

## A BÜKK-FENNSIK TALAJHŐMÉRSÉKLETÉNEK JELLEMZŐI

Írta: KÁROSSY CSABA

Az élővilág, az éghajlat és az alapkőzet bonyolult kölcsönhatásában létrejött talaj hőmérsékleti viszonyainak vizsgálata a talajkémia, a talajbiológia és az agrometeorológia szempontjából egyaránt jelentős.

A talaj hőgazdálkodásának legfontosabb tényezője, s egyben létrehozója a sugárzásháztartásból a felszínre jutó hőenergia, amely hővezetéssel a talaj mélyebb rétegei, illetve konvekcióval a talajfelszín feletti levegőréteg felé halad. A sugárzásforgalom alapvetően meghatározza a talaj hőháztartását, a talaj hőháztartása pedig visszahat a sugárzásforgalomra. Ezért a sugárzásforgalom vizsgálatához fontos a sugárzást felfogó és hasznosító talaj hőgazdálkodásának ismerete.

A talaj hőgazdálkodását a felszín energiamérlegének és a talaj energiakészletének viszonya határozza meg. Ha a talajfelszín energiamérlege pozitív, hőenergia vezetődik a talaj mélyebb rétegei felé, ha viszont negatív a felszín energiamérlege a talaj mélyebben levő részeinek energiatöbblete áramlik az alacsonyabb hőenergiájú felszín felé.

A fentiek értelmében a talaj energiaforgalmának bevételi részét a talaj felmelegedésének, energia leadási folyamatát a talaj lehűlésének nevezzük.

A talaj felmelegedési folyamatának pillanatnyi helyzetét tükröző, hőleadással jellemezhető legmelegebb talajréteget melegszintnek, másszóval divergencia szintnek, a talaj lehűlési folyamatában, kimutatható pillanatnyi leghidegebb, és ezért energia felvétellel jellemezhető szintjét hidegszintnek-, konvergencia szintnek nevezzük.

A sugárzásforgalomtól legerőteljesebben befolyásolt felső talajréteget, amelyben a napi ki- és besugárzás a hőáramlás szempontjából divergens és konvergens szinteket hoz létre, napi inverziós réteggnek nevezzük.

A napi inverziós rétegben két irányú hőmozgás van. A hővezetés egyrészt a melegszintet jelentő divergencia szinttől a talaj felszíne és mélyebb rétegei felé, másrészt a talaj felszíne és mélyebb rétegei felől a hidegszintet jelentő konvergencia szint felé irányul. A meleg és hideg szintek elhelyezkedésének, a sugárzásforgalomtól és a talaj összetételétől, valamint felszínének növényi borítottságától függő napi menete van. A besugárzás maximumától kezdve a talajszelvény legmelegebb szintje — a melegszint — egyre mélyebbre kerül, a felszín lehűlése során viszont a hidegszint süllyed egyre mélyebbre a talajban. A napi sugárzásforgalomnak megfelelően a két szint általában egy pontban találkozik az ún. neutrális pontot adja meg, amelynek elhelyezkedése a napi inverziós réteg alsó határának mélységét, valamint a talajhőmérsékleti inverzió megszűnésnek időpontját jelzi.

A napi inverziós réteg alatti talaj hőforgalmát az egyirányú hővezetés jellemzi. A hővezetés iránya az inverziós réteg, valamint a mélyebb talajrétegek egymáshoz viszonyított hőmérsékletétől függ. A nyári félévben, amikor a napi sugárzást egyenleg naponkon, sőt hónapokon keresztül pozitív előjelű, az inverziós réteget felmelegítő hőenergia a mélyebb rétegek felé vezetődik. A téli félévben viszont a nyári időszak energiabevételéből tárolt hő vezetődik a napi inverziós réteg, illetve a felszín felé. Ezt a napi inverziós réteg alatt elhelyezkedő egyező előjelű hővezetéssel jellemezhető talajréteget napi tevékeny réteggnek nevezzük.

A napi inverziós réteg, a vele együtt s napi tevékeny réteg vastagsága a sugárzást egyenleg nagyságától, a talaj összetételétől, szerkezetétől, valamint felszínének növényi borítottságától függően változik.

Ha a talaj összetételét, szerkezetét, felszínének borítottságát állandónak tekintjük, akkor a talaj különböző mélységi szintjeinek hőmérsékletét, s a talaj hőforgalmát a sugárzásforgalom határozza meg.

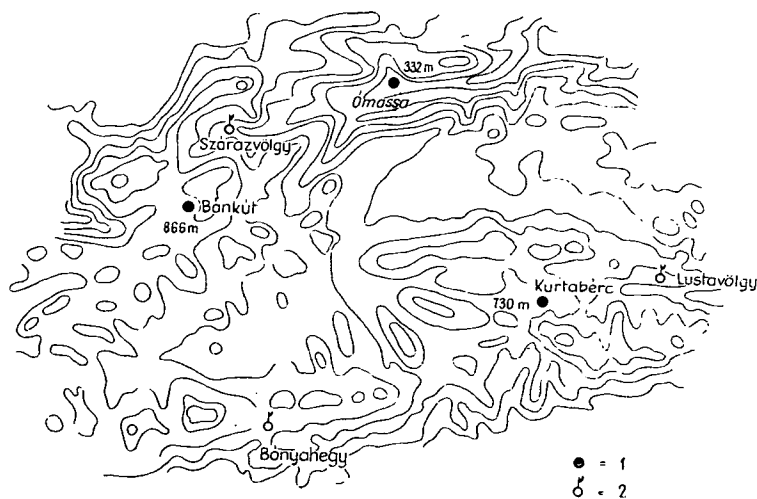
Azonos vagy hasonló talajtípusok különböző mélységi szintjeinek hőmérsékleti viszonyait ismerve meghatározhatjuk a talajok hőforgalmát, amelyből viszont a sugárzásviszonyok jellegére következtethetünk.

E problémák eldöntése céljából a J. A. T. E. Éghajlattani Tanszéke 1967. augusztusában komplex mikroklíma felmérést végzett a Borsodi Bükk hegység három különböző tengerszint feletti magasságú területén felállított mikroklíma állomáson.

A mérési helyek kiválasztásánál elsődlegesen azt vettük figyelembe, hogy az állomások tengerszint feletti elhelyezésében jelentős különbségek legyenek, továbbá, hogy az orográfiai horizontkorlátozás közelítőleg egyező mértékű legyen, s az advektív hatásoktól eltekinthessünk. E mellett arra is figyelemmel voltunk, hogy méréseinket egyfelől nyílt, szabad térszínű tisztáson, másfelől a tisztás közvetlen szomszédságában levő azonos állományú, zárt lomboserdőben egyidejűleg végezzük.

A kitűzött szempontoknak viszonylag jól megfelelő állomáshelyeket találtunk; a Bánkút forrástól 150—200 méter távolságra keletre, a Szárazvölgy felső szakaszán haladó sárga jelzésű turistaút mellett 866 m tengerszint feletti magasságú tisztáson és az ottani Bükkös erdő területén (3. számú állomás), valamint a Kurta-Középbérc vonulatától délre húzódó lángra, a munkásháztól délnyugatra 100—150 m-re, 730 méter tengerszint feletti magasságú réten és a mellette levő fenyőerdőben (5. számú állomás). A harmadik állomáshelyet Ómassától északnyugatra, a Vöröskő és Hetemér vonulatától délre kezdődő völgy alsó szakaszán, Ómassa határától mintegy 300—400 méterre levő tisztás térségében és bükkös erdejében jelöltük ki (1. számú állomás), ahol a tengerszint feletti magasság 332 méter (1. ábra).

Az említett mikroklíma mérőhelyeken kívül még három ponton végeztünk mikroklíma észleléseket: Szárazvölgy kezdeti szakaszán, Lusta völgy Nagy-Déltől északra levő tisztásán, valamint a Bányahegy északi oldalán felállított angolhőmérőházban elhelyezett hőmérőkkel, öníró műszerekkel, és Hellmann-féle ombrométerrel.



1. ábra. Kutató állomásaink elhelyezkedése a Magas-Bükk mészkőfennsík-ján. 1=komplex klímaállomás talajhőmérsékleti mérésekkel, 2=részleges klímaállomás a léghőmérséklet maximumának és minimumának mérésével, valamint termo-higrográf és csapadékmérő felállításával.

1. táblázat

Az 1967 augusztus 1—20 időszak jellemző éghajlati adatai

Állomások számozása	1	2	3	4	5	6
Állomások elhelyezkedése (tengerszint feletti magassága)	Ómassa falutól É-ra (332 m)	Szárzavölgy alsó szakasz	Bánkút Mh. tól É-ra (866 m)	Lustavölgy középszakasz	Kurtabérc Erdész-ház (740 m)	Bányahegy északi old.
Abszolút maximum °C	29,9	27,5	26,5	29,0	27,4	27,8
Abszolút minimum °C	9,4	7,5	8,3	8,0	5,8	10,5
Maximum-Minimum eltérés	19,6	20,0	18,2	21,9	21,6	17,3
Közepes maximum °C	24,3	23,4	22,1	25,3	23,0	23,2
Közepes minimum °C	12,7	11,2	12,3	12,0	11,0	13,7
Közepes max-min eltérés	11,6	12,2	9,8	13,3	12,0	9,5
Középhőmérséklet °C	18,8	17,3	17,2	18,6	17,5	18,8
Valódi középhőmérséklet	17,7	16,7	16,8	18,1	17,0	18,0
Középhőmérséklet derült napokon	18,9	18,8	18,5	19,3	18,9	20,4
Valódi középhőmérséklet derült napokon	18,5	17,9	17,9	18,9	18,3	19,4
Párányomás mm	11,6	—	11,7	—	10,7	—
Relatív nedvesség %	76,0	78,0	80,0	78,0	79,0	78,0
Csapadékos napok száma	7	7	6	6	6	6
Csapadékmennyiség mm	27,4	27,8	39,6	33,5	47,8	37,7
Felhőzet %	40	—	55	—	44	—

A mikroklíma állomások felállítására a komplex állomások adataival való összehasonlítás és az orográfiai hatások figyelembevétele miatt volt szükség (1. táblázat, a táblázat adatait a reggeli, déli és esti 6, 14 és 21 óras terminusi észlelések adataiból állapítottuk meg). Az egyes állomások adatait összehasonlítva megállapítható, hogy egyértelmű és szabályos eltérések csupán a jelentős szintkülönbségű megfigyelőhelyek között találhatók.

A legnagyobb abszolút hőmérsékleti maximumot a legalacsonyabban fekvő Ómassán, az abszolút hőmérsékleti minimumot pedig Kurtabércen mértük. A kurtabérci legalacsonyabb hőmérsékleti minimum a Bükk-fensíkra jellemző erős éjszakai lehűlés következménye [1].

A vizsgált időszak középhőmérséklete szintén a legalacsonyabban fekvő Ómassán volt a legmagasabb (18,8 °C), míg a legalacsonyabb középhőmérsékletet Bánkúton találtuk (17,2 °C), ami 1,6 °C-kal alacsonyabb az Ómassai értéknél.

A relatív nedvesség átlagos értékei a tengerszint feletti magassággal együtt növekedtek igen csekély mértékben.

A csapadék eloszlásában a Kurtabércen mutatkozó maximumot szintén a Bükk-fensík sajátos orográfiai viszonyainak tulajdoníthatjuk [2].

Az orográfiai viszonyok hatásának jellegére, nagyságrendiségére az említett időszakos klímaállomások adataiból nem következtethetünk. További összefüggések vizsgálathoz a sugárzást elsődlegesen felfogó és hasznosító talaj hőmérsékleti viszonyait kell figyelembe vennünk.

Különböző fizikai tulajdonságú talajok és alapközetek eltérő hőmérsékleti rétegződését és az egyes rétegek hőmérsékletének napi változását számos kutató vizsgálta (Hann—Süring, Wollay stb.) [3].

A talajfelszín fedettségének és a szubsztrátum jellegének talajhőmérsékletre kifejtett hatását is ismerjük [4].

Kevésbé ismert viszont a sugárzásforgalomnak, az egyes sugárzási komponenseknek a talajhőmérsékletre gyakorolt hatása.

Az egyes sugárzási komponensek talajhőmérséklet befolyásoló hatását az azonos összetételű, felépítésű és fedettségű talajrétegeket érő eltérő direkt és szórt sugárzás mennyiség által különböző mértékben felmelegített talajok hőmérsékletének tanulmányozásával lehet kimutatni.

Erre a célra az említett feltételeknek megfelelő, a Bükk-fennsík különböző tengerszint feletti magasságú, de azonos környezeti és talajviszonyú helyein (Bánkút, Kurtabérc, Ómassa) végzett talajhőmérsékleti méréseink adatait használtuk fel.

Adataink jó összehasonlíthatósága és jellemzőbbé tétele érdekében mérési időszakunk (1967. augusztus 1—20.) napjaiból kiválasztottuk a derült vagy csaknem teljesen derült napokat. A gyakorlatilag teljesen derült (0,3 átlagos borultságú), anticiklonális napok (augusztus 4., 10., 16., 17., 19.) PÉCZELY-féle makroszinoptikus helyzetei az említett napokon a következők voltak:

augusztus 4-én	Aw-típus
augusztus 10-én	A-típus
augusztus 16-án	As-típus
augusztus 17-én	A-típus
augusztus 19-én	Aw-típus

Az említett napok PÉCZELY-féle makroszinoptikus típusai közül az Aw típus Magyarországtól nyugatra elhelyezkedő anticiklont, az A-típus Magyarország feletti anticiklon centrumot, az As típus Magyarországtól délre kialakult magas légnyomású légköri képződményt jelent.

Mérési időszakunk napjai közül 1967. augusztus 4-e, 10-e, 16-a, 17-e és 19-e napsütéses óráinak napi összegeit a II. táblázaton mutatjuk be.

A legnagyobb napfénytartam összeg az A-típusú (anticilon centrum Magyarország felett) időjárás helyzetben adódott (12,3 óra), az Aw típusú makroszinoptikus helyzetekben viszont ennél valamivel kisebb napfénytartam óraértékeket regisztrált műszerünk.

Az említett napokon végzett mérési eredményeink értékelésével, összehasonlí-

## 2. táblázat

*A napfénytartam óraértékek napi összegei 1967 augusztusának derült napjain Kurtabércen, Kékestetőn, Szegeden és Debrecenben*

észlelési időszak	napi összes napsütés Kurtabércen	napi összes napsütés Kékestetőn	napi összes napsütés Szegeden	napi összes napsütés Debrecenben
1967 VIII. 4-én	11,3 óra	11,0 óra	11,5 óra	11,7 óra
1967 VIII. 10-én	11,4 óra	9,5 óra	11,6 óra	12,4 óra
1967 VIII. 16-án	12,0 óra	13,4 óra	12,8 óra	12,0 óra
1967 VIII. 17-én	12,3 óra	12,0 óra	12,2 óra	12,9 óra
1967 VIII. 19-én	11,1 óra	10,8 óra	11,5 óra	12,7 óra
észlelési napok átlaga	11,1 óra	11,3 óra	11,9 óra	12,3 óra

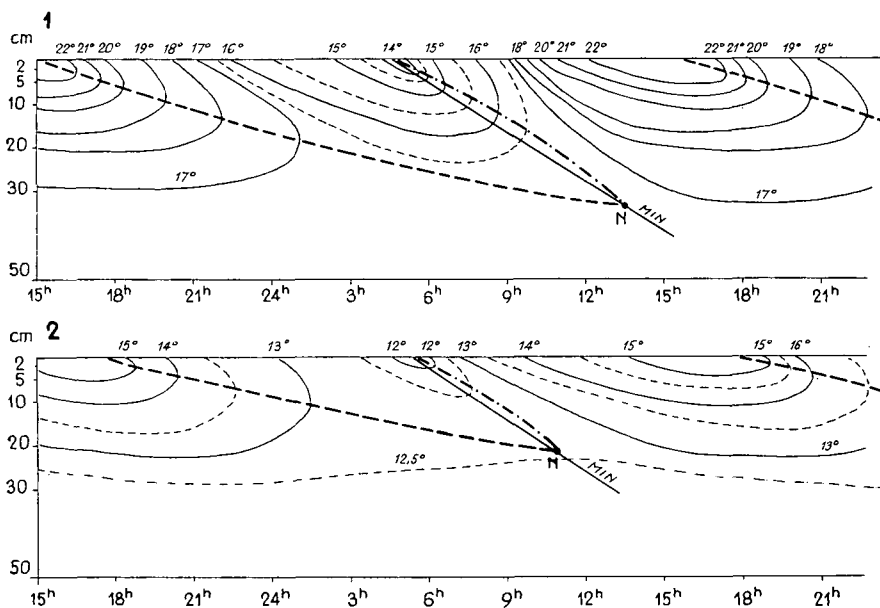
### 3. táblázat

A globálsugárzás óraösszegei, és a napi összes globálsugárzási értékek  
1967 augusztusának derült napjain Kurtabércen, (a megadott értékek az egész óra  
közökre vonatkozó energiákat jelentik)

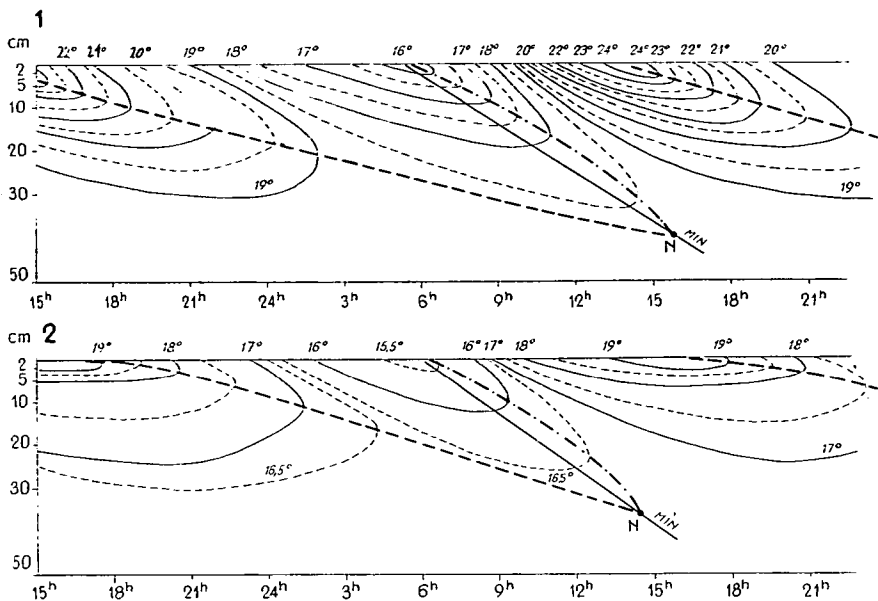
x	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	napi össz. globál sug.
VIII. 4.	22,2	36,6	45,0	58,2	66,0	67,2	22,2	46,2	58,2	40,8	23,4	7,8	493,8
VIII. 10.	19,8	31,8	46,8	55,8	62,4	64,8	61,8	61,2	28,0	24,0	15,0	4,0	476,4
VIII. 16.	21,6	33,6	46,8	60,0	65,4	69,0	66,6	61,2	53,4	42,0	28,2	12,0	559,8
VIII. 17.	19,8	36,0	49,2	57,6	64,2	56,0	65,4	60,0	49,8	39,6	24,0	6,6	528,2
VIII. 19.	17,4	43,8	45,0	54,0	71,4	71,4	69,0	61,2	48,6	38,4	22,2	7,8	550,2
átlag	21,6	36,0	49,8	57,0	66,0	67,8	55,8	57,6	48,6	36,6	22,2	7,8	526,8

tásával az egyes állomások sajátos klimatikus viszonyait tárhatjuk fel, mivel a derült anticiklonális napokra az advektív hatásokat elhanyagolhatónak tekinthetjük.

Méréseink ideje alatt rövidhullámú sugárzásmérést is végeztünk a kurtabérci munkásház előtti tisztáson felállított *Janisevszkij*-féle piranométerrel. A kiválasztott öt derült nap globálsugárzási értékeit a III. táblázatban mutatjuk be.



2. ábra. Talajhőmérsékleti izopléták a 332 m tengerszint feletti magasságú Ómassa tisztás és erdőtalajában 1967 augusztusának derült napjain, 1. nyílt térszerű tisztáson. 2. zárt lomboszatú erdőben. N=neutrális pont, vastag pontozott vonal a melegsíntet (divergencia szint), a szaggatott vastag vonal a hidegsíntet (konvergencia szint) jelenti..



3. ábra. Talajhőmérsékleti izopléták a 866 m tengerszint feletti magasságú Bánkút tisztás és erdőtalajában 1967. augusztusának derült napjain. 1. nyílt térszíni tisztáson, 2. zárt lomboszatú erdőben. N=neutrális pont, a vastag pontozott vonal a melegsíntet (divergencia szint), a szaggatott vastag vonal a hidegsíntet (konvergencia szint) jelenti.

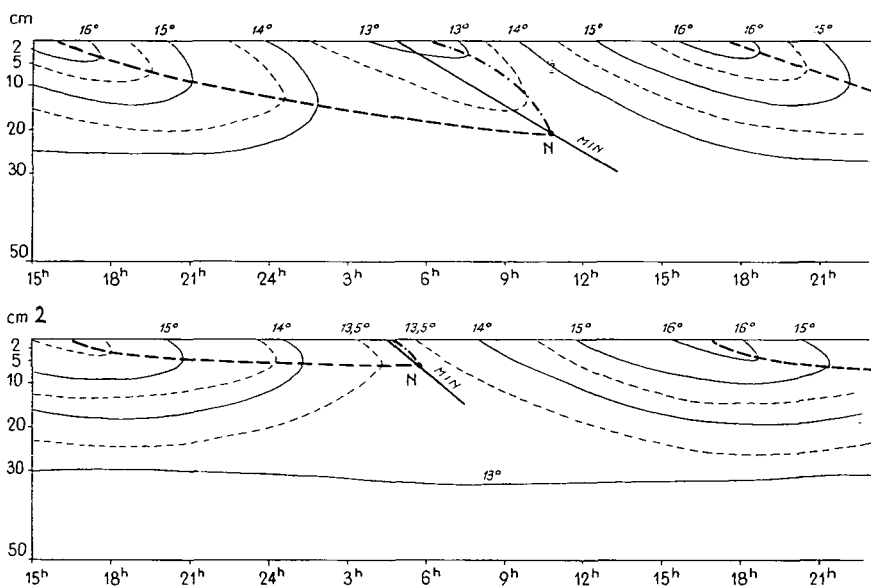
Az említett öt nap átlagos globálsugárzási napi összege  $526,8 \text{ cal cm}^2 \text{ d}^{-1}$  rövidhullámon érkezett energia volt.

A napfénytartam és a globálsugárzás értékeihez hasonlóan az egyes állomásokon óránként mért talajhőmérsékleteket is átlagoltuk mérési szintenként. Az átlagolt adatokból minden állomásra megrajzoltuk a talajhőmérséklet mélység és idő szerinti napi izotermáit szemléletesen bemutató izoplétákat. Az ábrákból az egyes állomások napi inverziós rétegeinek legfontosabb jellemzőit olvashatjuk le (2., 3., 4. ábrák.)

Megállapíthatjuk, hogy mérési helyeink közül csupán Ómassa tisztás talajrétegében van egésznapos hőmérsékleti inverzió. A korábban bekövetkező és erőteljesebb besugárzás hatására Ómassán a hőmérsékleti inverzió már 13 órakor megjelenik a talaj legfelső rétegében. Az inverziót kifejező divergencia vonal süllyedése egyenletes és hosszantartó (26 óra 45 percig). Huszonnégy óra elteltével a következő napi besugárzási menet hatására létrejövő felszínközeli inverzió megjelenésétől kezdve hármas inverzióról beszélhetünk addig, amíg a talaj előző napi felmelegedése és ezt követő éjszakai lehülése ki nem egyenlítődik a talaj bizonyos mélységében (neutrális pont).

A hőmérsékleti kiegyenlítődést követően ismét egyszeres inverzióval melegszik a talaj addig, amíg a sugárzási egyenleg az éjszakai órákban negatívvá nem válik. Ettől az időponttól kezdve a felszín fokozatos lehülését, s a mélyebb talajrétegek hőleadását ismét a kettős inverzió jelenléte mutatja.

Ómassa tisztásának napi talajhőmérsékleti menetében kimutatható egymást váltó háromszoros, egyszeres, majd kettős és végül ismét háromszoros hőmérsékleti



4. ábra. Talajhőmérsékleti izopléták a 730 m tengerszint feletti magasságú Kurtabérc tisztás és erdőtalajában 1967 augusztusának derült napjain. 1. nyílt térszerű tisztáson, 2. zárt lomboszatú erdőben. N=neutrális pont, a vastag pontozott vonal a melegsíntet (divergencia szint), a szaggatott vastag vonal a hidegsíntet (konvergencia szint) jelenti.

inverzióciklus okát az erős besugárzás hatására kialakult nagy vastagságú napi inverziós réteg kialakulásában látjuk [5].

Ómassa erdőtalajának hőmérsékleti menetéből hiányzik a hármás inverzió. A hőmérsékleti kiegyenlítődé után (a neutrális pont megjelenése 14 óra) rövid ideig (1 óra) szünetel a talajban a hőmérsékleti inverzió.

A kurtabérci tisztás talajának napi hőmérsékleti menetében már csak 8,5 óra hosszat tart az előző napi felmelegedés és az éjszakai lehűlés talajban való kiegyenlítődé. Ezt követően viszont több mint két óra hosszat szünetel a talajban a hőmérsékleti inverzió. Még szembetűnőbb a kettős inverzió rövidege (5 óra) a kurtabérci erdőterület talajhőmérsékletének napi menetében. A hőmérsékleti kiegyenlítődést követően (10 óra 20 perc) hőmérsékleti inverzió szünetet következik be (17 óra 30 percig).

A kurtabérci erdő napi talajhőmérsékleti menetével csaknem azonos a 136 m-rel magasabban fekvő Bánkúti tisztás talajhőmérsékleti menete. Ómassa tisztás egésznapos hőmérsékleti inverziójával szemben a 866 m magasságban levő Bánkút erdő talajhőmérséklet inverziója csupán 13 óráig tart. Ez az idő Ómassa tisztás hőmérsékleti inverziójának még a felét sem teszi ki. A felszín ért hő és sugárzás hatások itt igen lassan haladnak a talaj mélyebb rétegei felé. Kis intenzitásuk miatt a felszínhez közel (30 cm-en) megtalálható a napi tevékeny réteg alsó határa. A napi be és kisugárzás talajban való kiegyenlítődéset jelentő kettős inverziót 11 óráig tartó inverzió szünet követi (IV. táblázat).

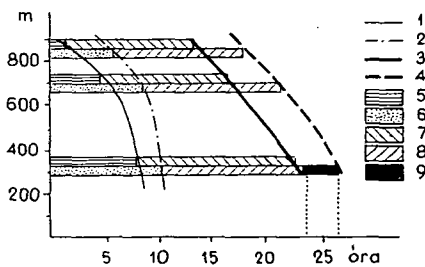
Az eddigiek alapján úgy tűnik, hogy az egyes állomások talajhőmérsékleti inverziójának időtartama és a tengerszint feletti magasság szoros kapcsolatban vannak egy-

4. táblázat

A talaj hőmérsékleti inverziójának jellemzői a Bükk-fennsík különböző tengerszint feletti magasságú területein 1967. augusztusának derült napjain végzett mérések adatai alapján

	Ómassa (332 m)		Kurtabérc (732 m)			Bánkút (866 m)	
	tisztás	erdő	tisztás	erdő	völgy-hajlat	tisztás	erdő
inverziós réteg vastagsága (cm)	38	35	35	20	26	20	5
inverzió neutrális pontjának ideje	14 h 50	14h	13 h 20	11 h 30	10 h 20	10 h	6 h 30
felmelegedés megindulásának ideje	13 h	15 h	15 h 30	13 h 30	17 h 30	16 h 10	16 h 30
a felmelegedés időtartama	26 h 45	23 h	21 h 40	22 h	16 h 50	27 h 50	13 h
a lehülés megindulásának ideje	4 h 50	5 h 30	4 h 50	4 h	5 h 20	5 h	4 h 30
a lehülés időtartama	10 h	8 h 30	8 h 30	7 h 30	5 h 20	5 h	4h 30
az egyszeres inverzió időtartama	16 h 45	14 h 30	13 h 10	14 h 30	11 h 30	12 h 50	8 h 50

mással. Az 5. ábrán az inverzió időtartama és a tengerszint feletti magasság feltételezhető kapcsolatát mutatjuk be. A tengerszint feletti magasság növekedésével a felmelegedés időtartamát adó egyes és kettős inverzió összességének csökkenése, a tengerszint feletti magasság csökkenésével arányos hőmérsékleti csökkenéssel, valamint a sugárzási komponensek arányában bekövetkező eltolódással kapcsolatos [6].

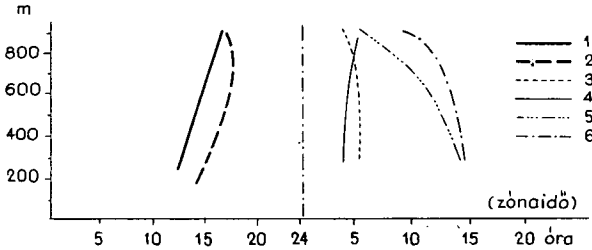


5. ábra. A talajhőmérsékleti inverzió időtartamának tengerszintfeletti magassággal való feltételezett kapcsolata a Bükk-fennsíkon (Ómassa, Kurtabérc, Bánkút), 1967. augusztusának derült napjain. 1. a lehülés (konvergencia szint kialakulásának) időtartama erdőtalajokban, 2. a lehülés (konvergencia szint kialakulásának) időtartama tisztások talajában, 3. a felmelegedés (divergencia szint kialakulásának) időtartama erdőtalajokban, 4. a felmelegedés (divergencia szint kialakulásának) időtartama tisztások talajában, 5. kettős inverzió időtartama erdők talajában, 6. kettős inverzió időtartama tisztások talajában, 7. egyes inverzió időtartama erdők talajában, 8. egyes inverzió időtartama tisztások talajában, 9. hármas inverzió időtartama Ómassa tisztásának talajában.



A felszínről lefelé haladó lehülés időtartama, s vele együtt a kettős inverzió ideje hasonló összefüggést mutat, mint a felmelegedés időtartama és a tengerszint feletti magasság közötti kapcsolat.

A talajhőmérsékleti inverziók kezdeti és végpontjait jelentő felmelegedés, lehülés és felszíni hőmérsékleti hatás kiegyenlítődéset jelentő neutrális pont bekövetkezésének ideje szintén kapcsolatot mutat a tengerszint feletti magassággal (6. ábra).



6. ábra. A talajhőmérsékleti inverziókat létrehozó felmelegedési és lehülési szintek kialakulásának kezdeti időpontjai, valamint a neutrális pontok létrejöttének időpontjai és a tengerszint feletti magasság kapcsolata a Bükk-fennsík (Ómassa, Kurtabérc, Bánkút) 1967. augusztusának derült napjain. 1. a felmelegedés kezdeti időpontjai tisztások talajában, 2. a felmelegedés kezdeti időpontjai erdők talajában, 3. a lehülés kezdeti időpontjai tisztások talajában, 4. a lehülés kezdeti időpontjai tisztások talajában, 5. a neutrális pontok kialakulásai erdők talajában, 6. a neutrális pontok kialakulásai tisztások talajában.

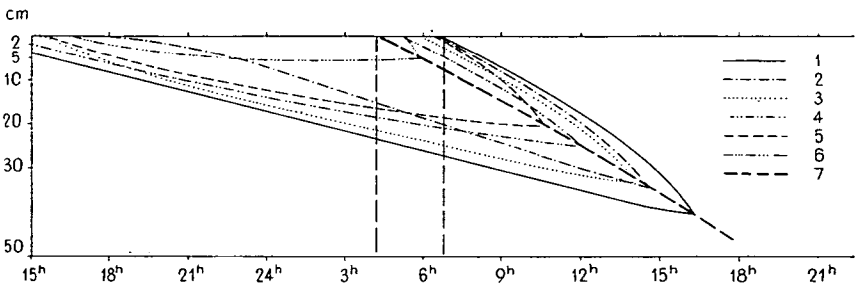
A besugárzás és hőmérséklet emelkedés hatására meginduló talajfelmelegedés legkorábban az alacsonyabb tengerszint feletti területeken kezdődik. A tisztásokon, szabad térszínű besugárzási területeken a tengerszint feletti magasság és a talajfelszín felmelegedésének megindulása között feltételezhető a lineáris kapcsolat. Ezzel ellentétben a közvetlen sugárzási hatásoktól elzárt erdőtalajok felmelegedésének megindulása már nem mutat ilyen egyértelmű összefüggést. A kettős inverzió kezdetét a konvergencia vonal, vagyis a hidegszint süllyedése jelenti. A lehülési szint süllyedésének kezdeti időpontja és a tengerszint feletti magasság között nincs az előbbihez hasonló függvényszerű kapcsolat. Minden tengerszint feletti magasságon nagyjából azonos időpontokban kezdődik meg a talaj lehülése. A tisztás térszínének lehülési időpontjainál átlag fél órával később indul meg az erdőtalajok lehülése.

A kettős inverziót lezáró hőmérsékleti kiegyenlítődéset időpontja a neutrális pont, viszont ismét az előbbihez hasonló függvényszerű kapcsolatot mutat a tengerszint feletti magasság növekedésével. A hőmérsékleti kiegyenlítődéset időpontja és a tengerszint feletti magasság növekedése között látszatra szigorú szabályosság áll fent. Nagyobb tengerszint feletti magasságokon korábban szűnik meg a kettős inverzió, tehát hamarabb megtörténik a nappali felmelegedés és az éjszakai lehülés talajhőmérsékleti kiegyenlítődésete, mint alacsonyabb területeken, vagyis a magasabb térszínű területek talajának hőgazdálkodása a sugárzás viszonyok által determináltan kisebb, mint az alacsony térszínű területeké. Háromszáz méter körüli tengerszint feletti magasságon ábránk szerint nincs különbség az erdő és a nyílt terület kettős inverziójának megszűnési időpontjai között. Nyolcszáz-kilencszáz méter tengerszint feletti magasságokon viszont már 4—5 órás különbség adódik a két térszín inverzió-időpontja között.

A talajhőmérsékleti inverzió időpontjában feltárt eltérések természetesen az inverziós réteget létrehozó meleg- és hidegszintek süllyedésének sebességével, valamint az inverziós réteg vastagságával kapcsolatosak.

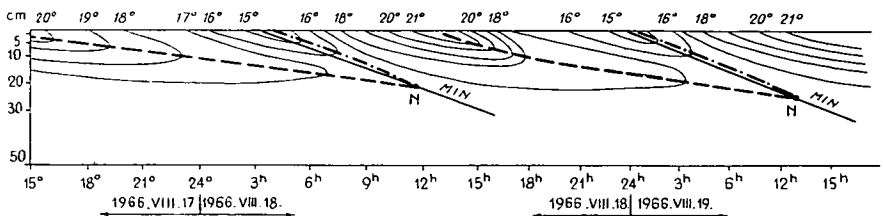
A meleg és hidegszint süllyedésének sebességét a talaj fizikai állandói, összetétele, szerkezete határozza meg [7]. Megfigyeléseink szerint minél jobban megközelítik a meleg és hidegszintek az egyenes vonal futását, annál gyorsabb a hőmérsékleti hullám talajban való haladása, viszont minél konkávabb alakot mutatnak, annál lassabb, elnyújtottabb a talajban való hővezetés.

Az inverziós rétegek mélységi elhelyezkedését a talajtól függő tényezőkön kívül a sugárzásviszonyok is erősen befolyásolják. A sugárzásviszonyok és a talaj napi inverziós rétegének vastagsága közötti kapcsolatot a különböző tengerszint feletti magasságú talajréteg inverziós szintjének elhelyezkedése és az inverzió bekövetkezési idejének együttes vizsgálatával mutathatjuk ki (7. ábra).



7. ábra. A különböző tengerszint feletti magasságú tisztás és erdő területek talajhőmérsékleti inverzióinak mélységi és időbeli elhelyezkedése a Bükk-fennsíkban (Ómassa tisztás, Bánkút, Kurtabérc) 1967 augusztusának derült napjain. 1. Ómassa tisztás, 2. Ómassa erdő, 3. Kurtabérc tisztás, 4. Kurtabérc erdő, 5. Bánkút tisztás, 6. Bánkút erdő, 7. a neutrális pontokat összekötő közös minimumvonal.

A 7. számú ábrán a különböző tengerszint feletti magasságokon, tisztáson és erdőben végzett talajhőmérsékleti mérések alapján meghatározott napi inverziós rétegek vastagságának és az inverzió bekövetkezésének állomásonkénti helyzetét mutatjuk be. Érdekes és feltűnő az, hogy a napi felmelegedés és lehűlés kiegyenlítődének mélységi és időbeli jellemzőit adó neutrális pontokat egy igen enyhe ívelésű vonallal köthetjük össze. Az így kapott vonal a különböző állomások talajainak inverziós rétegeire közösen jellemző minimumvonalat adja meg. A minimumvonal meredeksége, íveltsége valószínűleg jellemző méréseink környezetének napi talajhőmérsékleti menetére, s ezen keresztül a sugárzástételre, a talaj összetételére, szerkezetére, és borítottságára. Mivel a Bükk-fennsíkban a talaj összetételét nagyjából azonosnak vehetjük, (mész és dolomit mállásos rendzina talaj, vörösés lúgos vasoxidos erdőtalaj) hasonlóan azonos borítottságot feltételezhetünk a tisztások



8. ábra. Talajhőmérsékleti izopleták Középbérc völgyhajlatának szabad térszínű köveszikkla talajában 1966 augusztus 17—19-én. N=neutrális pont, a vastag pontozott vonal a melegszintet (divergencia szint), a szaggatott vastag vonal a hidegszintet jelenti.

és az erdők talajára, így a minimum vonalak egybeesését a sugárzásviszonyok jellegének eltérésében jelentkező szabályszerűségek okozhatják. Ezt bizonyítja az is, hogy a minimumvonalon helyezhetők el az 1967-es méréseket megelőző, 1966 augusztusában Középbércen mért talajhőmérsékletek adataiból készített, konkrét napokra megrajzolt izopléták neutrális pontjai is (8. ábra).

Az 1966. augusztus 17—18., és 19-én végzett talajhőmérsékleti méréseinket egészen más időjárási helyzetben és környezetben végeztük, mint 1967-ben. 1966. augusztus 17., 18., 19-én hazánk időjárását Magyarországtól északra elhelyezkedő anticiklon (An) határozta meg. Ennek ellenére az 1966-ban Középbércen, köves, sziklával borított vékony (35—40 cm) talajrétegben elhelyezett talajhőmérők adataiból meghatározott neutrális pontok is az 1967-es mérések adataiból megrajzolt minimum vonalra esnek.

A Bükk-fennsík sajátos talajhőmérsékleti viszonyait tükröző közös minimum vonal (7. ábra) véleményünk szerint az évi inverziós réteget létrehozó évi divergencia és konvergencia szinttel hozható kapcsolatba.

Az évi inverziós réteg a talaj azon rétegét jelenti, amelyben az év bizonyos időszakában az évi divergencia vonal még kimutathatóan jelen van. Az évi inverziós réteg alsó határa a talaj felmelegedését jelentő évi divergencia vonal és a talaj lehűlését mutató konvergenciavonal találkozásának szintjében kialakuló, hőmérsékleti szempontból változatlan ún. évi neutrális pont mélységbeli elhelyezkedését az egyes napok felmelegedési szintjei, valamint a lehülési szintek határozzák meg. A felmelegedési szintek fokozatos sülyedésének sebessége viszont elsősorban a sugárzásviszonyoktól függ [8]. Így az évi inverziós réteget létrehozó meleg- és hidegszintek mélybeli változásának a sugárzásviszonyoktól függő évi menete van. Az egyes talajfajták, az egyes éghajlati területek talajhőmérsékletének évi menetét ma már számos helyen mérik és ismerik [9]. Az általunk végzett bükk-fensíki talajhőmérséklet mérések adataiból viszont az észlelési napok kis száma miatt nem tudunk évi talajhőmérsékleti menetet rajzolni. A 7. ábrán bemutatott közös minimumvonal és az évi divergencia vonal kapcsolatának igazolásával képet nyerhetnénk a Bükk-fennsík nyári félévi talajhőmérsékletéről.

A közös minimum vonalon elhelyezkedő neutrális pontok mélysége és a tengerszint feletti magasság közötti kapcsolatot bemutató 8. ábráról láthatjuk, hogy a tengerszint feletti magasság növekedésével az inverziós réteg egyre vékonyabb lesz, egyre kisebb mélységben helyezkednek el a neutrális pontok.

A tengerszint feletti magasság és az inverziós réteg vastagsága közötti szoros kapcsolatot mind a szabad térszínű, mind pedig az erdőtalajok hőmérsékleti adataiból megállapíthatjuk. Különösen az erdőtalajok inverziós rétegeinek vastagsága mutat egyértelmű kapcsolatot a tengerszint feletti magasság változásával. A két tényező szoros kapcsolatának okát keresve megállapíthatjuk, hogy egyértelműen a sugárzásviszonyok befolyásolják a talaj hőmérsékleti inverziójának mélységét. A sugárzásviszonyok által közvetve befolyásolt léghőmérséklet hatása elhanyagolhatónak vehető, hiszen még a legnagyobb szintkülönbséget (534 m) mutató két állomás Bánkút és Ómassa felszintől 10 cm magasságban mért léghőmérsékletének óránkénti átlagadataiban is többnyire csak 1—2 C°-os eltérések vannak Ómassa javára, ugyanakkor a felszínközeli talajrétegek hőmérséklete 5—6 C°-al különbözik az egyes állomásokon a nap bizonyos időszakában. A léghőmérséklet talajhőmérsékletbefolyásoló hatásának jelentéktelen voltát bizonyítja az is, hogy a legmagasabban fekvő Bánkúton a léghőmérséklet a reggeli órákban magasabb mint az erősebben felmelegített talajú Kurtabércen vagy Ómassán.

A levegő hőmérsékletének talajhőmérséklet befolyásoló szerepét már elvi meg-

fontolásokból is elhanyagolhatónak vehetjük, hiszen a kettő kapcsolatában a talaj felmelegedésének és lehűlésének van okozatmegindító szerepe.

A talajfelszín felmelegedését megindító rövid és hosszúhullámon besugárzott energia sugárzási komponensenkénti megoszlása viszont már igen fontos befolyásolója a talaj felmelegedésének, hűgázdálkodásának [10].

A különböző tengerszint feletti magasságokon levő bükk fennsíki talajok hőmérsékletének napi menetében mutatkozó eltérések oka véleményünk szerint elsősorban a sugárzási komponensek megoszlási arányának tengerszint feletti magasságtól való függése [11].

A sugárzási komponensek részarányának eloszlása számos síktérszíni sugárzásmérő állás adataiból ismert és általánosított [12]. A tengerszint feletti magasság növekedésével bekövetkező sugárzási komponens — arányváltozás azonban hazánkban még feltáratlan kérdés. A magas hegyvidéki részletes és teljes sugárzásmérések elvégzéséig, és eredményeinek értékeléséig a sugárzási komponensek eloszlásának a tengerszint feletti magassággal való kapcsolatáról csak feltételezésekre szorítkozhatunk. Feltételezésünk alapját a légköri állandókból ismert abszorpciós, extinció és reflexiós tényezők tengerszint feletti változásának törvényszerűségeiben jelölhetjük meg [6, 13].

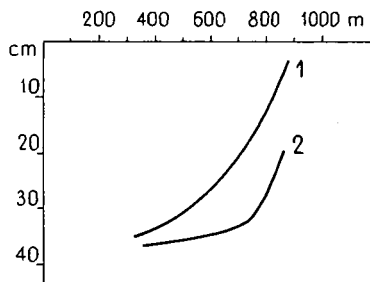
Különböző tengerszint feletti magasságú területekre már az előbb említett tényezők miatt sem érkezhethet azonos közvetlen sugárzásmennyiség. Ez látszólag ellentmond a mérési eredményeinkből megállapított talajhőmérsékleti jellemzőknek. A légkör sugárzásgyengítő hatását ugyanis csak a sugárzási komponensek együttes eloszlásának vizsgálatával határozhatjuk meg. A légkör sugárzásgyengítése bizonyos határig csak a sugárzási komponensek arányában okoz eltérést. A tengerszint feletti magasság csökkenésével növekszik az átsugárzott légréteg vastagsága, ennek kapcsán növekedik a szórt sugárzás. A szórt sugárzás viszont az égbolt minden irányából érkező az erősen tagolt szubsztrátumot jobban aktivizálja, mint az egy irányból és beesési szög alatt érkező direkt sugárzás. Az említett tényezőkön kívül a magasabb területek kisebb, az alacsonyabb területek nagyobb energiabevételét még az is fokozza, hogy a szórt sugárzás növekedésével fordított arányban csökken a direkt sugárzás aránya és a felszínt érő nagyobb direkt sugárzásból a reflex sugárzás fokozottabb veszteséget jelent, mint kisebb mennyiségű közvetlen sugárzásból [14, 15].

A fentiek értelmében a sugárzási komponensek arányának tengerszint feletti magasság szerinti változásával jól magyarázhatjuk a Bükk-fennsík talajhőmérsékletének jellegzetességeit, amelyeket a következőkben foglalhatunk össze.

1. Az inverziós rétegeknek a különböző magasságban levő állomásokra kimutatott vastagsága egyértelműen a szórt sugárzás fent leírt eloszlásának a következménye. Az egyes állomások erdős és szabadterésű területeinek talajában kimutatható inverziós rétegvastagság egymáshoz viszonyított különbségeinek a tengerszint feletti magassággal való növekedése (tisztás és erdő inverziós rétegének vastagság különbsége) szintén a szórt sugárzás hatását mutatja, nevezetesen azt, hogy a szórt sugárzás aránya a tengerszint fölötti magasság növekedésével csökken. Alacsonyabb térszíni területen (Ómassa) a szórt sugárzás nagyobb aránya következtében kisebb a különbség a tisztás és az erdő hőmérsékleti inverziójának mértékében. Nagyobb magasságon (Bánkút) kisebb szórt sugárzás és nagyobb direkt sugárzás lévén, a két terület talajának inverziós rétegében nagyobb vastagság különbség adódik.

2. A szórt sugárzás nagyobb arányú növekedése a globál sugárzás csökkenését okozza, ennek hatása a talajt érő energiamennyiség csökkenésén keresztül a talaj hőmérsékleti viszonyaiból is kimutatható.

3. A tengerszint feletti magasság csökkenésével növekedő szórt sugárzás az inverziós réteg vastagságát egy határon túl (30—40 cm) már nem növeli tovább (5. és 9. ábrák).



9. ábra. Különböző fedettségű és borítottságú területek talajának napi inverziós rétegvastagsága és a tengerszint feletti magasság kapcsolata a Bükk-fennsíkron (Ómassa, Kurtabérc, Bánkút) 1967 augusztusának derült napjain. 1. erdő talajok inverzió rétege, 2. tisztások talajának inverziós rétege.

4. Az inverziós réteg legnagyobb vastagsága körülbelül 200—300 méter tengerszint feletti magasságon mérhető, itt ugyanis a talaj energiaforgalma számára a legoptimálisabb a szórt, a direkt és a visszavert sugárzás aránya.

Ezen feltételezésünk kapcsán összehasonlítottuk a Bükk-fennsíkron végzett talajhőmérséklet mérésekből levezetett inverziós rétegek neutrális pontjait összekötő közös minimumvonalnak (amely feltételezhetően az évi felmelegedési szintet jelzi) a felszínhez viszonyított hajlásszögét Budapest talajhőmérsékletének 40 éves pentádközéptértékei alapján megrajzolt évi izoplétájának ugyanezen évszakra vonatkoztatott melegvonal hajlásszögével. Budapest évi izoplétájának melegvonal-hajlásszöge a Bükk-fensík közös minimumvonalának hajlásszögénél meredekebb volt, ami a hegyvidéki területek klímájára jellemző késői felmelegedés és korai lehűlés talajhőmérsékletre gyakorolt hatását mutatja [16].

A különböző tengerszint feletti magasságú és különböző borítottságú területek talajhőmérsékleti viszonyainak vizsgálatából a fentebb vázoltak alapján megállapítható, hogy a talajok hőgazdálkodásának sajátosságait az eddigiekben már jól megismert fizikai-talajtani viszonyok mellett a sugárzási komponensek eloszlásának tengerszint feletti magassággal kapcsolatos változásai is lényegesen befolyásolják.

#### IRODALOM

- [1] WAGNER, R.: Lufttemperaturmessungen in einer Doline des Bükk-Gebirges, Zeitschrift für Angewandte Meteorologie, Band 5, Heft 3—4, 92—99, 1064.
- [2] WAGNER, R.: A mikroklímák földrajzi elrendeződése Hosszúberczen. Beszámoló az 1955-ben végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai XX. kötet, 197—211, 1955.
- [3] AUJESZKY L.: BERÉNYI D., BÉLL B.: Mezőgazdasági meteorológia. 323—337, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1951.
- [4] BACSÓ N.: Bevezetés az agrometeorológiába. Budapest 1973.
- [5] WAGNER R.: Az ársztás és a növényállomány hatása a mikroklímára. Doktori értekezés. Kézirat, Szeged, 1966.
- [6] FOITZIK, I., HINZPETER: Sonnenstrahlung und Lufttrübung. Leipzig, 1958.
- [7] WAGNER R.: Temperaturzonen des Bodens. Acta Climatologia, Tomus VII. Fasc. 1—4, 3—15, 1967.
- [8] KÁROSSY Cs.: Adatok a rövidhullámú sugárzás-forgalom összetevőinek vizsgálatához a Bükk-fennsíkron végzett mérések alapján. Szegedi Tanárképző Főisk. Tud. Közl. 85—97, 1973.
- [9] Orsz. Meteorológiai Intézet évkönyvei (éghajlati adatok.)
- [10] ANDERKÓ A.: A talaj melegének periódusos ingása. Budapest, 1909.

- [11] DIEMHIRN, I.: Das Strahlungsfeld im lebensraum. Frankfurt, 1964.
- [12] FARKASNÉ TAKÁCS O., ZEMPLÉNYINÉ TÁRKÁNYI Zs.: A pestlőrinci homogén teljes, közvetlen és szórt sugárzás-sorozat előállításával kapcsolatos megfontolások. Beszámoló az 1967-ben végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai XXXIV. kötet, 180—186, 1968.
- [13] TÁRKÁNYI Zs.: A homályossági paraméterek kérdése. Beszámoló az 1962-ben végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai XXVI. kötet, 31—41, 1963.
- [14] NAGYNÉ DÁVID A.: Albedomérek eredményei a budapesti obszervatórium területén. Beszámoló az 1962-ben végzett tudományos kutatásokról. Az O.M.I. hivatalos kiadványai XXVI. kötet, 172—176, 1963.
- [15] SPÄNKUCH, D.: Beziehungen zwischen der durch Vasserdampf absorbierten Strahlung Zeitschrift für Meteorologie Berlin 1973. Band 23, Heft 11/12, 332—345.
- [16] WAGNER R.: Fluktuáló töbörköd. Időjárás, 5, 289—298. 1954.

## DIE CHARAKTERISTIKA DER BODENTEMPERATUR DER BÜKK-HOCHEBENE

*Cs. Károssy*

Es wurden auf freiliegenden Lichtungen und mit geschlossenem Laubwald bestandenen Gebieten des Bükk-Gebirges bei Borsod in verschiedenen Höhen über dem Meeresspiegel die Bodentemperaturen der obersten Bodenschichten gemessen und die auf heitere Witterung bezogenen stündlichen Durchschnittswerte untersucht. Aufgrund des Vergleiches der aus den erhaltenen Daten gezeichneten Isoplethen wurde eine typische Abweichung in der Kurzwellenstrahlungsbilanz der einzelnen Gebiete vermutet.

Bestimmt und verglichen wurden die zeitlichen und Tiefen-Charakteristika der täglichen Inversionsschicht des Bodens sowie die Zeitpunkte des Beginns der täglichen Erwärmungen und Abkühlungen. Die in der Bodentemperaturschichtung der einzelnen Gebiete nachweisbaren Abweichungen wurden in Relation zu der Höhe der betreffenden Messpunkte über dem Meeresspiegel gebracht.

Es wurde ein Zusammenhang gefunden zwischen der Tiefenausdehnung, der Erwärmung und der Abkühlung der täglichen Inversionsschicht des Bodens sowie der Höhe ü.M.

Den zweifellosen und eindeutigen Beweis für die Beziehung der erwähnten Faktoren, den im Tagesgang der Bodentemperatur der einzelnen Stationen nachweisbaren sog. neutralen Punkt — d.h. die dickste Inversionsschicht —, finden wir in der niedrigsten Höhe ü.M. Mit ansteigender Höhenlage wird die Inversionsschicht allmählich dünner; der neutrale Punkt liegt in geringerer Tiefe.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ ВОЗВЫШЕННОСТИ «БЮКК»

*Ч. Кароши*

Мы изучали почасные средние значения, к ясной погоде температур, относящихся почвы, измеренных в верхних слоях почвы территорий леса закрытой листвы и открытой лужайки Боршодских гор Бюкк, расположенных на различных высотах над уровнем моря.

На основании полученных нами данных сравнением проиллюстрированных изоплет, мы сделали выводы о характерных отклонениях балансовых значений коротко-волнового излучения на излучаемых территориях.

Определились и сравнивались глубинные и временные характеристики суточного инверсионного слоя почвы и также начальные моменты суточных нагреваний и похолоданий. Обнаружение отклонения в раслоении температуры почвы различных территорий мы связали с высотой над уровнем моря.

Мы обнаружили связь между протяжением в глубину, нагреванием похолоданием и высотой над уровнем моря.

Несомненным и однозначным доказательством связи вышеуказанных факторов является то, что обнаруженная в суточном ходе температуры почвы различных станций нейтральная точка, т. е. самый толстой суточный инверсионный слой находится на наименьшей высоте над уровнем моря.

С ростом высоты постепенно уменьшается толщина инверсионного слоя, т. е. глубина расположения нейтральной точки.