

VPLYV VEGETÁCIE NA ZNIŽOVANIE TEPLoty POVRCHOV A OVZDUŠIA PRI EXTRÉMNYCH LETNÝCH HORÚČAVÁCH

Vladimír Čaboun

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Abstrakt

In the accordance with the intentions of the project “Investigation of the development of tree species vegetation in the locality below Jamské tarn affected by wind calamity” funded from Ekopolis foundation in 2007 we obtained important exact data on the temperatures of various surfaces and the air during extreme weather at representative model objects in the locality below Jamské tarn and Rakytové tarns in the High Tatra Mts.

Measurements of humidity and temperature at representative model objects in the locality below Jamské tarn were carried out on 18 July 2007 as on this date the temperatures in Europe as well as in Slovakia reached extreme values. In addition to measured extreme temperatures of the air and various surfaces we recorded also total situation – the course of temperatures in broader interconnections to demonstrate more illustratively the extremes of weather.

On 18 July 2007 according to official news the extreme temperatures in Slovakia exceeded temperature records at all ten meteorological stations that monitor temperature in a long term. The highest temperatures were measured in Hurbanovo and Dudince, where temperature slightly exceeded 39°C. Thus daily temperature record of 1983 was exceeded in Hurbanovo. Maximal temperatures of 18 July 1983 were exceeded also in Bratislava, Nitra, Piešťany, Poprad, Sliach, Žilina and Lučenec by four degrees to 37.6°C.

Extremely high temperatures were caused by tropical air that was at that time flowing to Slovakia from the southwest.

The measurements we carried out from 10.38 am to 3.48 pm. There were recorded differences in the air temperature and air humidity as well as in the temperatures of various surfaces in the hottest part of extremely hot day. Thus we obtained unique and frequently very surprising values.

There were used personal digital meteorological stations IROX - HBVR761 UV-X and DIVA II with cable-free signal transfer for measuring temperature, air humidity and air pressure.

For the measurements of the temperature of surfaces we used manual touch-free infra thermometer IR-365RF with laser pointer.

For example, the temperatures of the surface of uncovered soil close to the stem of planted spruce plants reached 64.7°C, for larch plants it was 65.6°C. At the stems of these tree species, which were protected by relatively thin grass surface, the temperature of soil reached 35.1°C up to 37.5°C. While on uncovered soil of wind throw the temperature of the surface reached 75°C, the temperature of the soil of wind throw being protected by vegetation was 34.9°C. These and other exact data on overheating of surfaces and the air under various conditions bring new knowledge about the effect of vegetation on reducing the temperature of surfaces and the air during extreme summer heats and thus contribute to the improvement of silvicultural technologies in relation to global warming as well as leaving (not processing) the wind throw after wind calamity at the foothill of the High Tatra Mts.

Key words: influence of vegetation, superheating of surfaces, impact of summer heats

Úvod

Prebiehajúce zmeny klímy spôsobili v roku 2007 prepisovanie maximálnych teplotných rekordov na celom Slovensku.

Podľa oficiálnych tlačových správ dňa 18. júla 2007 pretrvávajúce extrémne horúčavy na Slovensku prekonal denné tep-

lotné rekordy na všetkých desiatich meteorologických stanicach, ktoré dlhodobo monitorujú teplotu. Najteplejšie bolo v Hurbanove a Dudinciach, kde sa teplota dostala mierne nad 39 stupňov Celzia. V Hurbanove sa tak prekonal denný teplotný rekord z roku 1983. Doterajšie maximá z 18. júla 1983 padli aj v Bratislave, Nitre,

Piešťanoch, Poprade, Sliachi, Žilina a v Lučenci, kde sa pôvodný rekord posunul o vyše štyri stupne na 37,6 stupňa Celzia.

Extrémne vysoké teploty spôsobil tropický vzduch, ktorý v tom čase už niekoľko dní prúdil na Slovensko z juhozápadu.

Cieľ výskumu

V rámci projektu „Sledovanie vývoja drevinovej vegetácie v lokalite pod Jamským plesom postihnutej vetrovou kalamitou“ financovanou nadáciou Ekopolis, sme v roku 2007 získali významné exaktné údaje o teplote rôznych druhov povrchu a vzduchu pri teplotných extrémoch počas na reprezentatívnych modelových objektoch v lokalite pod Jamským plesom a Rakytovské plieska vo Vysokých Tatrách. Doplnkové merania sme urobili v urbanizovanom prostredí mesta Zvolen.



Obr. 1 Bezdotykový infra teplomer IR-365RF

Metodika a materiál

Merania vlhkosti a teploty na reprezentatívnych modelových objektoch v lokalite pod Jamským plesom boli uskutočnené dňa 18.7.2007, nakoľko v tomto termíne dosahovali teploty v Európe a teda aj na Slovensku extrémne hodnoty. Popri nameraných extrémnych hodnotách teploty vzduchu a rôznych povrchov, máme zachytenú aj celkovú situáciu – priebeh teplot v širších súvislostiach, aby bolo možné názornejšie ukázať extremity počasia.

Merania, ktoré sme uskutočnili v čase od 10:40 hod. do 15:40 hod. zachytili rozdiely teploty a vlhkosti vzduchu, ako aj teploty rôznych povrchov v najteplejšej časti extrémne teplého dňa, čím sme získali unikátne, často aj pre nás veľmi prekvapujúce merania.

Merania teploty antropogénnych povrchov a ich porovnanie s rôznym druhom vegetácie bolo uskutočnené vo Zvolene dňa 21.7.2007 od 12:00 do 13:00.

Pre meranie teploty, vlhkosti a tlaku vzduchu boli použité osobné digitálne meteo stanice IROX - HBVR761 UV-X a DIVA II s bezkáblovým prenosom signálu.

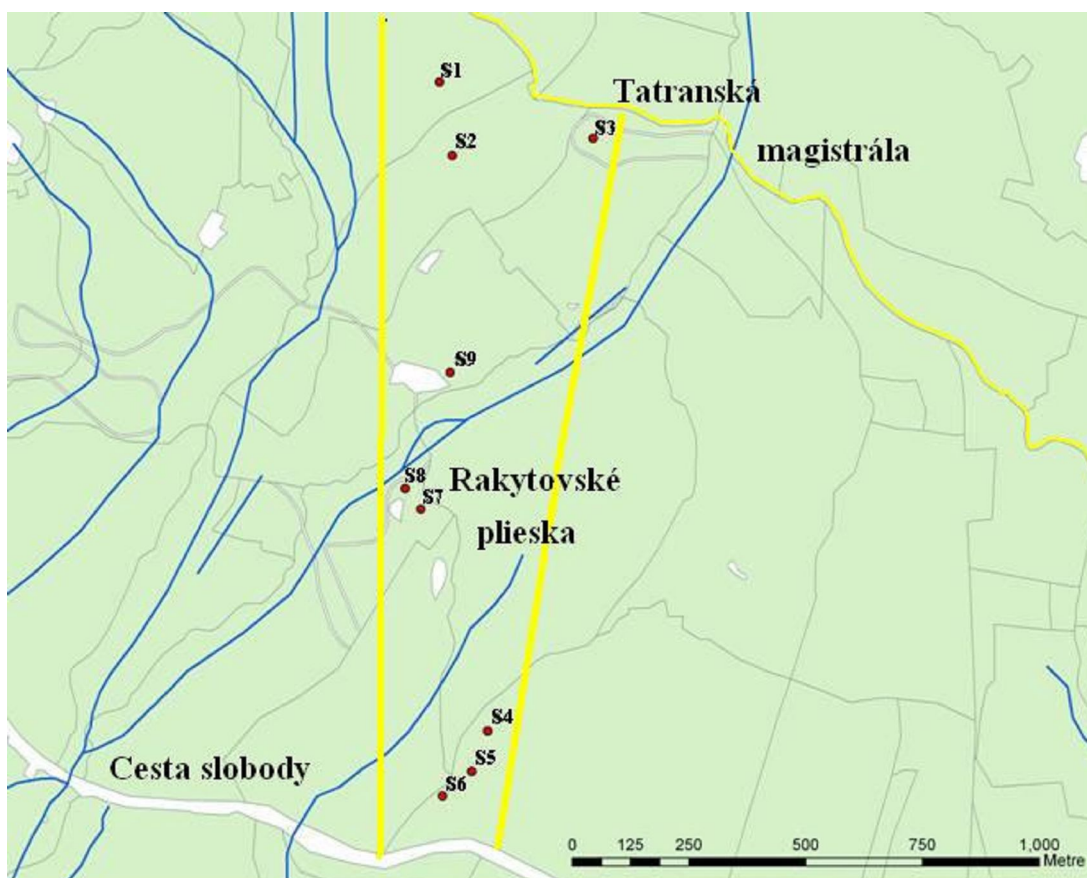
Pre meranie teploty povrchov sme použili ručný bezdotykový infra teplomer IR-365RF s laserovým ukazovátkom (Obr. 1).

Z viacerých návrhov výberu výskumno-demonštračných monitorovacích plôch (VDMP), ktoré sa líšili celkovým počtom, veľkosťou, množstvom a podrobnosťou sledovania jednotlivých veličín na plochách, bol zvolený systém založenia 9 základných VDMP v 3 trojiciach na výškovom tranzekte medzi Cestou slobody a Tantranskou magistrálou popri Rakytovských plieskach (Obr. 2)

Popis trvalých výskumno-demonštračných monitorovacích plôch (TVDMP):

„Horná trojica plôch“:

- **S1: Plocha pri Tatranskej magistrále so stojacim** vichricou neporušeným smrekovo - limbový porast s diferencovanou vekovou a priestorovou štruktúrou, čo sa prejavilo aj na výškovej a hrúbkovej štruktúre. Porast vzhľadom na svoju štruktúru má najvyššiu ekologickú stabilitu.
- **S2: Plocha pri Tatranskej magistrále s plošným vývratom** dospelých smrekov, nachádzajúci sa medzi neporušenými plochami S1 a S2. Vyvrátené stromy boli ponechané na ploche. Sledovaný bude vývoj prírodnej revitalizácie, teda plocha je ponechaná na tzv. samovývoj.
- **S3: Plocha pri Tatranskej magistrále – stojací starým**, vekovo a priestorovo málo diferencovaný smrekový porast (9 árov) s náznakmi začínajúceho rozpadu a počiatkom ďalšieho vývojového cyklu - nástupu prirodzeného zmladenia. V poraste vzhľadom na vývojové štádium dochádza k znižovaniu ekologickej stability, čo sa v budúcnosti pravdepodobne prejaví deštrukciou starého porastu.



Obr. 2: Rozmiestnenie jednotlivých monitorovacích plôch (S1 až S9) na lokalite pod Jamským plesom

„Spodná trojica plôch“:

- **S4: Plocha pri ceste slobody –**

stojaci porast (9 árov). Zvyšok najmenej poškodeného pôvodného porastu v spodnej časti modelového

územia najviac postihnutého veternou smršťou.

- **S 5: Plocha pri Ceste slobody, na ktorej sa nachádza medzernatý porast (8 árov)** Plocha silne poškodená veternou smršťou, kde zostala časť stojacich stromov pričom vyvrátené stromy boli z plochy odstránené. Na časti plochy sa nachádza prirodzené zmladenie.
- **S 6: Plocha pri Ceste slobody vyčistená s umelou obnovou (4 áre)** Plocha s celoplošne vyvráteným pôvodným porastom, z ktorej sa vyťažili a odstránili všetky stromy postihnuté kalamitou a uskutočnila sa umelá obnova.

„Stredná trojica plôch“:

- **S 7: Plocha pri Rakytovských plieskach s nespracovanou kalamitou (4 áre).** Plocha s celoplošne vyvrátenými dospelými smrekmi ponechaná na samovývoj.
- **S 8: Plocha pri Rakytovských plieskach - (4 áre)** Plocha čiastočne poškodená víchricou, kde zostala časť stojacich stromov pričom vyvrátené stromy boli ponechané na ploche.
- **S 9: Plocha pri Rakytovských plieskach - za Furkotským potokom - zvyšok stojaceho porastu (4 áre).** Zvyšok dospelých

smrekov na okraji porastu v súčasnosti značne poškodeného víchricou.

Základným sledovaným a meraným prvkom na TVDMP je vývoj štruktúry drevinovej vegetácie. Súčasná štruktúra drevinovej vegetácie bola zameraná technológiou „Field-Map“. Táto technológia bola vyvinutá na Ústave pre výskum lesných ekosystémov Jílové u Prahy v ČR (IFER 1992 – 2005).

Teplota vzduchu sa meria vo výške 2 m nad povrchom. Aby sme zmerali skutočnú teplotu vzduchu, teplomer nesmie byť vystavený priamemu žiareniu (Slnka) - meriame teda v „chládku“. V meteorológii sa používa špeciálna meteorologická búdka, my sme používali zatienený senzor.

Teplota vzduchu nad rôznymi povrchmi bola meraná 5 cm nad týmito povrchmi

Výsledky výskumu

Výsledky našich exaktných meraní teploty povrchov a ovzdušia pri extrémnych letných horúčavách sme rozdelili na dve časti – Výsledky meraní v prírodnom prostredí Vysokých Tatier a výsledky meraní v urbanizovanom prostredí mesta Zvolen.

Namerané teploty rôznych povrchov v prírodnom prostredí

Vysoké Tatry pri Rakytovských plieskach 18.7.2007 10:40 - 15:40 hod
Teplota vzduchu 32°C, tlak vzduchu v čase merania v rozpätí 9,09 – 9,12 hPa.

Tab. 1 Hodnoty teploty rôznych povrchov namerané na holine s umelou výsadbou sadeníc

Miesto merania	Teplota v °C
Suchá obnažená pôda na slnku	60,8 – 65,2
Suchý opadané konáriky na slnku	59,6
Suchý opadané ihličie na slnku	60,8 – 75,3
Kôra vyvráteného kmeňa	44,5 - 50,1
Drevo vyvráteného kmeňa na reze kmeňom	54,6 – 60,2
Pôda na koreňoch vývratu na priamom slnku	68,7 - 75,0
Suché ihličie na koreňoch vývratu na slnku	64,5 - 66,0
Zvyšky dreva – haluzina na kope	50,1 - 54,7
Zvyšky dreva na pôde	61,7 - 65,2
Svetlé kamene	35,5 – 45,0
Tmavá obnažená skala – žulový balvan	40,3
Tá istá skala s lišajníkom	44,2
Tá istá skala s opadaným ihličím v škárach	60,2
Oslnená kôra rastúceho dospelého smreka	41,3 / 40,7
Zatienená kôra rastúceho dospelého smreka	31,5 / 33,0
Pôda pod vrbovkou úzkolistou	32,1
Pôda pod hustou trávou	28,2 - 33,3
Pôda pod riedkou trávou	39,0
Pôda pri kmienku vysadenej sadenice smreka	51,5 - 65,6
Pôda pri kmienku v tráve vysadeného smreka	35,1 - 37,5
Slnku vystavené opadané suché ihličie	60,5 - 75,3
Teplota v hĺbke 2 cm na tej istej lokalite	43,2 - 61,1
Teplota v hĺbke 5 cm na tej istej lokalite	30,0 - 43,5
Teplota v hĺbke 10 cm na tej istej lokalite	27, 0 - 40,8

Tab.2 Hodnoty teploty rôznych povrchov namerané vo zvyšku starého lesa neďaleko od holiny

Miesto merania	Teplota v °C
Povrch opadaného ihličia v tieni 80 ročného smreka	22,5
Teplota v hĺbke 5 cm pod povrchom	12,5
Povrch machu	23,5
Teplota v hĺbke 2cm pod machom	16,0
Kameň na povrchu	17,1
Holá pôda	22,5
Suchá tráva	21,1
Pôda pod trávou	17,7
List čučoriedky	23,0
Pôda pod čučoriedkou	21,0

Tab. 3 Hodnoty teploty rôznych povrchov namerané na ploche so zvyškami starých stromov a prirodzeným zmladením

Miesto merania	Teplota v °C
Povrch ihličia v tieni skupinky smrekov	25,3 -25,5
Teplota v hĺbke 2 cm pod ihličím	16,6 - 17,7
Ihličie v polotieni	37,3
Pôda 2 cm pod ihličím	16,5
Pôda 10 cm pod ihličím	14,0
Povrch trávy v tieni	23,2
Pôda pod trávou v tieni	18,5
Pôda pod trávou na slnku	31,0 - 37,1
Pôda pod prirodzene zmladeným mladým smrekom	22,2 - 33,3
Pôda pod čučoriedkou v tieni	22,0
Pôda pod čučoriedkou na slnku	34,0
Zatienený kmeň dospelého smreka	21,6
Oslnený kmeň dospelého smreka	30,5

Tab. 4 Hodnoty teploty rôznych povrchov namerané na ploche s vyvrátenými smrekmi ponechanými na prirodzený vývoj

Miesto merania	Teplota v °C
Holá pôda pod vývratom	22,0 – 36,3
Tráva pod vývratom	27,1 -31,3
Suchý mach na slnku pod vývratom	70,3 - 76,1
Suché ihličie na slnku pod vývratom	70,5 - 77,5
Pôda 10 cm pod ihličím	27,0
Suchá holá pôda na slnku	57,0 – 67,1
Vlhká holá pôda na slnku	36,2
Pôda pod koreňmi vývratu v tieni	18,5 -21,0
Pôda pod koreňmi vývratu na slnku	55,2
Pôda v hornej časti vývratu na slnku	64,5 - 71,1
Kôra ležiacich stromov	60,2 -64,1
Suché ihličie pri semenáčikoch na slnku	60,3 - 62,5
Suché ihličie pri semenáčikoch v tieni vývratu	31,0 – 34,0

Tab. 5 Hodnoty teploty rôznych povrchov namerané v nepoškodenom dospelom smrekovom lese

Miesto merania	Teplota v °C
Opadanka pod stromami	24,0
Pôda pod riedkou trávou pod stromami	19,6
Opadané ihličie pod stromami	20,7
Pôda 2 cm pod opadaným ihličím pod stromami	17,5
Kmeň stojaceho stromu	21,5 - 22,8
Pôda pod čučoriedkou	22,3
Suchá pôda	25,6
Vlhká pôda	19,5

Tráva	21,0
Pôda pod trávou	19,6
Kameň	15,1

Namerané hodnoty teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu nad rôznymi povrchmi v prírodnom prostredí:

Vysoké Tatry – lokalita pri Rakytovských plieskach 18.7.2007, čas merania 10:40 - 15:40 hod
Teplota vzduchu 32°C, tlak vzduchu v čase merania v rozpätí 9,09 – 9,12 hPa.

Tab.6 Hodnoty teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu namerané na holine s umelou výsadbou

Miesto merania	Teplota v °C	Vlhkosť vzduchu v %
Opadanka na slnku	52,5	10
V hustej tráve	31,5	48
Pri pni na priamom slnku	45,8	16
Nad kameňom na slnku	36,6	30
Pod uhádzanou kopou haluziny	30,8	42
Nad uhádzanou kopou haluziny	47,8	22
V riedkej tráve	38,1	20
Nad opad. ihličím medzi skalami na slnku	41,5	25
Nad oslnenou skalou	36,2	29
V slnku rastúcom čučoriedí nad machom	47,2	27

Tab. 7 Hodnoty teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu namerané vo zvyšku starého lesa neďaleko od holiny

Miesto merania	Teplota v °C	Vlhkosť vzduchu v %
Nad opadankou	28,2	38
Nad machom	28,4	40
V tráve	28,4	45
V záraste čučoriedky	28,4	42
Nad skalou	28,3	38
Pod vývratom v polotieni	28,4	40
Pod vývratom v tieni	26,5	43
Polotieň pod stromami	33,6	31

Tab. 8 Hodnoty teploty a relativnej vlhkosti vzduchu namerané na ploche so zvyškami starých stromov a prirodzeným zmladením

Miesto merania	Teplota v °C	Vlhkosť vzduchu v %
Pod skupinkou smrekov takmer bez vegetácie	28,9	50
Pri skupinke smrekov v polotieni, riedka tráva	38,8	22
Pri pni vo výške 1 m	57,5	5
V malinčí	27,4	48
Nad uhádzanou kopou haluziny	52,0	5
Pod skupinkou smrekov a smrekovcov	27,9	39

Tab. 9 Hodnoty teploty a relativnej vlhkosti vzduchu namerané na ploche s vyvrátenými smrekmi ponechanými na prirodzený vývoj

Miesto merania	Teplota v °C	Vlhkosť vzduchu v %
Pod zvalenými kmeňmi	32,9	38
Pod koreňovým koláčom	21,4	54
Nad ležiacim kmeňom	50,9	5
Nad odkrytou pôdou na slnku	38,8	30

Tab. 10 Hodnoty teploty a relativnej vlhkosti vzduchu namerané v značne poškodenom poraste s vývratmi so zabezpečeným zmladením

Miesto merania	Teplota v °C	Vlhkosť vzduchu v %
V tráve v tieni	32,9	46
Pod koláčom na zemi v tieni	29,0	48
V skupinke zmladenia na ihličí v polotieni	30,7	38
Pod čerstvým vývratom v tieni	31,0	45
Na čučoriedkových kríkoch na slnku	36,4	36
Na vývrate na slnku	47,8	25

Tab. 11 Hodnoty teploty a relativnej vlhkosti vzduchu namerané v nepoškodenom lese

Miesto merania	Teplota v °C	Vlhkosť vzduchu v %
V tráve v poraste	30,2	34
Nad opadankou v poraste	25,5	35
Skupina Senecio sp. v tráve v tieni	31,4	44
Pod stromami na opadanom ihličí v tieni	29,2	40

Namerané teploty povrchov v urbanizovanom prostredí

Zvolen, 21.7.2007 12:00 – 13:00

Teplota vzduchu 32°C

Tab.12 Hodnoty teploty rôznych povrchov namerané v urbanizovanom prostredí

Miesto merania	Teplota v °C
Asfalt na slnku	55,5 - 59,1
Asfalt v tieni	28,6 - 32,0
Betón na slnku	43,2 - 45,1
Kameň – balvan na slnku	42,2
Tmavá kamenná dlažba	55,2
Prístrojová doska osobného auta parkovaného na slnku	90,6 - 91,0
Karosérie aut parkovaných na slnku	72,1 – 81,0
Svetlá stena (brizolit) na slnku	47,0 - 49,0
Svetlá stena (brizolit) v tieni	33,3
Drevené zábradlie tmavé na slnku	67,1
Plech svetlý na slnku	67,6
Tráva na slnku	46,4 - 48,5
Tráva v tieni	26,1 – 35,9
Tráva medzi veľkými kríkmi	34,0 – 35,3
Tráva suchá na slnku	60,1
Asimilačné orgány smreka na slnku	47,2 - 51,5
Asimilačné orgány smreka v tieni	30,0 - 31,2
Chládok pod smrekom	26,7 - 38,6
Kmeň smreka v tieni	27,4 - 31,5
Listy buka na slnku	41,8 - 46,2
Kmeň buka v tieni	30,0 - 33,5
Chládok pod bukmi	32,0 - 33,5
Vlhká pôda v tieni	27,7 – 28,5
Schnúce listy lipy na slnku	48,2 - 53,2
Zdravé listy lipy na slnku	36,0 - 42,0
Kmeň lipy v tieni	27, 0 - 33,3
Listy lipy v tieni a polotieni	29,7 – 37,5
Oslnené zelené konáriky borovice	42,7
Suché konáriky borovice na slnku	46,7
Ihličie borovice v tieni	35,6
Kmeň borovice v tieni	33,0
Listy brezy v polotieni	37,5
Kmeň brezy v tieni	35,5
Ihličie smreka pichľavého var. viridis na slnku	42,5 – 44,0
Ihličie smreka pichľavého var. glauca na slnku	37,1 - 41,2
Ihličie smreka pichľavého var. glauca v tieni	33,7 - 35,2
Listy duba na slnku	41,2 - 46,2
Listy duba v tieni	31,2 - 32,6
Kôra duba v tieni	26,5
Listy pagaštanu v tieni	30,5
Kmeň pagaštanu v tieni	28,5

Z uvedených nameraných údajov je možné vidieť množstvo zaujímavých údajov. Teplota na suchej obnaženej pôde v prírodnom prostredí Vysokých Tatier pri extrémnych teplotách v júli 2007 dosahovala na povrchu hodnoty 60,8 až 65,2 °C. Na vývratoch „koreňových koláčov“ sa teplota suchej pôdy, ako aj pôdy pokrytej opadaným suchým ihličím zvýšila až na 75,3 °C. Z uvedeného vyplýva, že vzhľadom na extrémne presušenie a prehrievanie „koreňových koláčov“ nie je reálne, aby sa na nich uchytila akákoľvek vegetácia. V tom istom čase vo zvyškoch lesa a v relatívne nepoškodenom smrekovom poraste, ktorý sa zachoval po veternej kalamite, ktorá postihla Vysoké Tatry dňa 19. 11. 2004, sa teploty rovnakých povrchov pohybovali v hodnotách 22,5 až 25,5 °C, čo je rozdiel až 52,8 °C. Maximálne teploty sme namerali na suchom machu na slnku pod vývratom 76,1 °C a na suchom ihličí na slnku pod vývratom, kde vďaka absencii prúdenia vzduchu pod klenbou vyvrátených stromov vystúpila teplota na neuveriteľných 77, 5 °C. Teplota pôdy v tieni pod koreňmi vývratu sa pohybovala napriek teplote vzduchu okolo 32 °C v hodnotách 18,5 °C až 21,0 °C. Rozdiel medzi týmito extrémnymi teplotami povrchov, vzdialenými od seba necelých 3m bol 59 °C! Pri teplote vzduchu sa neprejavili až také veľké rozdiely ako pri teplote povrchov. Kým nad suchým opadaným ihličím na voľnej ploche bola teplota vzduchu až 52,5 °C pri relatívnej vlhkosti iba 10 %, pod skupinkou stromov sa pohybovala teplota vzduchu od 27,9 do 28,9 °C a relatívna vlhkosť 38 – 50 %. Rozdiely v teplote vzduchu boli teda až 24,6 °C a v relatívnej vlhkosti vzduchu až 40 %.

Pri kmienkoch 2 až 4 ročných semenáčikov rastúcich pod vývratmi na slnku sme namerali teplotu pôdy pokrytej suchým opadaným ihličím až 62,5 °C. Pri sadeniach vysádzaných na voľnej ploche sa teplota pôdy pri krčku sadeníc vystavených priamemu slnku pohybovala vo veľmi vysokých hodnotách 51,5 až 65,6 °C, kým

teplota pôdy pri krčku sadeníc chránených trávou bola iba 35,1 až 37,5 °C, čo je rozdiel až 30,5 °C. Teplota pôdy pod hustou trávou sa pohybovala od 28,2 do 33,3 °C, podobne ako pod pomerne vysokým porastom vrbovky úzkolistej. Z uvedeného vyplýva, že v extrémne horúcich dňoch sa prehrievanie povrchu pôdy pri kmienku sadeníc môže stať limitujúcim faktorom. V takomto prípade výsadba sadeníc pod ochranou bylín a tráv je výhodnejšia ako na obnaženej pôde, po odstránení akejkoľvek vegetácie. Pri našich ďalších sledovaniach sme zistili šok z prehriatia po vyžínaní, teda po odstránení ochranného krytu z okolo rastúcej vegetácie. V ďalšom výskume sa sústreďíme aj na problematiku konkurencie okolitých tráv, resp. na vplyv vegetácie na vlhkosť pôdy pri umelých výsadbách a prirodzenom zmladení. Už teraz však môžeme konštatovať, že ak sa vyžínajú vysadené sadenice, skosené nadzemné časti bylín a tráv je najvhodnejšie poukladať okolo kmienkov sadeníc (mulčovanie), čím sa zabráni prehrievaniu pôdy v okolí sadenice, zníži sa výpar z pôdy a čiastočne sa zabráni v raste okolitej vegetácie. Z literatúry je známy aj pozitívny vplyv mulčovania čerstvou trávou na mikrobiálny život v pôde a na obohatenie pôdy živinami.

Z tohto hľadiska je veľmi dôležitým získaný poznatok týkajúci sa teploty pôdy v povrchových vrstvách, kde sa nachádza väčšina aktívnych koreňov sadeníc.

Ako už bolo uvedené, povrch slnku vystaveného opadaného suchého ihličia na pôde bez vegetačného krytu dosahoval 60,5 - 75,3 °C. V hĺbke 2 cm na tej istej lokalite sa pohybovala teplota od 43,2 do 61,1 °C. V hĺbke 5 cm klesla teplota na 30,0 - 43,5 °C, ale v hĺbke 10 cm na tej istej lokalite sa teplota pôdy pohybovala ešte stále vo vysokých hodnotách 27, 0 - 40,8 °C. Vplyv vegetácie na prehrievanie pôdy vidíme najlepšie pri porovnaní uvedených teplôt na slnku s teplotou pôdy chránenej skupinkou dospelých smrekov:

Teplota povrchu ihličia v tieni skupinky smrekov bola 25,3 - 25,5 °C, v hĺbke 2 cm 16,5 - 17,7 °C a v hĺbke 10 cm bola 14,0 °C. Ešte nižšie teploty boli namerané v 80 ročnom lese. Povrchová teplota opadaného ihličia bola 22,5°C, teplota v hĺbke 2cm 16,0°C a teplota v hĺbke 5 cm pod povrchom klesla na 12,5°C. Z uvedených meraní vyplýva, že rozdiel medzi teplotou na nechráneného, slnku vystaveného povrchu pôdy pokrytej suchým ihličím a pôdy v lesnom poraste bol až 52,8 °C, v hĺbke 2 cm to bolo až 45,1 °C a v hĺbke 5 cm so bolo ešte stále 31,0 °C. Prekvapujúce je, že aj v hĺbke 10 cm boli rozdiely v teplote 15 až 28 °C.

Prekvapujúce bolo aj napr. zistenie, že suché drevo, alebo jeho zvyšky sa prehrievajú na slnku na 50,1 až 65,2 °C, pričom teplota vzduchu nad drevenými zvyškami bola až 47,8 °C, ale kamene sa prehriali len na 35,5 až 45,0 °C, pričom vzduch nad nimi neprekročil teplotu 40,3 °C. Keď tieto teploty porovnáme s teplotou zvyškov dreva a s teplotou balvanov v tieni smrekového porastu, zistíme, že ich teplota dreva v tieni bola okolo 24 °C a teplota kameňov v tieni bola iba 15,1 až 17,1 °C. Rozdiely teploty pri dreve boli väčšie ako 41 °C, ale teplotné rozdiely pri kameňoch na slnku a v tieni dospelého porastu neprekročili 30 °C.

Z hľadiska prehrievania jednotlivých povrchov nezohráva dôležitú úlohu iba farba a druh materiálu, ale aj jeho štruktúra. Kým Tmavá obnažená skala – žulový balvan mal povrchovú teplotu 40,3 °C opadané suché ihličie na tejto skale malo teplotu 60,2 °C. Ako už bolo uvedené, maximálne teploty 70,5 - 77,5 °C boli namerané na suchom ihličí na koreňovom vývrate. A j suchý mach vystavený priamemu slnku na vývrate dosahoval extrémne hodnoty 70,3 - 76,1 °C. Najviac sa prehrievajú štruktúry s miniatúrnymi vzduchovými

priestormi, kde prúdiaci vzduch nemal možnosť vymieňať prehriaty vzduch a tak ochladzovať povrch.

Z meraní v urbanizovanom prostredí sme zistili, že kým na slnku dosahoval asfalt teplotu až 59,1 °C, v tieni to bolo iba 28,6 °C, čo je 30,5 °C menej. Medzi najvyššími nameranými teplotami karosérií osobných automobilov (81,0 °C) a trávou v tieni (26,1 °C) bolo takmer 55 °C. Kým antropogénne povrchy sa prehrievajú asfalt na 55,5 - 59,1°C, betón na 43,2 - 45,1 °C, múry budov na 47,0 - 49,0 °C, výrobky z dreva na 67,1 °C, plech ako krytina na 67,6 °C, či karoséria automobilov na 72,1 - 81,0 °C, asimilačné orgány drevín a tráv sa prehrievajú na prekvapivo vysoké hodnoty - až na 41,8 až 51,5 °C. Podstatný rozdiel medzi vegetáciou a neživými antropogénnymi povrchmi je ten, že kým prehriate plochy vytvorené človekom v urbanizovanom prostredí naakumulovali veľké množstvo tepla, ktorým ohrievajú okolie aj po západe slnka, vegetácia, napriek pomerne vysokým teplotám asimilačných orgánov neakumuluje teplo, ale po ukončení priameho žiarenia sa rýchlo ochladzujú a nepôsobia ako sekundárny zdroj tepla. Takto vegetácia nie len že vytvára tieň, čím zabraňuje prehrievaniu antropogénnych povrchov, ale vzhľadom na odraz,

Diskusia a záver

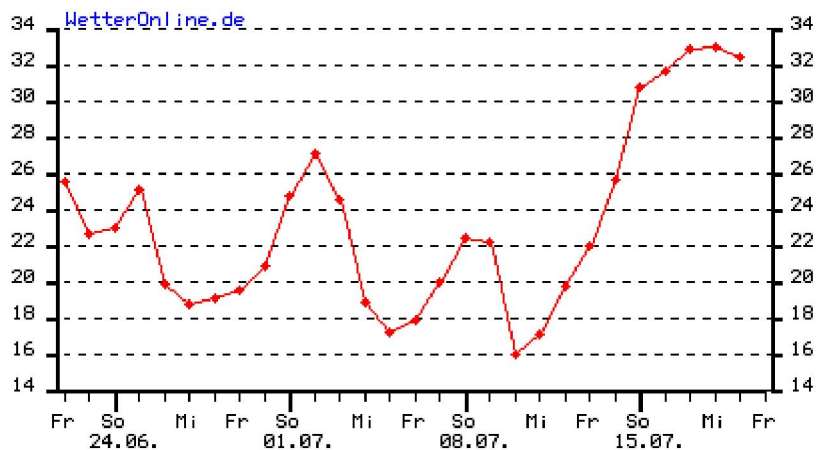
Pre lepšiu ilustráciu extremity letných horúčav, pri ktorých boli robené merania uvádzam oficiálne zverejnené hodnoty a priebehy teplôt v Poprade, na Štrbskom plese a vo Zvolene (Obr. 3-5) Pretrvávajúce extrémne horúčavy 18.7.2007 na Slovensku zlomili denné teplotné rekordy na všetkých desiatich meteorologických stanicách, ktoré dlhodobu monitorujú teplotu.

Tab. 13 Prehľad nových denných teplotných rekordov pre 18. júl nameraných do 17.00 hod.:

Miesto	nový denný rekord (v stupňoch Celzia)	pôvodný rekord (v stupňoch Celzia/rok)
Bratislava	37,5	34,7/1983
Hurbanovo	39,3	34,3/1983
Kamenica nad Cirochou	35,6	31,6/1963
Košice	36,1	33,2/1946
Lučenec	37,6	33,2/1983
Nitra	38,5	33,9/1983
Piešťany	38,0	33,6/1983
Poprad	32,9	28,7/1983
Sliac	37,6	34,2/1983
Žilina	33,8	32,4/1983

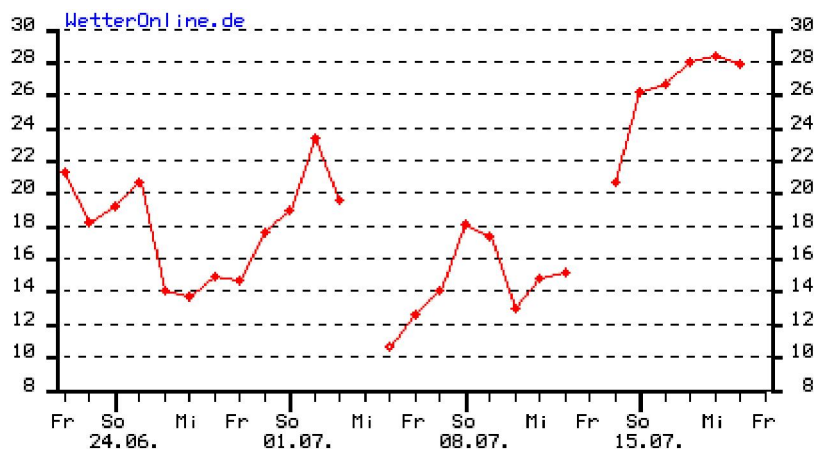
Zdroj: SHMÚ

Poprad



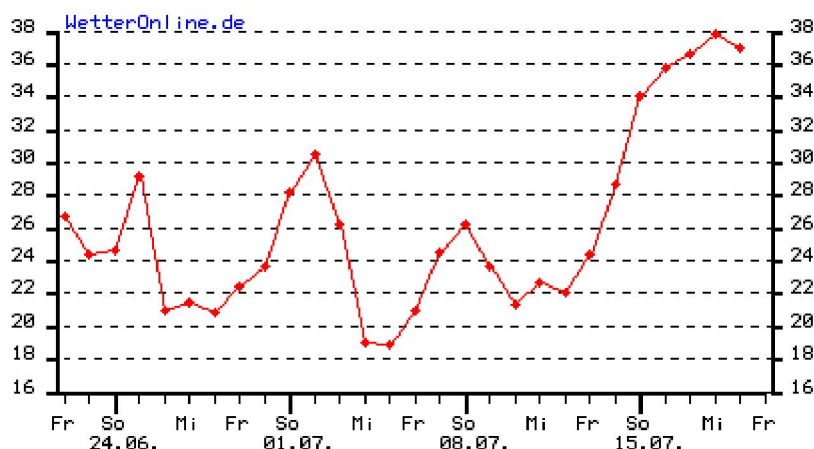
Obr. 3 Maximálne teploty namerané na meteorologickej stanici Poprad od 22.6. do 19.7.2007

Štrbské pleso



Obr. 4 Maximálne teploty namerané na meteorologickej stanici Štrbské pleso od 22.6. do 19.7.2007

Sliač



Obr. 5 Maximálne teploty namerané na meteorologickej stanici Poprad od 22.6. do 19.7.2007

Podľa presných záznamov každých 5 min. na meteorologickej stanici v neďalekom Lip-tovskom Hrádku môžeme vidieť, že už ráno o 6:15 teplota vzduchu vystúpila na 20 °C a vlhkosť klesla pod 60 %.

O 8:00 teplota vystúpila nad 25 °C a vlhkosť vzduchu klesla na 40 %.

O 9:00 teplota vystúpila nad 30 °C a vlhkosť vzduchu klesla na 36 %.

O 10:45 teplota vystúpila nad 31 °C a vlhkosť vzduchu klesla na 31 %.

Ale už o 11:30 teplota vystúpila nad 32 °C a vlhkosť vzduchu klesla na 24 %.

O 14:00 teplota vystúpila nad 33 °C a vlhkosť vzduchu klesla na 21 %.

Najvyššie teploty bola 33,3 - 33,4 °C trvali od 15:00 do 16:00 hod.

Potom nastal mierny pokles, ale až o 18:00 teplota klesla pod 32 °C a vlhkosť vzduchu sa pohybovala okolo 25 %.

o 20:00 teplota klesla pod 31 °C a vlhkosť vzduchu sa stúpila na 30 %.

Podobne, ako modifikuje vegetácia priame slnečné žiarenie, tak ovplyvňuje aj celkový svoj tepelný režim. Tieto účinky sú všeobecne známe. V lese je vzduch v zimných mesiacoch o niečo teplejší, v letných mesiacoch zas chladnejší. Vegetácia a najmä les znižuje maximálne denné teploty a zvyšuje minimálne nočné teploty. Les teda pôsobí ako **tepelný stabilizátor**. Tieto účinky je možné pozorovať ako počas roku, tak aj v dennom chode. Lesná vegetácia znižuje extrémne hodnoty, ale aj amplitúdu teplôt. Podľa literárnych údajov za horúceho slnečného dňa vznikajú až 30 °C rozdiely medzi teplotou vegetácie a niektorými plochami v meste. My sme zistili počas extrémnych horúčav v júli 2007 rozdiely až 55 °C.

Okrem toho, že lesná vegetácia vytvára špecifickú mikroklimu vo vnútri vlastného ekosystému, ovplyvňuje do značnej miery aj okolité ekosystémy. Vegetácia neakumuluje teplo. Časť žiarenia odráža a väčšinu zo slnka prijatej energie potom spotrebuje na výpar a životné deje.

Zo svetelnej energie sa spotrebuje asi 2 % na fotosyntézu, 60-80 % sa absorbujú listami, 5-15 % sa odráža späť do priestoru (lesklé listy odrážajú viac lúčov ako tmavšie), zvyšok prechádza listami. Určité množstvo absorbovaného žiarenia sa spotrebuje na zahrievanie jednotlivých častí stromu.

Povrch s relatívne veľkým povrchom (členeným, s množstvom miniatúrnych priestorov so stojatým vzduchom) sa najmä pri mŕtvom materiály – biomase (opadané ihličie, suchý mach suchá tráva, suchá kôra) môže prehrievať viac ako hladké, technické plochy – asfalt, dlažba, betón. Za určitých okolností sa na priamom slnku prehrievajú aj živé rastliny, ale toto prehriatie je len krátkodobé (vd'aka svetelným škvŕnám) ale najmä preto, že výpar z povrchu listov veľmi rýchlo zníži teplotu asimilačných orgánov, keď na ne prestane pražiť slnko. Vlhká pôda okamžite vyparuje vodu a tým znižuje teplotu vlhkého

povrchu. Listy sa bránia nadmernému výparu uzatvorením prieduchov a tým sa môžu prehrievať podstatne viac. Z hľadiska bilancie je však dôležité, že prehriata suchá pôda, asfalt, betón, steny budov, plech striech, či karosérie aut vyžaruje naakumulované teplo aj keď slnko už nesvieti. Plochy pokryté vegetáciou neakumulujú teplo a po otvorení prieduchov a počas asimilácie sa ich teplota rýchlo vyrovnáva s teplotou vzduchu, resp. klesá pod túto teplotu.

Zvýšenie relatívnej vlhkosti vzduchu pod porastovým krytom nastáva dôsledkom zníženej teploty, transpirácie rastlín a zamedzenia prúdenia vzduchu, ktoré udržiava takto vytvorenú vlhkosť v ovzduší. Väčší rozdiel badať pod listnatými ako pod ihličnatými drevinami. Pod lesným porastom má amplitúda a rýchlosť zmien vlhkosti vzduchu nižšie hodnoty ako v bezlesí.

Vzrastajúca vlhkosť vzduchu znižuje účinok slnečného žiarenia. Porast zvyšuje relatívnu vlhkosť vzduchu oproti odkrytým priestorom o 18-22 %. Tento vplyv sa prejavuje až do vzdialenosti 10-12-násobku výšky porastu. Iní autori (Dušek 1977) uvádzajú, že lesné porasty môžu zvýšiť vlhkosť vzduchu v porovnaní s voľnou krajinou až o 30 %, pričom tento vplyv je možné pozorovať až do vzdialenosti 500 m, podobne ako pri ovplyvňovaní teploty. My sme zistili pri extrémne teplom dni (18.7.2007) rozdiel 28 až 40 % medzi lesným porastom a holinou. Zvýšenie relatívnej vlhkosti vzduchu človek pociťuje (s výnimkou veľmi teplých dní) ako zníženie teploty.

S extrémnymi teplotami úzko súvisí problematika sucha, lesných požiarov, ale aj negatívnych prejavov na zdravie ľudí. Táto problematika je sledovaná z hľadiska výskumu vunkcií drevín a ich spoločenstiev v krajine a ich využívania v hospodárskej a sociálnej oblasti (Čaboun 2007).

Literatúra

ČABOUN, V.: Klimaticko-terapeutické vplyvy a charakteristika lesov. Bratislava SBS SAV, Štúdia 5, 1989, 66 s.

ČABOUN, V., 2007: New solution and classification of forest functions and the resulting priorities. International symposium : Bottlenecks, Solutions, and Priorities in the Context of Functions of Forest Resources, The 150th Anniversary of Forestry Education in Turkey, Istanbul 17-19 October 2007, p. 253 – 261.

DUŠEK, K.: Význam a funkce přírodních prvků ve městech. ÚVTEI Praha, 1977, 53 s.