

# NIEKTORÉ PRAKTICKÉ VÝSLEDKY POZOROVANIA PÓDNYCH TEPLÔT NA SLOVENSKU Z ROKOV 1924—1944

From the materials about the observations of soils made in the years 1924—1944 on nine stations in Slovakia, statistical informations were obtained about the temperature régime of soils. There is question of the lowest average decennial temperatures in winter, in depths of 5 and 15 cm; further the average date of the end of 0 °C in spring and the beginning of the 0 °C temperature in autumn in depths of 5 and 15 cm; finally the average date of the onset of 10 °C in those same depths, as well as the depths to which the soil was frozen. These values are shown graphically in relation to the heights above mean sea level.

## ÚVOD

Poľnohospodárska a technická prax a viaceré prírodovedné odbory robia časté dotazy na niektoré teplotné vlastnosti pôd a sprievodné javy s nimi súvisiace. Aby sa mohlo týmto požiadavkám aspoň sčasti vyhovieť, podávame v tejto práci, urobenej z predbežne spracovaného materiálu, približný obraz o priebehu niektorých dôležitých teplotných hodnôt v pôdach na Slovensku. Nie sú v tejto práci analyzované základné zákonitosti chodu teplôt v pôdach najmä pre malý počet staníc s dlhodobými pozorovaniami, potrebných v našich zložitých prírodných podmienkach.

## METODICKÝ POSTUP

Zisťovali sme najnižšie priemerné dekádové teploty v zimných mesiacoch v hĺbkach 5 a 15 cm, ďalej v tých istých hĺbkach koniec a počiatok priemerných teplôt 0 °C a počiatok priemernej teploty 10 °C. Tiež pre technické účely, ale aj pre poľnohospodárstvo, dôležité hĺbky premrzania pôd, zistené podľa pôdnych teplôt, a to priemerne, maximálne a minimálne hĺbky. Pravdepodobnosť premrzania pôd sme nerobili pre malý počet pozorovacích rokov.

Výsledky sme dosiahli zo spracovaných hodnôt pozorovaní pôdnych teplôt, vykonaných v rokoch 1924—1944 na deviatich staniách Slovenska. (tab. 4.)

Použitelnosť týchto časovo nehomogénnych radov sme si overili porovnávaním ich výsledkov s výsledkami šiestich staníc (Hurbanovo, Rimavská Sobota, Zvolen, Martin, Oravský Podzámok a Starý Smokovec) s homogénnym radom odpozorovaných rokov 1931—1935. Rozdiely medzi výsledkami boli malé.

Pretože máme materiál staníc z dosť rozdielnych nadmorských výšok (115—1018 m), pokúsili sme sa graficky znázorňovať priebeh spomínaných javov v závislosti od nadmorských výšok. Výsledky, ktoré sme dosiahli týmto spôsobom, sú iba približné, lebo neboli dosiahnuté z dostatočne veľkých a celkom homogénnych pozorovacích radov rokov. Ďalej určitá rozdielnosť a neporovnateľnosť výsledkov je spôsobená tiež tým, že rôzne typy a druhy pôd, v ktorých sa robili merania, resp. pre ktoré sme stanovili grafickou metódou hodnoty, môžu mať dosť rozdielny tepelný režim. Nebrali sme tiež ohľad na rozdielne teplotné gradienty v rôznych prirodzených oblastiach, a preto grafy, ktoré boli zostrojené podľa výsledkov staníc umiestnených na kvalitatívne rôznych regiónoch, majú skôr slúžiť pre ilustráciu ako pre výpočty, aj keď hodnoty ukazujú

T a b u l k a 1

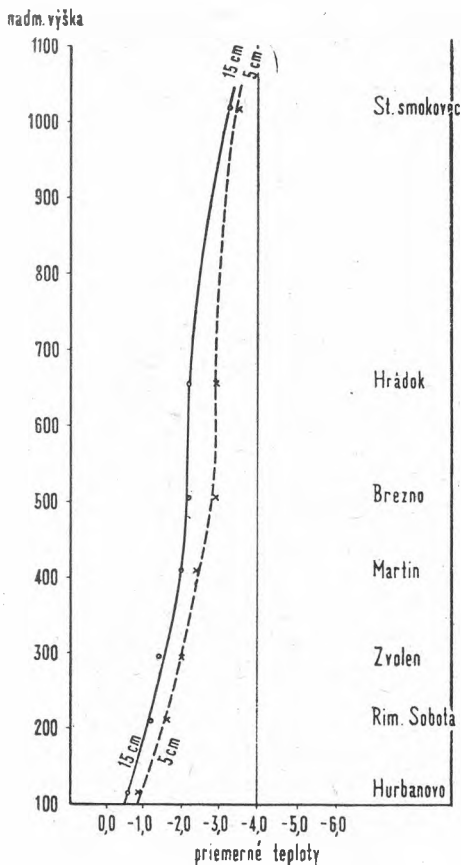
Stanica	Nadm. výška v m	Obdobie	Pôdny druh
Hurbanovo	115	1928–1937	hlinitá, v spodine ilovitohlinitá
Rimavská Sobota	208	1928–1937	hlinitá, v spodine ilovitohlinitá
Košice	241	1935–1938 a 1940	ilovitá
Zvolen	294	1931–1940	hlinitá, v spodine ilovitá
Martin – Záturčie	410	1926–1935	ilovitá
Oravský Podzámok	494	1931–1939 a 1941	ilovitohlinitá, v spodine hlinitá
Brezno	506	1929–1931 1940–1944	hlinitá, v spodine ilovitohlinitá
Liptovský Hrádok	655	1924–1931 1941–1944	hlinitá, v spodine piesočnatohlinitá
Starý Smokovec	1018	1929–1937	piesočnatohlinitá

s nadmorskou výškou dobrý lineárny vzťah. Avšak pri takom malom počte staníc s meraním pôdnych teplôt je to nevyhnutná a názorná pomôcka. Štúdium odlišností v teplotnom režime pôd v podmienkach rôznych prirodzených oblastí bude možné na väčšom množstve staníc a s dostatočným počtom rokov pozorovania. Napriek tomu, že je všeobecne väčšia pestrosť pôdnych vlastností ako rôznosť reliéfu vplyvajúca na makroklimu, ukazuje sa však pôdna teplota ako prvok s vyrovnanším priebehom ako teplota vzduchu, na čo poukazujú najmä menšie výkyvy teplôt v mesačných a ročných chodoch v pôdach ako v ovzduší.

Najnižšie dekádové teploty sme použili zo spracovaného štatistického materiálu Hydro-meteorologického ústavu, dátumy počiatkov určitých teplôt v pôde sme určili štatisticky (5) a hĺbky premŕzania pôd grafickou interpoláciou štatisticky spracovaných hodnôt pôdnych teplôt. Bližšie o tom v nasledujúcich kapitolách.

#### 1. Najnižšie priemerné dekádové pôdne teploty v zimnom období v hĺbke 5 a 15 cm

Dôležité sú v poľnohospodárstve najmä pri sledovaní prezimovania kultúr, najmä ozimín. Na grafe 1 je znázornený priebeh najnižších priemerných dekádových pôdnych teplôt, vyskytujúcich sa v mesiacoch zimného obdobia (prakticky v januári alebo niekedy vo februári), zostavený z hodnôt deviatich staníc (tab. 1) s plnými radmi pozorovacích rokov. Graf poukazuje na dost rovnomerný pokles týchto pôdnych teplôt so stúpajúcou nadmorskou výškou. To znamená, že najmenej klesajú na Podunajskej nížine (v Hurbanove v hĺbke 5 cm na  $-0,8^{\circ}\text{C}$ , v hĺbke 15 cm na  $-0,6^{\circ}\text{C}$ ), najviac klesajú vo vysokých polohách (v Starom Smokovci v hĺbke 5 cm na  $-3,5^{\circ}\text{C}$  a v hĺbke 15 cm na  $-3,3^{\circ}\text{C}$ ). Krivka ukazuje, že v nadmorských výškach asi od 400 do 800 m



nastáva relatívne zmiernenie poklesu týchto teplôt pravdepodobne vplyvom väčšej a trvalejšej snehovej pokrývky. Z tých istých príčin sú potom v spomínaných nadmorských výškach aj väčšie vzdialenosti medzi krivkou pre hĺbku 15 cm a krivkou pre hĺbku 5 cm. Extrémne nízke hodnoty (termínové) sú značne rozdielne, ukazujú na malý vzťah s nadmorskou výškou, pretože sú závislé okrem nadmorskej výšky aj od miestnej snehovej pokrývky a určite aj od pôdnych vlastností. Preto sme ich na graf nenášali. V hĺbke 5 cm sa pohybovali v uvedených rokoch (v ktorých sa vyskytovali mimoriadne silné zimy: 1929, 1940, resp. 1941) medzi  $-11,0^{\circ}\text{C}$  v Košiciach a  $-18,0^{\circ}\text{C}$  v Starom Smokovci a v hĺbke 15 cm medzi  $-7,6^{\circ}\text{C}$  v Martine a  $-14,2^{\circ}\text{C}$  v Starom Smokovci.

## 2. Priemerný dátum konca a počiatku pôdnych teplôt $0^{\circ}\text{C}$ v hĺbke 5 a 15 cm

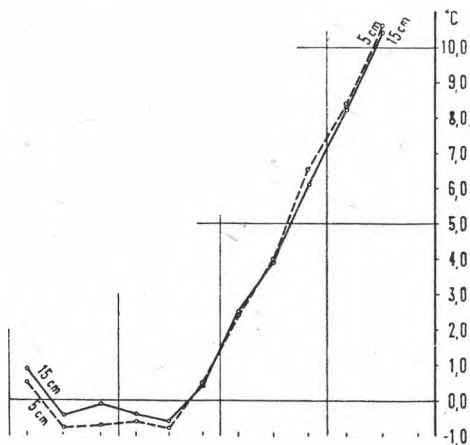
Pre poznanie doby zamrznutia povr-

Graf 1. Najnižšie priemerné dekádové teploty v  $^{\circ}\text{C}$  zo zimného obdobia v hĺbke 15 cm —•—, v hĺbke 5 cm — — — x.

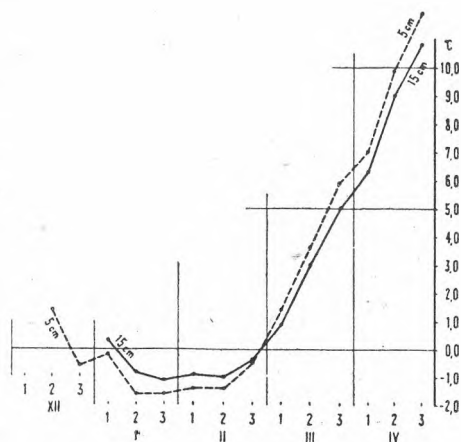
chových vrstiev pôd, ich vodného režimu, počiatkov poľnohospodárskych prác a pod. sme zisťovali priemerný dátum posledných pôdnych teplôt  $0^{\circ}\text{C}$  a podobne dátum prvých jesenných teplôt  $0^{\circ}\text{C}$  v hĺbkach 5 a 15 cm. Dátumy sme zisťovali pomocou grafov ročného chodu pôdnych teplôt staníc uvedených ako pomocné grafy 2a až 2i, z ktorých sme zostavili graf 3a a 3b.

Koniec pôdnych teplôt  $0^{\circ}\text{C}$  v hĺbke 5 a 15 cm na konci zimy má, ako vidieť na grafe 3a, v nižších polohách približne rovnaké dátumy. Na stanicach asi medzi 500 až 700 m n. m. vychádza priemerný počiatok skôr v hĺbke 15 cm ako v hĺbke 5 cm, čo si možno vysvetliť asi takto: Všetky grafy 2 názorne ukazujú, že po zimnom období, keď teploty v pôdach do hĺbky ešte pribúdajú, vedením tepla sa pôdy ohrievajú natoľko, že majú v určitom období približne rovnaké teploty v celej hĺbke — mohli by sme nazvať toto obdobie obdobím izotermie — až nadobudnú v lete v povrchových vrstvách teploty vyššie ako v hĺbke. Ohrievanie pôdy má podľa grafov však v rôznych nadmorských výškach odlišný priebeh. V nižších teplejších polohách, podľa grafu 3a, nastáva vo výškach asi od 100 do 500 m n. m. na jar rýchlejšie otepľovanie pôdy a „izotermia“ je skôr, ako sa oteplí pôda na  $0^{\circ}\text{C}$ . Preto sú tu počiatky teplôt  $0^{\circ}\text{C}$  skôr v hĺbke 5 cm ako v hĺbke 15 cm. Vo výškach asi medzi 500 až 700 m n. m., kde

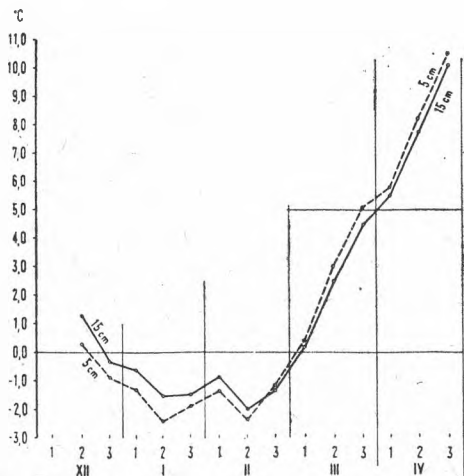
je na jar pomalšie otepľovanie pôdy pravdepodobne vplyvom stálejšej a hrubšej snehovej pokrývky, nástup teplôt  $0^{\circ}\text{C}$  je skôr v hĺbke 15 cm ako v hĺbke 5 cm. Na stanici Oravský Podzámok asi o 1 deň, v Brezne asi o 4 dni a v Liptovskom Hrádku tiež asi o 1 deň. Na grafe 3a sme preto nakreslili krivku o priebehu  $0^{\circ}\text{C}$  v hĺbke 15 cm



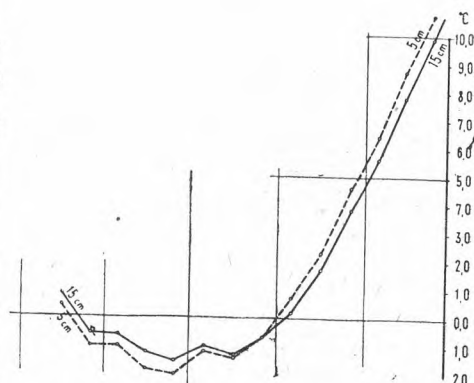
Graf 2a. Chod priemerných pôdnych teplôt v Hurbanove v rokoch 1928—1937.



Graf 2b. Chod priemerných pôdnych teplôt v Rim. Sobote v rokoch 1928—1937.



Graf 2c. Chod priemerných pôdnych teplôt v Košiciach v rokoch 1935—1938 a r. 1940.



Graf 2d. Chod priemerných pôdnych teplôt vo Zvolene v rokoch 1931—1940.

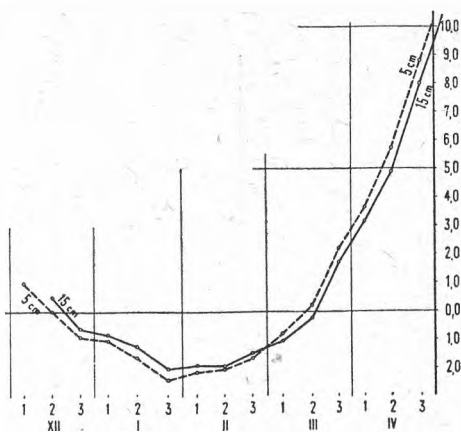
v týchto nadmorských výškach pred krivku z hĺbky 5 cm asi o 1 deň. V týchto nadmorských výškach sú aj väčšie odchýlky dátumov od kriviek.

Počiatok jesenných pôdnych teplôt  $0^{\circ}\text{C}$  ilustrujú krivky na grafe 3b. Ich priemerné časové rozpätie medzi 5 a 15 cm hĺbkou je asi 6 dní, podľa jednotlivých staníc 2 až

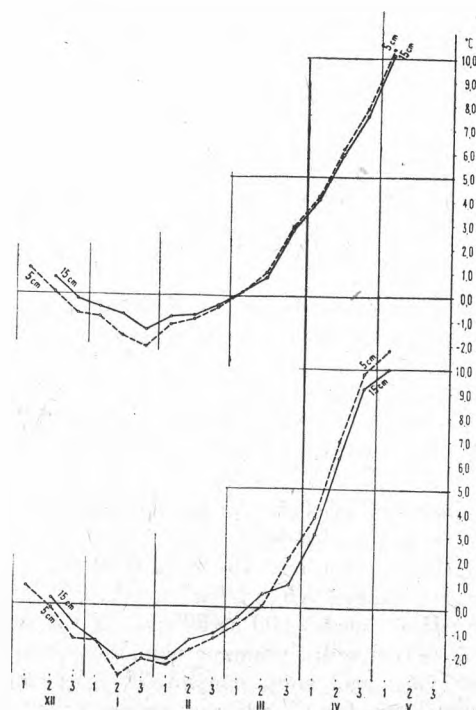
7 dní. Z priebehu kriviek na jar i v jeseni možno pozorovať, že asi do 700 m n. m. je pozvoľnejšie otepľovanie, resp. ochladzovanie pôd v týchto hĺbkach a že medzi 700 až 1000 m n. m. prebiehajú tieto teplotné zmeny počas krátkeho časového rozpätia.

### 3. Priemerný dátum počiatku pôdnych teplôt $10^{\circ}\text{C}$ v hĺbke 5 a 15 cm

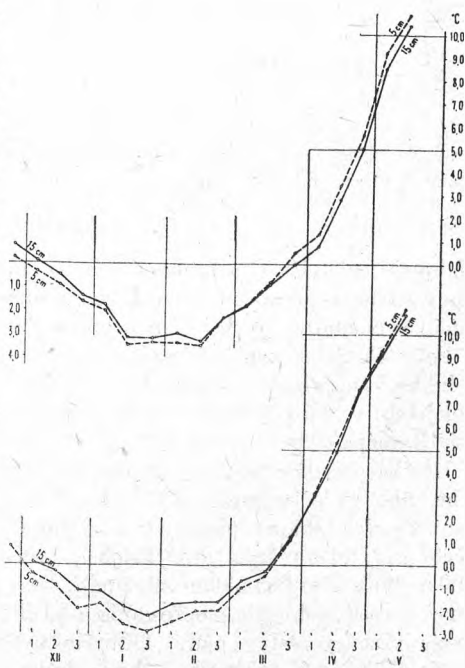
V poľnohospodárstve znamená nástup pôdnych teplôt  $10^{\circ}\text{C}$  v orníchej vrstve počiatok vegetácie, najmä kultúr náročnejších na teplo, resp. počiatok ich siatia. Aby sme získali približnú predstavu o čase nástupu týchto teplôt, zostavili sme graf 4, a znázorňujúci priemerný dátum počiatku



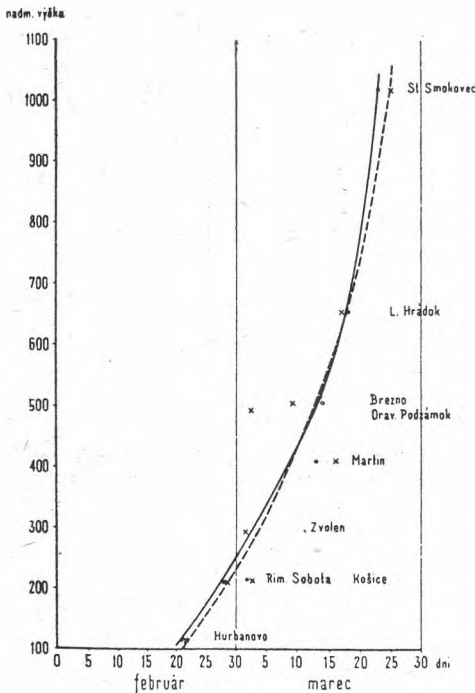
Graf 2e. Chod priemerných pôdnych teplôt v Martine-Záturčí v rokoch 1926–1934.



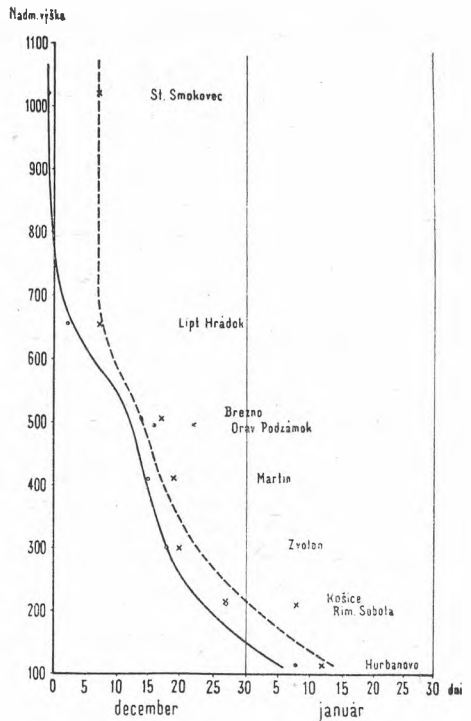
Graf 2f. Chod priemerných pôdnych teplôt v Orav. Podzámku v rokoch 1931–1939 a r. 1941. — Graf 2g. Chod priemerných pôdnych teplôt v Brezne v rokoch 1929–1931 a 1929–1944.



Graf 2h. Chod priemerných pôdnych teplôt v Starom Smokovci v rokoch 1929–1937. — Graf 2i. Chod priemerných pôdnych teplôt v Lípti. Hrádku v rokoch 1924–1931 a 1941–1944.



Graf 3a. Priemerný dátum konca pôdnych teplôt 0 °C v hĺbke 5 cm — o, v hĺbke 15 cm — x.



Graf 3b. Priemerný dátum počiatku pôdnych teplôt 0 °C v hĺbke 5 cm — o, v hĺbke 15 cm — x.

pôdnych teplôt 10 °C v hĺbkach 5 a 15 cm, a to pre ľubovoľné nadmorské výšky. Dátumy nástupu, pomocou ktorých sme zostavili graf, určili sme z grafov o ročnom chode teplôt v týchto pôdnych hĺbkach (grafy 2a až 2i).

Počiatok týchto teplôt je najskorší na najnižších polohách: v Hurbanove sa začínajú v hĺbke 5 cm približne 13. apríla, v hĺbke 15 cm 15. apríla. Najneskorší je vo vysokých polohách: v Starom Smokovci sa začínajú v hĺbke 5 cm asi 10. mája a v hĺbke 15 cm asi 13. mája.

Krivka počiatku pôdnych teplôt 10 °C má podobný priebeh ako pri teplotách 0 °C, lebo, ako vidieť z grafu, od 100 asi do 700 m n. m. dosahujú pôdy teplotu 10 °C v uvedených hĺbkach pomaly, asi za dobu jedného mesiaca a od 700 m do 1000 m n. m. rýchlejšie, asi za štyri dni. Priebeh kriviek v nadmorských výškach medzi 100 až 500 m bude pravdepodobne zložitejší, lebo sa zdá, že medzi 100 až 300 m n. m. je na jar pomerne rýchlejšie otepľovanie a od 300 do 500 m n. m. pomerne pomalšie otepľovanie vrchnej vrstvy pôdy. Odtiaľto vyššie, zvlášť nad spomínanými 700 m n. m. opäť rýchlejšie. K takémuto dôkazu chýba dostatok staníc s dlhodobými pozorovaniami.

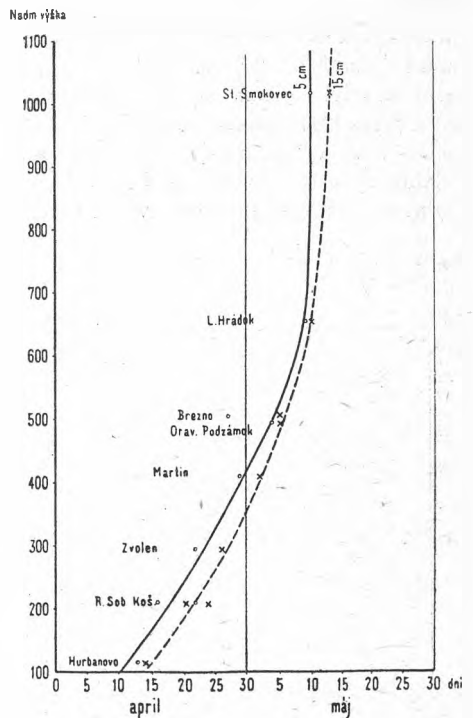
#### 4. Hĺbka premrzania pôd stanovená podľa pôdnych teplôt 0 °C

Za určitých podmienok, najmä keď je nasýtená vodou, pôda premrzá pri teplotách veľmi blízkych 0 °C, prakticky pri teplote 0 °C. Úbytkom vody z pôdy teplota jej

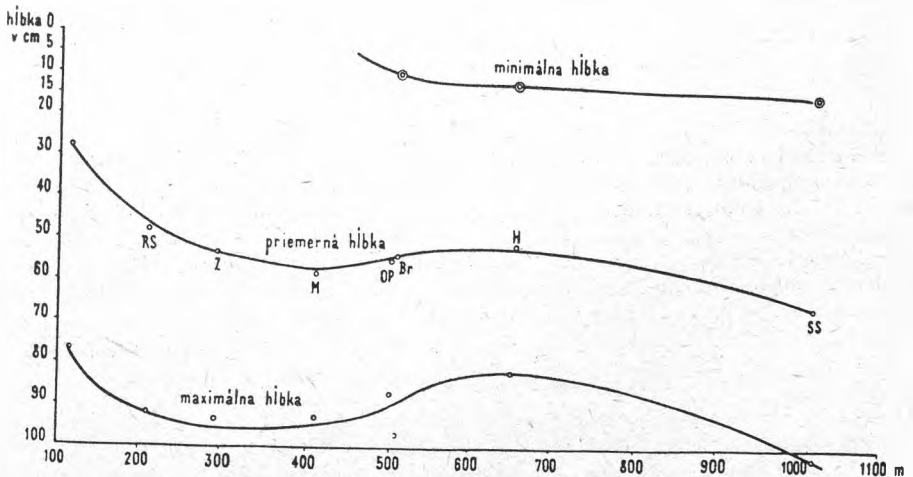
premrázania klesá až na  $-1,5^{\circ}\text{C}$ . Preto môžeme považovať teplotu  $0^{\circ}\text{C}$  v pôde za teplotu premrázania, keď sa v nej bude vyskytovať voda ako pôdna vlhkosť vo väčšom množstve.

Priemernú, maximálnu a minimálnu hĺbku premrázania pôd v rôznych nadmorských výškach, predpokladanú podľa hĺbky, do ktorej siahajú teploty  $0^{\circ}\text{C}$ , podávame na grafe 5. Hĺbky s teplotami  $0^{\circ}\text{C}$  boli zistené grafickou interpoláciou hodnôt pôdnych teplôt (3) na spomínaných deviatich stanicích: priemerná hĺbka z najnižších priemerných mesačných teplôt v zimných mesiacoch, maximálna hĺbka premrázania bola stanovená interpoláciou termínových miním pôdnych teplôt a minimálna hĺbka premrázania interpoláciou termínových maxim pôdnych teplôt — všetko v zimných mesiacoch. Na abscise grafu sú uvedené nadmorské výšky a na ordináte pôdne hĺbky, v ktorých sa nachádzajú hľadané teploty premrázania.

Hĺbka teploty  $0^{\circ}\text{C}$  v pôde a teda hĺbka premrázania súvisí tiež vo veľkej miere s nadmorskou výškou. Podľa stanic je najmenšia priemerná hĺbka v Hurbanove (37 cm), do 400 m n. m. klesá asi do

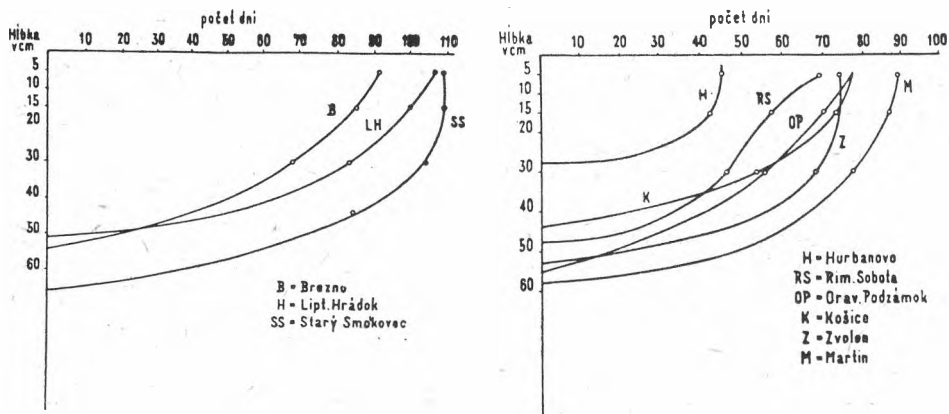


Graf 4. Priemerný dátum počiatku pôdnych teplôt  $10^{\circ}\text{C}$  v hĺbke 5 cm — 0, v hĺbke 15 cm — — — x.



Graf 5. Hĺbka premrázania pôdy podľa nadmorskej výšky (1924—1937).

60 cm, potom asi od 400, resp. 500 m n. m. do 800 m mierne stúpa asi do 50 cm pravdepodobne následkom stálejšej a hrubšej snehovej pokrývky a odtiaľto vyššie opäť klesá asi do 65 cm hĺbky. Maximálna a minimálna hĺbka majú priebeh svojich kriviek podobný krivke priemerných hĺbok premrzania. Minimálna hĺbka premrzania prebieha podľa grafu v nadmorských výškach medzi 450 až 1000 m asi od 5 do 15 cm. To znamená, že vo výškach od 100 približne do 450 m n. m. sa za uvádzané pozorovacie obdobie vyskytol aspoň v jednom dni prípad, keď nebola pôda zamrznutá, kým nad 450 m n. m. bola každý deň v zime zamrznutá najmenej od 5 do 15 cm.



Graf 6. Dĺžka obdobia s premrznutou pôdou v jednotlivých hĺbkach.

Ďalej sme zostrojili grafy priemerných dĺžok premrzania pôd (graf 6) na jednotlivých staniaciach, ktoré nám dovoľujú odpočítať počet dní s premrzaním aj v ľubovoľných hĺbkach pôd.

*Hydrometeorologický ústav Bratislava*

#### LITERATÚRA

1. Averkijev M. S., *Meteorológia* (preklad), Praha 1954. — 2. Baier W., *Ergebnisse von Bodentemperaturen*. Berichte d. Deutsch. Wetterd. i. d. US-Zone, N. 38, 1952. — 3. Eckel O., *Zur Kontrolle und Bearbeitung der Bodentemperaturmessungen*. Wetter u. Leben, Heft 3—4, 1960. — 4. Krhounek S., *Promrzání půd a jejich měření půdním mrazoměrem*. Meteor. zprávy, soš. 5, 1955. — 5. Nosek M., *Praktická klimatologie*. Praha 1954. — 6. *Rukovodstvo po kontrolju i obrabotke nabljudenii nad vlažnostju i promerzaniem počv*. CIP, Leningrad 1955. — 7. Volobuev V. A., *Počvi i klimat*. Baku 1953.

*Recenzoval F. Hroščo*



НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ПОЧВЫ В СЛОВАКИИ ЗА ГОДЫ 1924—1944

На основании измерений температуры почвы, произведенных в 1924—1944 годах на 9 станциях в Словакии (Гурбаново, Римавска Собота, Кошице, Зволен, Мартин, Оравский Подзамок, Брезно, Липтовский Градок и Старый Смоковец), были высчитаны и изображены графически приводимые ниже данные.

1. Самые низкие средние декадные температуры почвы в зимние месяцы имеют амплитуду от  $-0,8^{\circ}$  на глубине 5 см и  $-0,6^{\circ}\text{C}$  на глубине 15 см (Гурбаново, 115 м над ур. м.) до  $-3,5^{\circ}\text{C}$  на глубине 5 см и  $-3,3^{\circ}\text{C}$  на глубине 15 см (Старый Смоковец, 1018 м над ур. м.).

2. Средний срок, когда температура почвы уже не опускается до  $0^{\circ}\text{C}$  (весной), колеблется от 21. II. на глубине 5 см и 22. II. на глубине 15 см (Гурбаново) до 23. III. на глубине 5 см и 25. III. на глубине 15 см (Старый Смоковец). Осенью промежутком времени, когда температура почвы может опуститься до  $0^{\circ}\text{C}$  бывает от 8. I. на глубине 5 см и 12. I. на глубине 15 см (Гурбаново) до 29. XI. на глубине 5 см и 7. XII. на глубине 15 см (Старый Смоковец).

3. Средний срок, когда температура почвы начинает подниматься весной до  $10^{\circ}\text{C}$  приходится на 13. IV. для глубины в 5 см, на 14. IV. для глубины в 15 см (Гурбаново), на 5. V. для глубины в 5 см, на 13. V. для глубины в 15 см (Старый Смоковец).

4. Глубина промерзания почвы определена по глубине, на которую распространяется температура  $0^{\circ}\text{C}$ . Средняя глубина для Гурбаново 37 см, для Старого Смоковца 65 см; максимум в Гурбаново равняется 77 см, в Старом Смоковце 103 см. Минимальная глубина, которая является в то же время наименьшей глубиной продолжительного промерзания, равняется 5 см на высоте 450 м над ур. м. и 15 см на высоте 1018 м над ур. м. Графически изображена средняя продолжительность промерзания почвы на разных глубинах и на разных станциях.

Перевод со словацкого В. С. Андрусово й

Koloman Tarábek

EINIGE PRAKTISCHE ERGEBNISSE DER BEOBACHTUNGEN DER BODENTEMPERATUREN  
IN DER SLOWAKEI AUS DEN JAHREN 1924—1944

Nach den Messergebnissen der Bodentemperaturen von neun Stationen in der Slowakei (Hurbanovo, Rimavská Sobota, Košice, Zvolen, Martin, Oravský Podzámok, Brezno, Liptovský Hrádok und Starý Smokovec) in den Jahren 1924—1944 wurden folgende Erscheinungen berechnet und graphisch dargestellt.

1. Die niedrigsten Dekadendurchschnitte der Bodentemperaturen für die Wintermonate schwanken zwischen  $-0,8$  bei einer Tiefe von 5 cm und  $-0,6^{\circ}\text{C}$  bei einer Tiefe von 15 cm (Hurbanovo 115 m. ü. M) bis zu  $-3,5^{\circ}\text{C}$  bei einer Tiefe von 5 cm und  $-3,3^{\circ}\text{C}$  bei einer Tiefe von 15 cm (Starý Smokovec, 1018 m. ü. M).

2. Die Durchschnittsdatume des Endes der Bodentemperaturen von  $0^{\circ}\text{C}$  (im Frühjahr) bewegen sich zwischen dem 21. II. bei einer Tiefe von 5 cm und dem 22. II. bei einer Tiefe von 15 cm in Hurbanovo, bis zum 23. III. bei einer Tiefe von 5 cm und zum 25. III. bei einer Tiefe von 15 cm (Starý Smokovec). Der Beginn dieser Temperaturen im Herbst ist in der Zeitspanne zwischen dem 8. I. bei einer Tiefe von 5 cm und dem 12. I. bei einer Tiefe von 15 cm (Hurbanovo) bis zum 29. XI. bei einer Tiefe von 5 cm und dem 7. XII. bei einer Tiefe von 15 cm (Starý Smokovec).

3. Das durchschnittliche Datum des Beginns der Bodentemperaturen von  $10^{\circ}\text{C}$  ist im Frühjahr in der Zeit vom 13. IV. in der Tiefe von 5 cm und dem 14. IV. in der Tiefe von 15 cm (Hurbanovo) bis zum 5. V. in der Tiefe von 5 cm und dem 13. V. in der Tiefe von 15 cm (Starý Smokovec).

4. Die Tiefe des Bodenfrostes wurde an Hand der Tiefen des Eindringens der Temperatur von 0°C festgestellt. Die Durchschnittstiefen treten zwischen 37 cm in Hurbanovo bis zu 65 cm in Starý Smokovec auf, die Maximaltiefen zwischen 77 cm in Hurbanovo bis zu 103 cm in Starý Smokovec. Die Minimaltiefe, die eigentlich die geringste Tiefe des dauernden Gefrierens ist, tritt von 5 cm bei einer Meereshöhe von 450 m bis zu 15 cm bei einer Meereshöhe von 1018 m. ü. M. Ebenfalls wurde die Durchschnittsdauer des Bodenfrostes in den verschiedenen Tiefen bei den einzelnen Stationen graphisch dargestellt.

Aus dem Slowakischen übersetzt von R. Lindner