogy a mágnesszalagon őrzött információ még abban az esetben is veszteségnek van kitéve, ha a szalagokat pormentes, légkondicionált és mágneses zavaroktól mentes helyen őrizzük. Ezért előirányoztuk, hogy valamennyi mágnesszalagunkat kétvétenként a számítógép segítségével újraírjuk.

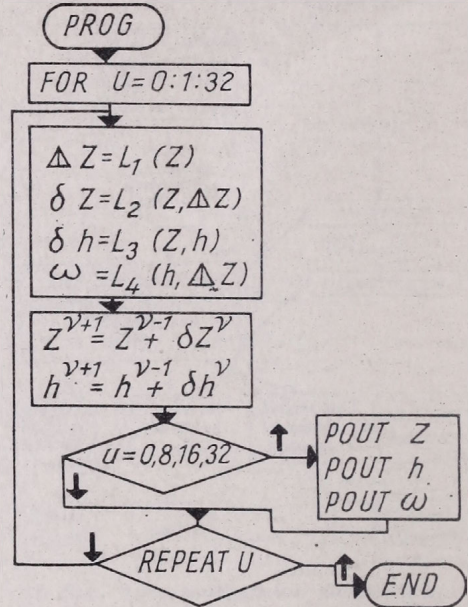
III. Komplex számszerű időjárás-előrejelzési rendszerünk

Az időjárás számszerű előrejelzése során több feladatot kell megoldanunk. Már tettünk arról említést, hogy a korszerű telekommunikációs eszközök napjainkban igen nagy, és egyre növekvő mennyiségű anyagot biztosítanak egy-egy meteorológiai központ számára. Ugyanakkor az információ feldolgozására nem fordítható az eddiginél több idő. Ezért a számszerű előrejelzéshez szükséges adatokat ugyancsak az elektronikus számítógép felhasználásával, automatikusan kell kiválasztanunk és ellenőriznünk.

Szolgáltatunkban alkalmazásra kerülő komplex időjárás-előrejelzési rendszer elektronikus számítógéppel történő megvalósításához a jelenlegi adottságokból indultunk ki. Hírközpontunk révén a nemzetközi információcserében részt vevő meteorológiai anyag lyukszalagon a feldolgozás rendelkezésére áll. A számítógépek standard rutinjai azonban nem alkalmasak a meteorológiai adatszalagok olvasására. Ezek a rutinok meghatározott és igen szigorú szintaktikai (formai) követelményeket támasztanak az adatszalaggal szemben. Megkövetelhetik például, hogy az egyes adatokat vesszővel válasszuk el egymástól, s az adatszalag ne tartalmazzon betűket. Ezzel



4. ábra. Az analízis program (ANAL) blokksémája



5. ábra. A prognózis program (PROG) blokksémája

szemben a meteorológiai táviratokat betűkombinációk alapján különböztetjük meg egymástól (TEMP, PILOT, SHIP stb.) és a közlemények általában ötszámjegyes csoportokból állnak, amelyek között szóközöket találunk. A táviratok dekódolására csak a kódrendszer teljes ismeretében vállalkozhatunk.

A meteorológiai adatok feldolgozása közben arra is figyelemmel kell lennünk, hogy mind az adatok mérése, feldolgozása és kódolása, mind pedig a táviratok továbbítása során számtalan hibalehetőség adódik. A gyakorlatból ismeretes, hogy bizonyos időszakokban a postai hírközlési vonalakon olyan nagy a zavar, hogy egyáltalán nem érkezik anyag („vonalszakadás”), vagy érkezik, de teljesen értelmezhetetlen, zavaros jelkombinációk formájában. Előfordul, hogy a zavar abban jelentkezik, hogy a jeleknek kisebb-nagyobb százaléka hibás. Ezért összeállítottunk és kipróbáltunk [2] egy olyan algoritmust, amelynek alapján a számítógéppel értelmezzük a meteorológiai táviratokat, ellenőrizzük a beérkező információt és bizonyos egyszerűbb hibák esetén lehetőséget adunk a hibák kijavítására. Ezt a számítógépes programot ADE programnak (Automatic Data Extraction) neveztük el. A következők ábránkon e program blokksémáját mutatjuk be (3. ábra).

A számítógép az ADE program alapján olyan táviratot keres, amely a TEMP táviratok főrészét tartalmazza (a távirat kezdete a TT betűcsoport), dátumcsoportja alapján a távirat a megadott terminusra vonatkozik, az állomás szerepel az állomási katalógusban, és mind az alsó szintek adatai, mind pedig a magasabb szintek mérési eredményei a beépített ellenőrzési program alapján megfelelők a feldolgozás számára. Ha a kontroll az állomás jelentését hibásnak tartja, akkor a gép közli a hibás távirat teljes anyagát, amelyből manuális módszerrel eldönthetjük, tartalmaz-e a távirat olyan helyes vagy javítható információt, amelyet a feldolgozáshoz esetleg fel tudunk használni. A teljes távirati anyagból — a nemzetközi tapasztalatoknak megfelelően — az ADE program a táviratok 8–15%-át jelzi hibásnak.

A komplex időjárás-előrejelzési rendszer következő feladata az adatbeolvasást követő analízis. Ehhez szolgálatunkban a *Gangyin* által kidolgozott ún. optimális interpolációs eljárást [5] alkalmazzuk. E módszer során a számítógép a meteorológiai elem értékét úgy határozza meg, hogy ezzel az eljárással az interpoláció négyzetes középhibája a minimális legyen.

Az ANAL programunkban (4. ábra) a rácshálózat minden m, n pontjára megkeressük azt a 8 állomást, amelyik a legközelebb esik az adott rácsponthoz, és az ADE alapján adatokat jelentett az analízis terminusában. Ezután előállítjuk minden egyes állomásra az időjárási elem anomáliáját, majd összeállítunk és megoldunk egy 8 ismeretlenű lineáris algebrai egyenletrendszerrel, amelyet az adott meteorológiai mező autokorrelációs függvénye, az állomások egymástól és a rácsponttól mért távolsága alapján állítunk fel és az egyenlet ismeretleni az optimális interpolációhoz keresett súlyszorzók. Ezeket rendre összeszorozva az állomások anomális értékével és ezen szorzatok összegét képezve megkapjuk a meteorológiai elem anomáliáját, s ez alapján a keresett értékét a választott rácspontban.

A komplex időjárás-előrejelzési rendszer következő lépése a meteorológiai mezők objektív analízise alapján készített számszerű időjárás-előrejelzés. A komplex időjárás-előrejelzési rendszerünk kipróbálása során az előrejelzés céljára a Titkos által számítógépre kidolgozott advektív-barotrop előrejelzési modell 6 programját készítettük el (5. ábra). Minden egyes időlépcsőre kiszámítottuk a geopotenciálmező örvényességét, az örvényességi advektió következtében előálló nyomásváltozást, a hőmérsékleti mező advektív változását és a vertikális sebesség értékét. A mezők növekményeit centrális időlépcsők alkalmazásával számítottuk ki, s a kapott eredményeket 6 óránként kinyomtattuk (időlépcsőnk 45 perces volt). Az EMG 830-as gépen a Szovjetunióban alkalmazott háromszintű baroklin geosztrofikus modellt [7] használjuk fel kiindulásként. Ebben kívánjuk beépíteni azokat a helyi sajátosságokat, amelyeket a nagyobb államok szolgálatainak — általános érvényű előrejelzéseik elkészítése során — nem áll módjukban figyelembe venni. Előrejelzéseink kellő részletességgel tartalmazzák majd a lokális topográfia stb. hatását az időjárás fejlődésére hazánk körzetében, s így lehetőséget nyújtanak a népgazdaság igényeit kielégítő nagyobb pontosságú előrejelzések készítéséhez.

IV. Számítástechnikai rendszerünk továbbfejlesztési tervei

A Meteorológiai Világszervezet tagállamai közös megbeszéléseiken megvitatták a meteorológiai hírforgalom aktuális kérdéseit, és terveket készítettek a jövőben várható feladatok megoldására. Ennek során elhatározták, hogy a jelenlegi 50 Baud sebességű hírhálózatot egy 1200 Baud sebességű adattovábbítási rendszerrel cserélik fel, amely alkalmas lesz a megnövekedett igények kielégítésére. Ennek az információs anyagnak a fogadására csak telekommunikációs számítógépek jöhetnek szóba. Buda-

pest a Prága — Bukaresti regionális csatornába kapcsolódik be. Ennek kiépülése után úgy tervezzük, hogy a nagysebességű vonalon érkező anyagot (ez lehet a hagyományos információ, vagy facsimile adás) egy átkapcsoló rendszer segítségével juttatjuk el a beszerzésre kerülő hírközlő rendszerünk számítógépébe egy, az ugyancsak az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárában készülő EMG 810 jelzésű telekommunikációs computerbe (6. ábra). Ez központi tárolója, lemeztára ill. szalagos háttérmemóriája segítségével kiválogatja és összegyűjti azokat az információkat, amelyek a Központi Meteorológiai Intézet EMG 830-as gépén feldolgozásra kerülnek. A kiszámított anyag visszakerül a Központi Előrejelző Intézetbe, ahol a gyors felhasználást biztosító sornyomtató berendezésen az operatív szolgálat számára rendelkezésre áll. A rendszer gondoskodik a nagysebességű információ fogadásáról, ill. átalakításáról (MODEM egységek), a belföldi gyűjtésnek, ill. a Rádiószondázó állomások anyagának a nemzetközi hírforgalomba való juttatásáról. Ugyanakkor lehetőséget nyújt egyes hagyományos távközlési vonalak működésére is, lyukszalagok készítésével, ill. a lyukszalagoknak a számítógépes rendszerbe történő beolvasása útján. A tervezett telekommunikációs rendszerünk segítségével olyan nagymennyiségű és részletes információt tudunk az előrejelző szolgálat rendelkezésére bocsájtani, amely a szolgálat igényeit messzemenően ki tudja elégíteni. Mindehhez azonban még igen sok tennivaló szükséges, részben technikai szinten, részben olyan módszerek elméletének és gyakorlatának kidolgozásában, amelyek az adott magas színvonalú technikai lehetőségeket és a megnövekedett mennyiségű információs anyagot hatékonyan fel tudja használni az előrejelzések elkészítésénél.

IRODALOM

- [1] *Micheller I.*—*Sz. Farkas A.*: Die Kontrolle der Niederschlagsangaben mit Rechenautomaten. Időjárás, 72. évf. 2. 1968. 85—89. o.
- [2] *Adámy L.*: Komplex időjárás-előrejelzési rendszer realizációja elektronikus számítógépen. Beszámoló a Központi Előrejelző Intézetben 1969-ben végzett tudományos kutatásokról. Megjelenés alatt.
- [3] *Binder L.*: EMG 830 — modulrendszerű digitális számítógép. Budapest, 1968.
- [4] *Czelnai, R.*: On Climatological Data- Processing and Archiving in Hungary. Előadás a Zágrábi Meteorológiai Intézet kérésére. Megjelenés alatt.
- [5] *Belouszov, Sz. L., Gangyin, L. Sz., Maskovics, Sz. A.*: Obrabotka operativnoj meteorologiceszkoj informacii sz pomocsju elektronnuh vücsiszlityelnüh masin. Gidrometizdat. Leningrád 1968.
- [6] *Tükös E.*: A talajmenti légnyomási mező számszerű előrejelzése. Időjárás
- [7] *Bjelov, P. N.*: Prakticeszskije metodü csizlennovo prognoza pogodü. Gidrometizdat. Leningrád, 1967.

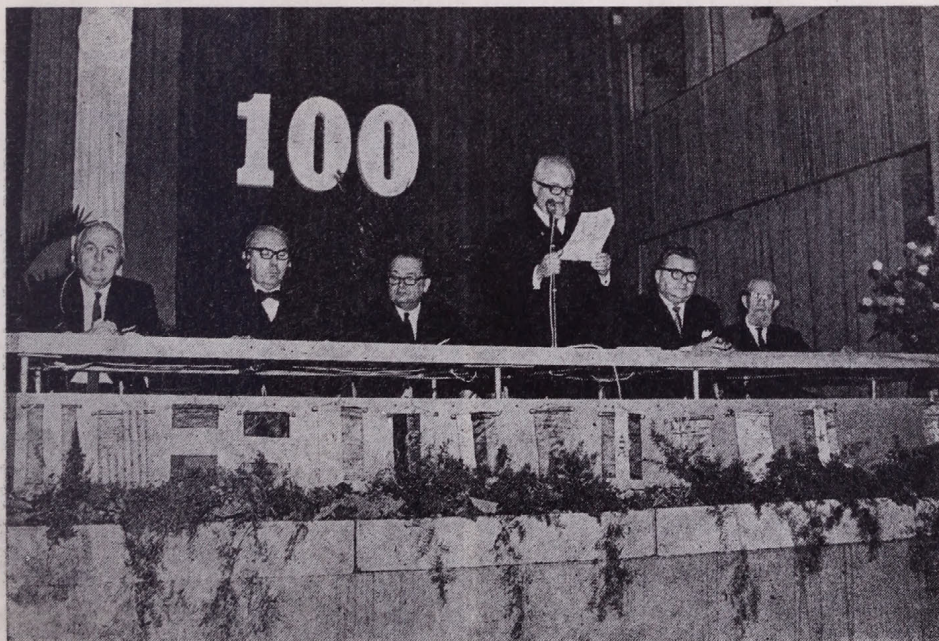
A MAGYAR METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ALAPÍTÁSÁNAK 100. ÉVFORDULÓJA

1970. április 8—12 között a magyar meteorológiai szolgálat nemzetközi tudományos szimpozionum keretében ünnepelte meg fennállásának 100. évfordulóját. A szimpozionumon a belső földieken kívül 14 ország 48 küldötte vett részt, s a WMO is képviseltette magát.

A külföldi résztvevők listája: *WMO*: D. A. Davies, R. Schneider; *Ausztria*: F. Steinhauser; *Bulgária*: I. Banchew, L. Krasztanov; *Csehszlovákia*: M. Konček, J. Otruba, S. Petrovic, F. Rein, F. Samaj, F. Smolen, J. Zitek; *Franciaország*: M. J. Bessemoulin; *Jugoszlávia*: M. Cadez, I. Deljanic, F. Gamsner, P. Katic, P. Kunstler, K. Milosavljevic, M. Perovic, S. Rankovic, G. Sokolovic-Ilic, R. Vasic, D. Vukmirovic; *Lengyelország*: E. Bobinski, W. Parzew-

ski; *Német Dem. Közt.*: W. Böhme, H. Danneberg, H. Ertel, W. Hesse, G. Kobe, A. Mäde, W. Ortmeyer; *Német Szöv. Közt.*: W. Caspar, H. Hess, H. Schirmer, E. Süssenberger; *Nyugat-Berlin*: H. Fortak; *Olaszország*: A. Baltadori; *Románia*: N. Ciovica; *Svájc*: H. Binder; *Svédország*: T. Bergeron; *Szovjetunió*: O. Avaste, T. K. Bogatyryj, F. F. Davitaja, B. Dzerdzeewsky, A. F. Kalinin, V. I. Korzun.

A centenáriumi ünnepséget április 8-án délelőtt 10 órakor a MTE SZ székházában Kiss Árpád miniszter, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke nyitotta meg, majd Dési Frigyes egyetemi tanár, a magyar meteorológiai szolgálat elnöke mondta el ünnepi beszédét (teljes szövegüket lapunk e számában közöltük).



A centenáriumi ünnepség nyitó ülésének elnöksége (balról jobbra) R. Schneider, a WMO Európai Régiójának elnöke, a svájci meteorológiai intézet igazgatója, D. A. Davies, a WMO főtitkára, Dési Frigyes, az OMSZ elnöke, Kiss Árpád, miniszter, az OMF B elnöke, Bondor József építésügyi és városfejlesztési miniszter, Rétthy Antal nyug. igazgató.



A jubileumi ünnepség nyitótülésének hallgatósága

Dési Frigyes, az OMSZ elnöke ünnepi beszédét tartja a nyitótülésen



D. A. Davies, a WMO főtitkára nyilatkozik a magyar sajtónak



Az ünnepi beszéd elhangzása után *D. A. Davies*, a WMO főtitkára köszöntötte a magyar szolgálatot (beszédét teljes terjedelmében lapunk e számában közöltük). Köszöntőt mondott még: *R. Schneider* a WMO Európai Régiója elnökeként és mint a svájci meteorológiai szolgálat igazgatója, *V. I. Korzun*, a Szovjetunió hidrometeorológiai szolgálatának főigazgatóhelyettese, *O. Avaste*, az észak-tudományos akadémia nevében, *I. Banchew* a bolgár hidrometeorológiai szolgálat vezetője, *J. Bessemoulin* a francia nemzeti meteorológiai szolgálat igazgatója, aki többek között rámutatott egy, az egész Európára kiterjedő integrált meteorológiai szolgálat létrehozásának időszükségére is; *E. Bobinski*, a lengyel hidrometeorológiai intézet igazgatója, *T. K. Bogatyryj* az ukrán hidrometeorológiai szolgálat igazgatója, *W. Böhme* az NDK meteorológiai szolgálatának igazgatója, *M. Cadez* a belgrádi egyetem meteorológiai intézetének professzora, *F. F. Davitaja* akadémikus, a grúz tudományos akadémia nevében, *H. Ertel* akadémikus, a berlini tudományos akadémia nevében gratulált az elméleti kutatások terén elért eredményekhez; *M. Konček* professor a cseh és szlovák intézetek és akadémiák, valamint a pozsonyi egyetem nevében, *L. Krasztanov* akadémikus a bolgár tudományos akadémia és a saját nevében üdvözölte meleg szavakkal a magyar szolgálatot és elnökét *Dési* professzort, *M. Petrovic* a jugoszláv hidrometeorológiai intézetek szövetségének főigazgatója a szocializmus építésének 25. évfordulójával összekapcsolva méltatta a magyar szolgálat eredményeit, s hangsúlyozta a nemzeti meteorológiai szolgálatok összefogásának éppen a jelen korszakban időszerű különös fontosságát; *F. Steinhäuser* professor a bécsi meteorológiai és geodinamikai intézet igazgatója testvérintézményként köszöntötte a magyar szolgálatot, s méltatta a WMO Európa éghajlati atlasza számára a magyar szolgálatban végzett munkát; *B. Dzerdzevsky* a szovjet tudományos akadémia földrajzi intézete, *W. Parczewski* a lengyel tud. akadémia geofizikai intézete nevében; *E. Süssenberger* az NSZK meteorológiai szolgálatának elnöke hivatkozott az alapítás előtt 90 évvel kezdődő kapcsolatokra a mannheimi „Societas Meteorologica Palatina” keretén belül, s reményt fejezte ki aziránt, hogy a két szolgálat kapcsolata a jövőben megszilárdul, s szorosabb együttműködés jön létre.

A hazai küldöttségek közül a Magyar Néphadsereg vezérkari főnökének nevében *Menyhárt Andris* vezérőrnagy, az Országos Légvédelmi Parancsnok Általános Helyettese mondott köszöntőt, s méltatta a meteorológiai szolgálat munkáját; az MTA X. osztálya és a Budapesti Kertészeti Egyetem nevében *Bacsó Nándor* professor, a Magyar Hidrológiai Társaság nevében *Elek Zoltán* főtitkár mondott köszöntőt.

Az üdvözlő beszédek után a 90 éves *Réthly Antal* a meteorológiai intézet nyug. igazgatója

szólalt fel, s a XVIII. század időjárási eseményeiről írott könyvét ajánlotta a 100. évfordulóját ünneplő meteorológiai szolgálatnak.

A megnyitó ünnepség *Dési Frigyes* zárszavával ért véget, amelyben megegyeszer üdvözölte a kül- és belföldi résztvevőket, megköszönte a gratulációkat és ajándékokat, s örömet fejezte ki afelett, hogy szakmánkban milyen erős a nemzetközi együttműködésre való törekvés.

A megnyitó napjának délutánján a külföldi vendégek megtekintették a Központi Meteorológiai Intézetet, új számítóközpontját és osztályait, a záróprogram pedig az este hat órakor kezdődő fogadás volt, melyet *Kiss Árpád* miniszter adott a Gellért szállóban.

A tudományos szimpózium első napján, április 9-én a következő előadások hangzottak el: *V. I. Korzun*: A Szovjetunió népgazdaságának nyújtott hidrometeorológiai szolgáltatások gazdasági haszna, *Czelnaï R.*—*Dési F.*—*Szepesi D.*: A meteorológiai tevékenység gazdaságosságának kérdései, *T. Bergeron*: Mezo-meteorológiai tanulmány a csapadékeloszlásról, *H. Ertel*: A talajközeli advekcio analitikus közelítése, *Bodolai I.*—*Bodolainé Jakus E.*: A ciklonális csapadék szerkezetének néhány mezoméretű sajátossága, *Ambrózy P.*—*Galló V.*—*Tánczer T.*: Meteorológiai műholdak felhőképeinek vétele, feldolgozása és alkalmazása a magyar meteorológiai szolgálatban.

Az előadások a késő délutáni órákban értek véget. Esti programként a szimpózium résztvevői tiszteletére *Dési Frigyes* az OMSZ elnöke adott fogadást a Gundel étteremben.

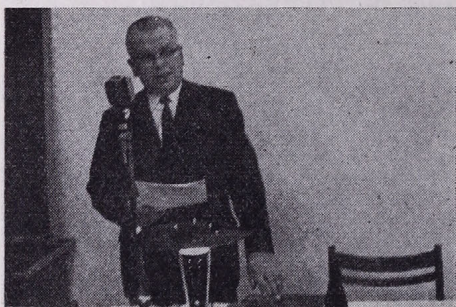
A szimpózium második napján április 10-én *L. Krasztanov*: A vízesepek jégmagvak útján történő kristályosodási folyamatai, *Mészáros E.*: A légköri kondenzációs magvak kutatásának 100 éve, *H. Fortak*: A számított és mért emisszió-immiszió terhelések összehasonlítása Brémában, *Szepesi D.*: A meteorológiai szerepe a levegőtisztaság védelmében, *F. Steinhäuser*: Európa regionális klímaatlaszának szerkesztési problémái, végül *Adámy László* A magyar meteorológiai szolgálat új számítástechnikai rendszere c. előadása hangzott el.

A tudományos program végeztével rövid záróünnepség keretében *Fock Jenőnek*, a kormány elnökének a centenáriumi alkalmából a magyar meteorológiai szolgálat dolgozóihoz intézett üdvözlését olvasta fel *Dési Frigyes* professor.

Április 11-én, szombaton délelőtt, városnéző túrán Budapest nevezetességeit tekintették meg a vendégek, majd Pestlőrincen a Központi Légkörfizikai Intézetet, ahol ünnepélyes kis fogadás keretében *Péczely György* h. igazgató köszöntötte a megjelenteket.

Április 12-én autóbusszokkal egész napos kirándulást tettek a Duna-kanyarba, Dobogókő—Esztergom—Visegrád—Szentendre útvonalon.

A nemzetközi meteorológiai szimpózium lezajlása után április 17-én bensőséges házi ünnepség keretében került sor a centenáriumi al-



Részletek a centenáriumi tudományos ülészekről.

(Bal oldalon, felülről) *T. Bergeron, V. I. Korzun, H. Ertel, L. Krasztanov*, (jobb oldalon, felülről) *F. Steinhäuser, H. Fortak, Szepesi D., Tünczer T.* az előadók sorában.



1970. április 11-én szombaton délelőtt a magyar meteorológiai szolgálat centenárius ünnepségein résztvevő külföldi vendégek magyar kollégáik kíséretében megtekintették Pestlőrincen a Központi Légtérfizikai Intézetben folyó munkát. Képünk a KLI bejáratánál a vendégek tiszteletére rendezett „kis” fogadás után készült a jókedvű társaságról.

kalmából adományozott kormánykitüntetések, emléklapok, emléklakettek, kiváló dolgozó jelvények és jutalmak átadására.

A kormánykitüntéseket *Kiss Árpád* miniszter adta át a kitüntetetteknek. A munka

— főként a szakemberképzés és a magyar tudomány nemzetközi elismertetése terén — végzett munkáját. Reményét fejezte ki, hogy a szolgálatba beruházott elektronikus számítógéppel kimutatható értékőbbséget érünk el



Kiss Árpád miniszter a munka érdemrend arany fokozata kitüntést adja át *Dési Frigyes* professzornak, az OMSZ elnökének (bal oldali kép) és *Réthly Antal* professzor, nyugalmazott igazgatónak (jobb oldali kép)



Dési Frigyes az OMSZ elnöke „kiváló dolgozó” kitüntéseket ad át a szerkesztőbizottság tagjai közül (baloldali kép) *Czelnai Rudolfnak* és (jobboldali kép) *Szepesiné Lőrincz Annának*.

érdemrend arany fokozatát *Dési Frigyes* és *Réthly Antal*, ezüst fokozatát *Kakas József* és *Szakácsné Farkas Amália*, bronz fokozatát *Kovács Lajos* és *Olasz Sándor* kapták. *Kiss Árpád* miniszter ez alkalomból hosszan elbeszélgetett a kitüntetettekkel és meghívottakkal. Méltatta *Dési Frigyes* elnök húsz évén át

még a számítógép viszonylag rövid erkölcsi élettartama idején.

A kiváló dolgozó kitüntéseket *Dési Frigyes*, az OMSZ elnöke adta át a szolgálat arra érdemesített harmincöt dolgozójának.

A szervezett magyar meteorológiai szolgálat fennállásának 100. évfordulóját méltóképpen

ünnepelte meg a jelen meteorológus generáció, s a ritka eseményt megőrzi emlékezetében.

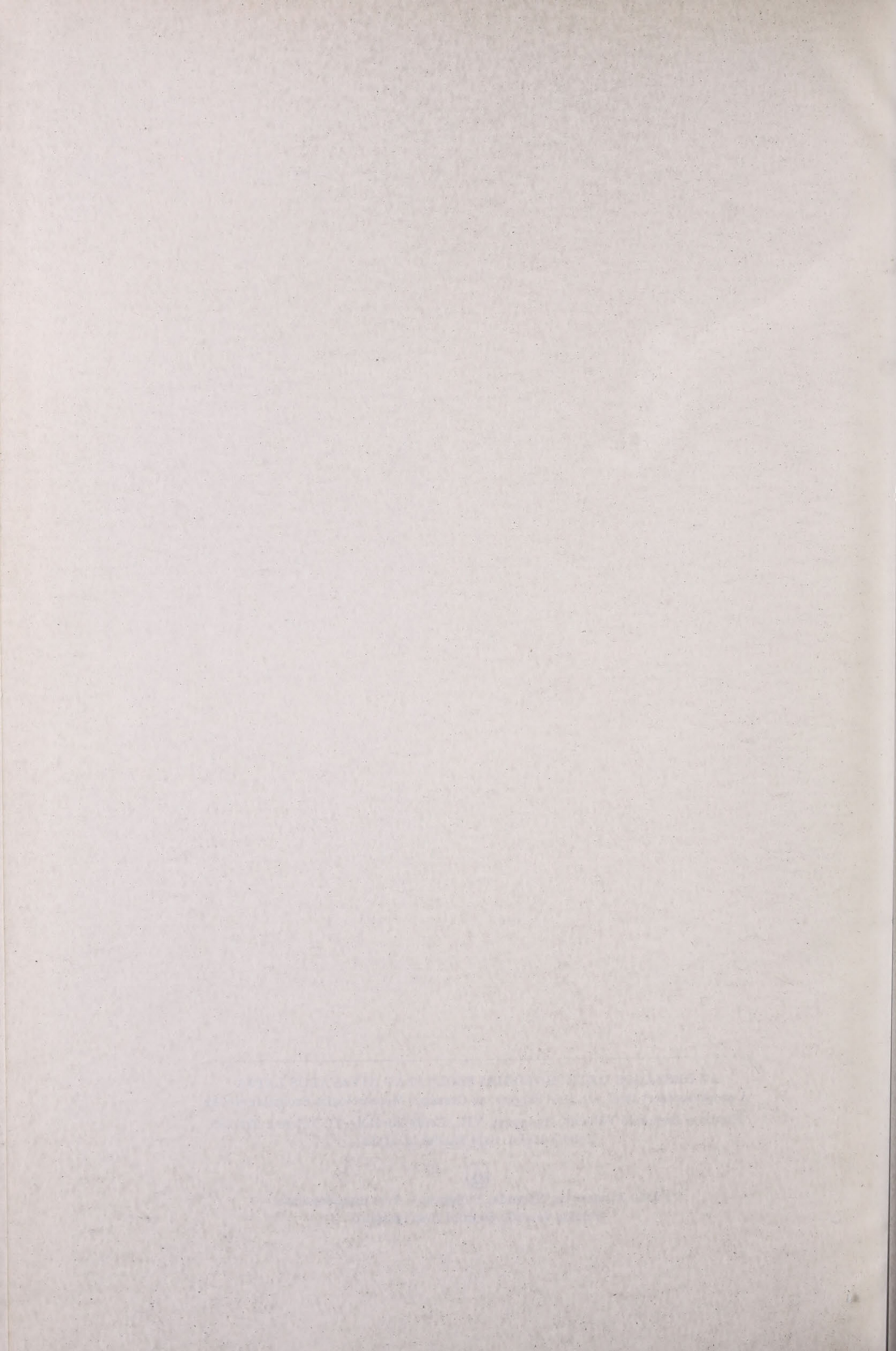
D. A. Davies, a WMO főtitkára *Dési* professzornak így nyilatkozott az ünnepekről és a szolgálatnál tett látogatásáról: „Genfbe visszatérve sietek írni, hogy ismételen kifejezésre juttassam köszönetemet és hálámat mindazért, amivel budapesti látogatásomat érdekessé és kellemessé tette. Megtisztelő volt számomra felszólalni a jubileumi ünnepségükön és nagyon örülök rendezvényük nagy sikerének.

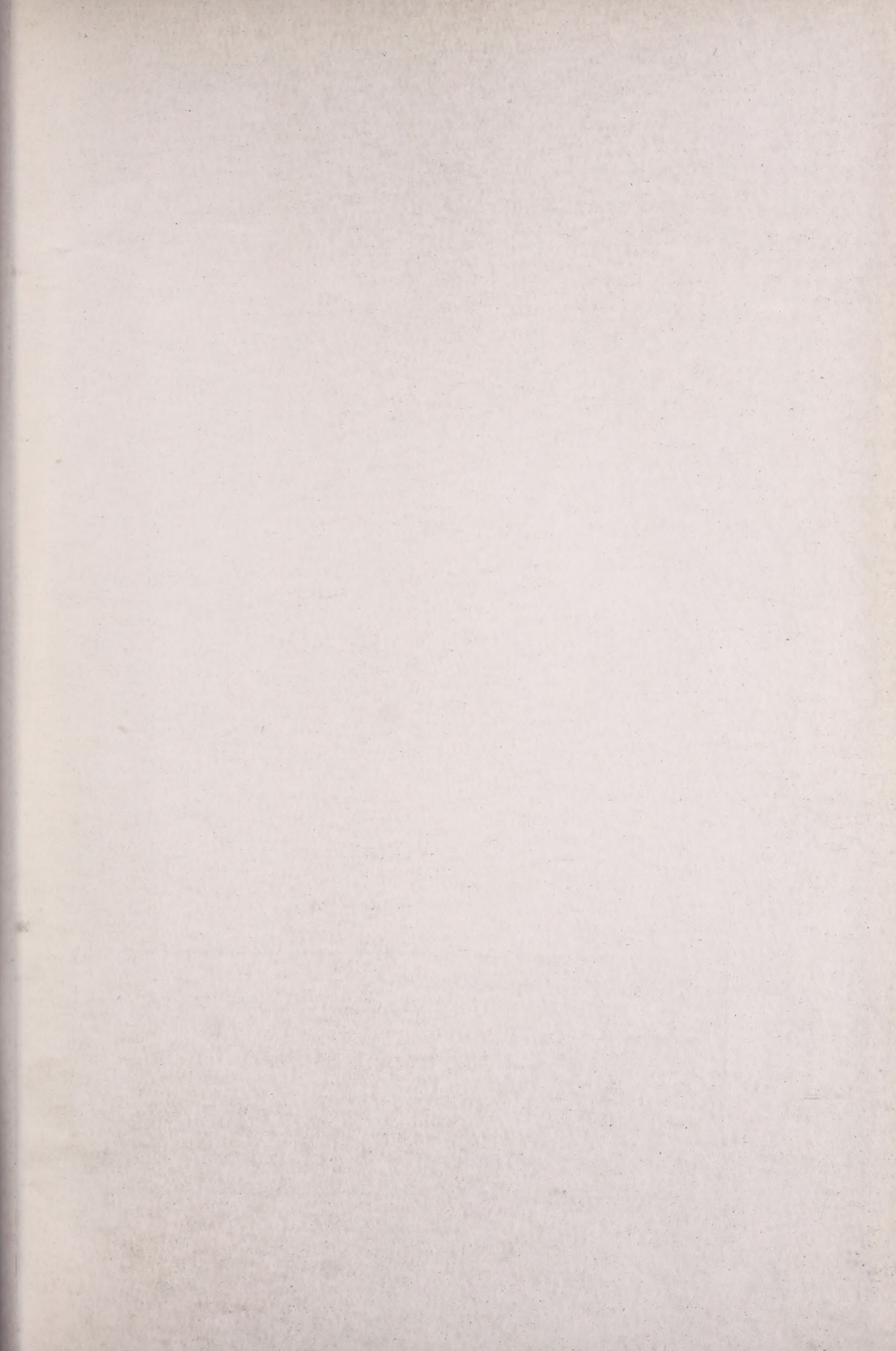
Nagyon érdekesek és élvezetesek voltak számomra az Önnel folytatott megbeszéléseink és különösen ösztönző volt számomra *Kiss* miniszter úrral folytatott beszélgetésünk, akinek a környezettudományok terén tanúsított alapos szakértelme igen mély benyomást tett rám. Ugyancsak nagy hatással volt rám az az igen figyelemre méltó fejlődés, amit szolgálatukban láttam: különösképpen a számítógépes berendezés és a légszennyeződés terén kifejtett munkásságuk.”

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
A szerkesztésért felel: dr. Dési Frigyes, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285
Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató



71.0550 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves maganyomás
Felelős vezető: Soproni Béla igazgató





SZERKESZTŐSÉG ÉS ELŐFIZETÉSI ÜGYEK:

BUDAPEST II., KITAIBEL PÁL UTCA 1. TELEFON: 353-500

ELŐFIZETÉS: EGY ÉVRE 48 Ft

(BEFIZETÉS A 100.080-70 ORSZ. METEOROLÓGIAI INTÉZET
BEV. SZÁMLÁN),

A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG TAGJAINAK 24 Ft

(BEFIZETÉS A 61.764 METEOR. TÁRS. TAGDÍJBEF. SZÁMLÁJÁN)

MEGJELENIK KÉTHAVONKÉNT

EGYES SZÁM ÁRA 8 Ft

