

MIKROCSAPADÉKOK MÉRÉSI MÓDSZEREI ÉS VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGON

MEASUREMENT METHODS AND EXAMINATION OF MICROPRECIPIATION IN HUNGARY

Lázár Dóra

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
ldora1989@gmail.com

Összefoglalás: Magyarországon a zúzmara hálózatszerű mérése 1968/69 telén indult. A zúzmara mérések technológiai körülményei az elmúlt 45 évben nem változtak. A cikk a mikrocspadékok, legfőképpen a zúzmara mérési módszereit foglalja össze, valamint az elmúlt tíz év mérési adatait dolgozza fel. Ilyen jellegű adatfeldolgozás a 1970-es évek vége óta nem történt Magyarországon. Célunk két időszak mérési eredményeinek összehasonlítása és ezek összegzése.

Abstract: In Hungary measuring network of the rime was established in winter 1968/69. Technological circumstances of the measurements have not been changed in the last 45 years. This paper summarizes the methods of measurement of dew, hoar frost and rime as well as results of the rime measurements in the last decade. The main aim of this study is to compare the results of two measuring periods.

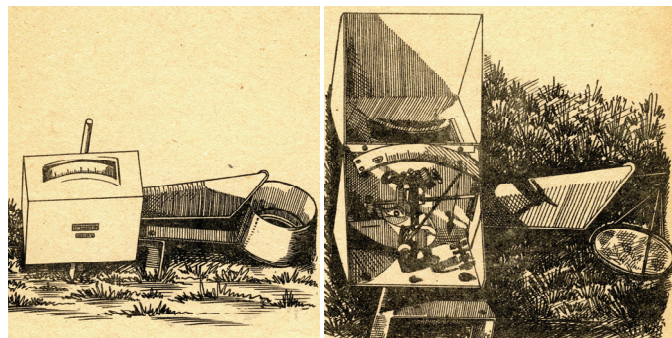
Bevezetés. A tanulmány témája a mikrocspadékok mérési módszerei és vizsgálata Magyarországon. A harmat, a dér és a zúzmara mérése változatos módszerekkel történhet, viszont Magyarországon a mérési adat kevés, vagy egyáltalán nem áll rendelkezésre. Fontos megemlíteni, hogy e csapadék fajtáknak nagy szerepe van. Tavasszal, nyáron és ősszel, ha magas a hőmérséklet és nagy a levegő vízgőztartalma, az éjszakai kisugárzás miatt a tárgyak körüli levegő is erősen lehül. Ha a hőmérséklet a harmatpont alá csökken, a vízgőz kicsapódik, így harmat keletkezik. Aszályos időszakban ez a kicsapódott víz segíti a növény vízkészletének növelését. A kora őszi fagyoknál pedig megfigyelhető a növényzeten is. Kora tavasszal a gyümölcs és a zöldség fejlődését is meggátolja, ha a bimbók megfagynak (Buckley et al., 2008). A dér miatt csúszásveszély alakul ki az utakon. Míg a zúzmara esetében fontos, hogy főképp a kiálló tárgyakra rakódik le, ez esetben például elektromos vezetékekre lerakódva vezeték-szakadáshoz vezethet. Ezek a csapadékfajták nem csak e szerepük miatt érdekesek, hanem mert keletkezésük a művészetvilágot is megihlette.

Mikor a téma szakirodalmi hátterét gyűjtöttem össze, azt tapasztaltam, hogy ebben a témában kevés irodalom áll rendelkezésre. Magáról a mikrocspadékokról összefoglalóan nincs is fellelhető cikk. E fogalomba tartozó elemekről a Magyarországon megjelenő meteorológiai folyóiratokban csak külön-külön található csekély számú cikk. A tanulmányok többsége pedig a zúzmarról, a zúzmara méréséről szól. E cikkek megjelenése döntően az 1960–70-es évekhez köthető. Ezért is gondoltam, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kért adatok segítségével saját vizsgálatokat végzek az elmúlt tíz évre, vagyis a 2001-2010-es időszakra.

A tanulmányban először rátérek a témakörben elhangzott fogalmak rövid ismertetésére. Majd a történeti áttekintés keretében ismertetem a Réthly Antal által összegyűjtött mikrocspadékokhoz kapcsolódó időjárási eseményeket. Továbbiakban a három mikrocspadék mérési módszere-

Kategória	A lerakódás Név	J e l e	
		Régi	Új
Zúzmaralerakódások	Finom kristályos zúzmara	∇	∇
	Szemcsés durva zúzmara	∇	∇
	Jeges durva zúzmara	∇	∇
Önoseső bevonat	Sikjég, jégbevonat	~	~
Hólerakódások	Vizes tapadó hó	⊗	⊗
	Fagyott, tapadó hó	⊗	∇

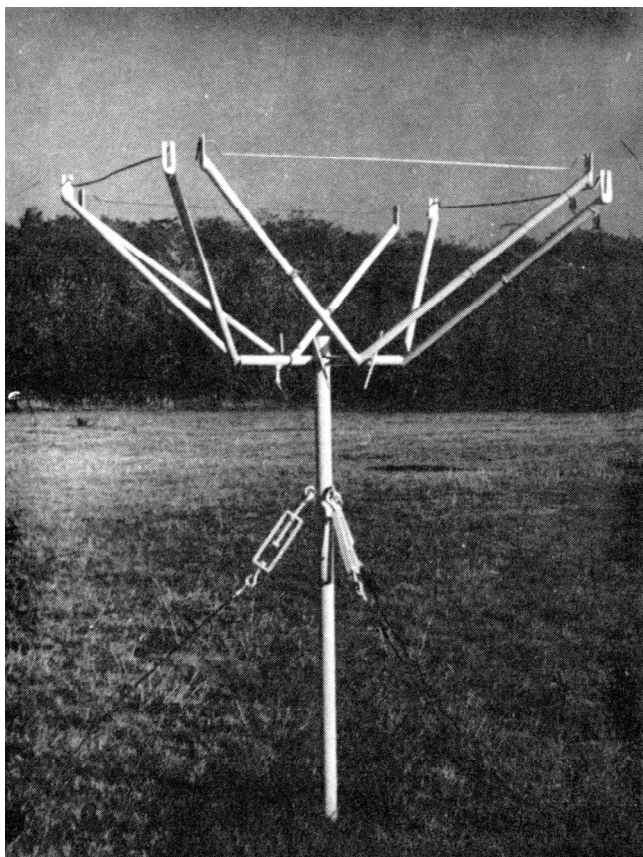
1. ábra: Zúzmara-lerakódási formák szimbólumrendszere (Csomor,1975)



2. ábra: Lambrecht-féle harmatmérleg összeállítva és belül (Pödör, 1959)

it összegzem mind vizuális mind műszeres mérés szempontjából. Végezetül a saját vizsgálataim eredményeit mutatom be. Célom így a mikrocspadékok mérésének bemutatása a mostani és régebbi módszerek alapján, valamint a két időszakra vonatkozó mérési eredmények összehasonlító értékelése. Az elmúlt évtizedek hazai meteorológiai szakirodalmában a zúzmaramérések fontosságuk ellenére nem kaptak kellő hangsúlyt, így célunk a szakmai közvélemény figyelmének felkeltése.

Általános definíciók. Összefoglaló néven mikrocspadéknak nevezzük a csapadék azon formáit, melyeknél a kondenzáció közvetlenül a felszínen, a felszíni terptárgyakon következik be. Fajtái a harmat, a dér és a zúzmara.

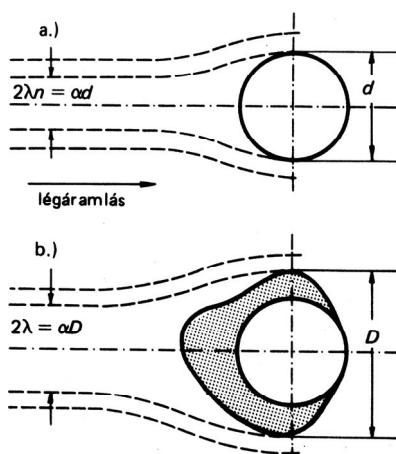


3. ábra: Egy régebbi (balra) és egy mai (jobbra) zúzmaramérő Budapest Pestszentlőrinc állomáson

A harmat a tereptárgyakat körülvevő levegő víztartalmának közvetlen kondenzálódásával jön létre, fagypont feletti hőmérsékleten. Két fajtáját különböztetjük meg. Lehet helyben lerakódó harmat, amennyiben a levegő alig mozog és a vele érintkező tereptárgyak felszínének hőmérséklete – kisugárzás révén – a levegő harmatpontja

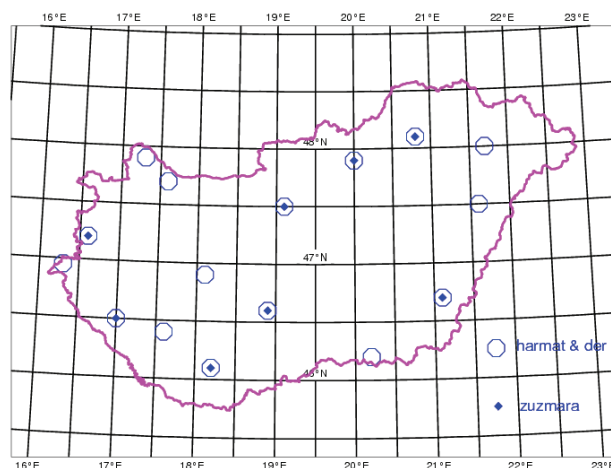
nincs köd. A fehér harmat pedig a megfagyott harmatcseppek rétege.

A dér a levegő vízgőztartalmának közvetlen kifagyásával keletkezik fagypont alatti harmatpont esetén. Ugyanúgy, mint a harmat esetében megkülönböztetünk helyben lerakódó deret és adveksiós deret.



4. ábra: Zúzmaralrakódás mechanizmusa (Csomor, 1980)

alá süllyed. Lehet még adveksiós harmat, amikor a levegő – lassan áramolva – harmatpontjánál alacsonyabb hőmérsékletű tereptárgy fölött illetve mellett halad el. Az utóbbi esetben a tereptárgy függőleges felületei kapják a nagyobb vízmennyiséget, míg az előbbiben a vízszintes felületek. A ködleszapódástól úgy lehet megkülönböztetni az adveksiós harmatot, hogy keletkezésének idején



5. ábra: Mikrocsapadék-mérő állomások Magyarországon

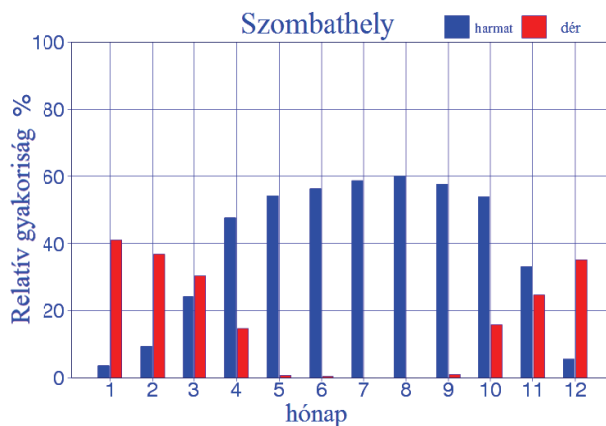
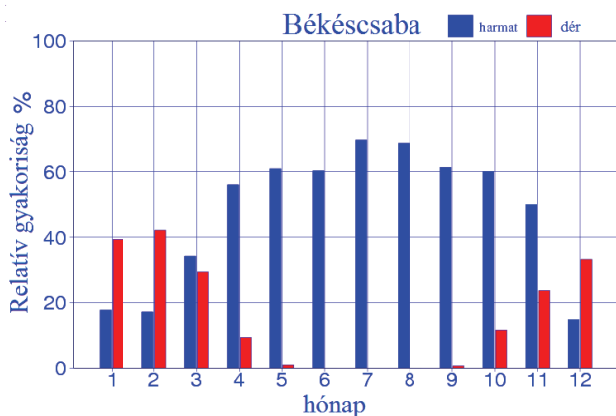
A zúzmarajelenség lényege az, hogy túlhűlt köd-, vagy felhőcseppek a különféle tárgyak felszínéhez ütésképpen azokra ráfagynak. Három félet különböztetünk meg (Csomor, 1972).

A finom zúzmara viszonylag vékony, könnyen lekapható, sőt lerázható kristályos réteg, amely szélcsendben vagy gyenge légáramlásban keletkezik és a tárgyak fel-

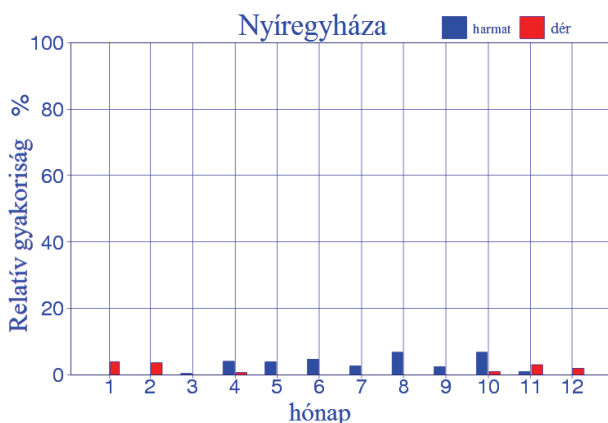
színét közel egyenletesen borítja. Általában $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékleten jön létre.

A durva zúzmara ezzel szemben legalább mérsékelt erősségű szélben, s általában $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérsékleten keletkezik. Ez a lerakódás a tárgyak szélfelőli

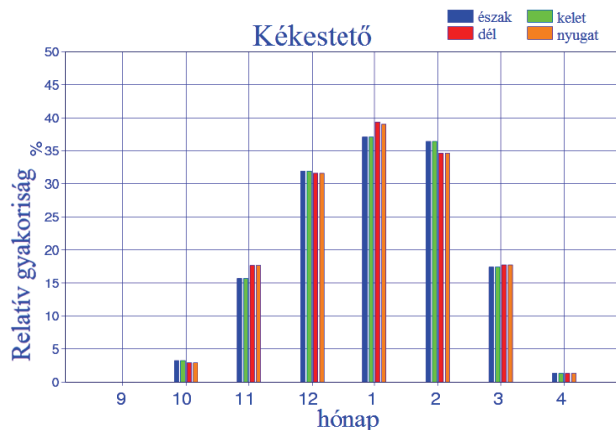
A harmadik zúzmarafajta, a jeges zúzmara okozza a legtöbb gondot, különösen a repülés számára. Azért nevezzük így, mert az általa bevont tárgyak felszínén tömören összefüggő, amorf szerkezetű, általában átlátszó réteget képez, amely igen erősen tapad. Csak kalapáccsal, vagy olvasztással távolítható el. Kialakulása $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti lég-



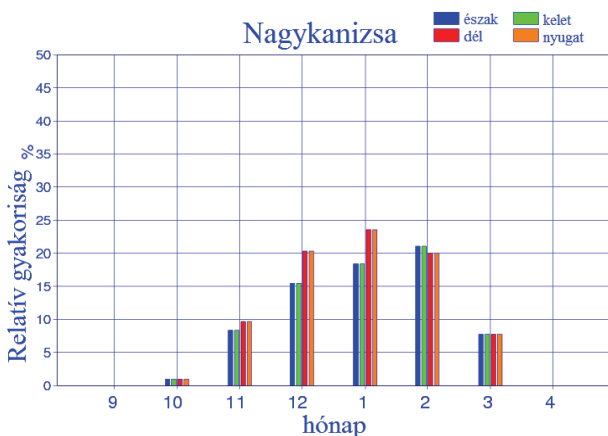
6. ábra: Harmat és dér havi gyakoriság diagramok, Békéscsaba és Szombathely állomásra a 2001–2010-es időszakra



6. ábra (folytatás): Harmat és dér havi gyakoriság diagram Nyíregyházára a 2001–2010-es időszakra



7. ábra: Zúzmara maximális lerakódás irányának gyakorisága Kékestetőn a 2001-2010-es időszakban



7. ábra (folytatás): Zúzmara maximális lerakódás irányának gyakorisága Nagykanizsa és Miskolc állomásra a 2001-2010-es időszakban

oldalán nagyon vastaggá nőhet és ilyenkor tollakhoz hasonló kinövések jellemzik, amelyek széllel szemben állnak. A durva zúzmara erősebben tapad a tárgyak felszínéhez, de azért lekapható.

hőmérsékleti intervallumban a legvalószínűbb, amikor a víz kifagyása lassan megy végbe, tehát be tud hatolni a résekbe, és tömör réteget tud létrehozni (Czelnai, 1981).

Történeti áttekintés. Az ókori görögöknél Arisztotelész helyesen megkülönbözteti a havat a dértől: „hó a felhők

lázat körülbelül 20 állomást foglalt magába (Csomor és Kissné Tóth, 1966). 1975/76 telén pedig bevezették a



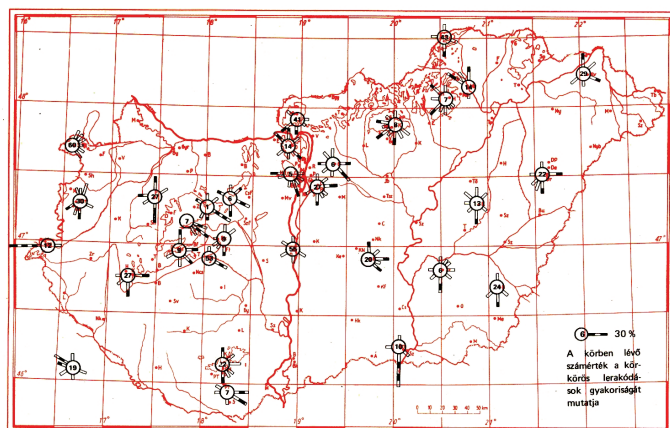
8. ábra: Zúzmara-lerakódás iránygyakorisága Nagykanizsán, Pakson és Miskolcon a 2001-2010-es időszakban

fagyása útján keletkezik, a dér viszont közvetlenül a gőzből jön létre”. De kialakulhat a túlhűlt cseppek lerakódásából is, ez elsősorban advektív ködökben figyelhető meg, amikor a meleg levegő a hideg felszín fölé érkezve lehül (Mészáros, 2008).

Réthy Antal köteteiben is van néhány esemény a mikrosapadékokkal kapcsolatban. 1841-ben Sopronban „Május 13-án dér volt, amely sok kárt okozott.”, 1622. augusztus 12-én Eperjesen „Nagy hőség volt, miután természetek mérges igen sárga harmat hullott a földre, ezt dühöngődögvész követte”. 1809. november 20. Aradon „Ezen tájon nov. 20-án hó szirongokkal köszöntött be a tél. De mégis a szilaj szarvasmarha a mezőkön a hót felkaparva is élődik,…”

nemzetközileg elfogadott jelölésrendszert, amit valamennyi megfigyelő állomáson alkalmaztak, függetlenül attól, hogy rendelkeztek-e mérőműszerrel (Csomor, 1975). Az 1. ábra a jelölésrendszert tartalmazza.

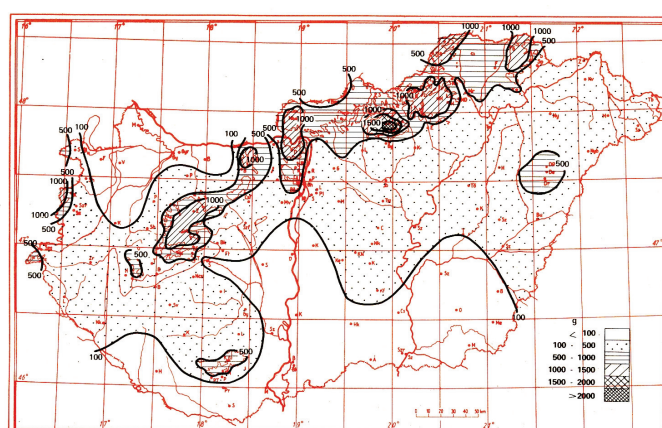
Mérési módszerek: Harmat és dér megfigyelése és mérése. A vizuális megfigyelés csak arról ad tájékoztatást, hogy az adott napon volt-e vagy sem harmat vagy dér. A harmat számszerű mérése Magyarországon hálózatszerűen nincs kiépítve. Magyarországon a harmat erősségét, valamint keletkezése intenzitását nem mérik. Csúpan a harmatképződés kezdete és vége kerül rögzítésre. A dér mérése az észlelővel ellátott főállomásokon éventezedek óta folyik. A mérésre használt eszköz, a dérkorong azonban nem különbözteti meg az advektív és lerakódással keletkező deret. A dér víztartalmát mérjük.



9. ábra: Zúzmara-lerakódásának iránya Magyarországon 1968 és 1978 között

A szirongok mint kifejezés nincs az értelmező szótárban, de „szirony” van, mely zúzmarát, hódarát jelent, továbbá az olvadás után a hónap megfagyott felső része, daraeső „szironyos”, megkérgesedett hó felszint is jelenthet (Réthy, 1998).

A zúzmara vizuális megfigyelése közel 100 éven át abból áll, hogy megkülönböztették a fajtáit és 0,1,2 indexszámokkal utaltak rá. Magyarországon az 1967/68-as év telén kezdték meg a zúzmaramérő műszeres méréseket. A há-



10. ábra: Maximális lerakódási tömegek területi eloszlása Magyarországon az 1968/69-1977/78 időszakban

Vizsgálataim során inkább a zúzmara adatok feldolgozására koncentráltam.

A harmat esetében Lambrecht-féle harmat mérleggel meg tudjuk mérni saját magunk is a harmat mennyiségét (Pődör, 1959). A mérleget U-alakú villával szilárdan a talajhoz erősítjük, vízszintmérőt használva, függőleges beállításához leng egy függőn a műszer belsejében. Általában a talajtól 10 cm-re helyezük el a serpenyőt. Szél esetén szükséges a serpenyővédő használata, mely alul-

felül nyitott. A mérleg skálája tizedes beosztású, mérőtartománya 0-tól 5 g-ig terjed. Az eredményt 1 m²-re vonatkoztatjuk.

A mérés a következőképpen zajlik. A serpenyőt este kihelyezzük a műszerre, majd napkelte előtt, amikor a legnagyobb a harmat, a műszert leolvassuk, a mérés után a serpenyőt bevisszük és tiszta, száraz helyen tároljuk a következő mérésig. A 2. ábrán egy Lambrecht-féle harmatmérleg látható.

Zúzmara megfigyelése és mérése. Vizuális megfigyelésénél megkülönböztetik a zúzmara fajtáját, és 0, 1, 2 indexszámmal jelölik azokat. A zúzmara gyakoribb a magas hegyvidékeken. 1965-ben egy 8 éves időszakot vizsgáltak meg. Ebben az időszakban a Mátra aljában a Lőrincin működő állomáson 63 napon regisztráltak zúzmarát, míg Galyatetőn (a Mátra 964 m magas csúcsához közeli állomás) 184 napon regisztráltak zúzmarát. Ebben a nyolc évben Lőrincin egyszer észleltek novemberben zúzmaraképződést, míg Galyatetőn 14–14 napon fordult elő márciusban és novemberben. Budapesten 30 nap volt a zúzmarás napok száma ebben az időszakban (*Hajós, 1965*).

Műszeres mérésnél egy közös állványra szerelt, 4 db 1 m hosszú távvezeték-darabból áll a műszer. A távvezetékek átmérője 5 vagy 14 mm (5 mm-es: 18 állomáson, 14 mm-es: 10 állomáson). A 2–2 db felfogó drót észak–dél, ill. kelet–nyugati irányra áll merőlegesen. Mérjük a lerakódás irányát és vastagságát, valamint a távvezetésekről leolvasztják a ráakódott zúzmarát, melynek víztartalmát üvegedényben megméri (Csomor és Kissné Tóth, 1966). Az 3. ábrán balra látható egy régebbi zúzmaramérő műszer a pezsztentlőrinci állomáson (Csomor, 1979), míg jobbra egy mai műszer. Elmondható, hogy nem változott nagymértékben a műszer kinézete. Egyedül talán a tartó ív alakja változott meg egy kicsit, a mérőtest, a tartóállvány és a többi alkatrész nem. Viszont elmondható, hogy az állomásokon történő zúzmara mérések technológiája és dokumentálási módszerei elavultak. A kvalitatív kiválasztási osztályokra alapozott tolmércével történő mérési technológia miatt a zúzmaramérések időbeli gyakorisága reálisan nem növelhető.

Zúzmara-lerakódás fő mechanizmusa. A zúzmaraképződés mechanizmusa sok tényező együttes hatására vezethető vissza (Mika et al., 1995). A legfontosabbak: levegőben lévő vízcseppek méreteloszlása és mennyisége, hőmérsékletük, a kondenzációs magvak koncentrációja, a légáramlás sebessége, azon test tulajdonságai, amelyekre a zúzmara kicsapódik (Molnár, 2004).

A szabadvezetékek és a zúzmaramérő felfogó drótja akadályt képeznek a levegő áramlásának útjában. Ha túlhűlt vízcseppek is vannak a levegőben, akkor a csepp a vezeték mellett vagy elhalad vagy beleütközik az akadályba. Ebből következik, hogy annak a légrétegnek a szélessége, amelynek a cseppjei eléri a vezetéket, kisebb lesz, mint a vezeték átmérője. A jéggel bevont sodrony (vezeték) melletti elhaladás feltételei függnek az akadály méretétől és a légáramlás sebességétől.

A jégteher növekedését a következő képlet írja le:

$$dG = 2\lambda\gamma_{\omega} v_d dt$$

ahol dG a jégteher növekedése adott méretű túlhűlt cseppek esetén, 2λ a légréteg szélessége, γ_{ω} a levegő adott méretű cseppek által alkotott nedvességtartalma, v_d a légáramban mozgó túlhűlt csepp tényleges sebessége.

A vezeték átmérője befolyásolja annak az aktív légrétegnek a vastagságát, amelynek cseppjei eléri a vezeték felületét. A 2λ értékét az alábbi egyenlet határozza meg, mely a cseppek mozgását írja le. A vezeték szomszédságában haladó légáramban tehát

$$2\lambda = d \left\{ 1 - \frac{1}{\left[\frac{2m_d}{k_s} (v'_d - v_{\omega}) \right]^2 + 1} \right\}$$

ahol v_{ω} szél sebessége, v'_d vízcseppek sebessége közvetlenül a vezeték elérése előtt, m_d vízcseppek tömege, k_s Stokes-féle együttható, d vezeték átmérője. A 2λ vastagsága növekszik egy bizonyos értékig az átmérővel, majd csökkenni fog (4. ábra).

A gyakorlatban különböző méretű cseppek egyszerre vannak jelen a levegőben, ezért $2\lambda=f(d)$ függvényvel átlagolnak, miközben jellemző tulajdonságaikat megtartják. Ha a jég nagy, a lerakódás átmérője nő, viszont növekedési üteme csökken (Csomor, 1979).

A 2001 és 2010 közötti időszakra vonatkozó vizsgálatok. A magyar szinoptikus meteorológiai állomásokra zúzmara, harmat és dér észlelési illetve mérési adatokat a 2001 és 2010 közötti időszakra az Országos Meteorológiai Szolgálattól kértem. Az 5. ábra mutatja a mikrocseppek mérési programmal rendelkező magyar szinoptikus állomásokat. A 16 mikrocseppek mérő állomásból 8 zúzmaraméréseket is végez. A szinoptikus állomáson kívül számos klímaállomás szintén rögzíti a dér illetve harmat előfordulását, a klímaállomások adatait azonban vizsgálataim során nem állt módomban használni.

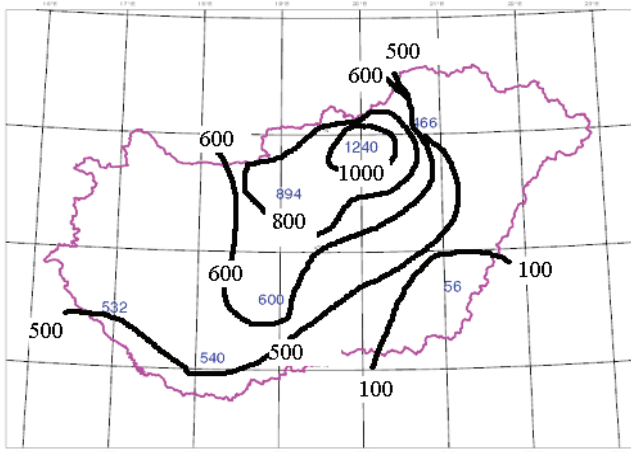
Először a harmat és dér statisztika havi gyakoriságát vizsgáltuk. A 7. ábrán látható, hogy a legtöbb harmatot regisztrált város Békéscsaba és a legtöbbször deret észlelt város pedig Szombathely. Viszont Egerben, Nyíregyházán és Mosonmagyaróváron kevés harmatot és deret észleltek.

A következő lépésben megvizsgáltuk a zúzmara maximális lerakódás irányának gyakoriságát. A 8. ábra alapján elmondható, hogy Magyarországon a leggyakoribb lerakódási irány a déli és a nyugati, míg kevés lerakódás figyelhető meg az északi és keleti irányban. A megfigyelhető leggyakoribb zúzmara-lerakódás természetesen a földrajzi adottságból eredően Kékestetőn van, míg a legkevesebb Pécs városában.

A zúzmara szélirány-gyakoriságot a meteorológiában gyakran használt szélrózsa felhasználásával ábrázoltuk (9. ábra). Most a zúzmara irányát csoportosítottuk, kiszámoltuk a gyakoriságát és ábrázoltuk a diagramon.

Látható a domborzat hatása a lerakódás irányára. A 10. ábrán láthatjuk a leggyakoribb lerakódás irányát 1968 – 1978 közötti időszakban. Összehasonlítva a két időszakot megállapíthatjuk, hogy Miskolc és Pécs kivételével a többi 6 állomáson a maximális lerakódások iránya nem változott, csak a gyakoriságuk csökkent.

A maximális tömeg értékét Csomor (1975) módszerével



11. ábra: Grammban mért maximális zúzmara-lerakódási tömeg területi eloszlása, a 2001 és 2010 közötti időszakban

határozhatjuk meg. A módszer alkalmazása során a négy égtáj szerinti oldalon mért maximális víztartalmat megszorozzuk 20-szal, majd az így kapott értékeket összegezzük. A 11. és a 12. ábrán megfigyelhető a két időszakbeli területi eloszlás. Kezdetben 20 állomáson mértek zúzmara-lerakódást, így az 1968/69-1978/79-es eloszlás térkép térben jóval megbízhatóbb, mint a 2001-2010-es időszakbeli térkép, mivel az állomásszám leredukálódott 7-8-ra. Az 1968/69 és 1977/78 közötti időszakban a maximális tömegeloszlás legnagyobb értéke 2160 g-mal Kékestetőn volt (Csomor, 1979). Vizsgálataink szerint a 2001-2010-es időszakban a legnagyobb értékkel, 1240 g-mal szintén Kékestetőn mutatkozott. A legkisebb maximum (56 g) Békéscsabán volt. Az átlagos maximum érték az országban 400 és 600 g között jellemző.

Összefoglalás. Összességében elmondható, hogy az elmúlt 10 évben a megfigyelési adatok szerint harmat és dér a délkeleti országrészben volt a leggyakoribb, míg az északkeleti országrészben a legritkább. Zúzmara-lerakódás leggyakrabban elhelyezkedéséből eredően a kékestetői állomáson volt. A leggyakoribb zúzmara-lerakódási irányánál felfedezhető a domborzat hatása. Viszont sajnálatos módon csökken a zúzmaramérést végző meteorológiai állomások száma, így bármilyen messzesemenő következtetést nehéz levonni a rendelkezésre álló adatok alapján.

Fontos megemlíteni, hogy mindmáig Magyarországon a több évtizeddel ezelőtt meghonosodott módszerekkel mérnek, s megfontolandó a mérési technika modernizálása a szakemberek javaslatai alapján. Emellett megfontolandó az É-D és K-Ny irányú légvezeték minta tömegmérésére vonatkozó digitalizálási módszerek bevezetése. A zúzmara morfológia tekintetében pedig az érdeklődés esetén korszerű, ugyanakkor ma már elhanyagolható költségű digitális fényképezési technológia bevezetése.

Köszönetnyilvánítás. Ezúton szeretném megköszönni Mészáros Róbertnek, Ihász Istvánnak és †Ambrózy Pálnak a sok segítséget, és a hasznos tanácsokat. Szeretnék még köszönetet nyilvánítani Molnár Lászlónak, Révész Beátának, Hercsényi Lászlónak, Tóth Jánosnak az OMSZ munkatársainak, hogy rendelkezésemre bocsátották a vizsgálatokhoz szükséges meteorológiai adatokat. Szeretném továbbá hálámat kifejezni az OMSZ könyvtárosának, Tölgyesiné Puskás Mártának a szükséges szakirodalom összegyűjtésében nyújtott segítségével.

Irodalom

- Antal, E., 1956: A harmat, a dér és a zúzmara megfigyelésének jelentősége. *Légekör* 1(4) 9
- Buckley, B., Hopkins, E.J. és Whitaker, R., 2005: A klímakutatás enciklopédiája, *Jószöveg Műhely Kiadó*
- Czelnai, R. 1981: Bevezetés a meteorológiába III. - A meteorológia eszközei és módszerei, 86-87, *Országos Meteorológiai Szolgálat*
- Csomor, M. és Kissné Tóth, E., 1966: A zúzmara megfigyelésének fontossága. *Légekör* 11(3) 63-64
- Csomor, M., 1972: A zúzmara Magyarországon. Doktori értekezés. *ELTE Meteorológia Tanszék*, Budapest
- Csomor, M. 1975: Útmutatás a zúzmara megfigyelésére és mérésére. *Kézirat. Országos Meteorológiai Szolgálat*
- Csomor, M. 1975: A zúzmara megfigyelése. *Légekör* 20(3), 70-71
- Csomor, M., 1979: A hazai zúzmaramérések eredményei. *Légekör* 24(4), 10-14
- Csomor, M., 1980: Összehasonlító zúzmaramérések eredményei. *Légekör* 25(4) 9-13
- Hajósy, F., 1965: A zúzmarról. *Légekör* 10(4) 89-91
- Mészáros, E., 2008: Légekör megismerésének története. *MTA Történettudományi Intézet*
- Mika, J., Szentimrey, T., Csomor, M., Kövér, Zs., Nemes, Cs. és Domonkos P., 1995: Correlation of ice load with large-scale and local meteorological conditions in Hungary. *Atmospheric Research* 36, 261-276.
- Molnár, L., 2004: A zúzmaraképződés mechanizmusa és bemutatása egy esettanulmányon keresztül. *Légekör* 49(2), 23-24.
- Pödör, J., 1959: Harmatmérés Lambrecht-féle harmatmérleggel. *Légekör* 4(5), 5-6,
- Réthly, A., 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig. *Országos Meteorológiai Szolgálat*
- Réthly, A., 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1801-től 1900-ig. *Országos Meteorológiai Szolgálat*