

A METEOROLÓGIAI MŰSZEREK FEJLŐDÉSE A „KEZDETEKTŐL” A KÖZELMŰLTIG (ELŐSZÓ A MODERN MŰSZEREKHEZ)

DEVELOPMENT OF METEOROLOGICAL INSTRUMENTS FROM THE 'BEGINNING' TO THE RECENT PAST (INTRODUCTION OF MODERN INSTRUMENTS)

Dunkel Zoltán

Magyar Meteorológiai Társaság, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1., dunkel.z@met.hu

Összefoglalás. A Léggör jelen számában (Ablonczy, 2018) egy összefoglaló jelenik meg napjaink meteorológiai megfigyelésekről, a magyar szolgálat műszerparkjáról. Ez a cikk egy állapotot rögzít, ami talán nem is most érdekes, hanem érdekes lesz tíz, húsz, ötven év múlva, amikor valaki, valakik kíváncsiak lesznek arra, hogy milyen műszerekkel mérték a légkörfizikai paramétereket a XXI. század második évtizedében. Talán nem érdektelen néhány szót mondani az „előzményekről”, honnan jutott ide a meteorológiai műszerpark. A legkorábbi hálózatszerű mérések a Mannheimi Társasághoz (1781) fűződnek. Sajnos az akkor használt műszerekről csak leírásaink vannak, de a később használt műszerek egy-egy darabja felkelhető az Országos Meteorológiai Szolgálat Muzeális Szakgyűjteményében. A hagyományosnak nevezhető, ma már zömmel muzeális műszerekről próbálunk adni egy összefoglalót, azzal a céllal, hogy érzékeltesük, milyen fejlődésen és változáson ment át a „meteorológia” eszközparkja az elmúlt évtizedekben, aminek a végén meglepődve állapíthatjuk meg, hogy már semmi se a régi. A jelenlegi (földbázisú) megfigyelőrendszer már egészen más, mint amit eleink használtak, így írásunknak azt a címet is adhatnánk, hogy „Bevezetés a modern műszerek ismertetéséhez”.

Abstract. In this issue of 'LÉGGÖR' (Ablonczy, 2018), a summary is displayed about the present Hungarian meteorological observations, the instrument collection of the Hungarian Service. The article shows the present situation, which might not be interesting nowadays, but it will be interesting ten, twenty, fifty years from now, when someone, people will be curious to see what system of the instruments measured the physical parameters of the atmosphere in the second decades of the 21st century. It is worthwhile to say a few words about the 'antecedents' where the meteorological instrumentation came from. The earliest measurements in network connected to the 'Society of Mannheim' networking (1781). Unfortunately, there are only descriptions of used instruments, but few pieces of later used instruments are available in the Special Museum Collection of Hungarian Meteorological Service. Now we're trying to give a summary on historic instruments, in order to show what progress and change have been made in the last decades and in the end we can surprised determine that nothing is like as it was before. The current surface-based observation system totally differs from the system was used by our ancestors. We can add the address to our paper 'Introduction to modern instruments description'.

Bevezetés. A meteorológia alapfeladata az időjárás előrejelzése vagy az éghajlat leírása, illetve mindkettő egyszerre. Mindegy, hogy melyik feladatot tekintjük fontosnak vagy fontosabbnak, minden esetben az alap, ami nélkül semmit se lehet tenni, az az időjárási (éghajlati) elemek megfigyelése és mérése. A szisztematikus mérés gondolata szinte egydős az első, mai értelemben is elfogadható műszerek, a hőmérő és a barométer megjelenésével. Bár az első, több helyen egy időben történő mérés az *Accademia del Cimento* (Firenze, 1657) nevéhez fűződik (Rákóczi, 1998), mértékadó összehasonlítási alapnak a *Societas Meteorologica Palatina*, a „Mannheimi Társaság” tevékenysége tehető (Czelnai, 1979), már csak azért is, mert számos ma már hosszú adatsorral rendelkező állomás ennek a társaságnak, „hálózatnak” a megalapítása óta működik és rendelkezik máig tartó adatsorral (Szakácsné, 1981). Térségünkben ilyen Bécs, Prága és Buda (Budapest). A meteorológiai mérések két csoportba sorolhatók, a földbázisú és az űrbázisú megfigyelésekre. A „kezdetektől” napjainkig több változáson ment keresztül a meteorológiai mérések és megfigyelések rendszere. A mai látható (földbázisú) műszerek együttese, mind az egyes meteorológiai elemek esetében alkalmazott mérési technikát, mind a ténylegesen mért időjárási elemek összességét illetően markánsan különbözik a korábban alkalmazott eszközöktől és módszerektől. A jelenleg, a XXI. század második évtizedének vége felé, az Országos Meteorológiai Szolgálatnál alkalmazott műszerekről átfogó listát Ablonczy (2018) írása ad. Úgy tűnik, hogy nem haszontalan röviden összefoglalni azt a fejlődést,

amin a meteorológiai mérési gyakorlat ment keresztül az elmúlt több mint két évszázad során. Végigtekintve a használt műszereket, az a benyomásunk lehet, hogy az első két évszázadban nagyon lassú, esetenként szinte észre se vehető változás történt az alkalmazott műszerek milyenségében, s ha most körülnézünk, egy egészen más műszervilágot látunk magunk körül. Lehet, hogy a fejlődés teljesen folyamatosnak tekinthető, de ha összehasonlítjuk a húsz-harminc évvel ezelőtti műszer-együttest a maival, akkor mindenképp arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a fejlődési sorban valahol van egy törési vagy ugrási pont, amire azt mondhatjuk, hogy addig a hagyományos megfigyelés dominált, míg az után egy teljesen automatizált mérési rendszerről beszélhetünk. A hagyományos megfigyelés alatt azt értjük, hogy emberi részvétellel, a mérés színhelyén való jelenléttel, elsősorban statikus eszközökkel történik a mérés, esetleg mechanikusan működő regisztráló eszközökkel. A mai méréstechnika mindezeket már nem igényli, az adatátvitelben gyakorlatilag semmilyen közvetlen szerepe sincs az emberi közreműködőnek, mindent az elektronika és a számítástechnika old meg, sokszor vezeték nélküli átviteli-vel. Ez az írás eddig a „töréspontig” tekinti át a „hagyományos (földbázisú) műszereket, amiket a magyar szolgálat, hasonlóan a világ többi meteorológiai intézetében alkalmazott eszközökhöz, használt.

A Societas Meteorologica Palatina műszerei. A legkorábbi eszközpark, amivel érdemes foglalkozni az az 1781-ban megindult, s 1792-ig működött *Societas Mete-*

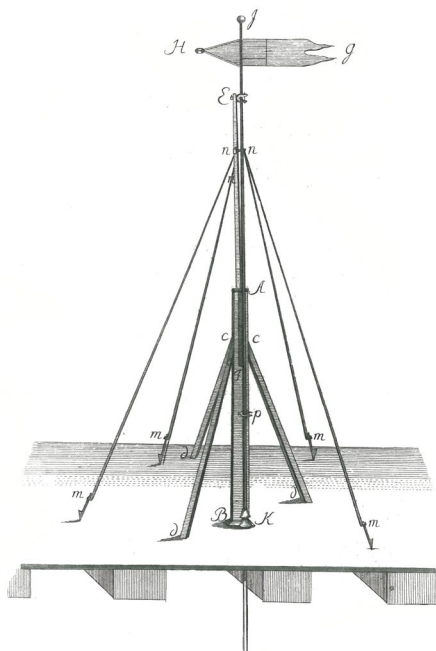
orologica Palatina, a Mannheimi Társaság műszerei. A Társaság ugyan 12 év működés után megszűnt, de az alkalmazott mérési gyakorlat és a használt műszerek nem tűntek el, hanem ott maradtak az állomásokon, s alapját képezték sok helyen a hosszú meteorológiai adatsorok kialakulásának. A Mannheimi Társaság műszerei számunkra nem ismertek, legalábbis ismereteink szerint hazánkban senki nem rendelkezik eredeti műszerrel. Arról van tudomásunk, hogy Budavár 1849-es ostroma során a csillagdat szétlőtték, a műszereket viszont *Albert Ferenc* csillagász kimentette (*Simon, 1984*), de további

olvasható *Kazay* (1914) összefoglalójában. Ez a klímaív-minta valószínűleg minden további meteorológiai feljegyzés sorozatnak példát adott, s a később létrejött meteorológiai intézetek ezt a mintát követték. A megfigyelt, feljegyzett elemek élén, az adatgyűjtő ívnek (*1. ábra*) megfelelően a légnyomás, a meteorológia előjelezés alapeleme áll (az íven a műszer neve szerepel, barometrum, rövidítve *barom.*), amelynek mérése, sőt pontos mérése meglehetősen régóta adott (*Tóth, 1993*). A Társaság közparkjának megtervezésekor valószínűleg az alkalmas barométer kiválasztása és rendszerbe állítása

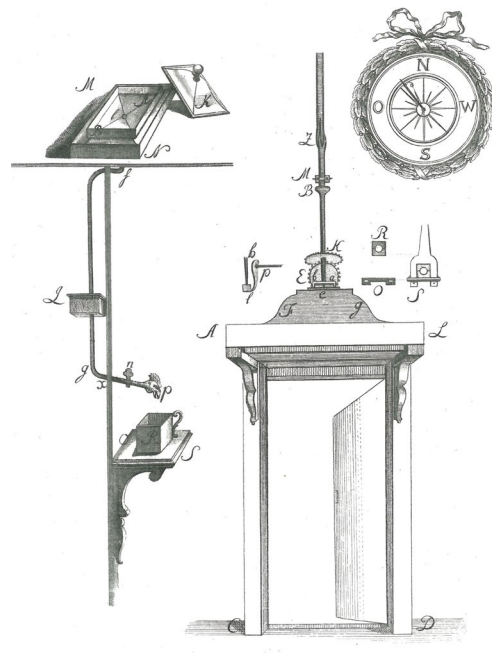
N o v e m b e r.

Dies.	Barom.	Th. juxta barom. luf- pent.	Th. libero aéri ex- pos.	Hygr.	Declin.	Ventus.	Pluvia.	Evap.	Flum.	Luna.	Coeli fac.	Meteora.
	dig. lin. dec.	gr. dec.	gr. dec.	gr. dec.	gr. min.	direct. vires.	part. li.	lin. dig.	ped. dig.			
8	27, 6, 4 6, 6 6, 6	7, 5 8, 0 8, 0	5, 0 8, 8 8, 5	21, 0 26, 4 25, 2		W I O N I W N W 2				Ω	☉ = a. t. = n. sp.	!! hor 9 pom.
9	27, 6, 7 6, 9 7, 5	7, 3 7, 0 6, 7	5, 5 4, 8 5, 0	21, 6 24, 0 25, 0		N W 3 N W 3 N W 3				Ω ☾ 4 h. 38 m. mane.	☽ ☽ ☽	!! hor. 7 mat. !! hor. 2 pom. !! hor. 9 pom.

1. ábra: Részlet az első budai feljegyzésekből, 1781. november 8–11. (*Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae, 1784*)



2. ábra: A szélirány-jelző árboc felállítása az épület tetején (*Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae, 1784*)



3. ábra: Csapadékmintavevő és a mérőedény szélirány-érzékelő (*Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae, 1784*)

sorsukról nincsenek ismereteink. Ez nem zárja ki azt, hogy lehet, hogy a valaha működött 39 állomás valamelyikén megőriztek egy-egy eredeti eszközt. Prágában például a mérések még az eredeti helyszínen folynak, a *Clementinumban*. Annak ellenére, hogy nem állnak rendelkezésre az 1781-ban szolgálatba állított meteorológiai műszerek, kinézésükről képet kaphatunk, mivel az Országos Meteorológiai Szolgálat könyvtárában megtalálhatók a Mannheimi Társaság jegyzőkönyvei (*Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae, 1784*), s ennek a 12 kötetből álló sorozatnak ez első tagja nemcsak részletes leírást, de szépen rajzolt ábrákat is ad a műszerekről. Az első kötetben ékes latin nyelven le vannak írva a mérendő légköri elemek, a műszerek, s a gondos szerzők mintalapot is közölnek az elvárt észlelésről. A *Societas Meteorologica Palatina* észlelői útmutatása magyarul is

okozta a legkisebb fejtörést. A légnyomás érték meghatározása párizsi hüvelykben történt.

A légnyomás (barométer) oszlop után következik a barométer mellett elhelyezett hőmérő által mutatott érték, majd a szabadban lévő hőmérő adatait tartalmazó oszlop. A hőmérők elhelyezésére az volt az előírás, hogy valamely épület északi oldalán kell felfüggeszteni, és védeni kell az épület, valamint a talaj sugárzásától. A hőmérő talaj feletti magasságát a jelentésben fel kellett tüntetni. Minden észlelő két hőmérőt kapott: egyet árnyékban, egyet pedig a napsütésnek kitéve kellett elhelyezni. Ezt követi a légnedvesség rovat, ahova a hygrometrum, az íven *hygrom.* adatait jegyezték be. A légnedvesség mérésére 1781-ben még nem állt rendelkezésre megfelelő műszer. A legjobbnak viszonylag még egy lúdtoll nedvesedésén alapuló szerkezet bizonyult, ami öt fokozatú

meghatározást tett lehetővé, de meglehetősen pontatlanul. A Társaság működése alatt, 1785-ben, került forgalomba a *Saussure*-féle hajszálas higrométer, amely már a mai értelemben is elfogadható mérési eredményeket produkált, s alkalmas volt hálózatszerű rutin mérésekben való alkalmazásra.

A mágneses deklináció megfigyelések (*Declinat.*) után kellett feltüntetni a klímaíven a szélre vonatkozó (*Ventus*) megfigyeléseket. A használt *anemométer* csak a szél irányát jelezte (2. ábra) egy hatalmas (kb. 1 méter hosszú és fél méter széles) vaslemezből készült, aranyozott szélzászlóval, amely 6 méter magasan helyezkedett el a megfigyelőállomásnak helyet adó épület teteje fölött. A zászló csúcsára a kiegyensúlyozás céljából egy tömör ólomgolyót erősítettek. A szélzászlóval együtt forgott egy hosszú vasrúd, amelyet az állványzatra erősített gyűrűk tartottak függőleges helyzetben. Ez a rúd lenyúlt az anemométert tartó épületbe, ahol egy fogaskerék segítségével forgatta a szélirányjelző mutatóját. A szélesebb megfigyeléséhez nem állt rendelkezésre műszer. Egyszerű vizuális megfigyeléssel történt a szél erősségének meghatározása. Erre egy ötfokozatú skálát használtak (0 = szélcsend; 1 = gyenge légmozgás, amikor a fák levelei éppen mozogni kezdenek; 2 = gallyak mozognak; 3 = ágak is mozognak; 4 = orkán, a fákat a szél gyökerestől kitépi).

A sort a csapadékoszlop (*Pluvia.*) követte. A csapadék mérésére szolgáló eszköz erős hasonlóságot mutat a ma is használt eszközökhöz (3. ábra). A csapadékmérő műszerleírás szerinti neve „*hietometer*” volt. Két részből állt. Az épület tetején elhelyezett felfogó edényként egy 2x2 láb felületű 6 hüvelyk mélységű sárgaréz tálat használtak, amelyből a csapadékvíz egy ólomcsövön keresztül jutott le a műszerszobában elhelyezett gyűjtőedénybe. A gyűjtőedény belső fala szintvonalak voltak, amelyen közvetlenül le lehetett olvasni („párizsi vonalakban”) a csapadék mennyiségét.

A klímaív következő oszlopa adott lehetőséget a párolgási értékek (*Evap.*) bejegyzésére. Párolgásmérésre az „*atmidométert*” használták, amely voltaképpen egy kocka alakú 4 hüvelyk élhosszúságú, felül nyitott sárgaréz doboz volt. Ennek egyik oldalába függélyes üvegablakot helyeztek a vízszint megfigyelése céljából. Az ablak mellett egy párizsi vonalbeosztással ellátott skála volt, sínen csúsztható nóniuszos leolvasóval. Ezt a műszert, gondosan beszintezve, napsütésnek és légáramlásnak szabadon kitéve kellett elhelyezni. Az edényt csapadékvízzel töltötték fel, és az elpárolgott víz mennyiségét naponta leolvasták. A külön melegítő berendezés szolgált arra, hogy télen az *atmidométer*-ben keletkezett jeget megolvasszák.

A *Societas Meteorologica Palatina* mérési előírása rögzített egy napi megfigyelési szabályt, gyakorlatot, ami szinte az automata műszerek megjelenéséig volt érvényes a meteorológiai gyakorlatban, a naponkénti háromszori észlelés. A helyi időben elvégzett reggel 7, napközi 2 és az esti kilencórás három mérés egyszerű számtani közepe meglehetősen pontossággal adja meg a hőmérsékleti napi közepet. Ma a gyakorlatilag folyamatosan adatokat ontó automata műszerek és elektronikus adatfeldolgozás korában felesleges megkérdezni, hogy miként állítható elő a

(valódi) napi közép minél kevesebb adatból, minél kevesebb számításal. A Társaság által alkalmazott három terminusos észlelés jó közelítést adta a valódi napi középnek. Amikor a század hatvanas éveiben áttértek a három észleléses rendszerről négy észlelésesre (7, 13, 19 és 01), a valódi napi közép meghatározásához szükséges volt beiktatni az éjféli utáni értéket, amit az akkor már eléggé elterjedt íróműszerekről vették le (OMSZ, 1970).

Meteorológiai és Földdeleljességi Magyar Királyi Központi Intézet és jogutódainak műszerei. A Mannheimi Társaság megszűnte után a Budai Csillagda több-kevesebb megszakítással folytatta a meteorológiai méréseket. A műszerpark fokozatos átalakuláson ment keresztül. Az egyedi műszerkészítés helyett megjelentek a meteorológiai műszereket gyártó cégek.

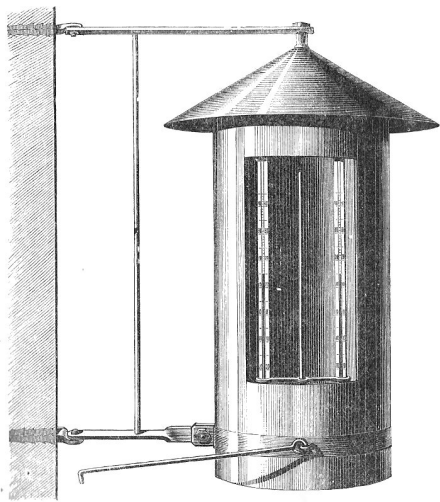
Az 1870-ben megalakult önálló magyar intézet az egész Habsburg monarchiában tevékenykedő osztrák intézetből vált ki, s 42 állomás működtetését vette át. Az intézmény több névváltozáson ment keresztül. Megalakulásakor a *Meteorológiai és Földdeleljességi Magyar Királyi Központi Intézet* nevet vette fel, majd 1894-ben ez megváltozott *Magyar Királyi Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézetre*. A II. Világháború után, a köztársaság kikiáltásának következményeként 1946-ban *Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézet* lett. A geofizikai részleg kiválásakor 1950-ben *Országos Meteorológiai Intézet*, majd a szervezeti átalakítás után 1970-ben lett *Országos Meteorológiai Szolgálat*, mely elnevezés a mai napig megmaradt. A névváltozásoknak semmilyen hatása nem volt a műszerezettségre, hiszen az intézet ugyanazt a tevékenységet folytatta más-más név alatt (Takács, 1970). A műszerezettségben, ha történt is változás, az nem a szervezeti átalakuláshoz, vagy a névváltozáshoz köthető. Némi túltengő önbizalommal azt is mondhatnánk, hogy a meteorológiai megfigyelések 1781-től, egyre több állomáson, s egyre újabb és újabb technikákkal töretlenül folynak.

Az első, 1870-es hálózatban a legtöbb hivatalos állomáson volt egy barométer, két hőmérő, egy csapadékmérő és néhol szélvitorla, ahogy az az első kiadott évkönyvben olvasható. Az alkalmazott műszerekről nincs általános leírásunk, egyesek szerencsés módon megmaradtak, mint a N^o 1. számú, még Schenzl Guido első igazgató által hitelesített példány, ami látható az OMSZ Meteorológiai Muzeális Szakgyűjteményében. Az első hivatalos észlelői útmutatást Konkoly Thege Miklós megbízásából Róna Zsigmond írta 1894-ben. *Alföld* (1899) könyvében részletes leírást ad a meteorológiai műszerekről. Az általa bemutatott „meteorológiai hőmérő” kísértetiesen hasonlít a szinte a közelmúltban nyugalomba vonult higanys „állomási hőmérőre”. A Six-féle maximum-minimum hőmérő itt közölt formája se változott meg száz év alatt. Amiben történt változás, az nem a műszerek felépítése, hanem az elhelyezés helye volt. *Alföldy* (1899) a száraz-nedves hőmérő elhelyezésére egy behúzható védőernyőt mutat be, amit a ház északi falára kellett elhelyezni. Ehhez hasonló (4. ábra), de már zsalus felépítésű, mindenféle történelmi viharokat túlélve látható a Kitaibel Pál utcai épület udvari első emeletén, nem az eredeti helyén, de északi falon. Az igazi változás a lég-

nedvesség mérésében történt. A hajszálas higrométerek, bár folyamatosan jelen voltak az eszközparkban, az igazi pontos légnedvesség mérés már hőmérőpárral oldható meg, s *Alföldy* (1899) művében bemutatásra kerül egy állomáshőmérő párból álló pszichrométer (*August-féle, lásd belső borító ábrája*) mellett az *Assmann-féle pszichrométer*, ami szintén nem esett át semmilyen változáson napjainkig.

Az 1894-ben írt észlelői útmutatás elfogyása után *Róna* (1925) újabb útmutatást írt, amelyben a bemutatott műszerek és észlelési előírások szinte minimális változtatással egészen a hatvanas évekig érvényesek voltak.

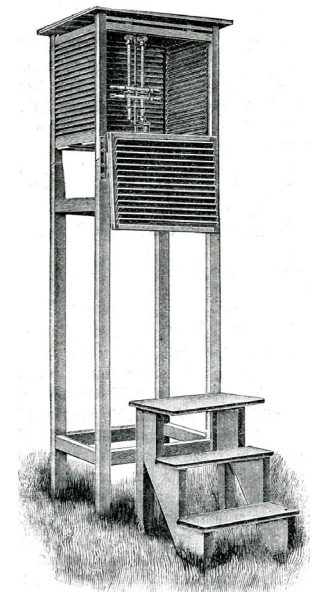
A műszerismertetés a barométerrel kezdődik. Ez az útmutató közöl ábrát a Fortin, a Fuess, a Kapeller és Gay-Lussac típusú barométerekről. Ezek közül a *Fuess-féle barométert* mutatjuk be (5. ábra), amely a magyar szolgálatban eléggé gyakori barométer típus volt. Az *Alföldy*



4. ábra: Hőmérő gomba, hőmérőpárral (*Alföldy, 1899*)



5. ábra: *Fuess-féle barométer, jobbra a keresztmetszete* (*Róna, 1925*)



6. ábra: Angol (*Stevenson-féle*) hőmérőházikó (*Róna, 1925*)

(1899) műszerleírásához képest számottevő változás az épülettől független felállítású angol hőmérőházikó (6. ábra) megjelenése. (Az külön rejtély, hogy a magyar szóhasználatban ezt miért nevezik „angolnak”?) Ennek formája, méretezése szintén nem változott az automata sugárvédők megjelenéséig, mindössze a lábazatot cserélték le a könnyebben telepíthető, időállóbb fém háromlábúra. A mérés technika használt folyamatosan nedvesített hőmérőt (*August-féle pszichrométer*) és a mérés ideje előtt szellőztetett hőmérőt (*Assmann rendszer*). A szellőztető egység egy felhúzható rugós motorral ellátott eszköz, az *aspirátor* volt, amelyet 5 perccel az észlelés előtt kellett felhúzni, s ráhelyezni a hőmérőpárt tartó rúdra, a *G-csőre* (7. ábra). Gyakorlatilag ugyanilyen hőmérő-elrendezést és ábrát mutatnak be a jóval később készült észlelési útmutatók (*OMFI, 1950; OMSZ, 1970; Kozma et al., 1978; Horváth et al., 1981*). Az igen régi időkben ez a segédészlelő dolga volt, aki az 5 perc után jelentette az észlelőnek, hogy le lehet olvasni a hőmérőt (*Metzger Béla volt hálózati ellenőr szóbeli közlése*). A statikus műszereket erre az időre már hálózatszerűen egészítik ki a különböző író műszerek; amelyek napi vagy heti körülmények óradobbal rendelkeztek, amelyre felhelyezett papírszalagon az ér-

zékkelővel összekötött írókarral erősített toll hagyott nyomot. A magyar meteorológiai állomásokon a száraz-nedves hőmérőpárt és a maximum-minimum hőmérőt tartalmazó angol házikóbból kettő volt felállítva (*Simon, 1982*). A szabályosan felállított hőmérőházban került elhelyezésre a pszichrométer (száraz és nedves állomáshőmérő-pár) valamint a maximum és minimum hőmérő közös állványon. A második házban helyezték el a termo- és higrográfot. A műszerkertben a két hőmérőház mellett csapadékmérő, csapadékiró, párolgásmérő, *Wild-féle* szélzászló, s helyenként a felhőalap meghatározáshoz fényszóró is volt.

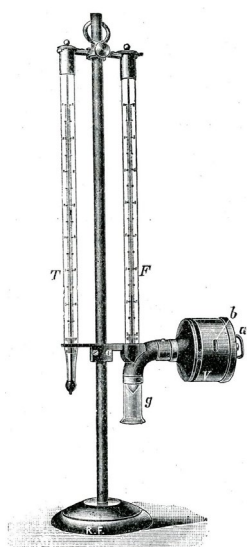
A csapadékmérő alakja és mérete *Alföldy* (1899) leírásában megadottakhoz képest keveset változott. Eredetileg 1/10 m² nagyságú felfogó felülettel készültek az „esőmérők”, majd fokozatosan áttértek az 1/20 m² (500 cm²

felületű, *Hellmann-féle*) mérőedényre. A *Róna* (1925) által bemutatott esőmérő alakját és felállítását tekintve egészen 1964-ig szinte változatlan formában látta el feladatát (8. ábra), akkor szivárgási problémák miatt új modell került bevezetésre (*Csomor és Oláh, 1964*), aminek felfogó felülete 1/50 m², azaz 200 cm² volt. A csapadékmérés elengedhetetlen tartozéka volt a mm beosztású üveghenger, amelybe a felfogó edényben összegyűlt vizet kellett áttölteni a mérés céljából. Egyes állomásokon csapadékiró (9. ábra), *ombrográf*, is működött. Érdekes megemlíteni egy érdekes magyar fejlesztést, az *Anderkó-Bogdánffy-féle* csapadékirót, amely mechanikus súlymérésen alapult, s elvben szilárd csapadék mérésére is alkalmas volt. Egy megmaradt példány látható az OMSZ Muzeális Szakgyűjteményében.

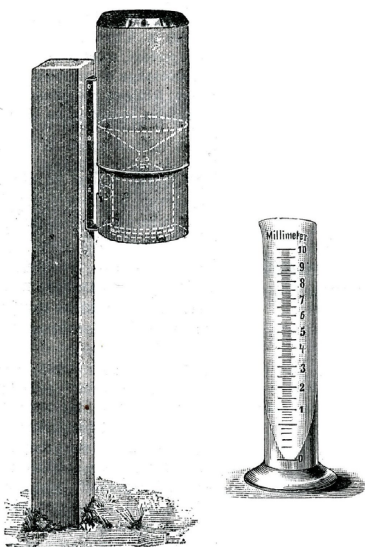
A szél mérésére alapeszközként (*Róna, 1925*) a *Wild-féle* szélzászlót használták (10. ábra). Ez egy szélkakasból és felette elhelyezett, a szélzászlóval együtt forgó nyomólappal állt. Az észlelő az észlelési időpontban szemrevételezte a szél irányát a szélkakas alatt elhelyezett égtávjirányokat mutató célkereszt alapján, illetve a nyomólappal kilendüléséből relatív skálán megbecsülte a szélsébség erősségét. Az első, függőleges állás felelt meg a szélcsendnek, a nyolcadik, legnagyobb jelzett kilengés,

ami $80,5^\circ$ -os eltérést jelentett a vízszinteshez képest, 20 ms^{-1} szélességnek értékelték. Az önálló magyar intézet első éveiben az egyszerű szélzászló is ritkaságszámba ment. Az 1910-es évekre azonban már 115 állomáson (a történelmi Magyarországon!) működött szélzászló (Takács, 1970). A pontos, megbízható szélmerést az univerzális széliró alkalmazásával lehetett elérni. A Fuess-féle széliró (12. ábra) mérte a szélességet, a szélirányt és a szellökést (Kozák, 1960). A szélárbc, aminek felállítási magassága 10 m volt, csúcsán helyezkedett el a három kanálból álló forgókanalas fordulat-

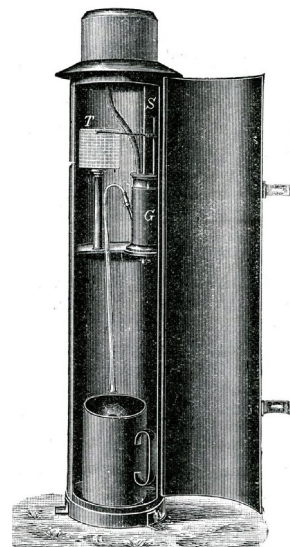
A párolgás mérése mindig gondot okozott a mérni vágyóknak. Érdekes módon már a Mannheimi Társaság is kísérletet tett ennek mérésére. A XIX. század végén már ismert és használatos volt a Wild-féle párolgásmérő (Alföldy, 1899; Róna, 1925), ami nem más, mint egy levélmérleg (11. ábra), aminek mérő része egy kis tálka, amibe vizet kell önteni, s időnként leolvasni a tömegváltozást. A Wild-féle párolgásmérő az angol hőmérőházban került elhelyezésre. A vízfelszín védett volt a direkt nap-sugárzástól, s védett az inni vágyó állatoktól. Az eszközzel szembeni kritika az volt, hogy tulajdonképpen semmi



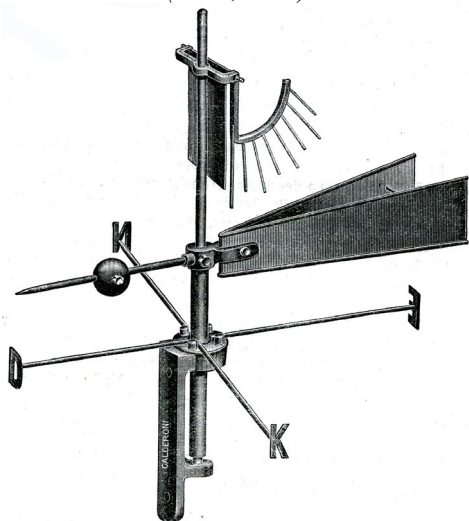
7. ábra: Aspirált nedves hőmérő (Róna, 1925)



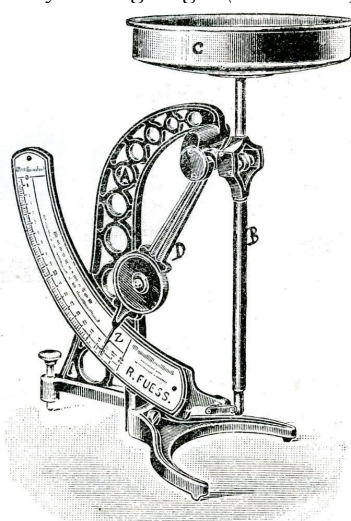
8. ábra: A Hellmann-féle csapadék edény és üveghenger (Róna, 1925)



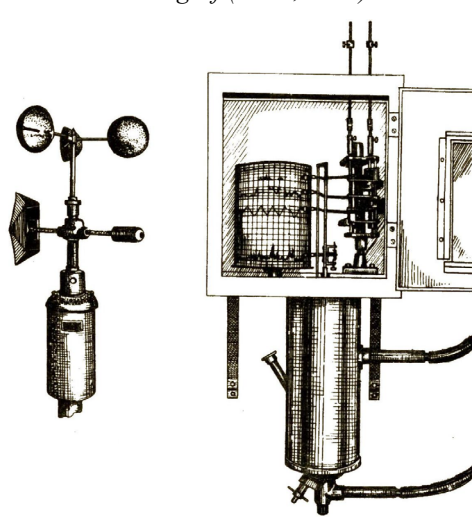
9. ábra: Hellmann rendszerű „esőiró”, ombrográf (Róna, 1925)



10. ábra: Wild-féle szélzászló (Róna, 1925)



11. ábra: Wild-féle párolgásmérő mérleg (Róna, 1925)



12. ábra: Fuess-féle széliró érzékelője és regisztráló egysége (Kozák, 1960)

számmerő, aminek mérési eredménye a napi körfordulási íródobon jelent meg, s ebből lehetett számítani a szélességet. A szélirány jelző különböző áttételek után ugyanezen az íródobon, az iránynak megfelelően két helyen hagyhatott jelet felváltva. A szélkakas tengelyének belseje üres volt. Ez a járat egy Pitot-csőhöz csatlakozott, amely lényegileg egy nyomócsöves anemométerként működött, gyakorlatilag a szél torkonyomását mérve, de a regisztrátumon már sebesség egységben hagyva jelet (Czelnai, 1980).

természetes párolgásának nem felelnek meg az eszköz által mért adatok. A 60-as évektől fokozatosan szolgálatba álltak a különböző méretű és felállítású párolgásmérő kádak (A-kád, U-kád, GGI-kád, 20 négyzetméteres kád, INEP kád). Mindegyik azzal az elképzeléssel lett rendszerbe vonva, hogy velük a szabad vízfelszín természetes párolgását lehet meghatározni. Fő hibaforrásuk, hogy szabad felállításuk miatt a közelben megjelenő állatoknak potenciális vízforrások. Kár, hogy a Wild-féle párolgásmérőt száműzték az eszközparkból. Megőrizve, ma

már egy igazán hosszú, a klímaváltozást jól mutató (relatív) adatsorral rendelkeznek.

A napsütéses órák számának feljegyzésére már a XIX. század végén rendelkezésre állt az üveggömbös napfénytartam-mérő (napsütési autográf). A *Campbell-Stokes-féle sunshine-recorder* századvégi műszerismertetőben (Alföldy, 1899) közreadott hirdetés szerint 85 koronáért volt kapható. Az elektromos sugázmérők megjelenése előtt ez volt az egyetlen eszköz, amivel viszonylag sűrűn lehetett mért értékeket kapni a napsugárzás mennyiségéről. Szép számmal születtek feldolgozások arra vonatkozóan, hogy miként lehet meghatározni a napsütéses órák számából a globálsugárzás mennyiségét Wm^{-2} egységben. A napfénytartam-mérők eltűnése óta az új mérés és kiértékelési technikának az a feladata, hogy a folyamatosan mért globálsugárzás mérésekből miként lehet meghatározni a napsütéses órák számát.

A meteorológiai műszerkert hagyományos elemei a talajhőmérséklet mérők. Róna (1925) észlelői útmutatójában még az egységes fatokban elhelyezett talajhőmérő sorozat van bemutatva. A *Lamont szekrényt* később speciális alakú higanyos hőmérők váltották fel a felszíninek nevezett sorozat esetében (2, 5, 10 és 20 cm mélység), míg mélyebb rétegekbe egyedi csövekben engedték le a talajhőmérőket (50, 100, 200 cm).

Összegzés. Röviden áttekintettük a (földbázisú) megfigyelő rendszerben használt műszereket. A történet elején csak szigorúan a felszínen elhelyezett eszközök álltak rendelkezésre. A felhőzet vagy a magassági szél megfigyelése csak a felszínről volt lehetséges. Aztán megjelentek a repülőgépek, amelyek lehetőséget adtak magassági vizsgálatokra, majd szinte velük együtt a pilot léggömbök, majd a múlt század húszas éveitől a rádiószondák. Ezzel párhuzamosan azonban nem történt lényegi változás a felszíni eszközökben, legfeljebb technikai csiszolás. A radarok második világháború utáni meteorológiai felhasználása komolyan javította a földbázisú megfigyelés minőségét, de a klasszikus műszerpark nem változott. A műholdas megfigyelések rendszerbe állása a múlt század hetvenes éveiben sem okozott igazán nagy ugrást a felszíni eszköz együttesben. Az automatizálás iránti igény és a számítástechnika adta lehetőségek, a szinte korlátlan mennyiségű adat átvitele és tárolása a meteorológiai műszerek fejlesztésére is hatással volt. Előbb a még meglévő eszközöket próbálták automatizálni, majd teljesen új érzékelők váltották fel a régieket. Ma már nincs higanyos hőmérő, a higany használatát ilyen célra törvény tiltja (Magyarországon a 2016. évi CLII törvény). Már csak múzeumi tárgy a higanyos barométer, s az üveggömbös napfénytartam-mérő, a *heliográf* is kilépett a magyar szolgálatból 2013-ban (Tóth, 2014). A régi műszerek jelenléte még egy darabig talán ott lesz a szóhasználatban: „30 fok fölé kúszott a hőmérő higanyszála” vagy „a barométer nem imponál” (alacsony van a higanyszál, magyarul vihar várható), aztán már csak a múzeumokban találkozhatunk a régi eszközökkel, s némi csodálkozással tekintünk majd rájuk, hogy ezekkel is lehetett *légkörfizikai állapotokat* megállapítani? A magyar gyakorlatban az 1990-es évek elején megindult fejlesztés (Práger, 1984) napjainkra a földfelszíni műszer-

park szinte teljes automatizálását és minőségi átalakulását eredményezte. Míg 1993-ban Magyarország mindössze 3 automata állomással rendelkezett (a teljes hálózat 3%-a), addig Japán 159 automata állomásával teljes (100%-os) automatizálással bírt (Tóth és Bereczky, 1993). Némi késéssel elmondhatjuk, hogy a magyar hálózat is teljesen automatizált, s főképp azt, hogy totális minőségi változáson esett át. Ideje a hagyományos műszerparktól elköszönni, áttekintve azt, hogy honnan jutunk el a mai méréstechnikához.

Irodalom

- Ablonczy, D., 2018: Hogyan mérjük az esőt? Mennyire süt most a nap? Hogyan működik a szélmérő? (meteorológiai érzékelők egyszerűen, a hétköznapiakban). *Légekör* 63, 161–175.
- Alföldy, D., 1899: A meteorológiai műszerek és elemek. *Királyi Magyar Természettudományi Társulat*. Budapest. pp 195
- Csomor, M. és Oláh, L., 1964: Kettősfalú alumínium csapadékmérő. *Légekör* 9(2), 40–43.
- Czelnai, R., 1979: Societas Meteorologica Palatina (1780–1795). *Légekör* 24(3), 1–10.
- Czelnai, R., 1980: A meteorológia eszközei és módszerei. *OMSZ* Budapest, pp. 256
- Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae, 1784: Historia et Observationes Anno 1781*. Mannheim. pp. 310
- Horváth, E., Kapovits, A. és Weigartner, F. 1981: Meteorológiai megfigyelések kézikönyve. *OMSZ*, Budapest, pp. 58
- Kazay, E., 1914: A Societas meteorologica és annak működése. *Időjárás* 18, 193–210.
- Kozák, B., 1960: A FUESS-féle egytetemes szélíró. *Légekör* 5(1), 12–14.
- Kozma, F., Dunay, S. és Csomor, M., 1978, Útmutatás meteorológiai, agrometeorológiai megfigyelésekre és adattovábbításra. *OMSZ* Budapest, pp. 116
- Mezősi, M., 1995: Földfelszíni megfigyelések. (in Simon, A. és Tanczer, T. szerk.: Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971–1995). *OMSZ* Budapest, 75–85
- OMFI (Országos Meteorológiai és Földmágnésségi Intézet)*, 1950: Útmutatás csapadékmérő állomások részére. *Kézirat* pp. 66
- OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat)*, 1970: Meteorológiai megfigyelések kézikönyve. *Kézirat*.
- Práger, T., 1994: Meteorológiai és levegőkörnyezeti megfigyelés a fenntartható fejlődés érdekében. *Légekör* 37(1), 9–13.
- Rákóczi, F., 1998: Életterünk a légekör. *Mundus Kiadó* Budapest, pp. 302
- Róna, Zs. 1925: Meteorológiai Megfigyelések kézikönyve. *Magyar Meteorológiai Társaság* Budapest, pp. 196
- Simon, A., 1982: A meteorológiai megfigyelések és mérések rendszere I. ELTE TTK Budapest, pp. 206
- Simon, A., 1984: Magyarországi meteorológusok életrajzi lexikonja. *OMSZ*, Budapest, pp. 136
- Szakács, Gyné. 1981: Budapest 200 éves hőmérsékleti megfigyelései. *Légekör* 26(3), 6–10.
- Takács, L., 1970: Műszerek és megfigyelési módszerek a magyar meteorológiai szolgálatban. (in Szepesiné, L. A., szerk.: Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1870–1970). *OMSZ* Budapest, 246–317
- Tóth, R. és Bereczky, L., 1993: A földfelszíni megfigyelések automatizálása. *Légekör* 38(4), 22–25.
- Tóth, R., 1993: 350 éves a higanyos barométer. *Légekör* 38(2), 34–35.

Tóth, R., 2014: A napfénytartammérő élt 160 évet. *Léggör* 59, 178–180.