

MILORAD M. JANKOVIĆ i RADOJE BOGOJEVIĆ

NEKE KARAKTERISTIKE MIKROKLIME U MUNIKOVIM ŠUMAMA (PINETUM HELDREICHII-SESLERIETUM AUTUMNALIS M. JANK. ET R. BOG.) NA OŠLJAKU, ŠARPLANINA

UVOD

U 1970. godini vršena su uporedna mikroklimatska merenja u munikovoj šumi (*Pinetum heldreichii-Seslerietum autumnalis* M. Jank, et R. Bog.) i na otvorenom polju, izvan šume, na Ošljku, Šarplanina, na visini od 1.700 m, na južnoj krečnjačkoj padini nagiba 30°. Mikroklimate merenja na otvorenom polju, izvan šume, daju nam predstavu o opštim uslovima mezoklime pod kojima se nalazi munikova šuma kao celina, odnosno, sama munika u spratu drveća (krune), a merenja u šumi pokazala su uslove pod kojima žive zeljaste i žbunaste vrste ove sastojine, kao i mladice same munike.

Proučavana sastojina munikove šume odlikuje se dosta gustim sklopom munikovih stabala (80%), čija je visina do 20 m a prosečna debljina 40 cm u prvom spratu i sklopom munikovih stabala od 60% u drugom spratu, čija je visina 10 m a prosečna debljina 20 cm. U spratu drveća *Pinus heldreichii* je ne samo edifikator već i jedina vrsta drveća, predstavljena visokim stepenom brojnosti i socijalnosti (4.4 u I spratu i 3.3 u II spratu). Sprat žbunova, koji je visok do 3 m i sklopljen oko 40%, izgrađen je od *Pinus heldreichii* (2.2) i *Juniperus intermedia* (1.1). Sprat prizemnih biljaka je jako bujan (pokrovnost 90%) i floristički dosta bogat: *Sesleria autumnalis* (3.3), *Brachypodium silvaticum* (2.2), *Carex humilis* (2.2), *Thymus balanus* (2.2), *Fragaria vesca* (2.2), *Bromus panonicus* (1.2), *Festuca heterophylla* (1.1), *Dactylis glomerata* (1.1), *Euphorbia amygdaloides* (1.1), *Viola silvestris* (1.1), *Scabiosa dubia* (1.1), *Aremonia agrimonioides*, (1.1), *Calamintha alpina* (1.1), *Teucrium chamaedrys* (1.1), *Luzula luzulina* (1.1), *Poa alpina* (1.1), *Trifolium repens* (1.1), *Mycelis muralis* (1.1), *Hieracium pilosella* (+2), *Pinus heldreichii* (+1), *Juniperus intermedia* (+1), *Senecio rupestris* (+1), *Ranunculus montanus* (+1), *Primula columne* (+1), *Trifolium pratense* (+1), *Veronica chamaedrys* (+1), *Helianthemum canum* (+1), *Calamintha clinopodium* (+1), *Silene in-*

junu, 72% u julu i 63% u septembru solarne konstante. Ovu energiju prima ne samo zeljasta vegetacija otvorenog polja, već i površina munikovih kruna u munikovoj šumi (Sl. 1).

Međutim, u unutrašnjosti munikove šume slika je znatno drukčija, jer do donjih spratova dolazi energija do najviše $0,55 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ u junu, $0,72 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ u julu i $0,64 \text{ cal/cm}^2$ u septembru, što u odnosu na otvoreno polje iznosi svega 40% u junu, 50% u julu i 51% u septembru, a u odnosu na solarnu konstantu iznosi svega 28% u junu, 36% u julu i 32% u septembru (Sl. 1).

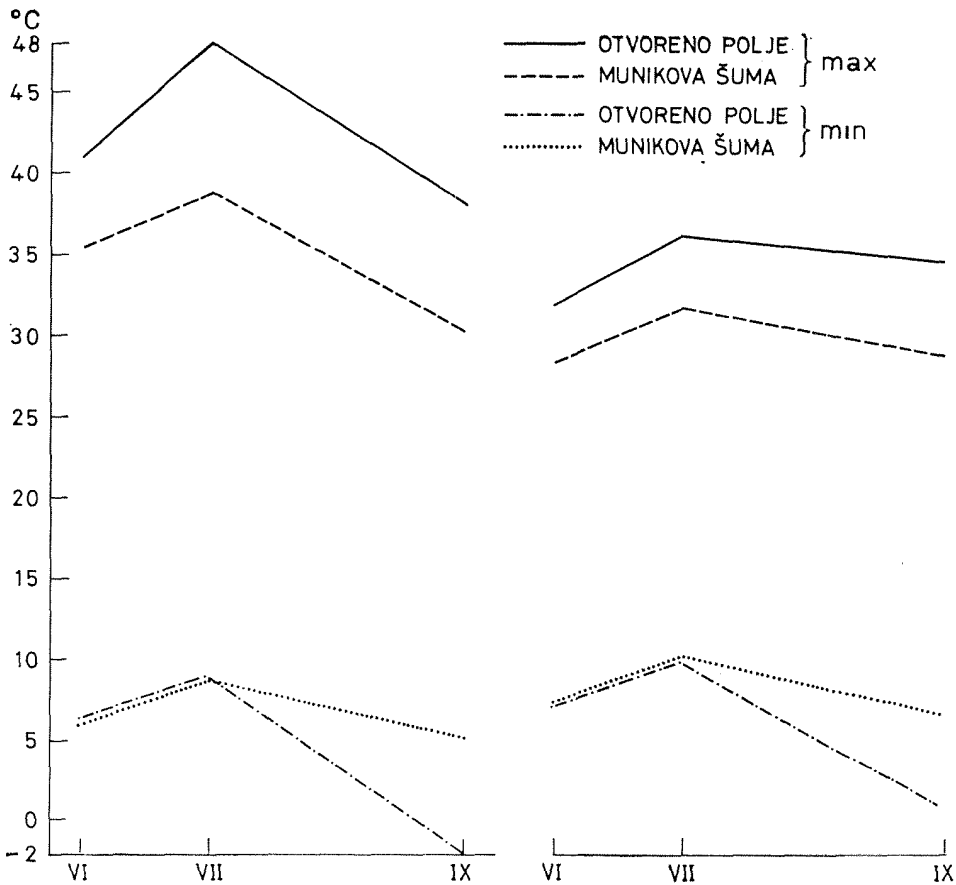
Svetlosni režim. — I jačina osvetljenosti, izražena u luksima, dostiže vrlo visoke vrednosti kako na otvorenom polju tako isto i u munikovoj šumi, a naročito na svetlosnim pegama i svetlosnim prodorima, gde u podnevnim časovima iznosi preko 100.000 luksa (kao i na otvorenom polju).

Temperatura površine zemljišta. — Temperatura je, pre svega, određena intenzitetom sunčevog zračenja, ali ovde u planinskim uslovima i režimom izračivanja, kao i ostalim orografskim (južna padina nagiba 30°) i vegetacijskim prilikama. Zato se površina zemljišta bez vegetacije na otvorenom polju zagreva minimalno do $6,4^\circ\text{C}$ a maksimalno do $41,0$ juna (dijapazon $34,6^\circ\text{C}$); jula do $9,0$ i do $48,0^\circ\text{C}$ (dijapazon $39,0$) i septembra do $-2,0$ i do $38,0^\circ\text{C}$ (dijapazon $40,0^\circ\text{C}$). Na površini na kojoj je zadržan prirodni biljni pokrivač temperatura zemljišta je niža, tako da se zagreva minimalno do $6,8$ maksimalno do $31,8$ juna (dijapazon $25,0$); jula do $9,8$ i do $36,0^\circ\text{C}$ (dijapazon $26,2$) i septembra do $1,0$ i do $34,4$ (dijapazon $33,4^\circ\text{C}$). Površina zemljišta bez vegetacije se više zagreva ($48,0^\circ\text{C}$ jula), nego površina zemljišta sa vegetacijom ($36,0^\circ\text{C}$ takođe jula), ali se zato i više hladi ($-2,0^\circ\text{C}$ septembra), te je i dijapazon variranja temperaturue u svim ispitivanim sezonama širi ($34,6$ prema $25,0$ juna; $39,0$ prema $26,2$ jula i $40,0$ prema $34,4^\circ\text{C}$ septembra) (Sl. 2).

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se minimalno do $6,0$ a maksimalno do $35,4$ juna (dijapazon $29,4$); jula do $8,8$ i do $38,8$ (dijapazon $30,0$) i septembra do $5,0$ i do $30,2$ (dijapazon $25,2^\circ\text{C}$). Na površini gde je prirodni pokrivač zadržan temperatura zemljišta je niža i ona iznosi minimalno do $7,2$ a maksimalno do $28,2$ juna (dijapazon $21,0$); jula do $10,0$ i do $31,6$ (dijapazon $21,6$) i septembra do $6,4$ i do $28,6$ (dijapazon $22,2^\circ\text{C}$). U munikovoj šumi temperaturni dijapazon površine zemljišta predstavlja znatno manju vrednost nego na otvorenom polju u svim ispitivanim sezonama, i to kako na ogoljenoj površini ($34,6$; $39,0$; $40,0$ prema $29,4$; $30,0$; i $25,2^\circ\text{C}$), tako i na površini zaštićenoj biljnim pokrivačem ($25,0$; $26,2$; $34,4$ prema $21,0$; $21,6$; $22,2^\circ\text{C}$) (Sl. 2).

Temperatura zemljišta. — Sve ono što važi za termički režim površine zemljišta, na otvorenom polju i u munikovoj šumi na ogolićenom i na zaštićenom zemljištu, u suštini se odnosi i na termički režim samoga zemljišta, s tim što su temperaturne vrednosti manje, te je i dijapazon variranja temperature znatno uži.

Juna se na otvorenom polju zemljište bez vegetacije zagreva na dubini od 2 cm minimalno do 7,8 a maksimalno do 29,8 (dijapazon 22,0), na dubini od 10 cm do 10,2 i do 20,4 (dijapazon 10,2) i na dubini od 50 cm do 8,8 i do 11,2 (dijapazon 2,4°C), a zemljište sa vegetacijom se zagreva na dubini od 2 cm do 8,4 i do 25,0 (dijapazon 16,6), na dubini od 10 cm do 10,6 i do 18,2 (dijapazon 7,6) i na dubini od 50 cm do 9,2 i do 11,2 (dijapazon 2,0°C) (Sl. 3).



Sl. 2. — Maksimalne i minimalne temperature površine zemljišta bez (levo) i sa vegetacijom odnosno steljom (desno) na otvorenom polju i u munikovoj šumi na Ošljaku u 1970. godini.

Maximal and minimal temperatures of soil surface without (left) and with vegetation or litter (right) at open field and in munika-pine forest, at Ošljak in 1970.

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se na dubini od 2 cm minimalno do 7,8 a maksimalno do 17,4 (dijapazon 9,6), na dubini od 10 cm do 8,6 i do 11,4 (dijapazon 2,8) i na dubini od 50 cm do 6,2 i do 7,6 (dija-

Septembra se na otvorenom polju zemljište bez vegetacije zagreva na dubini od 2 cm minimalno do 2,0 a maksimalno do 28,6 (dijapazon 26,6), na dubini od 10 cm do 8,6 i do 19,0 (dijapazon 10,4) i na dubini od 50 cm do 13,4 i do 15,8 (dijapazon 2,4°C), a zemljište sa vegetacijom se zagreva na dubini od 2 cm do 3,0 i do 23,2 (dijapazon 20,2), na dubini od 10 cm do 9,0 i do 18,4 (dijapazon 9,4), i na dubini od 50 cm do 13,4 i do 16,0 (dijapazon 2,6°C) (Sl. 3).

U munikovoj šumi zagrevanje zemljišta i u septembru je znatno manje, i na površini bez vegetacije i stelje zagreva se na dubini od 2 cm minimalno do 6,2 a maksimalno do 16,4 (dijapazon 10,2), na dubini od 10 cm do 9,0 i do 13,2 (dijapazon 4,2) i na dubini od 50 cm do 10,6 i do 11,8 (dijapazon 1,2°C), a na površini sa vegetacijom i steljom se zagreva na dubini od 2 cm do 7,4 i do 14,0 (dijapazon 6,6), na dubini od 10 cm do 9,4 i do 12,6 (dijapazon 3,2), i na dubini od 50 cm do 11,0 i do 12,0 (dijapazon 1,0°C) (Sl. 3).

Na otvorenom polju zemljište bez vegetacije na svim merenim dubinama se više zagreva (33,2°C jula), nego zemljište sa vegetacijom (29,6°C takođe jula), ali se zato više i hladi (2,0°C septembra) te je i dijapazon variranja temperature u svim ispitivanim sezonama širi (22,0; 10,2; 2,4 prema 16,6; 7,6; 2,0 juna; 21,2; 10,6; 0,8 prema 17,6; 6,8; 1,4 jula i 26,6; 10,4; 2,4 prema 20,2; 9,4; 2,6°C septembra).

I u munikovoj šumi zemljište bez vegetacije i stelje na svim merenim dubinama se zagreva više (22,4°C jula), nego zemljište sa vegetacijom i steljom (19,6°C takođe jula), ali se zato više i hladi (6,2°C septembra) te je, kao i na otvorenom polju, i dijapazon variranja temperature u svim ispitivanim sezonama širi (9,6; 2,8; 1,4 prema 6,2; 2,2; 1,4 juna; 12,8; 6,0; 1,4 prema 9,6; 3,6; 1,2 jula i 10,2; 4,2; 1,2 prema 6,6; 3,2; 1,0°C septembra). Ali, u munikovoj šumi zemljište bez vegetacije i stelje i zemljište sa vegetacijom i steljom na svim merenim dubinama se znatno manje zagreva nego zemljište bez vegetacije i zemljište sa vegetacijom na otvorenom polju u svim ispitivanim sezonama.

Temperatura vazduha. — Juna se na otvorenom polju vazduh zagreva na visini od 1 cm maksimalno do 23,4 a minimalno do 6,4 (dijapazon 17,0), na visini od 10 cm do 23,8 i do 7,8 (dijapazon 16,0) i na visini od 200 cm do 22,4 i do 7,6 (dijapazon 14,7°C). U munikovoj šumi vazduh je hladniji i zagreva se na visini od 1 cm maksimalno do 20,0, a minimalno do 7,0 (dijapazon 13,0), na visini od 10 cm do 21,4 i do 7,4 (dijapazon 14,0) i na visini od 200 cm do 21,0 i do 7,8 (dijapazon 13,2°C) (Sl. 4).

Jula se na otvorenom polju vazduha zagreva na visini od 1 cm maksimalno do 25,2 a minimalno do 9,0 (dijapazon 16,2), na visini od 10 cm do 24,6 i do 7,6 (dijapazon 17,0) i na visini od 200 cm do 23,2 i do 7,8 (dijapazon 15,4°C). U munikovoj šumi i jula je vazduh hladniji i zagreva se na visini od 1 cm maksimalno do 23,8 a minimalno do 7,4 (dijapazon 16,4), na visini od 10 cm do 23,0 i do 7,8 (dijapazon 15,2) i na visini od 200 cm do 23,0 i do 7,2 (dijapazon 15,8°C) (Sl. 4).

ZAKLJUČCI

U ovome radu prikazani su rezultati uporednih mikroklimatskih merenja u munikovoj šumi (*Pinetum heldreichii*, — *Seslerietum autumnalis*) i na otvorenom polju, izvan šume, na Ošljaku, Šarplanina, na visini od 1.700 m, na južnoj krečnjačkoj padini nagiba 30°, vršenih tokom 1970. godine po pet dana u tri sezone: proleće (od 11. do 15 juna), leto (od 23. do 27. jula) i jesen (od 19. do 23. septembra).

Ispitivanja su, pre svega, pokazala da intenzitet sunčevog zračenja u ispitivanom periodu na otvorenom polju dostiže vrlo visoke vrednosti, koje se kreću od 1,25 do 1,44 cal/cm² · min, što predstavlja energiju od 63 do 72% solarne konstante. Ovu energiju prima ne samo zeljasta vegetacija otvorenog polja, već i površina munikovih kruna; dok u unutrašnjosti munikove šume, do njenih donjih spratova, dolazi energija od 0,55 do 0,72 cal/cm² · min, što u odnosu na otvoreno polje iznosi 40 do 51%, a u odnosu na solarnu konstantu svega 28 do 36%.

Jačina osvetljenosti, izražena u luksima, dostiže vrlo visoke vrednosti, kako na otvorenom polju tako isto i u svetloj munikovoj šumi, a naročito na svetlosnim pegama i svetlosnim prodorima, gde u podnevnim časovima iznosi preko 100.000 luksa (kao i na otvorenom polju).

Temperatura je, pre svega, određena intenzitetom sunčevog zračenja, a i ovde u planinskim uslovima i režimom izračivanja, kao i ostalim orografskim i vegetacijskim prilikam. Zato se površina zemljišta sa i bez vegetacije na otvorenom polju, u ispitivanom periodu, zagreva čak i do 36,0 odnosno 48,0°C (jula), a hladi čak i do 1,0 odnosno —2,0°C (septembra); zemljište se na dubini od 2 cm zagreva najviše do 29,6 odnosno do 33,2°C (takođe jula), a hladi do 3,0 odnosno do 2,0°C (takođe septembra), i zemljište na dubini od 50 cm najviše do 16,0 odnosno 15,8°C (septembra), a najmanje do 9,2 odnosno 8,8°C (juna); istovremeno i na istom mestu temperatura vazduha na visini od 1 do 200 cm iznosila je najviše 25,2°C (jula) a najmanje —1,0°C (septembra). U sklopu munikove šume temperaturni odnosi su drukčiji, tako da je maksimalna temperatura površine zemljišta sa i bez vegetacije odnosno stelje iznosila 31,6 odnosno 38,8°C (jula), a minimalna 6,4 odnosno 5,0°C (septembra), a zemljišta na dubini od 2 cm maksimalno 19,6 odnosno 22,4°C (takođe jula), a minimalno 7,4 odnosno 6,2°C (takođe septembra), i zemljišta na dubini od 50 cm maksimalno 12,0 odnosno 11,8°C (septembra) a minimalno 6,2°C, sa i bez zeljaste vegetacije odnosno stelje (juna); istovremeno je temperatura vazduha na visini od 1 do 200 cm iznosila najviše 23,8°C (jula), a najmanje 3,8°C (septembra).

Relativna vlažnost vazduha na otvorenom polju kretala se, u ispitivanom periodu, od 32 do 100%, a u munikovoj šumi od 25 do 100%, pri čemu su minimalne vrednosti postizane u podnevnim časovima a maksimalne u toku noći. Maksimalna evaporacija na otvorenom polju iznosila je za 1 čas 1,1 cm³, na visini od 10 cm, odnosno 1,5 cm³ na visini od 10 cm, dok je u munikovoj šumi maksimalna evaporacija nešto manja (0,9 cm³ i 1,1 cm³).

LITERATURA

- Bogojević R. (1970): Ekološka analiza staništa zajednica *Andropogoneto* — *Euphorbietum pannonicae* R. Bog. i *Querceto* — *Carpinetum serbicum* Rudski na Višnjičkoj kosi kraj Beograda. — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Tom V, No 1—4, Beograd.
- Janković M. M. (1957): Prilog metodici fitomikroklimatskih ispitivanja. — Arhiv bioloških nauka, IX, 1—4, Baograd.
- Janković M. M. (1959): A study in thermal conditions in some plant communities of mountain of Prokletije of Metohija. — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, No 1, Bograd.
- Janković M. M. (1959): Prilog metodici primene svetlomera sa selenskom fotoćelijom u geobotaničkim fitomikrotlimatskim ispitivanjima šumskih zajednica. — Arhiv bioloških nauka, XI, 1—4, Beograd.
- Janković M. M. (1961): O svetlosnoj klimi šumskih zajednica *Pinetum heldreichii* tipicum M. Jank. i *Fagetum abietetosum* Horv. na Prokletijama prema posmatranjima u 1958. godini. — Glasnik Prirodnačkog muzeja, ser. B, knj. 17, Beograd.
- Janković M. M. (1962): Značaj karaktera heliogeofizičkih uslova za ekološku tipologizaciju i metabolizam naših osnovnih tipova biogeocenoza. — Arhiv bioloških nauka, XIV, 1—2, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1962): O mikroklimatskim uslovima u nekim zajednicama munikovih šuma (*Pinetum heldreichii*) na Prokletijama, u letnjem periodu 1959. godine. — (manuskript), Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1962): Mikroklimatski uslovi u nekim fitocenoza Prokletija. — Saopštenje na II kongresu biologa Jugoslavije, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1962): Prilog poznavanju šuma endemičnih borova munike (*Pinus heldreichii*) i molike (*Pinus peuce*) na severnoj strani Šarplanine i njenim metohijskim ograncima. — Arhiv bioloških nauka, XIV, 3—4, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1964): Prvi prilog poznavanju mikroklimatskih uslova u nekim šumskim zajednicama u Sremu (*Quercetum roboris* — *Carpinetum betuli* prov. i *Fraxinetum angustifoliae* prov.), na osnovu posmatranja u 1963. godini. — Glasnik prirodnačkog muzeja, ser. B, knj. 19, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1966): Radijacioni režim otvorenog polja i njegova modifikacija u nekim šumskim ekosistemima u Sremu — Ekologija, Vol. 1, No 1—2, Beograd.
- Janković M. M. i Bogojević R. (1971): Ekološki uslovi u poplavnim šumama kod Morovića u Sremu, na osnovu posmatranja u 1964. godini. — Savjetovanje o Posavini, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
- Janjiševskij Ju. D. (1957): Aktinometričeskije pribori i metod nabljudenija. — Lenjingrad.

Summary

MILORAD M. JANKOVIĆ and RADOJE BOGOJEVIĆ

SOME CHARACTERISTICS OF MIKROCLIMATE IN PINUS HELDREICHII FORESTS (PINETUM HELDREICHII-SESLERIETUM AUTUMNALIS M. JANK. ET R. BOG.) ON OŠLJAK, ŠARPLANINA

In this study were presented the results of the microclimatic investigations carried out parallelly as well in the *Pinus heldreichii* forest (*Pinetum heldreichii-Seslerietum autumnalis*) as in the open field, out of the forest, on the massif Ošljak near Prevalac, locality

of Popovo prase (Šarplanina); the studied community was at altitude of 1700 m above sea level, on the southern limestone slope of 30°; the measurements were made during the year 1970; in the course of five days in the following seasons: spring (from 11 to 15 June), summer (from 23 to 27 July) and autumn (from 19 to 23 September).

The investigations showed that the intensity of solar radiation in the observed period reached the very high values, at the open field from 1,25 to 1,44 cal/cm². min, what presents the energy of 63 to 72% of the Solar constant. It is important that the exterior of *P. heldreichii* tree-top is exposed to such solar radiation, so, it may be said that the species *P. heldreichii* exists in the conditions of specially high intensity of the mountain solar radiation. In the interior of *P. heldreichii* forest, up to lower layers, enters the energy of the solar radiation of 0,55 to 0,72 cal/cm². min, what is 28 to 36% of the Solar constant or 40 to 51% of the solar radiation noted on the open field.

The intensity of light, expressed in luxes, gets also at the very high values as well in the open field as into the *P. heldreichii* forest, considering it as a type of the bright coniferous forest distinguishing by many light spots and long standing light penetrations; for instance, at the afternoon hours, in the *P. heldreichii* forest, on the light penetration, the light intensity can be over 100.000 lx. Otherwise, on the open field, it is often recorded the light intensity over 100.000 lx, at the midday hours during the summer.

The temperature is determined at the first place by intensity of the solar radiation, but, also, in the mountain conditions by specific regime of irradiation, as well as by specific orographic and vegetation circumstances. Therefore, the temperature ranges can be relatively very large as well in the course of a day as between the seasons. Thus, at the soil surface on the open field (comparatively observed on both sites with the vegetation cover and without as well the vegetation as the litter layer) are recorded the temperature values up to 36,0°C (place with vegetation), that is up to 48,0°C (on the bare ground) in July, while the lowest temperatures in the examined period are 1,0°C i. e. -2,0°C in September; at the depth of 2 cm the maximal soil temperatures of 29,6°C i. e. 33,2°C are recorded in July and the minimal ones of 3,0°C i. e. 2,0°C in September. In the deeper soil layers the temperature extremes are less noticeable: at the depths of 50 cm the maximal soil temperature are 16,0 i. e. 15,8°C registered in September, and the minimal ones 9,2°C i. e. 8,8°C in June (this time inversion is a result of molecular thermic condition affecting in the process of soil heating, thus the deeper layers attain the maximal temperatures much later than the surficial ones). At the same time and at same place the temperature of the air layers from 1 to 200 cm ranges from -1,0°C (in September) to 25,2°C (in July).

Within the *P. heldreichii* forest the temperature relations are rather different. At the soil surface the maximal temperatures were recorded in July: 38,8°C on the bare site, and 31,6°C on the site with vegetation, but the minimal ones were in September: 5,0°C and 6,4°C. At the depth of 2 cm the maximal temperatures were in July: 22,4°C and 19,6°C, and the minimal ones in September: 6,2°C and 7,4°C. At the

depth of 50 cm the maximal temperatures were registered in September: 11,8°C (at the bare ground) and 12,0°C (at the site with vegetation), and, the minimal ones in June, for both cases 6,2°C. The forest air temperatures, at the height from 1 to 200 cm, were as follows: the maximal one in July 23,8°C, and the minimal one in September 3,8°C.

The relative air humidity, in the course of observations, was ranged from 32 to 100% in the open field, and, from 25 to 100% into the *P. heldreichii* forest; the maximal values were registered during the night, and, the minimal ones in the midday hours. The maximal evaporation values marked in the open field in the course of one hour were: 1,1 cm³ at 10 cm above the ground, and, 1,5 cm³ at the altitude of 100 cm; within the *P. heldreichii* forest the maximal evaporation values were somewhat less: 0,9 and 1,1 cm³. The mentioned data indicate that *P. heldreichii* and *P. heldreichii*—forest are in the conditions of the very large variations of the air humidity during the vegetation period, what considerably affects on the transpiration.