

dasági tényezővé emelkedésüknél fogva kiválóan érdemesek mindnyájunk figyelmére, érdeklődésére; és így megérthetjük azt is, hogy hazánk erdőségeiben rejlő kincseinek megtartása nem-

csak az erdőgazdasággal hivatásból foglalkozó erdésznek, de mindnyájunknak is kötelességünk, mert az erdő hazánk közvagyonosodásának egyik felette fontos része.

Közli: D. S.

## XVII. A HŐFOK SÜLYEDÉSE A TAVASZI ÉJJELEKEN.

Az éjjeli hőviszonyok egyik évszakban sem költik fel annyira érdeklődésünket, mint tavasszal. Nem sokat törődünk vele, vajjon kisebb vagy nagyobb lesz-e a hőmérséklet foka téli éjszakákon; nem tartunk tőle, hogy nyáron a levegő a fagyó pontig hűl le éjjel; ősszel meg dérré, fagyra úgy is számítunk; csupán a tavasz az, mikor sokszor aggódva tekintünk az éj elé.

A Nap az egyenlítőn áthaladván, az intenzívebb sugárzás következtében lassan fölszakadozik a lent járó felhőlepel, s feltűnik a tavasz első jelensége, az itt-ott mutatkozó tornyos felhőnek kisebb-szerű alakja. A levegő egyre melegszik, kiváltképen márczius végén s április elején. Nincs is az évnék olyan szaka, midőn a hőfok két egymásra következő hónap között annyira emelkednék, mint márczius és április között. A hőfokozódás e két hónap között 10 évi átlag szerint Budapesten 6·2, Pannonhalmán 5·8 fokot tesz. A föld kérge csakhamar fölenged, s a növényzet új életre ébred.

De bár a nappalok melege egyre nő, az éjjelek hőfoka vajmi lassan emelkedik. Alig száll le a Nap a látó határon s némiképen újra visszatérnek a téli hőviszonyok. A hűvös éjszakákat, a föld éjjeli kihülését nemcsak a besugárzás hiánya, hanem főképen az okozza, hogy a nappal kapott hőt éjjel kisugározza a a föld felszíne. S épen ez az éjjeli hő-kisugárzás egyik kellemetlen oldala a tavasznak. Sokszor együtt jár vele a dér és fagy; márcziusban igen gyakran, de olykor-olykor áprilisban és májusban is. E két hónap lefolyása alatt az Alföldön sokszor kell este aggódnunk, vajjon az éj folytán nem fog-e a hőfok egészen a

fagyó pontig, s talán még lejobb is sülyedni.

Az éjjeli legkisebb hőfok meghatározására három módot ajánlanak. Legyen szabad azokat röviden ismertetni és észleleteim alapján megmutatni, mekkora valószínűséggel következtethetünk a levegőnek áprilisi és májusi éjszakákon történő kihülésére s a föld hőkisugárzására.

Nem lesz talán fölösleges a hőfok napi, 24 óra alatti rendes változásáról egyet s mászt előre bocsátani. A levegőnek hőfoka legkisebb reggel, legnagyobb déltájon; tengeren a minimum a Nap kelte előtt 1—2 órával hamarabb, szárazföldön a Nap kelte körül, kevéssel előbb vagy utóbb szokott beállani; a maximum az oczeánon 12—1 óra között, a kontinensek belsejében 2—3 óra tájban mutatkozik. A két szélsőség között fekszik a közepes hőfok, mely tengeren 8, szárazon 9 órakor reggel, este pedig Nap lementé körül szokott jelentkezni.\* A hőmérsékletnek 24 óra alatti ingadozása az oczeánon csak 1—2 fokot tesz, ellenben a kontinenseken annál nagyobb, minél távolabb megyünk a tenger partjaitól. A maximális és minimális hőfok közötti rendes ingadozás például Lesina szigeten 4·9, Tifliszben 10·3, az Aral-tó melletti pusztákon 16·4 fokot tesz. A Murzuk és Kuka közötti sivatagon nyáron 19—22 foknyira is felrűg a hőmérséklet napi ingadozása. Livingstone júniusban Afrika belsejében 26·6 fok különbséget is tapasztalt a Nap felkelte

\* Dr. Sprung, Lehrbuch der Meteorologie. 324. s. köv. l.

és a dél közötti hőmérsékletben. Sőt az olyan esetek sem ritkák, hogy sivatagokon reggeltől délig 30—40 fokkal melegszik föl a levegő. Rohlf's Tripolisztól délre, 1878. decz. 25-ikén reggel a fagyó pont alatt  $\frac{1}{2}$  fokot, délután 37 $\frac{1}{2}$  fokot a fagyó pont fölött olvasott le hőmérőjén. Dr. Perrier 1840. május 25-ikén az algiri Szaharában sátora mellett reggel deret vett észre, délután 2 óraker pedig a hőmérséklet 31 $\frac{1}{2}$  fokra emelkedett. Mitchell Északnyugati Ausztráliában egy júniusi napon Nap keltekor a fagyó pont alatt 11 $\frac{1}{6}$ , délután 4 óraker a fagyó pont fölött 19 $\frac{1}{4}$  fokot észlelt\*.

Az éjjeli legkisebb hőfok meghatározásának első módja a hőmérsékletnek rendszeres napi változásán s azon föltevésen alapszik, hogy a hőcsökkenés egy bizonyos esti óráig süljed. E módot Kammermann, genfi csillagvizsgálói aszisztens ajánlotta a múlt évben. A sok évre terjedő genfi észleleteket átvizsgálván, azon eredményre jutott, hogy a változás esti 10 órától az éji minimális hőfokig az eseteknek két harmadában egyezett a maximum és az esti 10 óra közötti változással\*\*.

Második módja az esti harmatponton alapúl. Régóta tapasztalják, hogy tavaszi dér és fagy leginkább akkor szokott mutatkozni, midőn tiszta, derült éjszakákon a levegő a talajnak hőkisugárzása miatt tetemesen meghűvösödik s a kihűlt légrétegek helyébe melegebbeket légáramlat máshonnan nem hoz. A tapasztalás tanúsítja továbbá, hogy a harmatpont beálltával a pára vízzé sűrűdvén, a lappangó hőszabaddá válik, s gátolja a levegőnek további nagyobb lehűlését. Ha tehát a Nap lementé körül meghatározzuk a harmatpontot s okunk van feltételezni, hogy a páratartalom az éj alatt sem fog lényegesen megváltozni, úgy az esti harmatpont hőfoka jelzi azon pontot, a

\* Dr. Hann, Handbuch der Klimatologie. 94. s. köv. 1.

\*\* Meteorologische Zeitschrift. 1886. évf. 125. l.

meddig az éjjeli hőmérséklet valószínűleg süljedni fog. Midőn a harmatpont hőfoka este a fagyó pont alatt van, dérré számíthatunk. Így például 1885. április 4-ikén este 9 óraker a pszichrométer száraz hőmérője 10 $\frac{1}{2}$  s a nedves 5 $\frac{1}{7}$  fokon állott nálunk, a levegőnek páratartalma 4 $\frac{1}{2}$  mm.-t, a viszonylagos nedvesség 45%-ot tett; mivel a páratartalom, ha a harmatpont a zérusponttal összeesik, 4 $\frac{1}{6}$  mm.-nek felel meg, azért ez esetben a harmatpont hőmérsékletét a fagyó pont alatt 1 $\frac{1}{2}$  foknál találjuk, e szerint a levegőnek éjjeli hőfoka is valószínűleg a fagyó pont alá fog süljedni. S a minimum-thermometer 5-ikén reggel csakugyan — 1 $\frac{1}{3}$  fokot mutatott. Minél nagyobb a különbség a száraz és nedves hőmérő között s így minél szárazabb a levegő, az éjjeli hőmérséklet annál könnyebben süljedhet a 0 fokú harmatpont alá.

Harmadik módja, melyet szintén talval Kammermann ajánlott, a pszichrométer nedves hőmérője hőfokának a megfigyelésén alapszik. A genfi észleletek ugyanis azt a tanulságot szolgáltaták, hogy a nedves thermometernek a hőfoka és az éjjeli minimális hőfok között csaknem egész éven át állandó különbség van. Míg ugyanis a száraz thermometeren délután 1 óraker jegyzett átlagos hőfok és az éji legkisebb hőfok között oly különbség van, mely az év 12 hónapjában 9 $\frac{1}{4}$ —4 $\frac{1}{3}$  fok között ingadozott, addig ezen ingadozás a nedves thermometer foka és az éji legkisebb hőfok között csak 4 $\frac{1}{3}$ —3 $\frac{1}{1}$  fokot tett. A nedves hőmérő az éji minimális hőmérséklet meghatározására annál biztosabb tájékoztatást nyújt, minél később tesszük meg a megfigyelést délután, az éj beköszöntése előtt\*.

A meteorológiai műszerek között talán egy sincs, melyre a környezet oly észrevehető hatást s oly bonyolult befolyást gyakorolna, mint épen a hőmérőre. Kérdés tehát, vajjon azon kedvező

\* Meteorologische Zeitschrift 1886. évf. 126. l.

eredmény, melyet K a m m e r m a n n kapott, nem a genfi helyi viszonyokban találja-e okát és magyarázatát; kérdés, vajjon az ő javasolt módja az éji legkisebb hőfok meghatározására másutt is czélhoz vezet-e.

Hogy erről meggyőződjem, mind a három mód szerint feldolgoztam észleleteimet, melyeket az 1884. és 1885-ik évi két tavaszi hónapban, áprilisban és májusban följegyeztem. Mielőtt azonban az eredményt bemutatnám, a helyi viszonyok kellő méltatása végett legyen szabad a vidék topografiai viszonyait s a műszerek elhelyezését ismertetnem.

Kún-Szent-Márton az Egyesült Köörös mellett, a bal parton fekszik. A vidék sík alföld. A város talaja a tenger fölött 87 méterig emelkedik. Észak-nyugati és déli részén az erdőnek nevezett fásportok vannak. A pszichrométer-állvány mintegy 150 lépésre van a folyótól elég tágas kertben felállítva. Az állvány 4 oszlopa 1 méterig szabad, azután 1 méterig minden oldalról fehérre festett faredőnyökkel bír; belső átmetszete 1 négyszög méter; tetején a deszkák között hézagok vannak a fölmelegedett levegőnek könnyebb eláramlása végett. A pszichrométer a rácsos résznek a közepén, bádoghengerben függ. Közvetlenül előtte, a pszichrométerrel egyenlő magasságban (1.6 méter) van a minimális hőmérő. A Nap sugarai márczius közepeától a megfelelő őszi napig reggel 7 órakor érik az állványt s egész nap sütik, kivéve 2—3 órát nyugta előtt, midőn a 10 méter magas ház árnyéka terül el fölötte, melynek délkeletre néző oldala 17, északkeletre néző fala 13 méternyire van tőle. A pszichrométer-állványtól 2 méternyire van elhelyezve, a talajtól számítva 10 centiméternyi magasságban, pázsit fölött, az éji hősugárzás meghatározására szolgáló minimális hőmérő, és pedig a kert alacsony fala felé. A ház körül minden oldalon utcák és szabad tér van.

Lássuk már most, milyen eredményt kapunk, ha az első mód szerint következtetnénk az éji legkisebb hőfokra. Az

1884-ik évi április hűvösebb volt mint az 1885-iki; ellenben az 1884-iki május nagyobb hőfokkal bírt, mint az 1885-ik évi. A hősülyedés délután 2 és esti 9 óra között volt:

az 1884. évi áprilisban	4.7 fokot;
az 1885. » »	7.9 »
az 1884. » májusban	7.2 »
az 1885. » »	6.3 »

Esti 9 órától az éjjeli legkisebb hőfokig pedig sülyedt a hőmérséklet:

az 1884. évi áprilisban	3.7 fokkal;
az 1885. » »	5.4 »
az 1884. » májusban	5.0 »
az 1885. » »	4.9 »

E szerint a két rendű sülyedés között a viszony:

az 1884. évi áprilisban	1.3,
az 1885. » »	1.5,
az 1884. » májusban	1.4,
az 1885. » »	1.3.

A havi átlagok tehát nagyon kielégítő eredményt adnak, a mennyiben tanúsítják, hogy a hőfok mind a négy hónapban csaknem egyenlő arányban sülyedt délután 2 és esti 9 óra között, meg azután esti 9-től az éjjeli minimum jelentkezéséig. Csaknem félszerre jobban sülyedt a hőmérséklet 2-től 9-ig, mint 9-től az éji minimumig; a viszony ez 1.4 : 1.0-hez.

Ha már most a részletekre áttérünk s keressük, vajjon a négy hónap alatt csakugyan nagyobb volt-e a délutáni (2—9 óra), mint az éjjeli hőcsökkenés, akkor az esetek 78%-a kedvező, 22%-a pedig kedvezőtlen eredményt mutat. Az utóbbi esetek, midőn az éji hősülyedés nagyobb volt a délutáninál, azokban a hónapokban mutatkoztak gyakrabban, melyek esősek voltak. 1884. áprilisban 147, 1885. májusban 70 milliméter volt az eső mennyisége; és az előbbi hónapban 12, az utóbbiban 7 ilyen kedvezőtlen, a rendes viszonyoktól eltérő eset fordult elő, holott a 16—18 mm.-rel bíró 1884. május és 1885. április havában mindössze 7 eltérő eset volt. Ha nappal esik az eső s éjjel kissé kiderül, okvetlenül nagyobb mértékben

fog süllyedni a hőfok éjjel, mint a délutáni órákban. Már pedig az egyik főbb jellemvonása a tavaszi hónapoknak, hogy nagy hajlammal bírnak éjjeli derülésre.

Az éjjeli és délutáni hőcsökkenés között a viszony úgy áll, mint 10 : 14-hez. Ezen viszonyban természetesen kisebb-nagyobb eltérés mutatkozik, ha azt a 122 esetnek mindgyikénél kiszámítjuk. E viszony az eseteknek 57%-ánál úgy állott, mint 10 : 10—20-hoz; 20%-ánál a viszony ennél nagyobb (10 : > 20-hoz) s 22%-ánál ennél kisebb (10 : < 1-hez) volt.

Ha az 1-ső mód alapján következtettünk volna az éjjeli legkisebb hőfokra, s a délutáni 2 és 9 óra közötti rendszer hőváltozáson kívül még az eső viszonyait is tekintetbe vesszük vala, az eltalált esetek elég szép számra rugnának.

Hogy a 2-ik mód szerint vizsgálhasam az észleleteket, meghatároztam este 9 órakor a harmatpontot s aztán összehasonlíttam vele a legkisebb éjjeli hőfokot. Az eredmény a következő:

Az éjjeli minimum kisebb volt mint az esti harmatpont:

az 1884. évi áprilisban 1·6 fokkal,

az 1885. » májusban 1·4 »

az 1884. » májusban 0·3 »

Az 1885-ik áprilisban pedig az éjjeli minimum 1·5 fokkal nagyobbak bizonyul, mint az éjtel megelőző estének a harmatpontja. Az 1885-ik évi április abban tér el a többi három hónaptól, hogy akkor a levegőnek viszonylagos nedvessége legkisebb volt.

Az imént feltüntetett átlagos havi értékekhez viszonyítottam azután minden differenciát, mely az esti harmatpont és az éjjeli legkisebb hőfok között mutatkozott s ezen számokból jelekre való tekintet nélkül közepes értéket számítottam. A differenciák közepes eltérése tett:

az 1884. évi áprilisban  $\pm 1\cdot12$  fokot,

az 1885. » »  $\pm 1\cdot95$  »

az 1884. » májusban  $\pm 1\cdot48$  »

az 1885. » »  $\pm 1\cdot46$  »

A közepes eltérés mekkorasága ar-

ról világosít fel bennünket, hogy az egyes különbségek az esti harmatpont és az éjjeli minimális hőfok között melyik hónapban voltak nagyobb, s melyekben kisebb változékonyságnak alávetve. Minél nagyobb ugyanis a közepes eltérés, annál változékonnyabbak az egyes különbségek. Így volt az az 1885-ik évi áprilisban, mikor volt eset rá, hogy az éjjeli legkisebb hőmérséklet 7·6 fokkal is nagyobb volt, mint az esti harmatpont; de viszont arra is volt eset, hogy 4·2 fokkal mélyebbre süllyedt a megelőző estének a harmatpontjánál. Az 1884-ik évi áprilisban pedig a legnagyobb különbség az volt, hogy egy ízben az éjjeli minimum 4·2 fokkal kisebb, s legfőlebb 0·6 fokkal volt nagyobb, mint az esti harmatpont.

Az abszolút ingadozás mekkorasága 12·6 fokot tesz, a mennyiben a négy hónap alatt az éjjeli minimum 7·6 fokkal magasabb és 5·0 fokkal kisebb volt, mint az esti harmatpont. A többi 120 érték ezen 2 szélsőség között ingadozott; és pedig 0—2 fokkal kisebb vagy nagyobb volt az éjjeli minimális hőmérséklet, mint az esti harmatpont

az 1884. évi áprilisban 20 napon,

az 1885. » » 15 »

az 1885. » májusban 22 »

az 1885. » » 19 » ;

azaz az esetek 62%-ában a különbség az esti harmatpont és az éjjeli minimum között 4 fok határán belül mozgott, 38%-ában pedig a 4 fokot meghaladta.

Annak kiderítése végett, vajjon mennyire bizonyul használhatónak az éjjeli legkisebb hőfok meghatározásának azon módja, mely a nedves hőmérő megfigyelésén alapul, mind a délután 2, mind az este 9 órakor jegyzett észleleteimet dolgoztam fel. Eredményül azt kaptam, hogy a minimális éjjeli hőfok kisebb volt, mint a nedves thermométer

2 órai  
állása

9 órai  
állása

az 1884. áprilisban 5·6, 2·7 fokkal,

az 1885. » » 6·0, 2·3 »

az 1884. májusban 5·7, 2·4 »

az 1885. » » 5·8, 2·8 »

Amint látjuk, mind a négy hónap csaknem teljesen egyenlő értéket mutat, akár délután 2 órakor, akár este 9 órakor viszonyítsuk is a nedves thermometer hőfokát az éjjeli minimális hőfokhoz. Az ingadozás a 8 érték között  $\frac{1}{2}$  fok határán belül van, ami már első tekintetre is a módszer jóságát mellett bizonyít.

Miként a harmatpont módszerénél, itt is kiszámítottam az egyes különbségek változékonyságának, a közepes eltérésnek a mekkoraságát, s azt az eredményt kaptam, hogy az éji minimális hőfoknak a közepes eltérése

a délutáni	az esti
2 órai	9 órai
hőfoktól	

az 1884. ápr.-ban	$\pm 1.96$ ,	$\pm 0.96$	fokot,
az 1885. »	$\pm 1.96$ ,	$\pm 0.09$	»
az 1884. máj.-ban	$\pm 1.61$ ,	$\pm 1.07$	»
az 1885. »	$\pm 1.62$ ,	$\pm 0.95$	»

tesz. A harmatpont módszerénél a közepes eltérés négy havi átlaga 1.50 fokot tesz, itt pedig a 2 órai észleleteknél 1.79, a 9 óraiaknál 1.02 fokot. E számok határozottan arra vallanak, hogy az éjjeli minimális hőfok valószínű meghatározására legjobbak azon adatok, melyeket a nedves thermometernek esti megfigyelése szolgáltat. A délután 2 órai megfigyelés e célra kevésbé alkalmas; nemcsak azért, hogy itt a négy hónapnak közepes eltérése nagyobb, hanem azért is, mert a közepes eltérés  $\frac{3}{10}$  fok között változik; holott az esti eltérés kisebb is, meg ingadozása is csak  $\frac{1}{10}$  fok ( $1.09 - 0.95 = 0.14$ ) között változik.

Az abszolút ingadozás délutáni 2 órai és éji minimális hőfok között 8.8 fokot tesz, s a mennyiben a legnagyobb eltérés 10.3, s a legkisebb 1.5 foknak felel meg. — A nedves thermometernek esti 9 órai hőmérséklete s az éjjeli legkisebb hőfok között az abszolút ingadozás 8.5 fokot tesz; ugyanis egy-egy ízben 6.6 fokkal kisebb és 1.9 fokkal nagyobb volt az éji minimális thermometernek az állása, mint a nedvesé esti 9 órakor. A 122 eset között mindössze 1 fordul elő, mi-

dőn az éji minimum 1.9 fokkal volt nagyobb a nedves thermometer esti 9 órai állásánál; különben pedig mindig mélyebbre süllyedt az. Ha tehát ezt az egy esetet számon kívül hagyjuk, az abszolút ingadozás csak 6.6 fokot tesz; tehát jóval kisebb mértéket ölt, mint a 2 órai észleleteknél.

A négy hónapnak 122 napján végig tekintvén, észreveszszük, hogy azon különbségek, melyek a nedves thermometer és az éji minimum között mutatkoznak, változókéonyabbak a délutáni 2 órai, mint az esti 9 órai összehasonlításnál. Ha csupán csak azokat az eseteket vesszük számba, melyek a havi átlagtól 1 fokkal fölfelé vagy 1 fokkal lefelé térnek el, vagyis 2 fok határán belül ingadoznak, úgy a délutáni 2 órai összehasonlításnál 42 ilyen napot találunk (34%), az esti 9 órainál pedig 72-t (60%). S ez megint arra mutat, hogy a nedves thermometer állásából sokkal nagyobb valószínűséggel következtethetünk az éji legkisebb hőfokra este felé, mint a korai délutáni órákban.

Eddigi fejtegetéseink a levegő azon rétegére vonatkoztak, mely szabadban ugyan, de mégis tető alatt terül el s mintegy másfél méternyire van a föld fölött. De mennyire hül meg a levegő a föld színén, mennyire hűlnek meg a növények, melyek fölött nincsen ernyő? Tavasz éjjeleken épen ezek a hőviszonyok érdekelnek leginkább. Hogy lent a föld színén sokkal hűvösebb lehet éjjel, mint bizonyos magasságban fölötte, arról van alkalmunk meggyőződnünk tavaszi estéken. Ha ilyenkor kint füves talajon járunk s szép derült az ég, észreveszszük, hogy mihelyt a Nap leszáll, lábunk jobban kezd fájni, mint fejünk. Kezdődik az éji kökisugárzás; a föld színe a világűrbe lövelli a nappal kapott hőt, a sötét hősugarakat.

Az éjjeli kökisugárzás meghatározására igen érzékeny minimális hőmérő szolgál. Azon különbség, mely a tető alatt levő s 1—2 méter magasságban elhelyezett minimális hőmérő és a szabad ég alatt a föld színén fekvő mi-

nimális hőmérő között mutatkozik, adja a sugárzás mekkoraságát. Gyakorta halljuk s magunk is mondogatjuk tavaszi esteiken, hogy, ha kiderül az ég, éjjel fagy lesz. Úgy tartjuk, s tapasztaljuk is, hogy ha éjjel erősebb szél fú, harmat, dér alig szokott lenni. Midőn »a májushavi meteorológiai viszonyok« összeállításával foglalkoztam s az elemek miképeni alakulását feltüntettem, mikor az észlelők deret észleltek, az íveken semmi adatot sem találtam arra nézve, mennyire súlyedt ugyanakkor a föld felületén a hőfok. Megfigyeléseim e hézagot némileg pótolják.

Vizsgáljuk tehát az éjjeli hősugárzást az áprilisi és májusi adatok alapján előbb általánosságban, s aztán tekintsük meg részletesen, vajjon mekkora értéket ért el az a meteorológiai elemeknek különféle alakulásaihoz képest.

Az eredmény, melyet a négy hónap szolgáltat, a következő:

Az éji hőkisugárzás havi átlaga	
az 1884. évi áprilisban	1'76,
az 1885. » »	3'52,
az 1884. évi májusban	3'52,
az 1885. » »	2'80 fokot

tett. A hónapok általános jellemzésére a következőket említtem. Az 1884-ik évi április esős hónap volt; 19 napon a lehullott víz mennyisége 147 mm.-t tett; az esték és reggelek felhőzete 61 századrészig borította egyre-másra az eget; a levegő nagy fokú nedvességgel bírt, úgy hogy a viszonylagos nedvesség 90%-ot tett. Az éji hőkisugárzás ezen viszonyok között legcsekélyebb volt s 1'76 foknak felelt meg. Az 1885-ik évi májusban 16 esős nap fordult elő, melyeken 70 milliméter csapadék esett; az esti és reggeli borulat átlagosan 50 századrészt tett, s az esti és reggeli viszonylagos nedvesség 82%-kal volt egyenlő. Ezen viszonyokhoz képest már nagyobb mértékű a kisugárzás. Legnagyobb értékét az 1885-ik évi áprilisban és az 1884-ik évi májusban érte el, mikor 3'5 fokot tett. Ámde e két utóbbi hónapban a meteorológiai viszonyok is egészen

másképen alakultak, mint a két előbbiben. Az 1885. évi áprilisban az esti és reggeli borulat átlagosan 42, az 1884-ik évi májusban meg épen csak 22 századrészszel ért föl; az előbbiben 18 milliméter csapadék 6 napon, az utóbbiban 16 mm. esett 4 napon; ott az esti és reggeli viszonylagos nedvesség 69, itt 76%-ot tett. Ezen általános adatokból tehát az derül ki, hogy az éji hősugárzás a borulattal, a viszonylagos nedvességgel és a hónap csapadékos jellemével fordított viszonyban van; minél kisebb a borulat, minél szárazabb a levegő s minél kevésbé van a talaj esővel áztatva: annál nagyobb az éji hősugárzás.

Tyndall többrendű kísérleteinél tapasztalván, hogy a hősugárzás nagyobb mértékű hűvösebb, mint melegebb időben, tehát akkor, mikor kisebb volt a levegő abszolút páratartalma, azon következtetést vonta, hogy a földnek kisugárzás folytán történő hővesztése nagyobb, mikor a levegőben kevesebb a vízgőz, a pára, mint mikor több van benne. A nagyobb mennyiségű vízgőznek nagyobb hőelnyelő képessége tehát szerinte csökkentené a hőkisugárzást. Így például egy decemberi napon, midőn a föld 1 angol lábnyira hóval volt borítva, a levegő hőmérséklete 7 följegyzés átlaga szerint — 2'5, a hősugárzás pedig 8'7 fokot tett; ellenben egy jauváriusi napon 16 észleletből a levegő hőmérsékletét 2'9, s a kisugárzást csak 3'9 foknyinak találta\*.

Woeikoff a hórétgen mutatózó nagyobb fokú hősugárzásnak okát abban találja, hogy a hónap a földnél nagyobb kisugárzó képessége van, s a mellet rossz hővezető, s így nem egykönnyen engedi, hogy a földből jövő meleg a hórétgen keresztül hatást gyakoroljon a hó fölött fekvő hőmérőre. Azt ő is megengedi, hogy a levegő párája befolyással van a hőkisugárzásra, de nem az abszolút páratartalom, hanem a viszony-

\* Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie 1883. évf. 274. l.

lagos nedvesség, a levegőnek azon állapota, midőn t. i. a pára apró cseppekké kezd sűrűdni, melyeken áthatol ugyan a világosság, de nem a sötét hősugarak. Ellenben a párák gáz állapota, az abszolút páratartalom, nem bírhat ilyen hőelnyelő képességgel. Bizonyos ugyanis az, úgymond W o e i k o f f, hogy a levegő éjjeli meghűvösödését a föld hőki-sugárzása okozza s így T y n d a l l szerint az éji hűvösödésnek nagyobbak kellene lenni hideg és párákban szegény, mint meleg és párákban gazdag hónapok alatt, tiszta ég mellett és csendes időben; már pedig, mint erre W o e i k o f f példát is hoz fel a Szahara sivatagból, a forró vidékeken tett észleletek épen az ellenkezőt bizonyítják\*.

T y n d a l l után indúlt J a m i n, midőn a tavaszi hőcsökkenések okát a levegőnek abszolút páratartalmában vélte megtalálni, azt állítván, hogy tavaszi éjjeleken azért nagy a hősugárzás, mert a pára a levegőnek felsőbb rétegeiben sokkal gyorsabban fogy akkor mint nyáron.

Tudjuk, hogy az abszolút páratartalom a hőfok növekedéséhez képest növekszik s így télen kisebbedik, nyáron nagyobbodik. Tavasszal a levegő hőfoka alsóbb rétegekben kisebb, mint nyáron s így egy bizonyos magasságban is kisebbnek kell annak lenni tavasszal, mint nyáron, következésképpen az abszolút páratartalom is kisebb lesz abban a magasságban tavasszal, mint nyáron. Ezek a normális viszonyok. Magyarországon, az Alföldön az áprilisi közepes hőmérséklet 11—12 fokra rúg, s a levegő abszolút páratartalma 6—7 milliméterre; júl.-ban a hőmérséklet 22—23 fokot, s az abszolút páratartalom 12—13 millimétert tesz. Ha ezen adatokból kiindulunk, számítások alapján azon eredményt kapjuk, hogy 2000 méter magasságban a levegő hőfoka áprilisban mintegy 0—1, júliusban pedig 10—11 foknak felel meg, s hogy ott a páratartalom

áprilisban csak 3—3,5, júliusban pedig 6—6,5 millimétert tesz.\*

Annak felvilágosítása végett, vajjon az éji hősugárzás az abszolút vagy pedig a viszonylagos nedvességhez képest változik-e, hadd álljanak itt a következő számok. Nálunk az 1883. deczembertől 1885. novemberig terjedő két év alatt volt:

	Az abszolút páratartalom	Az éji hősugárzás	A viszonylagos nedvesség
Télien	4.1 mm.	1.8 C°	86 %
Tavaszszal	7.4 »	2.5 »	71 »
Nyáron	12.2 »	4.4 »	67 »
Őszszel	8.0 »	2.6 »	82 »

Íme az éji sugárzásban épen nyáron mutatkozik legmagasabb érték, mikor szárazabb a levegő s viszonylagos nedvessége legkisebb, ellenben abszolút páratartalma legnagyobb.

De térjünk át a részletekre. Lássuk, miképen hatottak a meteorológiai elemek a számításba vett 4 hónap alatt az éjjeli hősugárzásra. A kutatást a felhőzetre, viszonylagos nedvességre s a szélviszonyokra fogom kiterjeszteni. Hogy e tényezők miképen alakultak éjjel, mikor a sugárzás történt, azt ugyan biztosan nem tudjuk, de hozzávetőleg mégis szereshetünk némi útbaigazítást, ha feltételezzük, hogy az esti és reggeli állapothoz képest bizonyos közepes állapot uralkodott az éj lefolyása alatt. Itt nem tehetünk egyebet, minthogy az esti és reggeli állapottal hasonlítjuk össze az éji hősugárzást.

*A felhőzet.* A felhőzetre vonatkozólag 5 csoportba írtam a hősugárzás fokaikat egyenként s aztán kiszámítottam a közepes értéket. Külön-külön írtam a hőfokokat, mikor mind esti 9, mind reggel 7 órakor vagy egészen tiszta, vagy egészen borult volt az ég s így a felhőzet 0 vagy 10-zel volt egyenlő. A felhőzeti viszonyokhoz képest a hősugárzás foka a 4 hónap alatt a következő:

\* Ez adatokat H a n n-nak az Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie 1874. évf. 198. l. és 1884. évf. 228. lapján levő képlete és táblái szerint számítottam.

\* Oesterr. Zeitschrift für Meteorologie, 1885. évf. 274. l.

	Este és reggel külön-külön	Este vagy reggel	Este és reggel összesen	Este és reggel összesen	Este és reggel külön-külön
Felhőzet	0	0	1—10	11—20	10
Hősugárzás	4·16	3·25	3·23	2·60	1·09

Az éji hőkisugárzás e szerint a borulat fokával fordított viszonyban van; minél kisebb a borulat, annál nagyobb a hőszugárzás, úgy, hogy egészen derült ég alatt maximumát éri el. A második és harmadik csoport alatti számok tanúsítják, hogy a hőszugárzás akkor is nagy mértéket ölt, ha legalább egyik észlelet alkalmával egészen, vagy csaknem egészen tiszta volt az ég. Ha tehát feltételezzük, hogy az esti és reggeli viszonyokhoz megfelelőleg alakultak az éjjeli viszonyok is, úgy kimondhatjuk, hogy a földnek tiszta áprilisi és májusi éjjeleken mintegy 4, félig borultakon 3, egészen borultakon 1 fokkal kisebb hőmérsék-

lete van, mint azon légrétegnek, mely  $1\frac{1}{2}$  méter magasságban a szabadban ugyan, de mégis tető alatt terül el.

*A viszonylagos nedvesség.* Azon befolyás kiderítésére, melyet az éji hőszugárzásra a viszonylagos nedvesség gyakorol, 6 osztályba csoportosítottam a hőfokokat. A levegőnek azon állapotát, midőn uralkodó hőfokához képest vízpárával egészen el van telve, 100%-kal jelöljük. Minél szárazabb a levegő, annál kisebb a nedvességet kifejező szám. A éji sugárzás 4 hónapunk alatt a viszonylagos nedvességhez viszonyítva a következő:

	Este kisebb mint	Este és reggel összesen	Este és reggel összesen	Este és reggel összesen	Este és reggel összesen	Este és reggel összesen
Viszonylagos nedvesség 50%		101—120%	121—140%	141—160%	161—180%	181—200%
Hősugárzás	5·14	4·26	4·45	3·15	2·41	1·64

Az első osztályban csak 5, s a másodikban 8 eset szerepel; a többi osztályokra több eset jut. Azért nincs meg a rendes hőcsökkenés a második és harmadik osztály között. Különben pedig fenti számainkból azon következtetést vonhatjuk, hogy a hőszugárzás mintegy 4-szerte kisebb, ha az este és reggeli viszonylagos nedvesség átlaga 90, mint mikor este legfőleg 50%-ot tesz. Az éjjeli hőszugárzás tehát annál nagyobb, minél szárazabb a levegő, úgy, hogy a föld felszínén 5 fokkal is alacsonyabb lehet a hőmérséklet, mint a milyennel a levegő  $1\frac{1}{2}$  méternyire fölötte, tető alatt bír.

Meg kell itt jegyezmem, hogy a viszonylagos nedvességet feltűntető számoknak csak relatív értékek van, mivel a pszichrométer-táblázatok azon feltevésen alapulnak, hogy az észlelet alkalmával gyöngé szél van. Szélcsendes időben e táblázatokból rendesen nagyobb nedvességet tulajdonítunk a levegőnek, mint a milyennel az valóban bír. Midőn e sorokat írtam, szobámban egy parittyapszichrométert figyeltem meg. A száraz

hőmérő 19·2, a nedves 13·5 fokon állott s így a viszonylagos nedvesség 49% lett volna; néhányszor parittyázva körben forgattam a műszert, s a száraz termométer 19·0, a nedves 12·9 fokot mutatott s így a viszonylagos nedvesség 49-ről 45%-ra szállott le; pedig bizonyos, hogy e két perc alatt ilyen változás szobám levegőjében nem történhetett.

*A szélviszonyok.* A szelet kettős szempontból vizsgáltam: erejére és irányára nézve. Hogy kiderüljön, vajjon mekkora hatást gyakorol az éji hőszugárzásra a szél ereje, a hőfokokat 5 csoportba jegyeztem. A szélcsendet 0, a legnagyobb orkánt 10-zel jelölöm az észlelők. Négy hónapunk alatt a szél erejének megfelelőleg az éji hőszugárzás foka a következő volt:

	Szélerő esti és reggeli összeg szerint	0	1—2	3—4	5—7	8—10
Hősugárzás	3·59	3·25	2·48	2·45	1·83	

Az utolsó osztályban mindössze három eset fordul elő, azért erre valami nagy súlyt nem is fektethetünk. A számokból következik, hogy az éji hőszugárzás annál kisebb, minél élénkebb a



légáramlat s minél gyorsabban változnak a kihűlt légrétegek kevésbé kihültekkel. Ha az esti és reggeli viszonyokból szabad következtetni az éjjeli viszonyokra, úgy kimondhatjuk, hogy szélcsendes és igen gyöngye légáramlatú áprilisi és májusi éjszakákon a föld színén mintegy 4 fokkal hűvösebb a levegő, mint 1 1/2 méter magasságban, tető alatt.

Szél ... ..	északi	északkeleti	keleti	délkeleti	déli	délnyugati	nyugati	északnyugati
Hősugárzás	2'37	2'30	2'11	2'59	3'17	3'13	2'60	2'82

Eredményül azt kell konstatálnunk, hogy a szél iránya feltűnőbb hatást az éji hősugárzás mekkoraságára nem gyakorol; ha csak a déli iránynak nem akarnánk mégis csekély hatást tulajdonítani, mert a délnyugatinál mindössze 3 eset szerepel.

Ha végre azon eseteket vesszük tekintetbe, midőn egyik észlelet alkalmával (este vagy reggel) szélcsend, a másiknak följegyzése idején pedig bárhózzán fűvő szél volt: akkor az éji hősugárzást 3'67 fokúnak találjuk; midőn pedig este is, reggel is szél fűvott, a sugárzás 2'52 fokot tett. A szél tehát legalább is 1 fokkal csökkenti az éji hőkisugárzást.

Lássunk végre két esetet, midőn az éji hősugárzás feltűnően magas fokra emelkedett. Az 1884-ik évi május 27—31-ik napjain a hősugárzás átlaga 5'6 és az 1885-ik évi április 21—30-án ugyancsak 5'6 fokot tett. Az előbbi hónapnak említett 5 napján a felhőzet este 14, reggel 16 századrészt, a viszonylagos nedvesség este 64, reggel 68%-ot tett s többnyire szélcsend vagy alig érezhető szélfuvalom volt és eső egyáltalában nem volt; az utóbbi hónapnak 10 napja alatt a borulat este 28, reggel 20 századrész volt, a nedvesség este 58, reggel 67%, szélcsend és 1—2 fokú szél. A 29.—30. közti éjjelen kevés eső volt s az éji sugárzás legottan 6'3 fokról 4'3 fokra szállott alá. E tények is igazolják fenti állításunkat, melyeket, észleleteinkre támaszkodva, kimondottunk.

Az éji hőkisugárzás abszolút legnagyobb értéke az 1885-ik évi áprilishoz 27.—28. közötti éjjelére esik és 6'9

Az eseteket a szél iránya szerint is csoportosítottam, még pedig akként, hogy minden irány- és szélészelethez oda írtam a hősugárzás fokát, s ha este és reggel ugyanegy irányból jött a légáramlat, a hőfokot kétszer vettem. A 4 hónap alatt a szélirányokhoz képest az éji hősugárzás ekként alakult:

fokot tesz; az abszolút legkisebb érték az 1884-ik évi áprilisban a 28.—29. közötti éjjelen 0'0 foknak felel meg. Az előbbi esetben este és reggel szélcsend és teljesen derült ég volt, s a viszonylagos nedvesség este 61, reggel 62%-ra rúgott; ellenben az utóbbi esetben mind este, mind reggel egészen el volt borúlva az ég, estétől reggelig esett az eső, este a viszonylagos nedvesség 100, reggel 98%-ot tett, este északkeleti, reggel gyenge déli szél lengedezett.

Az eredményt, melyet Kún-Szt.-Mártonban az 1884. és 1885. évi április és május hónapok alatt jegyzett megfigyeléseim adnak, a következő pontokba lehet összefoglalni:

1. A levegőnek legkisebb éjjeli hőfokát kisebb-nagyobb valószínűséggel már az esti órákban meg lehet határozni.

2. Fűves talajon annál jobban süllyed éjjelenként a hőfok, minél szárazabb a levegő, minél derültebb az ég, és minél gyengébb a légáramlat.

3. Derült éjjeleken, szélcsendes időben, midőn a levegő nagyon száraz, az éji hőkisugárzás 4—5, sőt 7 fokra is emelkedik.

4. Tavaszi éjjeleken, midőn a pszichrométer nedves thermométere este mintegy 7 fokot mutat, a levegőnek hőmérséklete másfél méter magasságban a talaj fölött, fedett helyen, mintegy 4, a föld színén egészen szabadban mintegy 0 fokra is süllyedhet, s így a 3-ik pontban említett körülmények között fagtól lehet tartani.



# Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



## A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

## Az alábbi feltételekkel:



**Nevezd meg!** — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



**Így add tovább!** — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

## Az alábbiak figyelembevételével:

**Engedélyezés** — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

**Közkinccs** — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

**Más jogok** — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.