

keresztül. Várható átlagos munkateljesítménye lucfenyő-rönkök kérgezésében cca 12—14 ürm/óra H. Steinlin szerint (Holz-Zbl. 1962). Bármelyik típus alkalmazásának célszerűségéről, várható teljesítményéről csak hazai vizsgálatok után lehet felelősségteljesen nyilatkozni. A bemutatón látottak és az eddigi külföldi tapasztalatok mindenesetre indokolták teszik a szükséges minősítések elvégzéséhez egy VK—16-típusú kérgezógép beszerzését.



Hőmérsékletmérés elektromos módszerekkel

FÖLDI TIVADAR — Dr. SZÖNYI LÁSZLÓ

Az ERTI Északi-középhegységi Kísérleti Állomása központi (Mátrafüred) kutatási programjának kialakításakor különös hangsúlyt kapott a termőhely klíma-tényezője. A Mátra erősen tagolt hegység. Hosszú lejtőin, mély völgyeiben a fák növekedését a helyi klíma határozza meg sokszor alapvetően.

A termőhely éghajlati és időjárási tényezőinek (a talaj és a levegő hőmérséklete, nedvessége, a sugárzási viszonyok stb.) mérése pedig a hagyományos mérőeszközökkel és módon történt. Az eszközök — különösen hőmérők — beszerzésével, alkalmazásával kapcsolatos nehézségek, valamint az igényesebb tudományos munka kívánalmai új módszerek bevezetését sürgették. Ilyenek egyike a magyarországi erdészeti kutatásban és gyakorlatban eddig még nem alkalmazott elektromos eljárás.

A munka közvetlen célja az volt, hogy egymás után valamennyi elektromosan mérhető és regisztrálható időjárási elemet ezzel a módszerrel észleljük. Első feladatként a levegő és a talaj hőmérsékletének elektromos mérését és regisztrálását kívántuk megoldani.

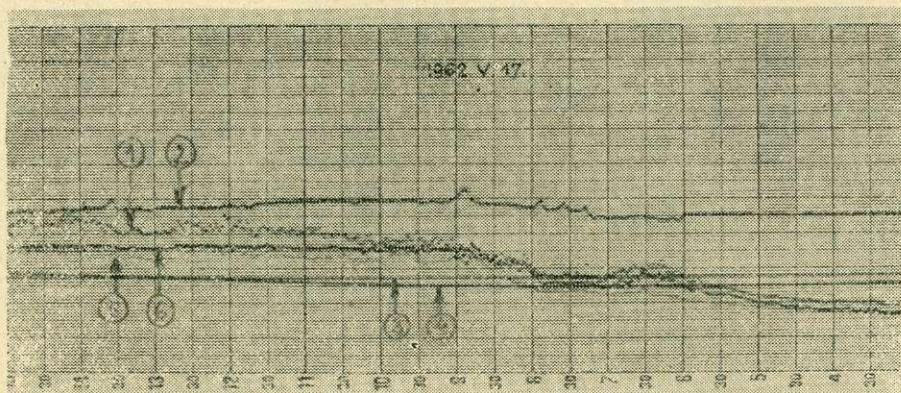
Olyan módszereket kerestünk, amelyek alkalmasak a bonyolultabb ökológiai vizsgálatokhoz szükséges mérések elvégzésére, sőt azok regisztrálására is. Alapvető követelmény volt a hálózattól független mérési lehetőség, a terepen beépített mérőátalakító (hőmérő) adatainak meghatározott időszakokban való regisztrálása. Általános kíváncsi volt az, hogy több helyen mérjünk egy időben és az adatokat központosított helyen észlelhessük, a berendezés, a kezelés, a mérés legyen biztonságos, gyors és a mérendő közeget minél kevésbé zavaró, végül a berendezés, az észlelés és a feldolgozás legyen gazdaságos. A következőkben első tapasztalatainkról kívánunk rövid tájékoztatást adni.

A levegő, a talaj hőmérsékletének elektromos mérésére a hazai meteorológiai és a külföldi erdészeti irodalom szerint leggyakrabban *termisztorokat* használnak. A termisztorok olyan félvezetők, amelyeknek elektromos ellenállása a hőmérséklettel arányosan változik. Ha a hőmérséklet nő, ellenállásuk kisebb lesz. Ha a hőmérséklet csökken, ellenállásuk értéke megnő. Tehát az ellenállás mérésével megállapítható a mérendő közeg hőmérséklete.

A méréseket mi is termisztorokkal kezdtük meg 1962. januárjában. A Tungstam-gyár által készített 1T 0,6 jelű termisztorokkal dolgoztunk. Azok ellenállása a gyártási technológia következtében a névlegestől $\pm 25\%$ -kal tért el. Ez azt jelenti, hogy $\pm 6^\circ\text{C}$ hibával lehetett számolni. Viszonylag nagy mennyiségű (60 db) termisztor közül sikerült kiválasztani 6 olyant, amelyek között a maximális eltérés $\pm 1^\circ$ volt.

A nedvesség ellen viasszal bevont termisztorokat az első, előkísérleti mérési elrendezésben 6 helyen állítottuk fel. A hőmérsékleti értékeket *regisztráltuk*: a termisztorokat 6 mérőhelyes Deprez-rendszerű pontíróval kötöttük össze

híd-kapcsolásban, ezáltal a hat mért értéket egyetlen regisztráló szalagon regisztrálni tudtuk. A regisztráló szalagra 1 hónap adatait lehet rögzíteni. A szalagon az 1 mm távolságban végigfutó vonalakat 30 perces időtartamnak megfelelő közközt jelző vonalakat szakítják meg. A szalagról annak hálózata, valamint az időpontok leolvasása révén a bemért skála segítségével könnyű az értékelés. A pontíró minden 20 másodpercben jelzi 1—1 mérőhely adatát, ugyanazon mérőhelyét tehát minden második percben. 1—1 mérési helyre óránként 30 adatot kapunk. A műszer minden mérőhely adatait más-más színnel, pontszerű leütéssel jelzi. A mérés folyamán tehát 6 féle színű, az 1. ábrán látható pontsorból álló görbét kapunk.



1. ábra. Termisztorral mért, hat színnel író regisztráló műszeren rögzített hőmérsékleti értékek. A mérési adatok a termisztorok kis hőtehetetlensége következtében nyugtalan görbét adnak (mérési helyek: 1. meteorológiai észlelőház; 2. laboratóriumi szobai hőmérő mellett a falon, 3. a talajban 50 cm mélyen; 4. a talajban 20 cm mélyen; 5. a talaj felszínén; 6. 130 cm magasan a talaj felett kocsánytalantölgy sarjcsokorban)

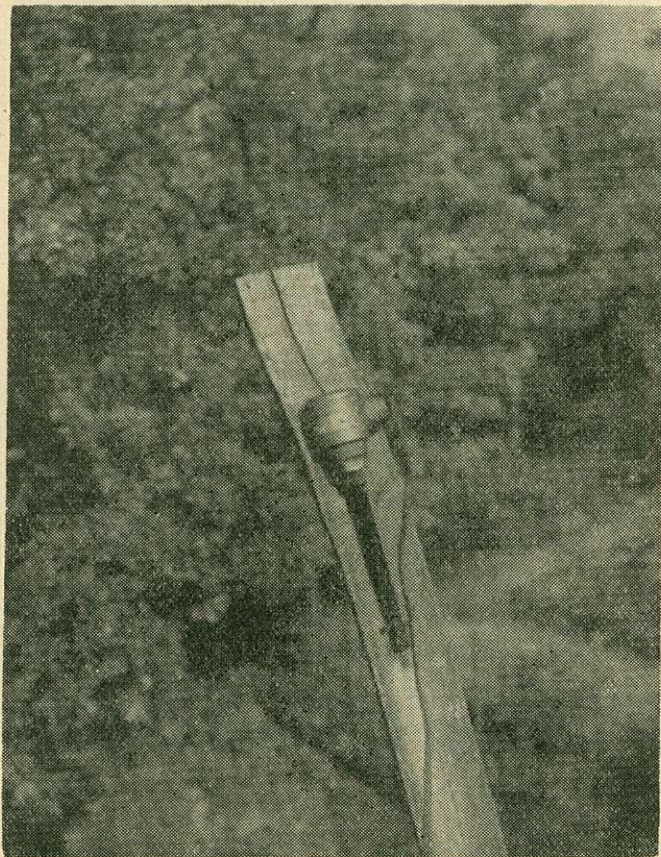
A görbéről a bemért skála segítségével leolvashatjuk az egyes mérési helyeken és időpontban uralkodó hőmérsékletet, illetőleg annak változását. A hőmérséklet a legegyszerűsebb a talajban 50 cm (3), 20 cm (4) mélyen, ingadozó növekedő sorrendben a kocsánytalantölgy sarjcsokor belsejében (6), a talajfelszín alatt 1 cm (5) és legzavartabb a szellős meteorológiai észlelő-házban (1). Jól szemléltethető az észlelőházban (1 csatorna) a déli melegedés hatására keletkezett levegőmozgást követő hőmérséklet változás. Sugárzás ellen a mérőátalakítókat ebben nem védjük. A levegő hőmérsékletét mérő platinahőmérőket később az észlelőházban a higanyos hőmérőkkel azonos sugárzásvédelemben részesítettük. Az ipari célra készített mérőátalakítók a talajfelszín hőmérsékletének közvetlen mérésére nem alkalmasak.

A termisztorok bekapcsolás után *ellenállásukat* mintegy 5 héten át lassan *változtatták*. Ennek az ún. öregedési jelenségnek a kompenzálására a hid-feszültséget minden második napon utánszabályoztuk azáltal, hogy a laboratóriumban levő termisztort olvadó jég közé ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) helyeztük.

A termisztorok kis hőtehetetlenségűek, ebből következik, hogy a *hőmérséklet változásait nagyon gyorsan* (néhány másodperc alatt) *követik*. Ez a tulajdonság egyes kísérletek alkalmával nagyon előnyös. (Esetünkben azonban ilyen érzékenység nem kívánatos.) Változékonyabb hőmérsékletű mérési helyeken (1, 5., 6.) a regisztrált görbék erősen szaggatottak (1. ábra). A két, egymást követő leütés között 1—3 $^{\circ}\text{C}$ különbség is van. Ugyanez a különbség természetesen köz-

vetlen leolvasás esetén is fennáll. A termisztoros mérésakor kapott görbéken ezért az öregedés, valamint a nagy érzékenység következtében *korrekciókat kellett alkalmaznunk. Tehát a mérés nehézkesnek bizonyult.*

A termisztorok említett hiányosságait kiküszöbölendő, *platina ellenálláshőmérőkkel* kezdtünk dolgozni. (2. ábra). A platina ellenállása gyakorlatilag lineá-



2. ábra. Platina ellenálláshőmérő rozsdamentes acélházban elhelyezve (fekete védőháza ebben az esetben 15 cm hosszúságú)

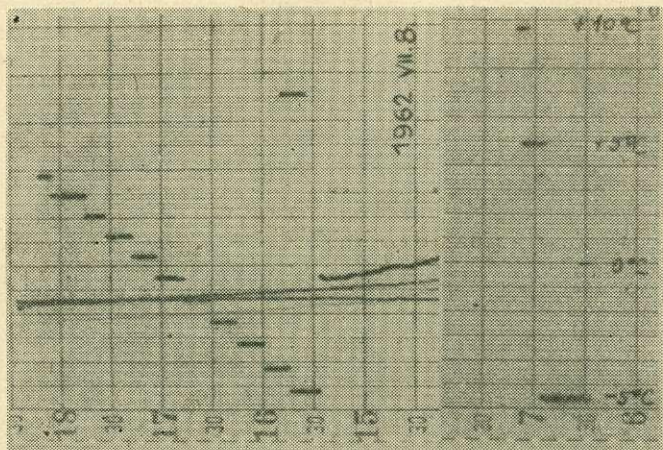
risan változik a hőmérséklettel. Az ellenállás változásából meghatározható a mérendő közeg — talaj, levegő, víz, betározott készletek — hőmérséklete.

A platina ellenálláshőmérőket az ipar nagy nyomású (20 atmoszféra) és hőmérsékletű munkahelyeken alkalmazza. Burkolatuk ennek megfelelően mechanikai és vegyi hatásoknak egyaránt nagymértékben ellenálló. Kiválóan alkalmasnak ígérkeztek tehát arra, hogy a nehéz erdei terepi elhelyezési és mérési körülmények között bevezessük.

A mérési adatokat ebben az esetben is *regisztráltuk*. A hőmérők egy részét a laboratóriumban elhelyezett íróműszerekhez ugyancsak híd-kapcsolásban kötöttük be. A terepi mérésekhez $-5 - +60\text{ }^{\circ}\text{C}$ tartományban mérő kereszttekercses, a laboratóriumi és a belső kísérleti mérésekhez nagy érzékenysége

következtében $-5 - +20\text{ }^{\circ}\text{C}$ tartományban Deprez-rendszerű pontírókat használtunk.

A műszereket mérés előtt hitelesítettük és rajtuk kisebb átalakítást végeztünk. A kereszttekercses regisztráló műszerek hitelesítési adatait a 3. ábrán



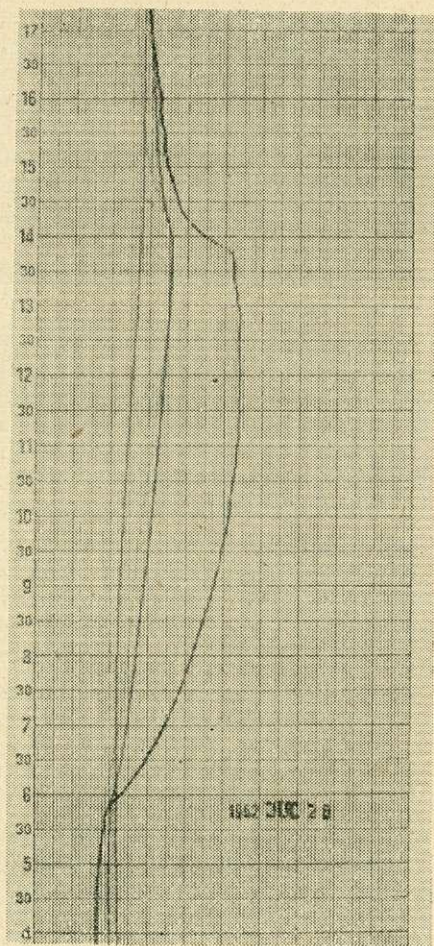
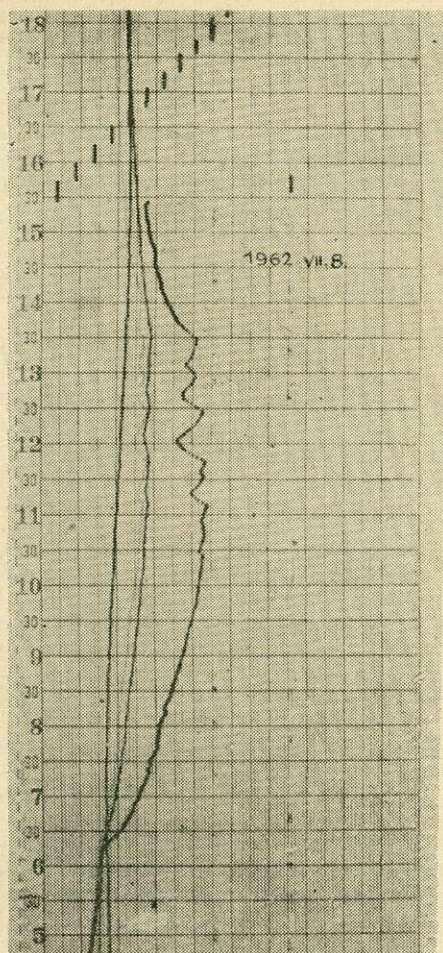
3.—4. ábra. Balfelől: Hitelesítő mérések platina ellenálláshőmérővel történő hőmérsékletmérés céljára. A durvább beállítás alkalmával a szalagon 1 mm $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletértéknek felel meg. Jobbfelől: Hitelesítő mérés érzékenyebb beállítással platina ellenálláshőmérővel történő hőmérsékletmérés céljára. Az érzékenyebb beállításban 1 mm $0,206\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleti értéknek felel meg

levő vonalkák jelzik. Az ábrán levő fokozatok $5-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet-különbségnek felelnek meg, tehát 1 mm $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleti különbséget jelent. Az eredeti görbéről ebben a beállításban 0,5 mm, esetünkben $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pontossággal olvashatunk le. Ez természetesen nem jelenti a mérési abszolút hibát. Ez a leolvasás hibája.

A 4. ábra híd-kapcsolású Deprez rendszerű műszeren érzékenyebb beállítást mutat. Ezen 48 mm kitérésnek $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ felel meg. 1 mm beosztás tehát $0,206\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet-különbséget jelent. (A feszültség állításával természetesen $1\text{ mm} = 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ érték pontosan is beállítható.) A szalagról ilyen beállításban $0,1-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ pontossággal lehet leolvasni.

A mérés pontossága jelentősen fokozható. Az alapfeszültség 10 V-ra növelésével elérhető, hogy 5° hőmérséklet tartománynak 100 mm kitérés feleljen meg. Ebben az esetben 1 mm-re $0,005\text{ }^{\circ}\text{C}$ esik, azaz a szalagról $0,025\text{ }^{\circ}\text{C}$ pontossággal olvashatunk le. A mérési módszer tehát igényesebb mérések céljára is megfelel. A híd másik ágában az alapponti hőmérsékletben tartott és hasonló hűlési viszonyoknak kitett, ugyanolyan típusú platina ellenállás van.

A platina ellenálláshőmérőkkel regisztrált hőmérsékleti görbék a platina nagyobb hőtehetetlensége következtében egyenletesebbek, mint a termisztoros mérés görbéi. A hőmérséklet különböző változásaira tehát kevésbé érzékenyek. de igényeinknek megfelelő mértékben reagálnak. Az 5. ábra zavart napi menetű szeles, időnként felhős, a 6. ábra teljesen derült időjárású napon a talaj felszínén és annak különböző mélységeiben mért hőmérsékleti értékek görbéit mutatja be. Az utóbbi ábrán világosan látszik a jellegzetes mátrai termőhely expozíciós



5. ábra. Szeles, időnként felhős időjárású napon észlelt hőmérsékleti értékek (a legmagasabban futó görbe a talaj felszíne alatt 1 cm, az alacsonyabban futók a talaj különböző mélyebb rétegeinek hőmérsékletét jelzik; a nagyobb hőtehetlenségű platina ellenálláshőmérőkkel mért értékek görbéje nyugodtabb)

6. ábra. Derült időjárású nap nyugodt hőmérsékleti görbéje

klímája. A mérőhely 5,50 órakor kapja ugyanis az első napsugarakat és a közvetlen besugárzás a K-re néző lejtőn már 13,50 órakor megszűnik, a levegő hirtelen lehül. A hőmérséklet változása világosan szemlélhető, ugyanakkor a mérés rendkívül *gazdaságos* is: ilyen mérési sűrűségű adatsort észlelőkkel tartamosan nem tudunk kapni. A hőmérővégeket ugyanis évente egy alkalommal, az íróműszert — a naponta történő szemmel tartáson túl — havonta kell csak kezel-nünk.

A platina ellenálláshőmérőkkel való mérés előnyeit igazán akkor lehet értékelni, ha a gyakorlatilag teljesen terepálló mérőtesteket az erdőbe, hálózattól teljesen függetlenül építjük be. A mérési adatok *hálózattól független* eljárással történő regisztrálásának a kidolgozása folyamatban van. Terepkísérlet alatt van azonban már a *pontszerű* mérésre alkalmas berendezés.

A mérőberendezések két év óta — köztük az igen kemény 1962. év telén is — megszakítás nélkül működtek eredeti elhelyezésükben. Ellenőrzésképpen néhány mérőhely platina ellenálláshőmérőjét kiástuk. Megállapítottuk, hogy sem az ellenállás értéke, sem a védőburkolat nem változott. E változásnak megfelelően a nagy nyomást álló rozsdamentes acélház korrózióállása kifogástalan volt. A védőburkolat köves talajban a mechanikai igénybevételeket — beásás, kivétel stb. — kifogástalanul állotta. Ugyanez volt a tapasztalat tavasszal is, amikor az olvadékvíz teljesen körülvette a mérőtesteket. A szigetelés mindvégig megfelelt.

Összegezeként az első tapasztalatok nyomán a következő gondolatokat foglalhatjuk össze.

Az elektromos hőmérsékletmérés olyan viszonylag egyszerű eljárást adott a kezünkbe, amely a kívánt pontosságú mérést az eddiginél jóval kevesebb munkaerővel teszi lehetővé. A mérőegység stabil, utólagos állítása nem szükséges. A központosított, gyors leolvasás, különösképpen pedig a regisztrálás az észlelő, ellenőrző nyugodt munkáját, annak pontosságát fokozza. A berendezés élettartama becslésünk szerint terepviszonyok között is 15—20 év, a hagyományos higanyos hőmérők élettartamát messze meghaladó.

A *termisztorokkal* elsősorban a laboratóriumokban, érzékenyebb mérések alkalmával fogunk feltehetően dolgozni. Kiválasztásuk, kezelésük az üzemi gyakorlatban nem, a kutatásban sem mindenütt biztosítható szakértelmet igényel, mechanikai igénybevételekkel, gyors hőmérsékletváltozásokkal szemben érzékeny.

A terepmérésekhez a minden nehézség nélkül kezelhető *platina ellenállás-hőmérőket* javasoljuk bevezetni. Ezek nem törnek, elhelyezésük könnyű, a kezelésük, a mérés velük biztonságos. A műszereket ma Mátrafüreden különleges elektromos képzettséggel nem rendelkező laboráns kezeli megfelelő irányítás mellett.

A hőmérséklet elektromos mérésével új, *nagy teljesítményű, gazdaságos mérési eljárást* vezethetünk be. Alkalmazása nemcsak a kísérleti, de különböző termelési munkahelyeken is eredménnyel biztat.

T. Фелди—Д-р Л. Сэни : ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ.

При усовершенствовании экологических измерений в опытном водосборе на Опытной Станции в Северных Средне-венгерских горах „ERTI“ (Научно-Исследовательский Институт лесного хозяйства) авторы используют при измерении температуры почвы и воздуха электрические методы. Измерение температуры производится термисторами и термисторами сопротивления из платины. Показания регистрируются при оборудовании на шести цветах. Термисторы используются вследствие большой чувствительности при измерений в лабораториях. Термометры имеют защитную стенку против коррозии и давления, поэтому по низкой инерции они пригодны для использования их в полевых условиях. Метод экономичный с точки зрения рабочей силы и расходов.

Földi T.—Dr. Szónyi L.: TEMPERATURMESSUNGEN MIT ELEKTROVERFAHREN.

Im Rahmen der Weiterentwicklung der ökologischen Messmethoden wurde in Versuchsrezipient auf der Versuchsstation ERTI im Ungarischen Mittelgebirge die Boden- und Lufttemperatur mit elektrischen Methoden gemessen. Thermistoren und Platinenwiderstandsthermometer wurden benutzt und die Ergebnisse mittels Sechsfarbenschreiber registriert. Die Thermistoren werden wegen ihrer grossen Empfindlichkeit für Laborarbeiten und feinere Messungen, die Widerstandsthermometer wegen ihres Schutzhauses gegen Korrosion und Druck, sowie wegen ihrer grösseren Wärmeeinertie für Feldmessungen vorgesehen. Das Verfahren ist in bezug auf Arbeitskraft- und Kostenbedarf gleicherweise ökonomisch.