

MARGITA KURPELOVÁ

**O TEPLOTE PŮDY V MIERNE ČLENITOM RELIÉFE**

Margita Kurpelová: About the Soil Temperature in Moderately Dissected Relief. Geogr. Čas., 31, 1979, 2; 5 figs, 1 map, 3 refs.

In the contribution meso- and micrometeorological characteristics of soil temperature in moderately dissected relief in the drainage area of the Mošteník are submitted, namely on the basis of 5—12 days' expeditional measurements in 1975—1977.

Pôdna klíma je jednou zo základných vlastností pôd ako komponentu fyzickogeografického prostredia, ktorá bezprostredne vplýva na mnohé prírodné javy i výrobnú činnosť človeka. Významnú úlohu zohráva pri pôdotvornom procese, v poľnohospodárstve pri výkonnosti poľnohospodárskych strojov, pri použití agrotechnických opatrení, pri raste, vývoji a úrode rastlín a pod., a preto pôdnu klímu možno pokladať za prírodný zdroj územia a skúmať ju v geografickom aspekte.

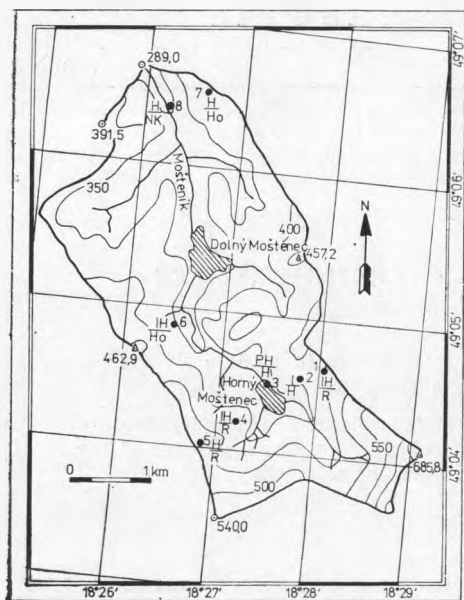
Z jednotlivých prvkov pôdnej klímy sú hlavné dva, a to teplota pôdy a vlhkosť pôdy, ktoré navzájom súvisia a podmieňujú sa.

Naším cieľom je zistiť mezometeorologické a mikrometeorologické zvláštnosti v chode teploty pôdy v mierne členitom reliéfe. Pre tento účel sme spracovali výsledky expedičných meraní, ktoré sa uskutočnili v rokoch 1975 (20.—27. 8.), 1976 (4.—7. 5., 17.—27. 8.) a 1977 (22.—26. 2.) v povodí Mošteníka. Išlo o povodie s mierne až stredne zvlneným reliéfom (sklon prevažne 2—10°) v západnej časti Strážovských vrchov (mapa 1).

Pri expedičnom meraní sme merali teplotu pôdy na stanicích na dne doliny, na rôzne orientovaných stráňach a na vrcholových plošinách. Ich rozmiestnenie reprezentovalo pozdĺžny profil doliny Mošteníka (stanice 3, 6, 8) a dva priečne profily, teda profil v hornej časti povodia (stanice 1, 2, 3, 4, 5) a profil v dolnej časti povodia (stanice 7, 8). Druh a typ pôdy jednotlivých meteorologických staníc (ďalej MS) uvádzame v mape 1.

Teplotu pôdy sme merali pôdnymi teplomermi, a to v povrchovej vrstve pôdy a v hĺbkach 2, 5, 10 a 20 cm, kde sa nachádzajú dôležité podzemné orgány a základná časť koreňového systému rastlín. Táto vrstva pôdy je zároveň dobrým ukazovateľom mikroklimatických, resp. mikrometeorologických rozdielov teploty pôdy. Merali sme aj teplotu povrchu pôdy, a to tromi teplomermi, ktorých nádoby s ortuťou boli spoločne pokryté pôdou a spoločne boli voľné.

Merali sme vo dne, a to každú hodinu (od 6. do 21. h) v dvoch 10-minúto-



Mapa 1. Povodie Mošteníka s vyznačenými meteorologickými stanicami (● 1—8). Druh pôdy: *H* — hlinitá, *IH* — ílovhlinitá, *PH* — piesočnatohlinitá.

Typ pôdy: *Ho* — hnedá pôda oglejená, *H* — hnedá pôda, *R* — rendzina.

vých sériách, ako aj v noci, a to v jednej 10-minútovej sérii (o 22., 01., 04. a 05. h) na stanicách 1, 3, 7 a 8.

Na termický režim pôdy v členitom území vplýva celý rad faktorov. Je to predovšetkým reliéf, ktorý vytvára rozdiely vo vlhkosti pôdy, v radiačnom režime a vo výmene tepla v rôznych formách reliéfu, ako aj na stráňach rôznej expozície a sklonu. Nemalý význam majú aj mechanické zloženie a typ pôdy; ďalej je to počasie, ktoré sa zúčastňuje na tvorbe termických rozdielov pôdy v členitom reliéfe.

Vplyv týchto faktorov na priestorovú zmenu teploty pôdy v povodí Mošteníka sme sledovali vo vzťahu k mezoreliéfu a mikroreliéfu.

*Mezometeorologická charakteristika.* Vyjadrujeme ju teplotnými rozdielmi pôdy, ktoré vznikajú vplyvom základných foriem reliéfu — doliny, stráňí a vrcholovej plošiny. Použili sme na to predovšetkým dve teplotné charakteristiky, a to priemernú dennú teplotu ( $\bar{t}$ ) a maximálnu dennú teplotu ( $t_{\max}$ ), v tab. 1 na MS s nočným pozorovaním aj minimálnu teplotu pôdy ( $t_{\min}$ ) a dennú amplitúdu teploty pôdy ( $t_a$ ).

V tabuľkách 1—3 uvádzame rozdiely v teplote pôdy, ktoré vznikajú vplyvom rôznych foriem reliéfu za jasného a zamračeného počasia (denná oblačnosť  $< 2$  desatiny a  $> 8$  desatín).

V jasnom, prevažne tichom anticyklonálnom počasi (poveternostná situácia  $A_{p1}$  a  $A$ )<sup>1</sup> sa pomerne výrazne prajavili teplotné rozdiely na povrchu pôdy (tab. 1) i v povrchových vrstvách pôdy (tab. 2). Podľa  $t$  boli v auguste 1975 v porovnaní s dnom doliny relatívne najteplejšie strány SW, na povrchu pôdy

<sup>1</sup> Podľa typizácie synoptikov HMÚ [3].

Tab. 1. Rozdiely (°C) teploty povrchu pôdy medzi dnom doliny (MS 3, MS 8) a ostatnými formami reliéfu v auguste 1975

Miesto (číslo stanice)	Jasné počasie				Zamračené počasie			
	$\Delta \bar{t}$	$\Delta t_{\max}$	$\Delta t_{\min}$	$\Delta t_a$	$\Delta \bar{t}$	$\Delta t_{\max}$	$\Delta t_{\min}$	$\Delta t_a$
dolina (3) — stránne SW (2)	-3,2	-8,5			-0,3	-4,6		
dolina (3) — stránne NNW (4)	-1,3	-3,1			0,8	-1,3		
dolina (3) — vrchol (1)	-1,4	-2,9	0,2	-3,1	0,8	-0,6	-0,1	-0,5
dolina (8) — vrchol (7)	-0,9	-0,3			0,4	1,9		
dolina (3) — dolina (6)	-1,4	-5,8			0,3	-3,2		
dolina (3) — dolina (8)	-1,1	-3,0	0,0	-3,0	-0,3	-3,2	-0,3	-2,1
Pôdna vlhkosť v mm								
	0—5 cm		10—20 cm		0—5 cm		10—20 cm	
dolina (3)	19,9		43,9		18,6		36,3	
stránne SW (2)	9,0		19,4		8,1		12,8	
stránne NNW (4)	14,0		27,2		12,7		26,8	
vrchol (1)	6,9		20,7		6,4		18,9	
vrchol (7)	13,8		23,6		13,3		21,7	
dolina (6)	8,0		15,2		7,8		15,0	
dolina (8)	9,2		23,4		9,1		22,6	

Vysvetlivky

$\bar{t}$  — priemerná denná teplota pôdy,  $t_{\min}$  — minimálna denná teplota pôdy,  $t_{\max}$  — maximálna denná teplota pôdy,  $t_a$  — denná amplitúda teploty pôdy.

Tab. 2. Rozdiely (°C) priemernej dennej ( $\bar{t}$ ) a maximálnej ( $t_{\max}$ ) teploty pôdy medzi dnom doliny (MS 3, MS 8) a ostatnými formami reliéfu za jasného počasia

Miesto (číslo stanice)	$\Delta \bar{t}$				$\Delta t_{\max}$			
	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm
m á j 1976								
dolina (3) — vrchol (1)	-0,8	-1,1	0,0	0,2	-5,1	-4,5	-0,9	0,4
dolina (3) — dolina (8)	-2,2	-2,7	-1,8	-1,9	-3,6	-6,1	-2,4	-2,2
a u g u s t 1975								
dolina (3) — stránne SW (2)	-3,8	-1,8	-3,0	-2,3	-8,7	-6,3	-5,3	-2,9
dolina (3) — stránne NNW (4)	0,1	-0,6	-0,5	-0,6	0,7	-2,7	-1,3	-1,0
dolina (3) — vrchol (5)	0,1	-0,2	-0,4	-1,0	-1,2	-3,5	-1,6	-1,5
dolina (8) — vrchol (7)	0,0	-0,1	0,1	-0,4	0,2	-0,4	0,0	0,6
dolina (3) — dolina (6)	-2,3	-2,3	-1,8	-1,6	-4,6	-5,4	-2,7	-2,0
dolina (3) — dolina (8)	-0,7	-0,9	-1,2	-1,2	-1,0	-3,3	-2,5	-1,6
a u g u s t 1976								
dolina (3) — stránne SW (2)	-1,7	-2,0	-2,0	-1,6	-7,4	-5,0	-3,0	-1,8
dolina (3) — stránne NNW (4)	-0,8	-0,4	-0,4	-0,1	-2,9	-2,4	-0,2	-0,1
dolina (3) — vrchol (5)	-1,8	-1,4	-1,5	-1,3	-4,9	-3,4	-2,5	-1,6
dolina (8) — vrchol (7)	1,4	1,1	1,2	1,1	2,4	3,4	-0,2	1,2
dolina (3) — dolina (6)	-0,4	-0,6	-0,4	-0,6	-3,2	-3,2	-1,7	-0,6
dolina (3) — dolina (8)	-1,7	-1,5	-1,9	-1,4	-4,9	-5,8	-3,1	-1,9

o 3° a v 20 cm hĺbke o 2°. Stráne expozíciou NNW mali tiež vyššiu  $t$  ako dno doliny, a to o 1° na povrchu pôdy a asi o 0,5° v 20 cm vrstve pôdy. Aj ostatné formy reliéfu mali teplejšie pôdy ako horná časť doliny na MS 3, ktorá leží blízko potoka, má vlhkejšie a preto chladnejšie horné vrstvy pôdy. Svedčia o tom aj údaje o pôdnej vlhkosti v tab. 1.

Vo dne podľa  $t_{\max}$  v auguste boli teplotné rozdiely základných foriem reliéfu na povrch pôdy značne väčšie ako podľa  $t$ ; oproti dnu doliny boli stráne SW vo dne teplejšie o 5°, vrcholová plošina a stráne NNW o 3° (tab. 1). V 20 cm hĺbke podľa  $t_{\max}$  boli teplotné rozdiely medzi dnom doliny a ostatnými formami reliéfu asi o 0,1–0,6° väčšie ako podľa  $t$ , to značí, že stráne SW boli v relatívne najsuchšej 20 cm hĺbke teplejšie asi o 2–3° ako dno doliny na MS 3 a asi o 1–2° ako stráne NNW (tab. 2).

V noci za jasného počasia sa na povrchu pôdy neprejavili termické rozdiely medzi vypuklými a vhlbenými tvarmi povrchu. Podľa  $t_{\min}$  vrcholová plošina mala v auguste povrch pôdy približne rovnako teplý ako dolina, rozdiel bol 0,2° (tab. 1). V hĺbkach 5 a 10 cm bola pôda v doline o 0,3 a 0,4° teplejšia v porovnaní s vrcholovou plošinou (MS 1), kde zrejme nastáva intenzívnejšia strata tepla v dôsledku vyžarovania v otvorenejšej polohe.

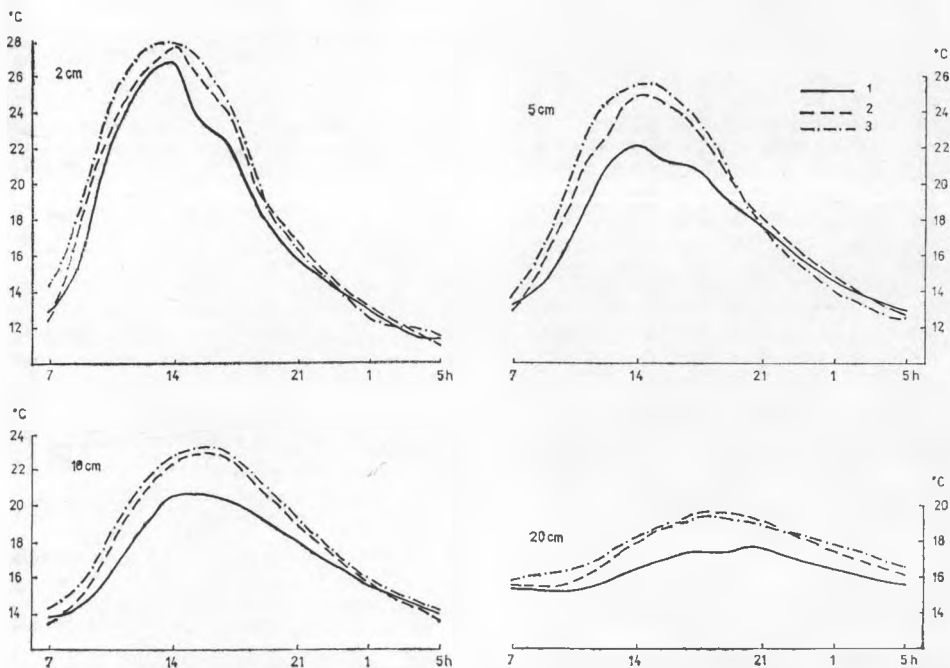
Vo dne boli povrchové vrstvy pôdy na vrcholovej plošine teplejšie a v noci o niečo chladnejšie ako v doline; denná amplitúda teploty pôdy bola potom na vrchole väčšia ako v doline, a to asi o 3° na povrchu pôdy a o 1,5° v 20 cm hĺbke.

Pri zamračenom počasi za poveternostných situácií B, NEc a SWc; teplotné

Tab. 3. Rozdiely (°C) priemernej dennej ( $t$ ) a maximálnej ( $t_{\max}$ ) teploty pôdy medzi dnom doliny (MS 3, MS 8) a ostatnými formami reliéfu zo zamračeného počasia

Miesto (číslo stanice)	$\Delta t$				$\Delta t_{\max}$			
	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm
a u g u s t 1975								
dolina (3) — stráne SW (2)	-0,1	-0,9	-0,9	-1,6	-3,3	-1,8	-1,7	-1,2
dolina (3) — stráne NNW (4)	1,0	0,4	0,4	-0,2	0,2	-1,6	-0,4	-0,1
dolina (3) — vrchol (5)	0,9	0,3	0,4	-0,3	-0,6	-1,6	-0,3	-0,3
dolina (8) — vrchol (7)	0,7	0,4	0,6	0,3	1,5	0,9	0,7	0,3
dolina (3) — dolina (6)	-0,2	-0,7	-0,6	-1,0	-2,6	-2,5	-0,9	-0,9
dolina (3) — dolina (8)	-0,2	-0,4	-0,6	-0,9	-1,4	-2,6	-1,5	-0,7
a u g u s t 1976								
dolina (3) — stráne SW (2)	1,5	1,0	0,2	-0,6	0,4	-0,1	-0,3	-0,2
dolina (3) — stráne NNW (4)	2,1	1,7	0,5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,7
dolina (3) — vrchol (5)	1,6	1,2	0,5	-0,4	0,0	-0,2	-0,2	0,1
dolina (8) — vrchol (7)	1,6	1,4	2,1	1,4	1,6	1,7	1,4	2,4
dolina (3) — dolina (6)	1,5	1,0	0,5	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	0,6
dolina (3) — dolina (8)	0,2	0,2	-1,0	-1,1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,7
f e b r u á r 1977								
dolina (8) — vrchol (7)	0,4	0,2	0,9	0,4	0,9	1,2	0,9	0,2
dolina (3) — dolina (8)	0,0	0,2	-0,4	-0,3	-1,3	-1,0	-0,8	-0,3

rozdiely pôdy medzi dnom doliny a ostatnými tvarmi reliéfu boli málo výrazné. Týka sa to predovšetkým  $t$  a  $t_{\min}$ . V auguste 1975 bol povrch pôdy podľa  $t$  teplejší v doline, a to asi o  $0,5\text{--}1^\circ$  ako na vrcholových plošinách a stráňach NNW. Aj za zamračeného počasia mali v dôsledku väčšieho globálneho žiarenia (aj napriek spektrálnemu pohlcovaniu vodnou parou) najteplejšiu pôdu stráne SW, a to v porovnaní s dolinou o  $0,3^\circ$  na povrchu pôdy a o  $1,6^\circ$  v 20 cm



Obr. 1. Denný chod teploty pôdy ( $^\circ\text{C}$ ) v doline a na vrcholovej plošine za jarného počasia (august 1975).

1 — dolina (MS 3), 2 — vrcholová plošina (MS 1), — 3 — dolina (MS 8).

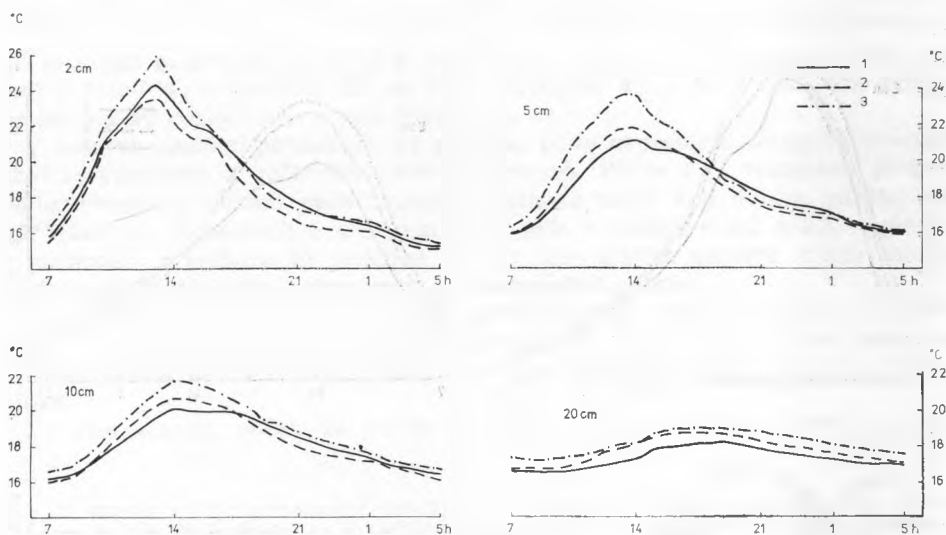
hĺbke. Vo dne podľa  $t_{\max}$  však povrch pôdy bol najchladnejší v doline, a to v porovnaní so stráňami SW asi o  $5^\circ$  a s vrcholovou plošinou asi o  $0,5^\circ$  (tab. 1). V 20 cm hĺbke teplota pôdy bola vo dne najvyššia na stráňach SW a v dolnej, širšej časti doliny (MS 8), t. j. asi o  $1\text{--}3^\circ$  oproti hornej časti doliny (tab. 1, 3).

Zvláštnosti režimu pôdnej teploty v členitom reliéfe sú badateľné aj v dennom chode. Obrazy 1 a 2 ukazujú denný chod teploty v povrchových vrstvách pôdy, ako aj jeho rozdiely za jasného a zamračeného počasia v doline i na vrcholovej plošine.

Teplota pôdy má výrazný denný chod s maximom v denné hodiny a s minimom v noci, resp. v skoré ranné hodiny. Týka sa to predovšetkým horných vrstiev pôdy. So zväčšením hĺbky sa denný chod teploty značne vyrovnáva. V 20 cm hĺbke bol rozdiel medzi najvyššou a najnižšou hodinovou hodnotou

za jasného počasia 2—4°, za zamračeného počasia 1—2°. V povrchových vrstvách pôdy boli tieto rozdiely podstatne vyššie, a to v 2 cm hĺbke rozdiel medzi najvyššou a najnižšou hodinovou teplotou za jasného počasia bol v auguste 16—17°, za zamračeného počasia 8—10°.

V dennom chode teploty pôdy je zreteľný vplyv reliéfu v celej povrchovej vrstve pôdy. Podľa obrazov 1 a 2 bola v auguste najteplejšia pôda v dolnej,



Obr. 2. Denný chod teploty pôdy [°C] v doline a na vrcholovej plošine za zamračeného počasia [august 1975].

1 — dolina [MS 3], 2 — vrcholová plošina [MS 1], 3 — dolina [MS 8].

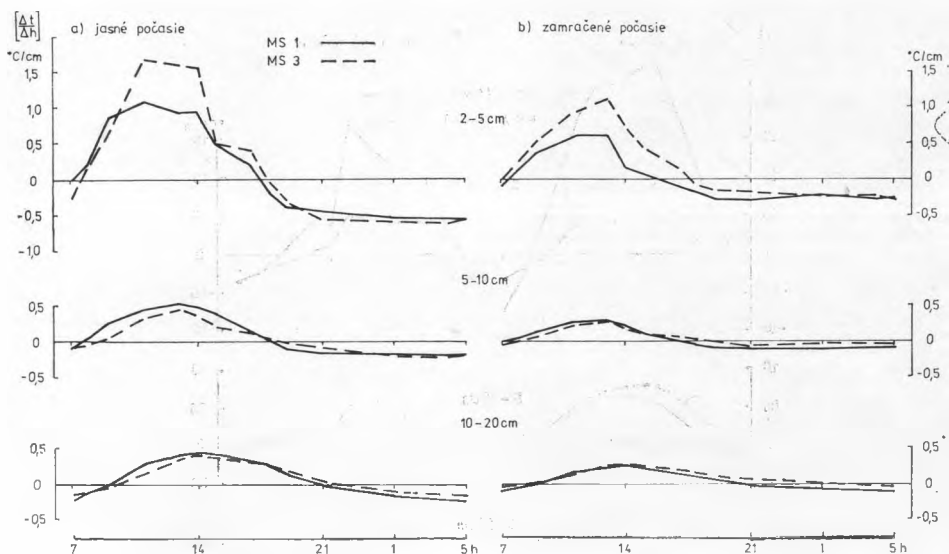
teda v najnižšej časti doliny na MS 8 a najchladnejšia prevažne v hornej časti doliny na MS 3. Na vrcholovej plošine [MS 1] bola teplota pôdy za jasného, tichého počasia vo dne relatívne vysoká, t. j. približne rovnaká ako na MS 8, v noci však vo všetkých hĺbkach pôdy asi o 0,5° nižšia ako v doline. Za zamračeného počasia vplyvom relatívne väčšej rýchlosti vetra (3—5 m/s) sa na vrcholovej plošine viac ochladili najvrchnejšie vrstvy pôdy, teda asi do 2—4 cm, pôda tu bola chladnejšia ako v doline, v porovnaní s MS 3 asi o 1°, s MS 8 aj 2°.

V nástupe maxima a minima v dennom chode teploty sa vplyv reliéfu neprejavil. Maximum teploty pôdy sa dostavilo v 2 cm hĺbke za jasného počasia o 14. h a minimum v skorých ranných hodinách o 4. resp. o 5. h; s hĺbkou sa nástup maxima a minima oneskoroval, a to na každých 5 cm asi o 1 h.

*Mikrometeorologická charakteristika.* Vyjadrujeme ju pomocou teplotných gradientov ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$  °C/cm) povrchových vrstiev pôdy ( $h = 2-5$  cm,  $5-10$  cm,  $10-20$  cm, resp.  $2-20$  cm) v základných formách reliéfu za jasného i zamračeného počasia.

Je známe, že pri povrchu pôdy pri všetkých druhoch pôd vzniká tenká vzdušná, suchá vrstva, ktorá v podstate určuje rýchlosť prenikania tepla z povrchu do pôdy. Jej tepelná vodivosť je menšia ako pri nižších, vlhkejších vrstvách pôdy. Táto nehomogenita povrchových vrstiev pôdy z hľadiska tepelnofyzikálnych vlastností sa odráža v hodnotách teplotných gradientov.

Podľa obrazov 3 a 4 nastáva rýchly skok v teplote pôdy v hornej, 2–5 cm



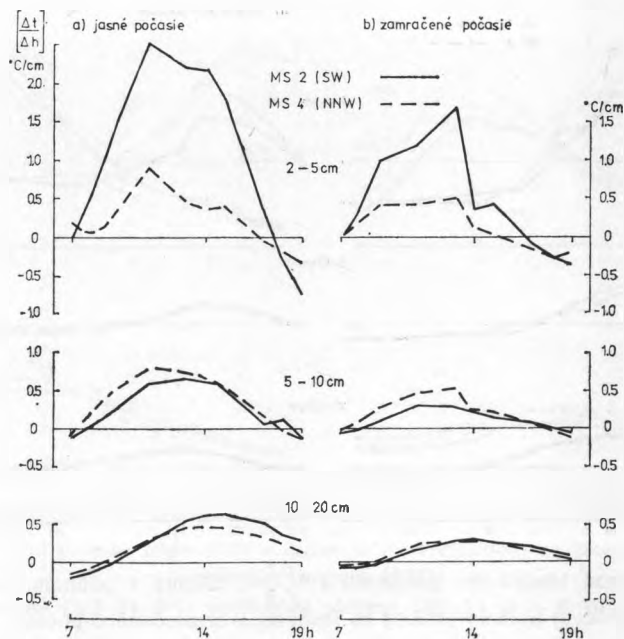
Obr. 3. Denný chod teplotného gradientu ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ , °C/cm) v pôdnom profile v doline (MS 3) a na vrcholovej plošine (MS 1) za jasného a zamračeného počasia (august 1975).

pôdnej vrstve; teplotný gradient mal v tejto vrstve maximálnu hodnotu vo dne za jasného počasia, napr. v doline na MS 3 1,7°, za zamračeného počasia 1,1°. V nižších pôdnych vrstvách s väčšou tepelnou vodivosťou bol teplotný gradient menší, napr. na MS 3 jeho maximálna hodnota bola vo dne za jasného počasia v 5–10 cm 0,4°, v 10–20 cm 0,4°, za zamračeného počasia 0,3 a 0,2°.

Z porovnania teplotného gradientu za jasného a zamračeného počasia vyplýva, že jeho hodnoty závisia od množstva tepla, ktoré sa dostane na povrch pôdy. Vo všetkých meraných vrstvách pôdy teplotný gradient bol väčší za jasných ako za zamračených dní. Za daždivého počasia je teplotný gradient veľmi malý. Nápadne to ukazuje obr. 5, išlo o daždivý deň (21. 8. 1976), keď spadlo od 6. do 16. h asi 9 mm zrážok. Ich vplyvom sa vlhkosť pôdy na jednotlivých MS značne vyrovnala; rozdiel medzi relatívne najsuchšími stráňami SW a najvlhkejšími stráňami NNW bol v povrchovej, 2–5 cm vrstve 4 mm, v celej, 2–20 cm vrstve 13 mm. Za týchto vlhkových pomerov teplotné gradienty boli š 2–20 cm vrstve v jednotlivých formách reliéfu značne vyrovnané; v hodinách s dažďom rozdiely teplotného gradientu medzi najsuchšími

stránami SW a ostatnými formami reliéfu boli iba 0,4–0,08°. V hornej, 2–5 cm vrstve denný chod teplotného gradientu dažďom bol značne narušený. Možno povedať, že pri daždivom počasí sa vplyv reliéfu v teplotných gradientoch povrchových vrstiev pôdy takmer neprejavil.

Na diferenciáciu teplotného gradientu v členitom území vplýva reliéf a expozícia strání predovšetkým za jasného počasia. Padľa obrazov 3 a 4 najväčší



Obr. 4. Denný chod teplotného gradientu  $\left\{ \frac{\Delta t}{\Delta h}, \text{ } ^\circ\text{C/cm} \right\}$  v pôdnom profile na stránach SW a NNW za jasného a zamračeného počasia (august 1975).

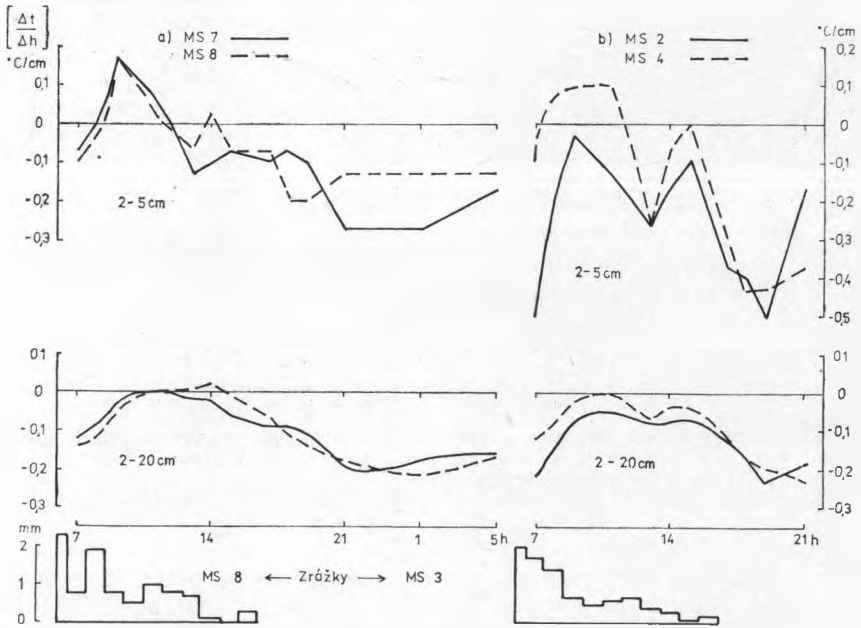
kladný teplotný gradient bol 2,5° v 2–5 cm vrstve na stránach SW a najmenší, 0,8° na stránach NNW. V rámci tohto rozpätia sa teplotný gradient pohyboval v doline (MS 3) a na vrcholovej plošine (MS 1). V spodnej, 10–20 cm vrstve pôdy bolo poradie teplotných gradientov pozmenené: najväčší teplotný gradient (0,6°) zostal na relatívne najsuchších stránach SW, najmenší (0,2°) bol v najvlhkejšej časti doliny na MS 3. Medzi ne pripadli teplotné gradienty na stránach NNW (0,4°) a na vrcholovej plošine (0,3°). Ukazuje sa, že rozdielne hodnoty teplotných gradientov v členitom reliéfe súvisia za jasných dní v hornej, 2–5 cm vrstve pôdy s rozdielnym príjmom slnečnej radiácie, v nižšej, 10–20 cm vrstve s rozdielnymi vlhkovými pomermi.

Za zamračených dní pri postupujúcej brázde nízkeho tlaku k E bol v 2–5 cm vrstve pôdy najväčší kladný teplotný gradient 1,6° na záveterných stránach SW a najmenší, 0,4° na náveterných stránach NNW, s relatívne najväčšou



rýchlostou vetra (3—5 m/s). V zátvernej časti doliny na MS 3 bol teplotný gradient  $1,1^\circ$  a na otvorenej vrcholovej plošine  $0,6^\circ$ . V 10—20 cm vrstve pôdy neboli v teplotných gradientoch rozdiely ( $0,3^\circ$ ).

Vplyv expozície strání na teplotu pôdy ukazuje obr. 6. Znázornili sme na ňom vertikálny profil teploty pôdy na stráňach s prevládajúcou expozíciou SW a NNW za jasného a zamračeného počasia.



Obr. 5. Denný chod teplotného gradientu ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ ,  $^\circ\text{C}/\text{cm}$ ) v pôdnom profile v členitom reliéfe za daždivého počasia (august 1976).

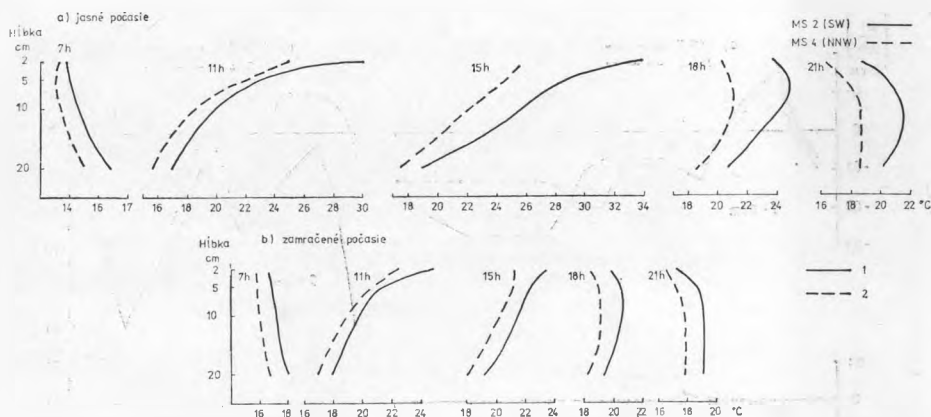
MS 1 — vrcholová plošina, MS 2 — stráné SW, MS 4 — stráné NNW, MS 8 — dolina.

Ráno o 7. h a večer o 21. h pri ochladenom povrchu pôdy boli najnižšie teploty v 2 cm hĺbke pôdy a najvyššie teploty väčšinou v 20 cm hĺbke. V ostatných hodinách s hĺbkou teplota pôdy ubúdala, pričom za jasných dní bol vo vrstve 2—20 cm najväčší teplotný rozdiel na stráňach SW, popoludní ohrievaných o 15. h ( $14^\circ$ ) a na stráňach NNW o 11. h ( $9^\circ$ ). Za zamračeného počasia pripadol najväčší teplotný rozdiel 7 a  $5^\circ$  na stráňach SW i NNW na 11. h. Výskyt najväčšieho teplotného gradientu v 2—20 cm vrstve o 11. h súvisí s rozdielnymi teplotnými zmenami na povrchu pôdy v 20 cm hĺbke počas dňa. V 2 cm hĺbke teplota pôdy stúpala od 7. h za jasných dní o  $12\text{--}16^\circ$ , za zamračených dní o  $7\text{--}9^\circ$ . V 20 cm hĺbke boli teplotné zmeny malé; teplota pôdy sa od 7. h zvýšila iba o  $0,1\text{--}0,5^\circ$ .

Zmienime sa ešte o zmene vertikálneho rozdelenia teploty pôdy počas dňa.

Z obrazov 3 a 4 vidieť, že v denných hodinách v priemere medzi 8.—16., resp. 17. h. vyskytovali sa v jasných i v zamračených dňoch kladné teplotné gradienty, t. j. s najnižšími teplotami v spodnej, 20 cm vrstve pôdy. Od neskorších poľudňajších do ranných hodín (v priemere medzi 17. až 8. h) teplotné gradienty boli záporné, pri nich teplota pôdy s hĺbkou stúpala.

V závere poukážeme na denný chod rozdielov medzi teplotou vzduchu vo



Obr. 6. Vertikálny profil teploty pôdy (°C) na stráňach vo vybraných hodinách za jasného a zamračeného počasia (august 1975).

1 — stráne SW (MS 2), 2 — stráne NNW (MS 4).

výške 50 cm ( $t^{50}$ ), teplotou pôdy v 5 cm ( $t_5$ ) a v 20 cm hĺbke ( $t_{20}$ ). Podľa tabuľky 4 boli rozdiely v máji za jasného počasia ( $t^{50}-t_5$ ) a  $t^{50}-t_{20}$ ) kladné v denných hodinách, v priemere medzi 8. až 18. h, čo odpovedá vyššej teplote vzduchu ako pôdy. Maximálne rozdiely ( $t^{50}-t_5$ ) boli vo dne a dosiahli najvyššie hodnoty  $6,1^\circ$  v hornej časti doliny (MS 3). Rozdiely ( $t^{50}-t_{20}$ ) boli ešte väčšie; vo dne asi  $10^\circ$ , v noci  $4-7^\circ$ . V auguste boli rozdiely teplôt vzduch-pôda menšie, čo súvisí s väčším prehriatím pôdy. Najväčšie hodnoty ( $t^{50}-t_5$ ) boli v doline na MS 3, a to vo dne  $4^\circ$ , v noci  $-6^\circ$ . Hodnoty ( $t^{50}-t_{20}$ ) boli v porovnaní s májom vo dne taktiež menšie ( $7^\circ$ ), v noci však pri silnom poklese teploty vzduchu vyžarovaním boli väčšie ( $7-8^\circ$ ). V zimnom období (vo februári) pri zamračenom počasi boli hodnoty ( $t^{50}-t_5$ ) a ( $t^{50}-t_{20}$ ) malé, väčšinou do  $1^\circ$ . Ich záporné znamienko svedčí o tom, že teplota pôdy bola teplejšia ako vzduch, s výnimkou 1-2 h okolo obeda.

Zhrnutie. Teplota pôdy v členitom reliéfe s miernymi stráňami a malými výškovými rozdielmi, maximálne 120 m, je určovaná rozdielnymi pomermi vo vlhkosti pôdy, v slnečnom ohrievaní a vo výmene tepla v rôznych formách reliéfu a na stráňach rôznej expozície.

V povodí Mošteníka bola podľa vykonaných expedičných meraní najteplejšia pôda na relatívne najsuchších stráňach SW a najchladnejšia v hornej časti doliny, kde sú vlhké pôdy. Za jasného počasia v auguste bola priemerná denná teplota na stráňach SW v 2 cm hĺbke o  $3^\circ$  a v 20 cm hĺbke o  $2^\circ$  vyššia ako

v doline. Ešte väčšie rozdiely v teplote pôdy v jednotlivých formách reliéfu boli vo dne, v noci sa rozdiely podstatne zmenšili. Oproti dnu doliny boli stráne SW vo dne teplejšie o 5°, vrcholová plošina a stráne NNW o 3° ako dolina.

Pri zamračenom počasí teplotné rozdiely medzi dnom doliny a ostatnými tvarmi povrchu boli málo výrazné. Pôda v doline bola podľa priemerných denných teplôt teplejšia asi o 0,5–1° ako na vrcholových plošinách a stráňach NNW. Najteplejšia pôda bola na stráňach SW. Vo dne podľa maximálnych teplôt najnižšia teplota pôdy bola v hornej časti doliny, v porovnaní so stráňami SW o 5°. Pri relatívne väčšej rýchlosti vetra (3–5 m/s) boli najchlad-

Tab. 4. Denný chod rozdielov medzi teplotou vzduchu a pôdy  $\left(\frac{t_{50} - t_5}{t_{50} - t_{20}}\right)^*$  v doline a na vrcholovej plošine za jasného a zamračeného počasia

Miesto (číslo stanice)	Nad- mor- ská výška v m	Hodina									
		1	5	7	9	11	13	15	17	19	23
a) jasné počasie (5.–7. 5. 1976)											
dolina (3)	356	-6,1	-5,8	0,7	6,1	6,1	4,9	5,1	4,0	-1,4	-6,0
		-6,8	-7,5	-0,3	7,1	9,4	10,1	9,8	7,8	1,1	-6,4
vrchol (1)	464	-1,5	-2,0	0,8	3,9	2,7	1,2	-0,2	0,1	0,4	-1,5
		-2,6	-3,8	-0,2	6,2	8,7	10,3	9,5	7,6	4,1	-1,5
dolina (8)	300	—	—	0,1	2,6	2,9	0,0	0,1	0,0	-1,5	—
				-1,5	5,3	9,8	9,3	9,1	6,9	1,5	
b) jasné počasie (21. a 22. 8. 1975)											
dolina (3)	356	-6,3	-5,7	-2,3	3,1	4,0	1,4	1,5	0,3	-4,3	—
		-8,3	-8,4	-4,4	2,6	7,2	7,2	6,4	3,9	-2,8	
vrchol (1)	464	-3,6	-3,5	-1,0	1,2	1,1	-0,3	-0,7	-0,7	-1,2	—
		-6,7	-6,8	-3,5	2,2	6,2	6,4	5,5	3,3	-0,4	
dolina (8)	300	-4,6	-3,8	-2,2	0,8	0,8	-0,6	-0,9	-0,7	-5,0	—
		-8,5	-7,8	-4,2	1,6	6,8	6,9	6,1	4,0	-3,9	
c) zamračené počasie (23. a 26. 2. 1977)											
dolina (3)	356	0,2	-0,1	-0,4	-0,2	0,7	-0,1	-1,3	-0,9	-2,0	-2,6
		0,2	-0,1	-0,4	-0,3	0,9	0,6	-0,5	-0,4	-2,4	-3,4
vrchol (7)	380	0,2	0,0	-0,4	-0,1	0,5	-0,9	-0,9	-0,7	-1,2	-1,6
		-0,5	-0,5	-1,0	-0,7	0,5	-0,3	-0,5	-0,5	-2,0	-2,9
dolina (8)	300	-0,8	0,6	0,4	0,7	0,9	-0,3	-1,2	-0,4	-1,2	-1,2
		-1,4	-0,2	-0,3	0,0	1,7	0,7	-0,2	-0,4	-2,2	-3,1

\*  $t_{50}$  — teplota vzduchu vo výške 50 cm nad povrchom pôdy,  
 $t_5$  a  $t_{20}$  — teplota pôdy v hĺbke 5 a 20 cm.

nejšie povrchové vrstvy pôdy na vrcholovej plošine, v porovnaní s hornou časťou doliny o 1°.

Vplyv reliéfu sa neprejavil v nástupe maxima a minima v dennom chode teploty pôdy.

Reliéf a expozícia strání vplyvajú na diferenciaciu teplotných gradientov predovšetkým za jasného počasia (obr. 3 a 4). V povrchovej vrstve 2—5 cm najväčší teplotný gradient bol na stráňach SW (2,5°) a najmenší na stráňach NNW (0,8°). V spodnej, 10—20 cm vrstve bol najväčší teplotný gradient (0,6°) zasa na stráňach SW, najmenší (0,2°) v hornej, vo vlhkejšej časti doliny.

Naše výsledky nemajú ešte všeobecnú platnosť, predstavujú pomery v pôdnej teplote v príslušnom ročnom období za uvedených poveternostných situácií.

#### LITERATÚRA

1. KURPELOVÁ, M.: Mezoklimatická a mikrometeorologická charakteristika teploty vzduchu v členitom reliéfe. Meteor. Správy, 3, 1979. — 2. ŠULGIN, A, M.: Klimat počvy i jeho regulirovanije. L., 1972. — 3. Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR, Praha 1972.

Маргита Курпелова

#### О ТЕМПЕРАТУРЕ ПОЧВЫ В УМЕРЕННО РАСЧЛЕНЕННОМ РЕЛЬЕФЕ

Температура почвы в расчлененном рельефе с пологими склонами и небольшими относительными высотами (до 120 м) находится в прямой зависимости от режима увлажнения, от солнечного нагрева, теплообмена разных форм рельефе и от экспозиции склонов.

В бассейне реки Моштеник, согласно произведенным экспедиционным измерениям, наиболее теплые почвы находятся на наиболее засушливых ЮЗ склонах и наиболее холодные почвы — в увлажненных местах верховья долины. В ясную августовскую погоду средняя дневная температура на ЮЗ склонах на глубине 2 см на 3° и на глубине 20 см на 2° превышала соответствующие температуры в долине. Более значительные различия температуры почв на отдельных формах рельефа наблюдались днем, тем временем как ночью эти различия существенно понизились. По сравнению с днищем долины, ЮЗ склоны были днем на 5°, вершинное плато и ССЗ склоны на 3° теплее чем долина.

В пасмурную погоду разница температур между днищем долины и друими формами рельефа мало выразительна. Средняя дневная температура почвы в долине на 0,5—1° теплее чем на вершинном плато и на ССЗ склонах. Максимальная температура почвы измерена на ЮЗ склонах. Самый низкий максимум дневной температуры почвы в верховьях долины на 5° ниже чем на ЮЗ склонах. Температура самых прохладных поверхностных слоев почвы при относительно большой скорости ветра (3—4 м в секунду) на вершинном плато была на 1° ниже чем в верховьях долины.

В наступлении максимума и минимума дневного режима температуры почвы влияние рельефа не наблюдалось.

Рельеф и экспозиция склонов влияют на дифференциацию градиентов температуры преимущественно в ясную погоду (рис. 3 и 4). В поверхностном 2—5 см слое получен максимальный градиент температуры на ЮЗ склонах (2,5°) и минимальный на ССЗ склонах (0,8°). В нижнем 10—20 см слое получен максимальный градиент (0,6°) на ЮЗ склонах, минимальный (0,2°) в более увлажненных верховьях долины.

Эти нами полученные результаты еще не приобрели общий характер, они представляют

собой лишь режим температуры почвы в данных метеорологических условиях и в данное время года.

Рис. 1. Дневной ход температуры почвы ( $^{\circ}\text{C}$ ) в долине и на вершинном плато в ясную погоду (август 1975).

1 — долина (MS 3), 2 — вершинное плато (MS 1), 3 — долина (MS 8).

Рис. 2. Дневной ход температуры почвы ( $^{\circ}\text{C}$ ) в долине и на вершинном плато в пасмурную погоду (август 1975).

1 — долина (MS 3), 2 — вершинное плато (MS 1), 3 — долина (MS 8).

Рис. 3. Дневной ход градиента температуры ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ ,  $^{\circ}\text{C}/\text{см}$ ) в почвенном профиле в долине (MS 3) и на вершинном плато (MS 1) в ясную и пасмурную погоду (август 1975).

Рис. 4. Дневной ход градиента температуры ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ ,  $^{\circ}\text{C}/\text{см}$ ) в почвенном профиле на ЮЗ и ССЗ склонах в ясную и пасмурную погоду (август 1975).

Рис. 5. Дневной ход градиента температуры ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ ,  $^{\circ}\text{C}/\text{см}$ ) в почвенном профиле в расчлененном рельефе в дождливую погоду (август 1976).

MS 1 — вершинное плато, MS 2 — ЮЗ склоны, MS 4 — ССЗ склоны, MS 8 — долина.

Рис. 6. Вертикальный профиль температуры почвы ( $^{\circ}\text{C}$ ) на склонах, в определенные часы, в ясную и пасмурную погоду (август 1975).

1 — ЮЗ склоны (MS 2), 2 — ССЗ склоны (MS 4).

Карта 1. Бассейн реки Моштеник с метеопунктами ( $\bullet$  1—3).

Состав почвы: Н — глинистая, ИН — илесто-глинистая, РН — песчано-глинистая.

тип почвы: Н<sub>0</sub> — бурая глеевая почва, Н — бурая почва, R — рендзина.

Табл. 1. Разница температур ( $^{\circ}\text{C}$ ) поверхности почвы между дном долины (MS 3, MS 8) и остальными формами рельефа в августе 1975 г.

Табл. 2. Разница ( $^{\circ}\text{C}$ ) средней дневной ( $t$ ) и максимальной ( $t_{\text{max}}$ ) температуры почвы между дном долины (MS 3, MS 8) и остальными формами рельефа и ясную погоду.

Табл. 3. Разница ( $^{\circ}\text{C}$ ) средней дневной ( $t$ ) и максимальной ( $t_{\text{max}}$ ) температуры почвы между дном долины (MS 3, MS 8) и остальными формами рельефа в пасмурную погоду.

Табл. 4. Дневной ход разниц между температурой воздуха и почвы

$$\left( \frac{t^{50} - t_5}{t^{50} - t_{20}} \right).$$

$t^{50}$  — температура воздуха на высоте 50 см над поверхностью почвы,

$t_5$  и  $t_{20}$  — температура почвы на глубинах 5 и 20 см.

Перевод: Л. Правдова

## ABOUT THE SOIL TEMPERATURE IN MODERATELY DISSECTED RELIEF

The soil temperature in a dissected relief with moderate slopes and small height differences, maximum 120 metres, is determined by different conditions in soil moisture, solar warming and heat exchange in various relief forms as well as on slopes with different exposition.

In the drainage area of the Mošteník, according to the expeditional measurements, the warmest soil was on the relatively driest SW slopes and the coolest one in the upper part of the valley, where humid soils are situated. In a clear August weather the average daily temperature on SW slopes in the 2 cm depth was by 3° and in the 20 cm depth by 2° higher than that in the valley. Still greater differences in the soil temperature, as to the individual relief forms, were in the day, while in the night the differences were lower substantially. In contrast to the bottom of valley, the SW slopes were warmer by 5° in the day and the summit plateau as well as the NNW slopes by 3° than the valley.

In a clouded weather the temperature differences between the valley bottom and the other surface forms were only little expressive. The soil in the valley, according to the average temperatures, was warmer approximately by 0.5 — 1° than that on the summit plateaus and on the NNW slopes. The warmest soil was on the SW slopes. In the day, by the maximum temperatures, the lowest temperature of soil was in the upper part of the valley, in comparison with the SW slopes by 5°. At a relative greater speed of wind (3—5 metres per sec.) the surface soil layers on the summit plateau were coolest, in comparison with the upper part of the valley by 1°.

The influence of relief did not manifest itself in the onset of maximum and minimum in the daily regime of soil temperature.

The relief and the exposition of slopes exert influence upon the differentiation of temperature gradients above all under clear weather (Figs 3 and 4). In the surface layer 2—5 cm thick the greatest temperature gradient was on the SW slopes (2,5°) and the smallest on the NNW slopes (0,8°). In the base layer 10—20 cm thick the greatest temperature gradient, namely 0,6°, was in turn on the SW slopes and the smallest one, namely 0,2° in the upper, more humid part of the valley.

Our results have not yet got a general validity, they represent the conditions in soil temperature in respective annual period and under the weather situations mentioned.

Fig. 1. Daily household of soil temperature (°C) in the valley and on the summit plateau under a clear weather (August 1975).

1 — valley (MS 3), 2 — summit plateau (MS 1), 3 — valley (MS 8).

Fig. 2. Daily household of soil temperature (°C) in the valley and on the summit plateau under a clouded weather (August 1975).

1 — valley (MS 3), 2 — summit plateau (MS 1), 3 — valley (MS 8).

Fig. 3. Daily household of temperature gradient ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ , °C per cm) in soil profile in the valley (MS 3) and on the summit plateau (MS 1) under clear and clouded weather (August 1975).

Fig. 4. Daily household of temperature gradient ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ , °C per cm) in soil profile on the SW and NNW slopes under clear and clouded weather (August 1975).

Fig. 5. Daily household of temperature gradient ( $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ , °C per cm) in soil profile in a dissected relief under a rainy weather (August 1976).  
 MS 1 — summit plateau, MS 2 — SW slopes, MS 4 — NNW slopes, MS 8 — valley.

Fig. 6. Vertical profile of soil temperature (°C) on the slopes in selected hours under clear and clouded weather (August 1975).

1 — SW slopes (MS 2), 2 — NNW slopes (MS 4).

Map 1. Drainage area of the Mošteník with meteorological stations marked (● 1—8).  
 soil kinds: *H* — loamy, *IH* — clayey-loamy, *PH* — sandy-loamy.  
 soil type: *H<sub>o</sub>* — brown soil gleized, *H* — brown soil, *R* — rendzina.

Table 1. Differences (°C) in the temperature of soil surface between the valley bottom (MS 3, MS 8) and the other relief forms in August 1975.

Table 2. Differences (°C) in the average daily ( $t$ ) and maximum ( $t_{max}$ ) temperature of soil between valley bottom (MS 3, MS 8) and the other forms of relief under a clear weather.

Table 3. Differences (°C) in the average daily ( $t$ ) and maximum ( $t_{max}$ ) temperature of soil between the valley bottom (MS3, MS8) and the other relief forms under a clouded weather.

Table 4. Daily household of differences between air and soil temperature

$$\left( \frac{t^{50} - t_5}{t^{50} - t_{20}} \right).$$

$t^{50}$  — air temperature in the height of 50 cm above the soil surface,  
 $t_5$  and  $t_{20}$  — soil temperature in the depths of 5 and 20 cm.

From the Slovak translated by A. Krajčír