

# TÁRSADALMUNK FEJLŐDÉSE ÉS A METEOROLÓGIAI KUTATÁS KAPCSOLATA

BÉLL BÉLA

AKAD. LEV. TAG

Ha a meteorológiai kutatás és társadalmunk fejlődésének kapcsolatát keressük, a társadalom anyagi létfeltételeiből indulhatunk ki. Ezek egyike a természeti környezet, amely adottságaival: erőforrásaival és káros hatásaival egyrészt elősegíti, másrészt akadályozza a társadalom fejlődését. A természeti környezet pozitív tényezőinek egyik csoportját az éghajlati adottságok, mint erőforrások alkotják, a negatív tényezők sorában pedig az időjárási károk a legjelentősebbek.

A társadalom másik létfeltételének, a településnek s az ezzel összefüggő népsűrűségnek kialakulásában az éghajlat kedvező vagy kedvezőtlen volta nyilván ősidők óta döntő tényező. Korunkban a mezőgazdaság, az ipar, a közlekedés fejlődésével egyrészt a termelés gazdasági természetű célkitűzései, másrészt a közegészségügy szociális feladatai egyre növekvő mértékben igénylik az éghajlati erőforrások és időjárási jellegzetességek feltárását.

Éghajlati erőforrásokon — különösen hazai vonatkozásban — nemcsak a közvetlen szél-, nap- stb. energiákat értjük, hanem azokat a klimatikus adottságokat is, amelyek közvetve: tudományos kutatással és az eredmények céltudatos alkalmazásával, tehát emberi munka révén aktivizálhatók. Felhasználásuk lehetővé teszi a gazdaságos növénytermesztést, a tervszerű vízgazdálkodást, az egészséges város- és ipartelepítést, gyógy- és üdülőhelyek fejlesztését, azaz természeti környezetünknek a társadalom számára optimális hasznosítását.

A nagyüzemi mezőgazdaság az éghajlati adottságok és a növények időjárási igényeinek ismeretében a legértékesebb növényeket nyilván ott termeszt, ahol kedvező talajadottságok mellett az éghajlat a napsugárzást, a hőt és a vizet a megfelelő biológiai ritmusban leggazdaságosabban biztosítja.

Az a felismerés, hogy a növények fejlődésük egyes, fenológiai jól elhatárolt szakaszaiban különböző mértékben igénylik a fényt, a hőt és a vizet, megalapozta a korszerű agrometeorológiát. A hazai kutatások, az országos távlati terv keretében, a természetett növények időjárási igényeinek (elsősorban a nálunk döntő vízigénynek) megállapítására, az időjárási hatásokra érzékeny (kritikus) időszakainak elhatárolására irányulnak, az éghajlati adatsorok feldolgozásával pedig azokat a valószínűségi határértékeket állítják elő, amelyeken belül éghajlati körzeteink az egyes növények gazdaságos termesztését biztosítják.

A természetett növények vízigényére irányuló kutatások segítséget nyújtanak (ANTAL, 1968) az öntözés terveinek kidolgozásában és abban is, hogy a tárolt öntözővizet akkor és olyan mértékben használják fel, ahogyan azt a növény leginkább igényli.

Az időjárási és éghajlati tényezőknek ez a növénycentrális szemlélete alapjaiban változtatta meg a mezőgazdaság és a meteorológia régi kapcsolatát és az adatszolgáltatáson túlmenően kialakította a növénytermesztési kutatásokban és kísérletekben aktívan részt vevő *agrometeorológiát*.

Kétségtelen, hogy hazánkban a természeti környezet legfontosabb eleme a víz. Mezőgazdaságunk, iparunk, egészségügyünk döntő tényezője a kielégítő és megfelelő minőségű vízellátás. Hazánk éghajlatának jellegzetessége — az ország medence jellege és változatos időjárása miatt — a szeszélyesen változó csapadékbőség és vízhiány (PÉCZELY, 1971), az árvízveszély, illetőleg a szárazság. A tanulmányozandó alapjelenség: a víz körforgalma összekapcsolja a meteorológia és a hidrológia tudományterületét, közös feladataik pedig kifejlesztették a gyakorlati célú *hidrometeorológiát*.

A hidrológiai ciklus két állomásán, a felszínközeli párolgás és a magaslégköri csapadékképződés mikrofolyamataiban történtek az utóbbi évtizedek legalapvetőbb meteorológiai kutatásai hazánkban is.

A felszínnel érintkező, aránylag vékony határrétegben mennek végbe a légköri energetika legfontosabb és legváltozatosabb jelenségei: a víz belépése a légkörbe, a földfelszín és a légkör hőcseréje, a felszíni sűrűlódás okozta turbulens légmozgás, a gázok diffúziója, a különböző talajszármazékok átvitele a felsőbb légrétegekbe stb. Az itt uralkodó légállapot befolyásolja az ultrarövid rádióhullámok terjedését, valamint a fénysugár útját. Kutatása összeköti a meteorológiát a rádióhírközléssel és a geodéziai mérésekkel is.

Geonómiai szemlélettel *planetáris határrétegnek* nevezzük a felszínt burkoló levegőhéjat, amelyben a szilárd Föld, a planetáris vízburok és a légkör kölcsönhatásai sűrűsödnek. Ez a határzóna más vonatkozásban az ember és a növényvilág élettere, az ún. bioszféra, korunk társadalmi és természettudományi világtémájának, az „ember és környezete” egymásrahatásának méreteiben szerény, változatosságában bonyolult és gazdag színtere. Itt léptek be a légkörbe a földtörténeti korok során azok a gázösszetevők, amelyek a Föld szilárd kérgének és az óceánoknak geológiai átalakulásai során, az intenzív vulkáni tevékenység idején a litoszféra szétszakadásával és a köpenybe tolódásával kapcsolatos nagy tektonikai változások következtében felszabadultak. Innen vonták el az egyes gázösszetevőket, elsősorban az oxigént a napjainkban felfedezett nagy földi dinamizmusnak hegységképződést kísérő geokémiai folyamatai (SZÁDECZKY-KARDOSS, 1971). A levegő összetételének változásai mélyreható klímaváltozások kiinduló forrásai voltak és lehetnek (BUDYKO, 1972), ennél fogva befolyásolják a bioszféra életfolyamatait is. A planetáris határréteg ezek szerint összeköti az egységes földtudomány, a *geonómia*

egyres tudományterületeit, ezen túlmenőleg azonban a bioszférával való kapcsolata miatt a természetet és a társadalom kölcsönhatásának rendkívül figyelemre méltó tartománya.

Az ember ezt az aránylag szűk környezetet tevékenységével a társadalomra nézve kedvezően, de károsan is befolyásolhatja. A növényi élettér kedvező alakítását célozzák például azok a hazai kutatások, amelyek kimutatták az állományklíma (BERÉNYI, 1958), továbbá a talaj vízgazdálkodásának megváltozását az agrotechnika, a vetéssűrűség, a sorirányítás műveletei révén. Másik példaként a levegő ipari, radioaktív stb. szennyezését említem, amely nemcsak bioszféránkat terheli, hanem a jelenlegi ütemben folytatódó fokozódása esetén a földi éghajlat még be nem látható megváltozását is előidézhetheti (BUDYKO, 1972).

A levegő tisztaságára irányuló hazai kutatások a légköri gázok diffúziójának, időjárás-okozta átalakulásának vizsgálatával (MÓRIK, 1970; SZEPESI, 1967) az ipartelepek tervezéséhez, rekonstrukciójához (lakótelepek elhelyezése, kémények méretezése, a szennyező anyagok megengedhető emissziója, terjedési távolságuk, hígulásuk stb.) nyújtanak ma már nélkülözhetetlen segítséget (felhasználók a legutóbbi években: Lenin Kohászati Művek, Hejőcsabai Cementgyár, Kazincbarcikai Vegyi Kombinát, Dunántúli Hőerőmű). Idesoroljuk a városklíma (RÉTHLY, 1947; BACSÓ, 1958; KÉRI, 1965; PROBÁLD, 1971), kisebb méretekben pedig a céltudatosan alakítható munkahelyklíma kutatását (PÁTER, 1960; PREDMERSZKY, 1955; WAGNER, 1959).

Ugyancsak az időjárásra érzékeny embert helyezi a kutatás előterébe az *orvosmeteorológia*, amelynek egyik ága a gyógy- és üdülőhelyek környezeti adottságainak klimatikus tényezőit kutatja, másrészt azokkal a kellőképpen még nem tisztázott kapcsolatokkal foglalkozik, amelyek az idegrendszer, az emberi szervezet különböző biológiai funkciói és az időjárásváltozások, a földi elektromos és mágneses tér ezeket kísérő vagy megelőző zavarai között kétségtelenül fennállnak (KÉRDŐ, 1960; ÖRMÉNYI, 1968). Ennek a kezdeti fokon álló, de a társadalom részéről különösképpen igényelt kutatási ágának gyakorlati vonatkozásai a gyógyászatban, a balesetmegelőzésben stb. kétségtelenül igen jelentősek.

A meteorológiai kutatás és a társadalom fejlődése között szükségszerűen kialakult kapcsolat nem egyoldalú, hanem kölcsönös. A társadalom tudományfejlesztő, pozitív szerepét két gyorsan fejlődő meteorológiai tudományágban: az aerológiában és az időjárás előrejelzésében mutatom be.

A század elején, a tudományos léghajózást követő léggömbös aerológiai kutatás tipikusan alapkutatás volt. Felfedezték a sztratoszférát, a felsőbb lég rétegek széljárásának törvényszerűségeit, a felhőfajták magassági zónáit, függőleges kiterjedésüket, a belsejükben lejátszódó halmazállapotváltozásokat, a víz túlhűlését, a jégképződést a felhőkben stb. A szerény eszközökkel folyó kutatás (évente általában csak 24 léggömbös felszállást végeztek) a

20-as, 30-as években meginduló légiforgalomnak már értékes alapismereteket adhatott, majd a gyorsan fejlődő *repülési meteorológiának* legfontosabb bázisává vált.

Ez idő szerint Magyarországon a legkorszerűbb időjárás hírszolgálat (speciális nemzetközi telex-hálózat, a mesterséges holdak felhőképeinek rendszeres vétele, faksimile-időjárás térképek, időjárás radar stb.) és a Budapesten átvezető számos útvonalra adott előrejelzések segítik a légiforgalom biztonsági szolgálatát.

Az aerológia kezdeti eredményeiből kiágazó felhőfizika és levegőkémia alapvető eredményei megcsillogtatták a mesterséges esőkeltés még távoli, valamint a jégesőelhárítás jóval közelebbi lehetőségeit (WIRTH, 1967) s a légköri gázok és aeroszokok vizsgálatával a levegő tisztaságáért folyó küzdelem meteorológiai bázisává váltak (MÉSZÁROS, 1970). A várható társadalmi haszon anyagi visszaáramlása lehetővé teszi a kutatások kibővítését költséges berendezésekkel (radar, repülőgépek, rádiószondák, rakéták stb.).

A kezdetben alapkutatásokat szolgáló léggömbös mérések száma a légiforgalom megnövekedése és a sokirányú felhasználás révén — korszerűbb eszközökkel — Magyarországon évi 24-ről 2500-ra, több mint 100-szorosára nőtt. Ezzel lehetővé vált az aerológia felhasználása az időjárás előrejelzésének kezdettől fogva alkalmazott tudományterületén: a *prognosztikában* (BÉLL, 1942).

Az időjárás prognózisának alaptudománya a légköri dinamika és termodinamika. Módszere a légállapot 3 dimenziós ábrázolása és a fejlődési folyamatok követése, amelyet az aero- és hidrodinamika egyenleteit felhasználó numerikus prognosztika hivatott egzakttá tenni (BODOLAI, 1971; AMBRÓZY, 1967).

Kerek 50 évvel ezelőtt publikálta RICHARDSON az időjárás számszerű előrejelzésének alapelveit, amely szerint az aero- és termodinamika 7 alapegyenlete elvileg elegendő a légnyomási és az ezzel összefüggő áramlási mezők előrejelzésére. Az időbeli deriváltakat tartalmazó differenciálegyenletek megfelelő időlépcsőkben történő megközelítő megoldása a gyakorlatban akkor használható, ha a feladat rövidebb idő alatt végezhető el, mint amekkora időtartamra az előrejelzés készül. 50 évvel ezelőtt RICHARDSON becslése szerint ebben a versenyfutásban kb. 64 000 ember folytonos munkája tudott volna lépést tartani az idővel. A korszerű számítógépek az időjárás elemek várható 3 dimenziós eloszlását félgömbi méretben kb. 5 perc alatt képesek megszerkeszteni, ami azt jelenti, hogy az idővel való versenyfutás problémáját a kibernetika lényegében megoldotta.

Az előrejelzés alaptudományi fokon történő fejlesztését indokolja és ennek anyagi bázisát is biztosítja az előrejelzések széles körű társadalmi és gazdasági felhasználása.

A Központi Előrejelző Intézet felmérése szerint (KOPPÁNY, 1969) a félhavi előrejelzéseket mintegy 1000 előfizető igényli. Ezek között túlnyomó részben mezőgazdasági és ipari

üzemek vannak, de megtaláljuk a kereskedelem, a szállítás, vízgazdálkodás, a tanácsok, bankok, szállodák és a sport képviselőit is. A 24 órás általános előrejelzésen (rádió, televízió, újságok) kívül számos intézmény, vállalat és üzem kér és kap rendszeres speciális előrejelzést, többek között árvízveszélyes helyzetekben, nagyobb havazások, hófúvások előtt (közlekedés, útviszonyok), szélviharokat megelőzően (magas daruk, építkezés), villámveszély idején (robbanásveszélyes üzemek), fagyveszély előtt (mezőgazdasági üzemek, fagyra érzékeny anyagok szállítása), hirtelen beköszöntő záporok, zivatarok előtt (szabadtéri színpadok, szállodák, nyári vendéglők). Kiemelendő az árvízveszély idején teljesített tájékoztatás és előrejelzés, valamint a balatoni viharjelző szolgálat, amely az elmúlt évtizedben számos emberéletet mentett meg, egyúttal a veszélyes időjárás helyzetek kutatásában értékes eredményeket ért el (Götz, 1964).

A korszerű előrejelzések igénybevételével járó társadalmi és gazdasági haszon lehetővé teszi az időjárás szolgálat fejlesztését, az észlelések automatizálását, az adatfeldolgozás gépesítését, nagy kapacitású számítógépek alkalmazását mind az előrejelzésben, mind a tájékoztatásban.

Az elmúlt évtizedek tapasztalatai számszerűen is igazolják, hogy a meteorológiai kutatás eredményeinek gazdasági és társadalmi hasznosítása a felhasználók körét egyre inkább növeli és újabb igényeket támaszt a kutatással szemben. Ugyanakkor azonban anyagi bázist is teremt a tudomány számára és képessé teszi a növekvő igények kielégítésére.

A kutatásnak és az alkalmazásnak ez az önmagát erősítő körfolyamata a meteorológia területén — s nyilván a többi természettudományban is — a spontán, megismerést célzó alapkutatással kezdődött, majd az alkalmazás révén gyakorlati, komplex tudományterületeket, határtudományokat fejlesztett ki. Az utóbbiak, a már bemutatott agrometeorológia, hidrometeorológia, orvometeorológia, repülési meteorológia, növekvő kapacitásukkal, technikai segédeszközökkel alkalmasak speciális feladatok megoldására és a növekvő igények kielégítésére.

Ez a fejlődési folyamat kölcsönhatásában egyre gyorsul és szerves része korunk tudományos és technikai forradalmának. Szabályozása biztosíthatja a kutatásnak és a szolgáltatásnak helyes, a társadalom fejlődését szolgáló arányát. Menet közben végrehajtandó a társadalom részéről bőven visszaáramló anyagi ellenszolgáltatásnak a fejlődést harmonikusan szolgáló elosztása is az alap- és alkalmazott kutatások csatornáiba. Mindkettő felelősségteljes, a tudományos fejlődés prognózisát elsősorban igénylő feladat.

Befejezésül még egy, kellőképpen ki nem aknázott éghajlati erőforrásra hívom fel a figyelmet. Ennek kell tekintenünk azt az értékes adatanyagot, amelyet elődeink több mint 100 évvel ezelőtt kezdtek gyűjteni és a társadalom számára országunk területéről rendelkezésre áll. A társadalom fejlődésével együtt rohamosan szaporodnak azok az igények is, amelyek a különböző társadalmi szervek, de az egyének részéről is a meteorológia felé irányulnak. Ezek megnyilvánulása lehet spontán, ötletszerű, sőt — tájékoztatatlanságból fakadóan — céltalan és értelmetlen is. Tervszerűen fejlődő társadalmunkban elérhető, hogy a fejlődés ütemében szükségszerűen jelentkezzenek a tudományos kutatásra vonatkozó igények, amelyeket a fejlődést előrelátó, szervezett kutatás elégít ki. Az igénylők, felhasználók és a kutatók párbeszéde a meteorológia vonatkozásában még sok kívánnivalót takar. Hiányos a szakemberek,

mezőgazdászok, mérnökök, orvosok, várostervezők és az átlagember meteorológiai (és bátran mondhatjuk, földtudományi) műveltsége s ez hiányossága általános műveltségünknek is. Így nem várható a kutatási kapacitás, adatanyag és az eredmények tervszerű igénylése, illetőleg felhasználása sem. A megoldást: a társadalom és az élet minden területével összefüggő meteorológiának a jelenleginél szélesebb körű oktatását a felső-, közép- és alsófokú tanintézményeinkben s ezzel párhuzamosan a sokoldalú meteorológusképzést a társadalom tudományfejlesztő feladatának látom, amelynek megoldása biztosítani fogja társadalmunk fejlődése és a meteorológiai kutatás harmonikus kapcsolatát.

## IRODALOM

- AMBRÓZY P.: Az időjárás dinamikus előrejelzésének alapjai. OMI Hiv. Kiadv., Budapest, **XXXI**, 1–228, 1967.
- ANTAL E.: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. Kand. ért. Budapest, 1–147, 1968.
- BACSÓ N.: Budapest és környékének éghajlata. In: Pécsi M. (szerk.): Budapest természeti képe. Budapest, 353–418, 1958.
- BERÉNYI D.: Az állományklímát kialakító tényezők. MTA Agrártud. Oszt. Közl., **14**, 155–193, 1958.
- BÉLL B.: A szabadlégtér mérés és az aerológiai segédfogalmak felhasználása az időjelző szolgálatban. Időjárás, **46**, 19–31, 1942.
- BODOLAI I.: A csapadék előrejelzésének eredményei és lehetőségei Magyarországon. Geonómia és Bányászat. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közl., **4**, 167–172, 1971.
- BUDYKO, M. I.: Stability of the Climate of our Age. Időjárás, **76**, 9–18, 1972.
- GÖTZ, G.: (szerk.) Sturmwarnung am Balatonsee. OMI Hiv. Kiadv., Budapest, **XXX**, 1–154, 1964.
- KÉRDŐ I.: A meteorológiai tényezők befolyása a szervezet immunbiológiai állapotára. Reumatológia, Balneológia, Allergológia, **1**, 123–127, 1960.
- KÉRI M.: A nagyvárosi jelleg tükröződése Budapest ködviszonyaiban. Időjárás, **69**, 265–270, 1965.
- KOPPÁNY GY.–RÓTH R.: A népgazdaság távprognosztikai igényei. Időjárás, **73** 367–368, 1969.
- MÉSZÁROS E.: A légköri kondenzációs magvak kutatásának 100 éve. Időjárás, **74**, 539–546, 1970.
- MÓRIK J.: A hazai levegőegészségügyi kutatások közel 100 éve. Időjárás, **74**, 368–375, 1970.
- ÖRMÉNYI I.: Az orvosmeteorológiai előrejelzések 10 éve. Magyar Balneológiai Társ. Évk., Budapest, 54–80, 1968.
- PÁTER J.: Munkahelyklíma különös tekintettel a nehézipari üzemekre. In: MMT Kiadv.: Az ipari meteorológia kérdései. Budapest, 76–81, 1960.
- PÉCZELY GY.: A felszíni vízbevétel rendszere a Duna felső és középső vízgyűjtőjén. OMSZ Kisebb Kiadv., Budapest, **37**, 1–89, 1971.
- PREDMERSZKY T.: Munkahelyek komfortjának jellemzése. Időjárás, **59**, 268–274, 1955.
- PROBÁLD F.: Budapest városklímája különös tekintettel az éghajlat és a település kölcsönhatására. Kand. ért., Budapest, 1–210, 1971.
- RÉTHLY A.: Budapest éghajlata. Budapesti Közp. Gyógy- és Üdülöhelyi Biz. Kiad., Budapest, 1–147, 1947.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Az új globális tektonika mozgásmechanizmusa és kapcsolatai a Föld és az élet fejlődésével. Geonómia és Bányászat. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közl., **4**, 3–89, 1971.
- SZEPESI D.: Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hiv. Kiadv., Budapest, **XXXII**, 1–168, 1967.
- WAGNER, R.: Angaben zum Mikroklima der Reisfelder in Kopáncs. Acta Climat., Szeged, **1**, 1–4, 1–27, 1959.
- Angaben zum Mikroklima von drei Werkstätten in Szeged. Acta Climat., Szeged, **1**, 1–4, 73–90, 1959.
- WIRTH E.: A jégkárok elleni védekezés lehetőségei Magyarországon. In: MMT Kiad. A jégeső elhárításának kérdései Magyarországon. Budapest, 107–114, 1967.