



**Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
Biologická fakulta**

Bakalářská diplomová práce

**POVRCHOVÉ TEPLoty ŠUMAVSKÉHO
RAŠELINIŠTĚ A JEJICH MODELOVÁNÍ**

Tomáš Hájek

Školitel: RNDr. Lenka Papáčková, CSc.

České Budějovice

1999

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO RAŠELINIŠTĚ	5
2.1 MALÁ NIVA.....	5
2.1.1 Lokalizace	
2.1.2 Geologie a geomorfologie	
2.1.3 Klima	
2.1.4 Vegetace	
2.1.5 Vznik	
2.2 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH PARTIÍ.....	7
3. METODIKA	8
3.1 MIKROKLIMATICKÉ STANIČKY A JEJICH UMÍSTĚNÍ.....	8
3.1.1 Klasické staničky	
3.1.2 Automatické staničky	
3.2 VYHODNOCOVÁNÍ TEPLOTNÍCH CHODŮ.....	9
3.2.1 Statistické vyhodnocování	
3.2.2 Vyhodnocování nestatistickým porovnáváním	
3.3 MODELOVÁNÍ.....	10
4. VÝSLEDKY A DISKUSE	12
4.1 STATISTICKÉ POROVNÁNÍ MIKROSTANOVIŠŤ	12
4.2 DIURNÁLNÍ MĚŘENÍ TEPLOT NA TRANSEKTU.....	13
4.2.1 Zimní měření	
4.2.2 Letní měření	
4.3 NESTATISTICKÉ HODNOCENÍ MIKROSTANOVIŠŤ	14
4.3.1 Porovnání ročního chodu teplot vzduchu a podpovrchových vrstev půdy	
4.3.2 Porovnání denního chodu teplot vzduchu	
4.3.3 Vliv způsobu distribuce sněhu na povrchové teploty	
4.3.4 Rosný bod	
4.3.5 Mikroklimatická charakteristika jednotlivých mikrostanovišť	
4.4 HLEDÁNÍ VHODNÝCH REGRESNÍCH MODELŮ.....	18
5. ZÁVĚRY	22
6. LITERATURA	23

1. ÚVOD

Rašeliniště jsou pro Šumavu charakteristickým fenoménem. Na ploše národního parku zaujímají 15 % jeho rozlohy, což vysoko převyšuje průměr v České republice. Ovšem tím, že Šumava byla ostře sledovanou západní hranicí Československa, byl zde výzkum v poválečné době značně omezen. K jeho rozvoji, byť jen slabému, dochází až se vznikem Chráněné krajinné oblasti Šumava v roce 1963. Až posledních deset let přináší otevřením celé příhraniční části, vznikem Národního parku Šumava či zpřístupněním vojenských výcvikových prostorů, intenzivní vědecký výzkum (cf. SOFRON 1996).

Rašeliniště mají samy o sobě specifický klimatický režim. FERDA et PASÁK (1969) jim nepřipisují žádný vliv na makroklima regionu. Zato ve sféře mikroklimatu se tato specifická projevuje zdatně. To je dáno typem aktivního povrchu rašeliniště – rašelinou – jeho vegetačním pokryvem. Působení rašeliny na mikroklima je určeno jejími fyzikálně tepelnými vlastnostmi, které jsou závislé především na množství vody a vzduchu v ní obsažených. Vlhká rašelina má vysokou tepelnou kapacitu a vodivost. Výparem vody, který je ovlivněn slunečním zářením a jím způsobenými dalšími jevy, dochází, krom ztrát vody, i ke ztrátám energie a tedy ochlazování. Úbytkem vody z povrchové vrstvy rašeliny a jejím současným nahrazováním vzduchem výrazně klesá její tepelná kapacita a vodivost. Tato povrchová vrstva se tak stává vrstvou izolační, která ovšem sama podléhá vysokým teplotním výkyvům mezi dnem a nocí (PETRÍK et al.), narušuje od jiných půdních typů mokřadů. Tradovaná hydrologická funkce rašelinišť, že zadržují nadbytečnou vodu, kterou posléze v období sucha vypouštějí a tím tak ovlivňují makroklima regionu, se jeví jako opačná. Nadbytečná voda je rychle svedena, zatímco při jejím nedostatku v rašeliništi zadržována. Rašeliniště často také zabraňují odtoku vody z pramenů (FERDA et PASÁK 1969, RYBNÍČEK et al. 1984).

Pro studium mikroklimatu rašeliniště byl vybrán nejlépe uchopitelný faktor, teplota – těsně podpovrchová půdní teplota a teplota přizemních vrstev vzduchu.

Změny teploty v prostoru a čase napovídají, jaká je distribuce energie, která na rašeliniště přichází téměř výhradně ve formě slunečního záření. Otázky energetické bilance povrchu rozebírají např. MATEJKA et HUZULÁK (1987). Rozdílná distribuce energie na povrchu, tím více na kopečkovitém reliéfu rašeliniště, způsobuje rozdílnou metabolickou aktivitu rostlin, tedy rozdílnou produkci biomasy v čase (konkrétní výsledky z porostů rašeliníků předkládají CLYMO et HAYWARD 1982).

Pro mou práci bylo vybráno vrchovištní rašeliniště Malá niva v údolí Teplé Vltavy, jehož reliéf má výrazný bultovitý charakter.

Práce se snaží zodpovědět otázku, nakolik se různá mikrostanoviště odlišují teplotou, která je určována kopečkovitým reliéfem, jeho vodními poměry a vegetací. K tomu využívá údaje o denních a ročních teplotních chodech z transektových a mikrostanovištních stanic a jejich matematického modelování. Pro modelování je aplikována harmonická regrese na naměřené teplotní řady a je otestováno několik používaných (HANSEN et DRISCOLL 1977, PŘIBÁŇ et al. 1992) i nových regresních modelů. Z těchto modelů je potom možné odečítat některé teplotní

charakteristiky pro denní i roční periodu (čas, kdy nastane teplotní maximum, minimum, průměry v periodě). Odvození těchto charakteristik z parametrů modelu je snadnější, než práce s velkým množstvím dat. Pomocí parametrů rovnic můžeme vyjádřit podobnost či rozdílnost jednotlivých stanovišť.

Předkládaná práce by měla být alespoň malým krůčkem k zaplnění bílých míst v našem poznání rašelinišť, jejich vývoje a života.

Práce byla zajištěna z prostředků grantů Grantové agentury České republiky, č. 206/96/1115 “Dynamika vývoje horské krajiny: aktuoekologie a paleoekologie šumavských rašelinišť” a č. 206/99/1411 “Biotické, mikroklimatické a mikrohydrologické interakce při genezi horských rašelinišť”, které byly uděleny RNDr. Lence Papáčkové, CSc., Botanický ústav Průhonice.

Mé poděkování patří především mému školiteli, RNDr. Lence Papáčkové, CSc., za vedení práce a za čas obětovaný na oltář mého poznání a dále RNDr. Tomáši Frantíkovi za zasvěcení do některých tajů statistiky, tak jako Doc. RNDr. Janu Lepšovi, CSc. za pohotové rady ohledně nečekaně vyvstanuvších problémů se statistikou. Velký dík pak za ochotu kdykoli a s čímkoli poradit a pomoci zasluhují moji vrstevníci Jana Jersáková a Marek Burian.

2. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO RAŠELINIŠTĚ

2.1 MALÁ NIVA

2.1.1 Lokalizace

Rašelinné ložisko údolního vrchoviště Malá niva je rozloženo v šířce asi 0,75 km při pravém břehu meandrující Teplé Vltavy ve vzdálenosti 1-2,5 km JV od obce Lenora, okres Prachatice. Souřadnice: 48° 55' N a 13° 49' E. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 745–760 m n. m. Viz Mapa v Příloze.

2.1.2 Geologie a geomorfologie

Podle geologické mapy je podloží tvořeno biotitickou granitovou rulou moldanubika (KODYM 1962). Geomorfologicky se území nachází v západní části již dále neděleného podcelku Vltavická brázda (celek Šumava Šumavské soustavy), která je erozně denudační sníženinou s plochým dnem, omezenou příkrými, převážně zlomovými svahy. V příhodných podmínkách nivy Vltavy vznikla četná rašeliniště; nejrozsáhlejší je Mrtvý luh (DEMEK 1987).

2.1.3 Klima

QUITT (1971) zařazuje přilehlou oblast do kategorie CH7, která je charakterizována krátkým létem, dlouhým přechodným obdobím, mírným jarem, chladným a mírným podzimem, dlouhou mírnou a mírně vlhkou zimou s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou.

Konkrétní klimatologické údaje, které mi poskytli pracovníci českobudějovické pobočky Českého hydrometeorologického ústavu, přináší základní klimatologická stanice v Lenoře (Lenora – Houžná; 2,5 km SZ od studované plochy na Malé nivě).

V Tab. 1 jsou uvedeny průměrné měsíční teploty a úhrny srážek. Nechladnějším měsícem je leden, nejteplejším červenec. Nejméně atmosférických srážek spadne v říjnu (5,5 %), což je výrazné druhotné minimum, zde převyšující jarní (únorové až dubnové) minimum. Srážkově nejbohatší je, díky středoevropskému letnímu monzunu, standardně červenec (12,2 %). Roční teplotní amplituda potom činí 18,6° C, srážková amplituda 6,7 %. Takové hodnoty se blíží spíše hodnotám oceánicky laděným partiím Šumavy; typicky nízký je i poměr srážkového úhrnu za vegetační sezónu (IV–X) a úhrnu v zimním období (XI–III) – 62:38. (cf. NEKOVÁŘ 1966).

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I–XII
teplota [°C]	-4,3	-3,0	0,3	4,5	9,4	12,8	14,3	13,5	10,2	5,6	0,8	-3,0	5,1
srážky [mm]	68,4	54,0	55,2	54,1	76,0	105,6	96,2	95,7	61,2	48,0	66,0	85,2	863,4

Tab. 1. Hodnoty průměrných měsíčních teplot a úhrnů srážek v Lenoře v období let 1961–1990.

KRHOUNEK (1965) uvádí též některé další údaje z období 1901–1950: 50 dnů v roce zde leží sníh, jehož úhrnná výška činí 250 cm. První sníh padává v 1. polovině září, poslední i

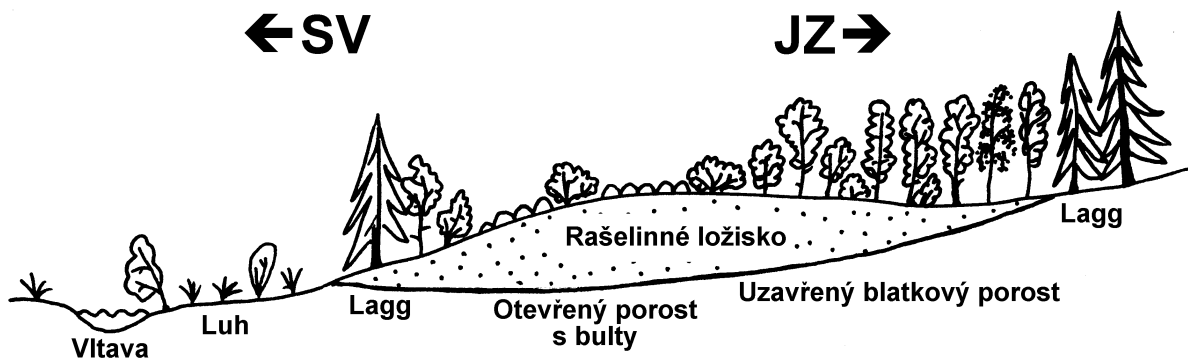
začátkem května. Časté jsou pozdní mrazy na začátku května. Dnů s mlhou bývá 100 za rok. Většina charakteristik odpovídá údajům z meteorologického atlasu (SYROVÝ 1958).

Vrchoviště se nachází v údolí řeky a vykazuje mírně inverzní charakter, ovšem bez výrazného vlivu na cirkulaci vzduchu nad ložiskem (KRHOONEK 1965, NEKOVÁŘ 1966). Je obklopeno několika horskými vrcholy (Radvanický hřbet, Ptáčník, Zátoňská hora, Jedlová, Smolná hora; v rozmezí nadm. výšek 833-1012 m n. m.), které zabraňují nárazovým větrům. NEKOVÁŘ dále poukazuje i na nepřítomnost šumavských fénových větrů, které oteplují a vysouší závětrné, severovýchodní svahy Šumavy a osamělých vrcholů (Libín, Klet’); proto množství zdejších srážek odpovídá příslušné nadmořské výšce.

Hodnoty z klimatologických pozorování v Lenoře z let 1997 a 1998, kdy jsme prováděli měření na Malé nivě, jsou uvedeny v Příloze. Za zmínku stojí výskyt mrazového dne ještě v červnu a suchý leden s 12 % srážkového normálu v roce 1997 a v roce 1998 srážkově bohatý říjen s 429 % normálu a ročním teplotním průměrem o 1,1 °C vyšším než je normál. Poznámka: stanice se nachází v blízkosti potoka a její údaje nevykazují extrémní hodnoty.

2.1.4 Vegetace

Malá niva je porostlá především montánním lesním vrchovištním společenstvem, blatkovými bory as. *Pino rotundatae*–*Sphagnetum*. Stromový vzhled blatky je na gradientu od okraje do středu vrchoviště nahrazován klečovou formou blatky (názory na taxonomii podobných borovic se značně liší, cf. BUSINSKÝ 1998, HEJNÝ et SLAVÍK 1988; v této práci budu užívat spojení „klečová / polykormonální forma blatky / borovice“). Centrální, otevřená část vrchoviště je tvořena as. *Empetro hermaphroditi*–*Sphagnetum fusci*, kde *Sphagnum fuscum* vytváří charakteristické buly, které zde dosahují výšky i přes 40 cm (viz Foto 1 a 3 v Příloze). Okrajové sušší partie tvoří rašelinné bory as. *Vaccinio uliginosi*–*Pinetum* a podmáčené laggové smrčiny, které na severovýchodě přechází do luhu Vltavy, společenstev ostřicových a nivních luk, které bývají na jaře přeplavovány. Louky jsou střídány vrbo-olšovým luhem (RYBNÍČEK et al. 1984, HUDEC et al. 1995). Viz letecký snímek v Příloze.



Obr. 1. Malá niva – schematické zobrazení rozložení vegetačních typů na gradientu vzdálenosti od řeky.

2.1.5 Vznik

Rašeliniště vzniklo po posledním glaciálu v údolí Teplé Vltavy za přirozeným valem řeky zazemňovacím procesem, terestrializací (cf. SOUKUPOVÁ 1996).

2.2 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH PARTIÍ

Výrazné bulty na Malé nivě mají víceméně shodnou stavbu. Na povrchu jsou tvořeny biomasou rašeliničku *Sphagnum fuscum*, který je obvykle rozložen na větévkách vřesu *Calluna vulgaris*, čímž je udržován ve výšce. To způsobí snížení vlivu podzemní vody a následně vystavení extrémům mikroklimatu, či spíše „nanoklimatu“ na těchto kopečcích. Bult je následně kolonizován nejčastěji keříčky *Vaccinium uliginosum*, graminoidy čeledi *Cyperaceae*, až je rašeliniček nahrazován mechorosty jako *Polytrichum strictum*, *Myliia anomala*, nebo lišejníky, hlavně rodu *Cladonia*. Mokrý báze bultů a sníženiny obývá ekologicky odlišný druh *Sphagnum flexuosum*. Z větších dřevin do centrální části pronikly jen keřovité formy borovice.

Velké bulty jsou poměrně náchylné na mechanické poškození. Na Malé nivě lze pozorovat obnažené bulty, jejichž povrch tvoří řídký porost vegetace a holá rašelina. Takovém povrch rychle vysychá a díky tmavému povrchu efektněji vzařuje a vyzařuje. Keříčky vlohyně a trsy suchopýru bulty zpevňují.

Rostlinný pokryv námi studovaných mikrostanovišť dvou typických bultů zachycují fytoocenologické „mikrosnímky“ v příloze.

Poměrně malé uzavřené bezlesé území přechází v hustší blatkový porost, jehož šíři naznačuje Obr. 1. K přechodu od středu do laggu dochází jen pozvolna, kromě severovýchodní části směrem ke korytu Teplé Vltavy, kde téměř chybí pás polykormonální blatky a pás blatky stromovité je poměrně úzký, rychle se měnící ve vzrostlou, taktéž úzkou laggovou smrčinu. Na tomto gradientu od otevřeného bezlesí po zapojený blatkový porost byl sledován diurnální teplotní chod.

Dominantní druh(y)	Pokr. E ₁ [%]	Pokr. E ₀ [%]	Bult	Poznámka	Prac. ozn.
<i>Sphagnum fuscum</i>	20	100	vyšší	sever. exp.	F1
<i>Cladonia</i> sp.div. + <i>Polytrichum strictum</i>	20	80	vyšší	na vrcholu	F2
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	90	nižší		F3
<i>Vaccinium uliginosum</i>	50	90	nižší		F4
<i>Sphagnum flexuosum</i>	25	100	vyšší	šlenk	F5
<i>Eriophorum vaginatum</i>	95	10	vyšší	šlenk	F6
<i>Sphagnum fuscum</i> + <i>Calluna vulgaris</i>	15	100	vyšší	vedle F8	F7
<i>Sphagnum flexuosum</i>	20	100	vyšší	vedle F7	F8
Vzduch 100 cm					F9
Vzduch 5 cm					F10

Tab. 2. Orientační přehled mikrostanovišť, u kterých byla měřena těsně podpovrchová teplota půdy.

3. METODIKA

3.1 MIKROKLIMATICKÉ STANIČKY A JEJICH UMÍSTĚNÍ

3.1.1 Klasické staničky

Pro jednorázové 24 hodinové měření teplot vzduchu jsem použil jednoduchých, snadno přemístitelných staniček vyvinutých na geobotanickém oddělení PřF UK. Staničky sestávají z geodetické hliníkové výtyčky a na ní umístěných dvou posuvných držáků na teploměry. Teploměry jsou upnuty pod dvojitém ochranným krytem z dýhy, který je bíle natřen. Byly použity rtuťové staniční teploměry s odchylkou ± 1 °C. Po každém 24 hodinovém měření byly kalibrovány.

Staničky jsem umístil na transektu z porostu stromovité blatky směrem na otevřenou plochu s roztroušenými polykormony keřovité borovice. Pro porovnání byly zvoleny dvě výšky nad půdním povrchem, 5 cm a 100 cm. Pro měření jsem vybíral dny s radiačním počasím kvůli minimálnímu ovlivnění teplotního průběhu rušivými vlivy počasí (oblačnost, vítr).

Provedl jsem dvě měření, letní a zimní a pro každé jsem zvolil jiný transekt, ale podobné rozmístění staniček: jednu do zapojenějšího porostu stromové blatky, jednu na okraj takového porostu a zbylé do otevřené středové části (viz letecký snímek v Příloze).

Letní měření proběhlo až na samém závěru periody jasných dní, 21. 7. 1997, bohužel však bylo v polovině přerušeno příchodem fronty. Přesto byly zachyceny zajímavé, jedny z maximálních ročních teplot. Transekt jsem vytyčil do širokého pásu hustého blatkového porostu. Kvůli nesnadné obsluze nemohlo být nejbližší měřičště příliš hluboko v borovém porostu či dokonce v laggové smrčtině.

Transekt byl pro zimní měření, 21. – 22. 1. 1998, směřován směrem k Vltavě do netypicky úzkého pásu vzrostlejších blatek, což na druhou stranu značně usnadnilo obsluhu zkrácením vzdáleností. V té době na zde neležela souvislá sněhová pokrývka; sníh byl na jižně exponovaných stranách větších bultů již odtátý. Teplota byla sledována ve výšce 5 cm nad skutečným půdním povrchem, a to v jednom případě nad obnaženým bultem, v jednom těsně nad sněhovou pokrývkou a ve dvou případech pod povrchem sněhu.

3.1.2 Automatické staničky

Pro potřeby kontinuálního sledování a zaznamenávání teplot byla vybrána monitorovací stanice MS16, kterou vyrábí a dodává českobudějovická firma Jindřich Fiedler, elektronika pro ekologii. MS16, osazena registrační jednotkou M4000, byla vyvinuta především pro sledování kvality a průtoku vod. Může být vybavena až 16 čidly pro měření až 15 různých veličin. Hodnoty jsou ukládány na paměťovou kartu. Následnou komunikaci mezi kartou a PC zprostředkovává komunikační a vyhodnocovací program MOST, který data ukládá do

souboru v ASCII formátu, odkud byla nakonec převedena do programu MS Excel a zde upravena.

Staničku jsme umístili do polykormonu keřovité blatky, aby byla chráněna před extrémními povětrnostními situacemi i zvědavostí případných návštěvníků. Výrobce uvádí provozní teplotu -15°C až $+45^{\circ}\text{C}$, která může být na Malé nivě překročena jen výjimečně.

Pro naše účely měření teploty jsme použili polovodičových odporových – termistorových čidel s rozlišením $0,1^{\circ}\text{C}$, které byly rozmístěny po třech v různých mikrostanovištích dvou bultů, a to těsně pod povrchem půdy. Zvolený interval měření 20 minut dostatečně podchycuje hodinový průměr a šetří i energii akumulátoru. Na paměťovou kartu se potom ukládá průměrná hodinová hodnota ze tří měření tří čidel jednoho mikrostanoviště. Podpovrchovou teplotu jsme měřili celkem na osmi mikrostanovištích a teplotu vzduchu ve výškách 5 a 100 cm v těsné blízkosti studovaných bultů.

Bohužel nutno konstatovat, že termistorová čidla poměrně rychle stárnou, což se časem projeví ukládáním chybných hodnot. Teplotní řady pak musejí být důkladně zkontrolovány a chybné hodnoty nahrazeny prázdnými buňkami. Na stárnutí sond se do značné míry podílí mráz, který způsobí průnik vlhkosti do odporového čidla. Stává se pak i to, že jsou zaznamenávány smysluplné hodnoty až po dosažení určité denní teploty, pravděpodobně po přesažení rosného bodu v půdním mikrobiotopu.

Měření teplot na osmi mikrostanovištích dvou bultů bylo započato v květnu 1997, na jaře 1998 bylo rozšířeno o teploty vzduchu v 5 a 100 cm.

3.2 VYHODNOCOVÁNÍ TEPLOTNÍCH CHODŮ

Při porovnávání mikrostanovišť na základě jejich teplotní charakteristiky používám jednak statistických metod, jednak nestatistického porovnávání. To proto, že z osmi podpovrchových mikrostanovišť jsou k dispozici kompletnější údaje pouze u tří, nepříliš se vzájemně lišících. Teploty vzduchu ve 100 cm byly měřeny od jara 1998, v 5 cm až od srpna (porucha čidla). Poslední data jsou z konce listopadu. Kromě léta 1997 není dostatek většího množství vhodných dní pro statistické porovnávání většího počtu mikrostanovišť.

Přednostně jsou vybírány dny s radiačním počasím, které vykazují hladký průběh denních chodů teplot s vysokými amplitudami., protože zahrnují extrémní hodnoty teplot, minimálních i maximálních, které mohou být limitující pro fyziologické děje různých rostlinných druhů. Jako vhodné charakteristiky denního chodu teploty, které by odlišovaly jednotlivá mikrostanoviště, jsem zvolil průměr, amplitudu a velikost posunu denního maxima od dvanácté hodiny, kdy se začíná snižovat příkon sluneční energie.

3.2.1 Statistické vyhodnocování

Pro stanovení podobnosti či odlišnosti jednotlivých mikrostanovišť byla použita analýza variance, jednocestná ANOVA, přestože mnohé výběry nemají normální rozdělení. Porovnávám však průměry dostatečně velkých výběrů a použití parametrického testu je zde namístě, jak doporučuje JOHNSON (1995).

Vybral jsem jednotlivé radiační dny z letního období 1997 (květen až září), kdy máme teploty víceméně ze všech mikrostanovišť. U těchto dnů byla spočtena průměrná teplota, amplituda a odečtena hodina nejvyšší průměrné teploty každého mikrostanoviště. Navíc byl teplotní chod každého dne a každého mikrostanoviště modelován za použití vzorce Vz. 2, na str. 19 a z regrese získány parametry T_0 (odpovídá průměrné teplotě dne) a podíl parametrů B a A (vyjadřují posun na x-ové ose – čas, kdy nastane určitá teplota). Tyto mikroklimatické charakteristiky byly porovnávány ANOVou. Mnohonásobné porovnání všech mikrostanovišť jsem provedl pomocí Tukeyho HSD testu pro nestejný počet pozorování, protože u dvou z osmi mikrostanovišť jsou k dispozici údaje z menšího počtu dnů (F1 – F6: 39 dnů, F7: 6 dnů, F8: 29 dnů).

3.2.2 Vyhodnocování nestatistickým porovnáváním

Získané teplotní chody se souvisejícími jevy z ostatních částí roku a ostatních mikrostanovišť budou popisovány a srovnávány v samostatné kapitole.

3.3 MODELOVÁNÍ

Řešení harmonické regrese jsem zpočátku prováděl v programu Solo, který nabízí aplikaci “User Specified Models Panel”. Jde o program pracující v prostředí MS DOS, což komplikovalo komunikaci s programy pracující pod MS Windows. Další nevýhodou byl omezený prostor pro zadávání regresního modelu. Proto jsem začal využívat MS Excel, nástroj Řešitel (Solver). Tím se odbouraly zmíněné problémy se Solo; protože ale nejde o statistický program, bylo třeba buňky naprogramovat tak, aby vypočítaly potřebné statistické parametry (průměry, sumy čtverců, R^2 apod). Konečné a v mé práci uváděné výsledky regrese procházejí ze souboru programů Statistica, modul „Nonlinear Estimation“, „User-specified Regression“.

Teplotní chod přízemních vrstev vzduchu i teplot povrchových vrstev půdy vykazuje dvojitou periodicitu (pomineme-li vlivy počasí). Je to jednak cyklus s délkou periody 1 den, jednak s roční periodou. Tato periodicitu je primárně způsobena nestejným příkonem slunečního záření a výdejem energie neustálým vyzařováním, odváděním vedením či přeměňováním. Denní i roční perioda mají typický sinusoidní průběh, proto je funkce sinus (a cosinus) základem všech modelů. Další fluktuace mají nepravidelný charakter a jsou způsobovány počasím (oblačnost, vítr, srážky atp.). K posouzení těsnosti modelu používám koeficient determinace R^2 .

Modelování jsem prováděl na podkladě hodinových průměrů získaných z automatických stanic. Různé regresní modely byly aplikovány na jednotlivé dny či několik po sobě jdoucích dnů, které provázelo radiační počasí, a teplotní průběh tak není zatížen fluktuacemi způsobenými ostatními projevy počasí. Vypočítával jsem a porovnával hodnoty parametrů rovnic pro různé typy stanovišť.

Modelování ročního běhu jsem provedl jen u některých kompletnějších řad s použitím jednak hodinových, jednak měsíčních teplotních průměrů. Měsíční průměry jsem počítal

z denních průměru, které jsem vypočítával z kompletních 24 hodinových řad, a pokud řada nebyla úplná a chyběla jedna či “několik málo” hodnot, tyto jsem doplnil extrapolací. Pokud ale pro výpočet měsíčního průměru chyběla hodnota průměru denního, nebyla tato již odhadována. Takové měsíční průměry a jimi proložené regresní modely budou označeny.

4. VÝSLEDKY A DISKUSE

Spojení těchto dvou kapitol do jedné mi umožní ihned komentovat a vysvětlovat zjištěné jevy.

Všechny udávané časové údaje jsou ve středoevropském čase.

Z úsporných důvodů používám pracovního označení mikrostanovišť bultů: F1 až F8. Vysvětlení v Tab. 2, str. 7.

4.1 STATISTICKÉ POROVNÁNÍ MIKROSTANOVIŠŤ

		Tukeyho HSD test pro nestejný počet pozorování								ANOVA	
vyhodnocení charakteristik extrahovaných přímo z řad hodinových průměrů											
Mikrostanoviště		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F	P
Průměr [°C]	prům.	11,87	16,07	9,69	13,93	10,87	10,90	15,96	13,34	12,12	0,0000
	podob.	a	b	a	a b	a	a	a b	a b		
Amplituda [°C]	prům.	18,36	31,55	18,87	28,65	11,62	14,38	27,32	19,73	120,09	0,0000
	podob.	a	b	a	d	e	f	b d	a		
Maximum [hod.]	prům.	17:37	13:52	16:14	11:44	15:37	14:11	15:15	13:45	166,36	0,0000
	podob.	a	b	c	d	e	b	b c e	b		
vyhodnocení parametrů regresních modelů (Vz. 2, str. 19) získaných z těchto řad											
B/A	prům.	,1373	,8319	,5197	1,619	,5320	,6430	,5611	,8693	159,58	0,0000
	podob.	a	b	c	d	c	c	b c	b		
T ₀	prům.	11,87	16,07	9,69	13,93	10,87	10,90	15,96	13,15	11,97	0,0000
	podob.	nelze, viz Tab. 4									

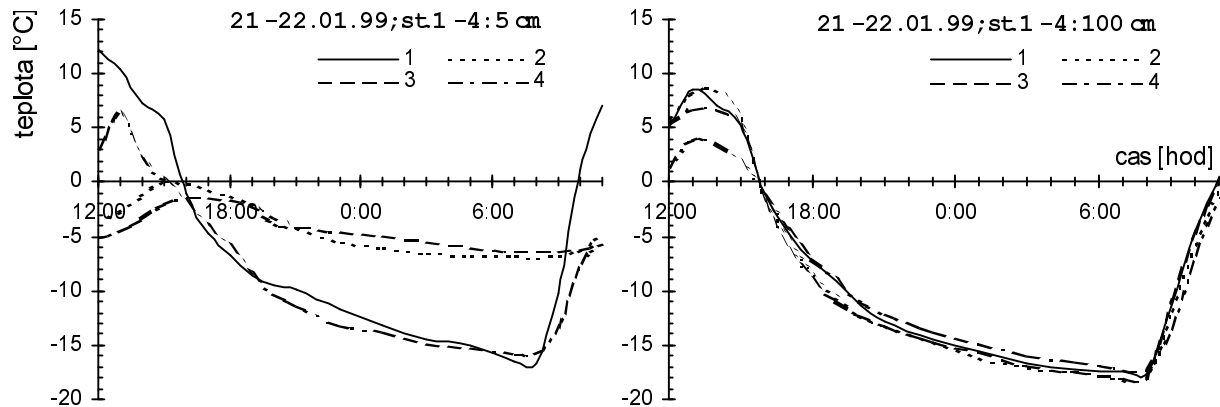
Tab. 3. Mnohonásobné porovnání mikrostanovišť v letním období 1997 a výsledky ANOVY. Stejná písmena u různých mikrostanovišť v rámci jednoho řádku znamenají, že mezi mikrostanovišti není signifikantní rozdíl při $P < 0,05$.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
prům.	11.87	16.07	9.69	13.93	10.87	10.90	15.96	13.15
F1		0.0001	0.1705	0.2311	0.9395	0.9472	0.5637	0.9008
F2	0.0001		0.0000	0.1914	0.0000	0.0000	1.0000	0.0622
F3	0.1705	0.0000		0.0000	0.8635	0.8497	0.0754	0.0108
F4	0.2311	0.1914	0.0000		0.0078	0.0088	0.9830	0.9936
F5	0.9395	0.0000	0.8635	0.0078		1.0000	0.2708	0.2891
F6	0.9472	0.0000	0.8497	0.0088	1.0000		0.2771	0.3035
F7	0.5637	1.0000	0.0754	0.9830	0.2708	0.2771		0.9021
F8	0.9008	0.0622	0.0108	0.9936	0.2891	0.3035	0.9021	

Tab. 4. Výsledek Tukeyho testu pro parametr T₀, který není možné kvůli protichůdným výsledkům zpracovat do Tab. 3. Je to způsobeno menším počtem pozorování u mikrostanovišť F7 a F8, jejich větším rozptylem. Kurzívou jsou neprůkazně odlišné páry mikrostanovišť při $P < 0,05$.

4.2 DIURNÁLNÍ MĚŘENÍ TEPLOT NA TRANSEKTU

4.2.1 Zimní měření



Obr. 2. Absolutní hodinové teploty typického zimního dne ve výšce 5 a 100 cm nad povrchem půdy

Číslo staničky	Část rašeliniště	Výška [cm]	Nad povrch. sněhu [cm]	Amplituda [°C]	Průměr [°C]	Tt _{max} [hod.]	Tt _{min} [hod.]
1	otevřená	100	100	26,1	-7,1	13:00	8:00
		5	5	28,8	-5,0	12:00	8:00
2	otevřená	100	80	26,6	-7,5	14:00	7:00
		5	-15	6,9	-4,0	15:00	8:00
3	okraj blatek	100	70	24,7	-7,6	13:30	8:00
		5	-25	11,0	-3,4	16:30	9:00
4	blatkový porost	100	95	21,1	-8,0	13:00	8:00
		5	0	22,1	-7,6	14:00	8:00

Tab. 5. Některé charakteristiky 24-hodinového chodu teplot konkrétního zimního dne.

Denní běh teplot vzduchu byl ve výšce 100 cm velmi vyrovnaný na všech staničkách, nejnižší amplitudu mělo stanoviště uvnitř blatkového porostu. Z grafu na Obr. 2 lze vyčíst náhlý pokles teploty ve 14 hodin, který byl způsoben slabým vánkem od jihovýchodu, který vál jen krátkou dobu. Patrně po dostatečném prohřátí povrchu se stal vzduch lehčím a začal proudit údolím proti toku Vltavy. Tento pokles byl výrazněji zaznamenán pouze na první staničce, uprostřed otevřené plochy.

Ve výšce 5 cm nad nezasněženým povrchem staničky 1 dochází vůbec k nejrychlejší odpovědi na změnu příkonu slunečního záření i k nejvyšší amplitudě, kdy polední teplota vystupuje nad 12 °C a ranní klesá pod -16 °C. Nejkratší je pak i doba, kdy teplota roste – přibližně 4 hodiny, což je 17 % dne. Na staničce č. 1 a 4 byl též naznamenán pokles ve 14 hodin. Teploty pod sněhem se chovají podle obecných schémat, s hloubkou pokrývky roste zpožděná reakce na změny nad povrchem, prodlužuje se fáze růstu teploty, klesá amplituda a průměrná teplota stoupá.

4.2.2 Letní měření

Diurnální měření, které mělo proběhnout z 21. na 22. 7. 1997, bylo zmařeno příchodem fronty mezi 22. a 23. hodinou. Za tuto dobu zde teplota vystoupila u teploměrů ve 100 cm průměrně o 6,9 °C a v 5 cm o 5,0 °C.

Z ani ne polovičního denního chodu lze vyčíst, že teplota vzduchu ve 100 cm je na celém transektu velmi vyrovnaná, největší rozdíl je ve 23 hodin po oteplení mezi krajními stanicemi -4,8 °C, jinak nepřesahuje 2,5 °C. Zajímavý je pokles teploty na staničce na otevřené ploše vrcholící v 15 hodin, který se v přízemní 5 cm vrstvě neprojevil. Nicméně vysvětlení mám stejné jako u jevu pozorovaném v zimě (předchozí kap.), i když jsem proudění vzduchu nepozoroval.

Velký rozdíl je mezi přízemními teplotami v 5 cm, který v odpoleních hodinách činí až 10 °C mezi otevřeným středem vrchoviště a okrajem zapojenějšího porostu borovice. Od čtrnácté hodiny klesala teplota v 5 cm na tomto okraji téměř lineárně, nikoli sinusoidálně. To si vysvětlují přítomností jinak nepozorovaného proudění přehřátého vzduchu od středu k vlhčím krajům, které je tak při jejich povrchu ochlazuje. Právě na 12. – 14. hodinu připadá maximum výparu a termické turbulence (Petrík et al. 1986).

4.3 NESTATISTICKÉ HODNOCENÍ MIKROSTANOVIŠŤ

4.3.1 Porovnání ročního chodu teplot vzduchu a podpovrchových vrstev půdy

Roční chod teplot, sestavený na základě měsíčních průměrů 6/97 až 5/98 třech kompletnějších řad (chybí 11/97, část 2/98) vykazuje zřetelně čistě sinusoidový průběh se stejnou rychlostí ohřívání a chladnutí, modelovatelný nejjednoduššími rovnicemi s výslednou vysokou těsností:

Parametr modelu	Význam	Staničky			Lenora	
		F3	F4	F6	6/97–5/98	Normál
T_0	Průměr	5,6	6,0	6,3	6,2	5,1
	odch. od Lenory	-0,7	-0,3	0,1	–	-1,1
$-A$	Amplituda	7,7	7,9	7,8	8,3	9,3
	odch. od Lenory	-0,6	-0,4	-0,5	–	1,0
R^2		96,60	95,91	95,10	97,43	99,95

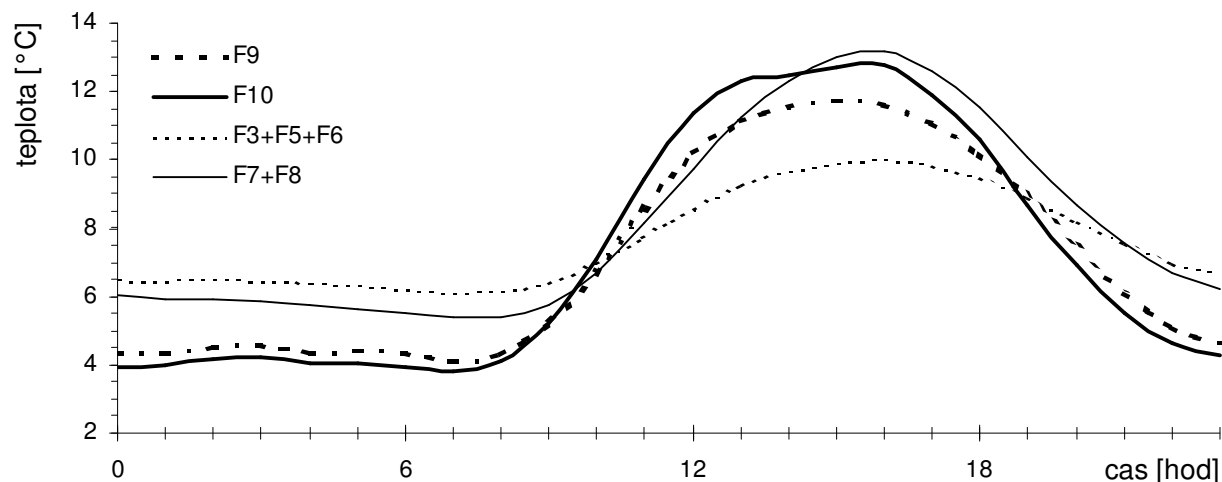
Tab. 6. Porovnání parametrů ročního chodu použitím nejjednoduššího regresního modelu (Vz. 1) tří mikrostanovišť na Malé nivě s hodnotami ze stanice u Lenory. Všechny tři mikrostanoviště mají průměrné hodnoty parametrů, nejsou extrémní.

Větší rozdíly mezi chodem teplot vzduchu a povrchovými půdními teplotami se projevují v době trvání sněhové pokrývky a v době vyšší nasycenosti vodou na jaře. První část zimy charakterizuje prosincový průměr – v Lenoře -0,6 °C, na rašeliništi v průměru 0,2 °C, zatímco v únoru až květnu je tomu naopak – Lenora 0,4 až 11,0 °C a Malá niva -0,8 až 9,4 °C.

4.3.2 Porovnání denního chodu teplot vzduchu

Z grafu na Obr. 3 je na příkladu z přelomu léta a podzimu patrné snižování denní amplitudy teploty vzduchu s rostoucí vzdáleností od povrchu rašeliniště. Jde o obecný jev, kdy s rostoucí výškou nad povrchem zaniká vliv mikroklimatu. Průměrná teplota se zde přitom mění minimálně (100 cm: 7,1; 5 cm: 7,2 °C). Přízemní (5 cm) vrstva nejrychleji reaguje na změny (východ slunce, snížení intenzity slunečního záření). V této vrstvě je též nejnápadnější náhlé snížení rychlosti stoupání teploty po poledni, které se u jasných dnů může projevit i krátkodobým mírným poklesem. Vysvětluji si to jako pravidelný jev, který je totožný s poklesem naměřeným v lednu i červenci na transektu (viz kap. 4.2).

Velký vliv proudění vzduchu, byť jen minimálního, na jeho teplotu zaznamenal MELICHAR (1998) na krušnohorských vrchovištích. Svědčí o tom výrazně nižší denní amplitudy z podobných transektových měření, než jsou amplitudy z Malé nivy. Větrné poměry Krušných hor jsou ale odlišné od Šumavských, neboť vítr v Krušných horách vane značnou část roku.



Obr. 3. Průměrný denní chod z 9–10/98. F9, F10: vzduch ve 100 a v 5 cm nad zemí; F3+F5+F6: průměr z níže položených, vlhčích mikrostanovišť; F7+F8: průměr z mikrostanovišť sušších, výše položených.

Podzimní příklad ukazuje, že ve večerních hodinách klesne teplota vzduchu pod teplotu půdy v povrchové vrstvě a zároveň teplota vzduchu v 5 cm klesne pod teplotu ve 100 cm, což způsobuje vysoká radiace aktivního povrchu a vytváří se inverzní mikroklima. Asi za dvě hodiny po východu slunce se situace otočí (dále viz kap. 4.3.4).

4.3.3 Vliv způsobu distribuce sněhu na povrchové teploty

Velký význam má způsob distribuce sněhové pokrývky na bultovitém reliéfu vrchoviště. Pokud napadne kolem 50 cm sněhu, který celý otevřený povrch překryje do jedné roviny, trvá potom poměrně dlouho než se vytvoří první oka beze sněhu, která se snížením albeda rychleji rozšiřují. V tomto stadiu se Malá niva nacházela při návštěvě 9. 3. 1999, kdy byla až 0,5 m silná vrstva hrubého firnového sněhu překryta ledovou krustou a vrcholky vyšších bultů

ležely těsně pod ní. Z automaticky naměřených hodnot je zřejmé, že pod dostatečnou sněhovou pokrývkou může být denní amplituda na všech místech prakticky nulová, do 0,3 °C.

Pokud sněhu napadne méně, tak, že kopečkovitý reliéf kopíruje, dochází k většímu pohlcování slunečních paprsků ke slunci přivrácenými stranami bultů. Jako příklad uvádím v kap. 4.2 – Diurnální Měření Teplot na Transektu – situaci v třetí lednové dekádě, kdy jasné počasí zajistilo asi 20% délky dne o teplotě vzduchu vyšší nule, osluněné strany bultů roztály a byly tím vystaveny velkým teplotní výkyvům, jak tomu bylo u 1. staničky, kde povrchová teplota vegetace dosahuje 15 °C, což je teplota postačující většině fyziologickým pochodům. Její trvání je však omezeno na dobu kolem jedné hodiny (viz Foto 4 v Příloze). Na našem studovaném bultu se popsaná situace vyvíjela v čase takto:

Den	24. 1. 1999		26. 1. 1999		27. 1. 1999		4. 2. 1999	
Mikrosta- noviště	Parametr [°C]		Parametr [°C]		Parametr [°C]		Parametr [°C]	
	Průměr	Amplit.	Průměr	Amplit.	Průměr	Amplit.	Průměr	Amplit.
F1	0,4	0,3	-0,8	0,9	-3,0	2,6	-4,6	2,6
F2	-0,5	0,6	-0,9	3,0	-1,5	13,2	-6,2	28,1
F3	-1,3	0,9	-2,9	2,4	-8,5	9,0	-10,2	10,4
F4	-0,4	0,6	-2,2	2,9	čidlo nevydrželo			
F5	-0,9	0,8	-1,1	1,6	-1,1	0,5	-1,2	0,5
F6	-0,4	0,3	-0,7	0,4	-1,4	1,0	-1,6	1,2

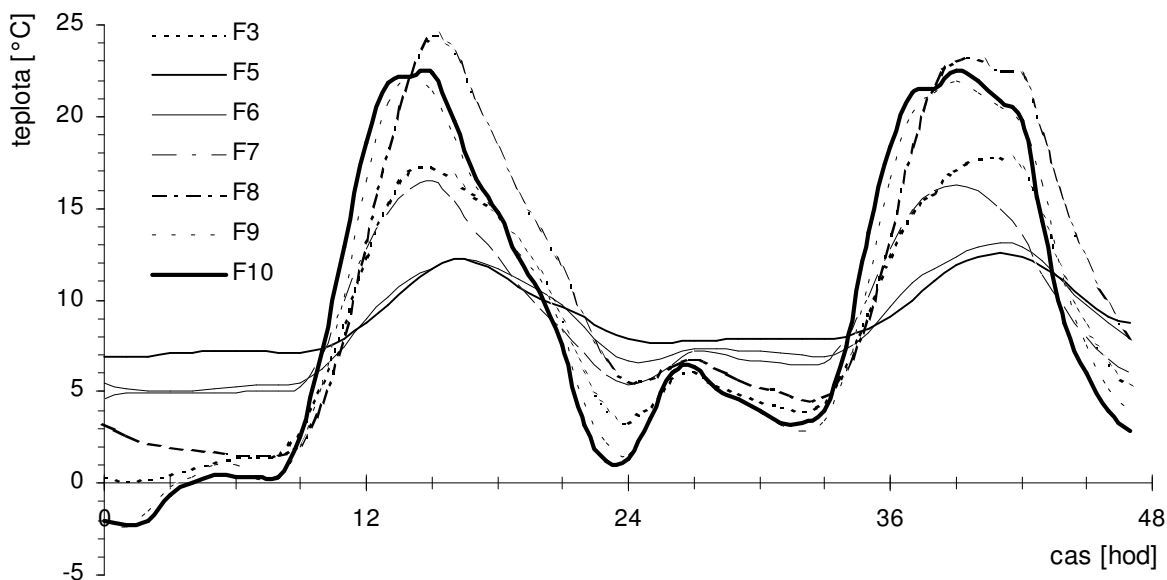
Tab. 7. Změny denních teplotních průměrů a amplitud během tání sněhové pokrývky na povrchu bultu, zatímco na jeho bázi zůstává vrstva sněhu či ledu.

4.3.4 Rosný bod

Vlivem chladnutí vzduchu a klesnutí teplot pod rosný bod dochází ke kondenzaci vodních par v přízemní vrstvě vzduchu. Tím se uvolňuje skupenské teplo a tato vrstva vzduchu se ohřívá. Naopak po východu slunce dochází k pomalejšímu oteplování půdy než vzduchu důsledkem spotřebovávání energie na odpaření rosy.

Taková situace je slabě patrná na dvouměsíčním průměru z grafu na Obr. 3, kde teplota v 5 cm vystoupí z lokálního minima kolem půlnoci o 0,2 °C a následně poklesne o 0,6 °C. Ve výšce 100 cm zaznamenáváme tento jev také, již méně výrazněji. Výrazný průběh ukazuje Obr. 4, kde v noci 25. – 26. 9 1998 dochází k silnému ohřátí nejen vzduchu v obou měřených výškách, ale i půdy na některých podpovrchových mikrostanovištích. Velikost výkyvu je úměrný denní amplitudě, nejvyšší je v 5 cm vrstvě vzduchu (nárůst o 5,2 °C mezi 23. a 3. hodinou), nejnižší v porostu *Sphagnum flexuosum*, kde se projevuje nepatrným zvyšováním teploty od 2. hodiny. Je ovšem zajímavé, že ve dnech 29. 3 – 1. 4. 1998 je jev pozorován jen na stanovišti *Sphagnum flexuosum* (1,2 °C), zatímco chody na ostatních mikrostanovištích vykazují obvyklý tvar.

Z dlouhodobých řad lze vyčíst, že efekt náhlého zvýšení teploty v nočních hodinách je společný pro jasné i oblačné noci po celý rok. Výraznější bývá spíše v pozdním létě a méně výrazný za zcela radiačních nocí.



Obr. 4. Zvýšení nočních teplot při překonávání rosného bodu. Rovněž pomalejší nárůst teploty půdy v ranních hodinách částečně souvisí se stejným jevem. Silnou čarou vynesena teplota vzduchu v 5 cm.

4.3.5 Mikroklimatická charakteristika jednotlivých mikrostanovišť

Z předložených tabulek a grafů a statistického vyhodnocení je možné proti sobě vyčlenit tři odlišné skupiny mikrostanovišť.

První skupina zahrnuje mikrostanoviště F2, F4 a F7 (F7 pouze v r. 1997) představující vysychavá stanoviště na bultech, která mívají nižší celkovou ($E_1 + E_0$) pokryvnost, s druhy jako *Vaccinium uliginosum*, *Polytrichum strictum*, *Cladonia* sp. div. Teplotně se vyznačuje vysokými denními amplitudami (38 °C v 10/97), vysokými maximy (přes 40 °C v 6/97-8) i nízkými minimy (−15 °C v 2/98) hodinových průměrů. Denní doba, kdy je dosažena maximální teplota, se blíží poledni. Během dne podpovrchové teploty převyšují teploty vzduchu. V době trvání nízké sněhové pokrývky je amplituda větší, protože horní části bulů nejsou pokryty sněhem, zatímco průměr může dosáhnout výrazně nízkých hodnot.

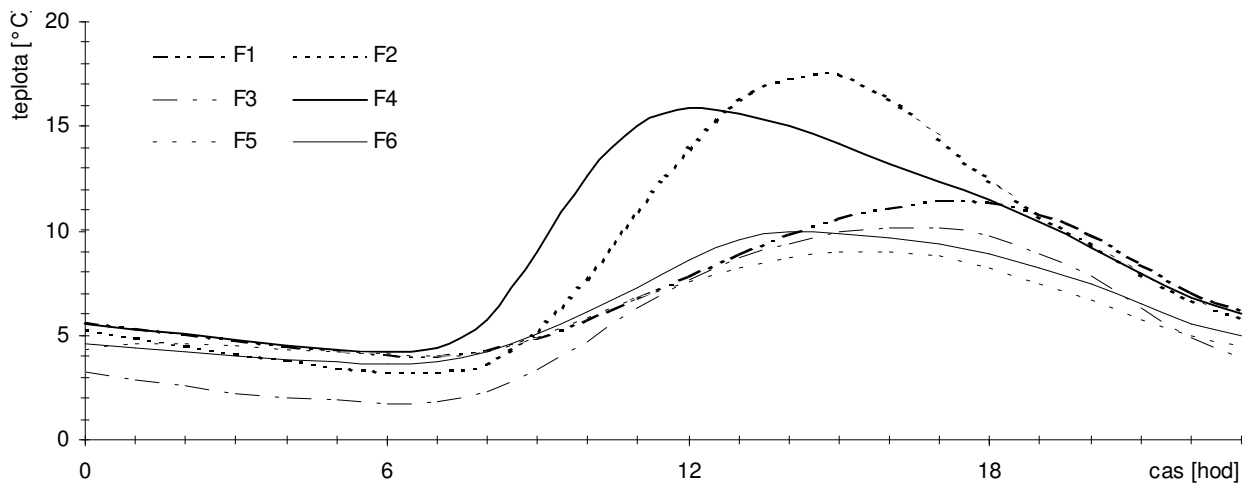
Druhá skupina je přechodná, zahrnuje mikrostanoviště F8 a F1. Mikroklima stanoviště F1 s porostem *Sphagnum fuscum* je určováno severní expozicí, která udržuje teploty i amplitudu průměrné a velmi dlouhou insolační fázi. Stanoviště F8 je osídleno druhy typickými pro třetí skupinu, ale leží na nízkém bultu s většími teplotními výkyvy.

Třetí skupina sdružuje mikrostanoviště F3, F5, F6 a (F7), která jsou spíše mokrá, mezi bulty, s druhy *Sphagnum flexuosum*, *Eriophorum vaginatum*. Jsou teplotně stálé s pomalým nárůstem teplot v insolační fázi, který trvá do odpoledních hodin. Denní teplotní amplituda dosahuje maxima 27 °C (6/97). Maxima nepřesahují 30 °C a minima neklesají pod −5 °C. V trsu *Eriophorum vaginatum* (F3) chod teplot v letních, především zamračených dnech kopíruje chod teplot vzduchu a v zimním období dosahuje výraznějších minim (až −10 °C).

Mikrostanoviště F7 na nízkém bultu mělo v létě 1997 chod typický pro první skupinu. Teplotní chody z léta a hlavně podzimu 1998 jsou naopak blízké třetí skupině. Vysvětlení

vidím v možném nešetrném umístění čidla po jeho výměně. Vyměněno však bylo více poškozených čidel, na chodech pak nebyla změna patrná. Druhou možností by bylo porušení vysokou zvěří, která je zde hojná.

Vyčleněním osmi studovaných typů mikrostanovišť do dvou základních skupin a jedné skupiny pomocné, přechodné, lze různé partie bultu dobře mikroklimaticky charakterizovat, a to i přesto, že vzdálenost mezi oběma protipóly se pohybuje nejvýše v desítkách centimetrů.



Obr. 5. Diurnální chody šesti mikrostanovišť průměrované z neúplných ročních řad. Obrázek slouží k porovnání průběhů ohřívání a chladnutí v radiční a insolační fázi.

4.4 HLEDÁNÍ VHODNÝCH REGRESNÍCH MODELŮ

V následující stati jsou zobrazeny rovnice, které jsem používal při hledání vhodných modelů s komentářem shrnujícím klady a zápory příslušného modelu v různých případech. Vložen je i odkaz na autora, který s modelem pracoval. Jako příklad jsou konkrétní hodnoty parametrů, jejich významnosti a čtverců regresních koeficientů pro každý regresní model shrnuty v Tab. 8 a Tab. 9.

Základní rovnice má tvar:

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t + \varphi]$$

Vz. 1. T_t je teplota t -té hodiny či měsíce, T_0 průměrná teplota periody, A je amplituda periody a φ odpovídá času, o který je průměr periody posunut od nulové hodnoty na x -ové ose a nabývá tedy hodnot od $-\pi$ do $+\pi$. N je počet pozorování v periodě, 24 (hodin) pro denní a 12 (měsíců) pro roční. Pokud ale máme den s výrazně nesouměrným rozložením fáze ohřívací a chladnoucí, např. krátký zimní den, hodnota T_0 neodpovídá jako průměr periody a nutné ji hledat – viz Tab. 8. To platí i pro všechny následující modely, vyjma Vz. 4. Model použili PŘIBÁŇ et al. (1992).

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t]$$

Vz. 2. Doplněním funkce cosinus se model obvykle stává nepatrně těsnějším. Amplitudu i posun na x-ové ose určují parametry A a B . Tato rovnice bude základem pro všechny dále použité. Model použil Příbáň et al. (1992).

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_2 \sin[(2\pi/N)2t] + B_2 \cos[(2\pi/N)2t] + \\ + A_3 \sin[(2\pi/N)3t] + B_3 \cos[(2\pi/N)3t]$$

Vz. 3. Přičtením kratších period (celých násobků základní periody, nejlépe násobků 2 a 3) k základní periodě, získáme model s velmi dobrou těsností. Krátké periody, jejichž amplitudy (A_2 , B_2 , A_3 , B_3) jsou ve srovnání se základní periodou menší, vyrovnají nepravidelnosti, které pramení z nesterjné rychlosti ohřívání a chladnutí půdy či vzduchu, které jsou výrazné na denním chodu. Úspěšně též zvýší těsnost modelu v maximu. Hodnoty parametrů A , B a T_0 zůstávají obvykle stejné, jako ve Vz. 2. Použití kratších period se ovšem nezakládá na tom, že během dne či roku tato periodicitá existuje. V některých případech se stává, že se do fáze chladnutí namodeluje zvýšení teploty způsobené právě těmito krátkými periodami, což při jinak vysoké těsnosti modelu působí rušivě. Je možné model ještě opatřit dalšími, ještě kratšími periodami. Zlepšení těsnosti ale bývá jen nepatrné a parametry těchto period bývají často bezvýznamné.

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_a \{ \sin[(2\pi/N)t + \varphi] - |\sin[(2\pi/N)t + \varphi]| \}$$

Vz. 4. Jiný jednoduchý přístup k podchycení nesterjné rychlosti ohřívání a chladnutí během dne zvolil Dr. T. Frantík. Podíl obou dílčích funkcí na výsledném modelu se mění během roku, závisí na průměrné denní teplotě. Nedostatkem této rovnice bývá namodelování neexistujícího „zubu“ na úrovni té hodiny, kde se obě dílčí funkce přetínají a jejich součet dosahuje vyšší hodnoty. Parametr T_0 neodpovídá průměrné teplotě.

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_{365} \sin[(2\pi/N)365t] + B_{365} \cos[(2\pi/N)365t]$$

Vz. 5. Tato rovnice již nejjednodušším způsobem podchycuje obě periody, roční chod (parametry A a B) a denní chod (A_{365} a B_{365}), a model může predikovat průměrnou teplotu určité hodiny v celém roce. N je potom 8760 – počet hodin v roce. Použití modelu v našich podmínkách, kdy se neustále mění počasí, tedy tvar denní periody, je úspěšné při modelování krátkých úseků několika dní s vyzařovacím počasím. Ale i jeho použití pro celý rok přináší uspokojivé výsledky.

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_{365} \sin[(2\pi/N)365t] + B_{365} \cos[(2\pi/N)365t] + \\ + A_{720} \sin[(2\pi/N)720t] + B_{720} \cos[(2\pi/N)720t] + \\ + A_{1095} \sin[(2\pi/N)1095t] + B_{1095} \cos[(2\pi/N)1095t]$$

Vz. 6. Vylepšení Vz. 5, použité autory HANSEN et DRISCOLL (1977) pro citlivější zachycení denního chodu, je pro naše účely velmi vhodné pro zachycení několikadenních úseků s radičním počasím. Pro modelování celoročního chodu stačí v našich podmínkách použít Vz. 5, protože se těsnost modelu zvýší zcela zanedbatelně.

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_2 \sin[(2\pi/N)2t] + B_2 \cos[(2\pi/N)2t] + \\ + A_3 \sin[(2\pi/N)3t] + B_3 \cos[(2\pi/N)3t] + \\ + A_{365} \sin[(2\pi/N)365t] + B_{365} \cos[(2\pi/N)365t]$$

Vz. 7. V našich klimatických podmínkách se spíše vyplácí modelovat hodinové průměry ročního chodu takto, kdy se zaměříme na přesné vystižení roční periody, než periody denní.

Par.	T_0	A	B	A_2	B_2	A_3	B_3	ϕ	A_a	R^2 [%]
Vz.1	12,9208	-16,8847						-0,6580		87,147
P	0,0000	0,0000						0,0000		
Vz.2	12,9208	-13,3596	-10,3254							87,147
P	0,0000	0,0000	0,0000							
Vz.3	12,9208	-13,3597	-10,3254	5,7010	2,1545	-1,7796	-1,0450			99,803
P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001			
Vz.4	3,9736	-5,0752	0,9821					0,9385	-14,0176	98,208
P	0,0003	0,0002	0,4123					0,0000	0,0000	

Tab. 8. Příklad hodnot parametrů, jejich významnosti (P) a koeficientů determinace čtyř regresních modelů modelujících z hodinových průměrů denní chod. Data pochází z 23. 9. 1997 z vysychavého mikrostanoviště s *Calluna vulgaris* a *Polytrichum strictum* (F2).

Parametr	T ₀	A	B	A ₂	B ₂	A ₃	B ₃
Vz. 2	5,2757	-2,0296	-7,4387				
P	0,0000	0,0000	0,0000				
Vz. 3	5,1724	-1,8846	-7,5416	0,5980	0,6698	-0,5531	0,5519
P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vz. 5	5,2757	-2,0285	-7,4381				
P	0,0000	0,0000	0,0000				
Vz. 6	5,2757	-2,0286	-7,4381				
P	0,0000	0,0000	0,0000				
Vz. 7	5,1724	-1,8837	-7,5409	0,5959	0,6714	-0,5586	0,5528
P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Parametr	A ₃₆₅	B ₃₆₅	A ₇₂₀	B ₇₂₀	A ₁₀₉₅	B ₁₀₉₅	R ² [%]
Vz. 2							55,443
P							
Vz. 3							56,560
P							
Vz. 5	-3,9018	-1,9032					72,066
P	0,0000	0,0000					
Vz. 6	-3,9019	-1,9031	-0,0129	0,0731	0,1796	-0,2798	72,168
P	0,0000	0,0000	0,8371	0,2442	0,0042	0,0000	
Vz. 7	-3,9028	-1,9033					73,190
P	0,0000	0,0000					

Tab. 9. Příklad hodnot parametrů, jejich významnosti (P) a koeficientů determinace pěti regresních modelů modelujících z hodinových průměrů roční a roční i denní chod. Kurzívou jsou označeny ty parametry, které nejsou při $P < 0,05$ významné. Data pochází z období 6/97 – 5/98 z mikrostanoviště s *Eriophorum vaginatum* na bultu (F3).

5. ZÁVĚRY

1. Teplotní chody podpovrchových vrstev půdy a vzduchu

A) Podle teplotních chodů podpovrchové vrstvy půdy lze v rámci bultu rozlišit dva základní typy mikrostanovišť:

- a) Mikrostanoviště na bultu výše položená, vysychavá, často obnažená, v zimě vystavená za nedostatku sněhu velkým teplotním výkyvům. Jsou obývána především druhy *Sphagnum fuscum*, *Polytrichum strictum*, *Cladonia* sp. div., *Vaccinium uliginosum*. Denní teplotní amplituda i průměr jsou vysoké, teploty rychle reagují na změny nad povrchem, insolační fáze je kratší, denní teplotní maxima nastávají blízko poledne.
- b) Mikrostanoviště nacházející se mezi bulty či na jejich bázi, mokrá, s celkovou pokryvností 100 %, v zimě často chráněná vrstvou ledu či sněhu. Dominantními druhy jsou *Sphagnum flexuosum*, *Eriophorum vaginatum*. Denní teplotní amplituda i průměr jsou nízké, nárůst teploty pomalý, insolační fáze dlouhá.

B) Za radiačního počasí bývá pravidelnost denního sinusoidního průběhu teplot vzduchu i podpovrchových vrstev půdy narušována nočním zvýšením teploty při kondenzaci rosy. V časných odpoledních hodinách teploty vzduchu poklesávají vlivem proudění vzduchu, které nastává po prohřátí zemského povrchu.

2. Vhodné regresní modely

Uvedené regresní modely jsou dobrým kompromisem mezi přesností, které dosahují a jejich složitostí. Použité parametry: T_t – teplota t -té hodiny či měsíce; T_0 – průměrná teplota periody; A , B s příslušnými parametry – amplituda periody; N – počet pozorování v periodě; φ – čas o který je průměr periody posunut od nulové hodnoty na x -ové ose.

- a) Regresní model pro modelování denního chodu teplot z hodinových průměrů s dosahovanou přesností 95 – 99 %:

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_2 \sin[(2\pi/N)2t] + B_2 \cos[(2\pi/N)2t] + \\ + A_3 \sin[(2\pi/N)3t] + B_3 \cos[(2\pi/N)3t]$$

- b) Regresní model pro modelování ročního chodu teplot z měsíčních průměrů s dosahovanou přesností 95 – 99 %:

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t + \varphi]$$

- c) Regresní model pro modelování denního a ročního chodu teplot z hodinových průměrů s dosahovanou přesností 70 – 75 %:

$$T_t = T_0 + A \sin[(2\pi/N)t] + B \cos[(2\pi/N)t] + \\ + A_{365} \sin[(2\pi/N)365t] + B_{365} \cos[(2\pi/N)365t]$$

6. LITERATURA

- BUSINSKÝ R. (1998): Agregát *Pinus mugo* v bývalém Československu – taxonomie, rozšíření, hybridní populace a ohrožení. – Zprávy Čes. Bot. Spol., Praha, 33: 29–52.
- CLYMO R. S. et HAYWARD P. M. (1982): The Ecology of *Sphagnum*. In: SMITH A. J. E. /red./: Bryophyte Ecology. – Chapman and Hall, New York, 229 – 289.
- DEMEK J. /red./ et al. (1987): Hory a nížiny. – Academia, Praha.
- FERDA J. et PASÁK V. (1969): Hydrologické a klimatické funkce Československých rašelinišť. – VÚM, Zbraslav.
- HANSEN J. E. et DRISCOLL D. M. (1977): A Mathematical Model of the Generation of Hourly Temperatures. – Journal of Applied Meteorology, 16: 935–948.
- HEJNÝ J. et SLAVÍK B. /red./ (1988): Květena ČSR. 1. – Academia, Praha.
- HUDEC K., HUSÁK Š., JANDA J. et PELLANTOVÁ J. /red./ (1995): Mokřady České republiky. Přehled vodních a mokřadních biotopů ČR. Upravený dotisk 2. verze. - Český ramsarský výbor, Třeboň.
- JOHNSON D. H. (1995): Statistical sirens: the allure of nonparametrics. – Ecology, 76 (6): 1998 – 2000.
- KODYM O. /red./ (1962): Geologické mapa ČSSR. Mapa předčtvrtohorních útvarů. 1 : 200 000. M-33-XXVI Strakonice. – Ústřední ústav geologický, Praha.
- KRHOUNEK S. (1965): Průzkum a zhodnocení rašelinného ložiska Malá Niva – okres Prachatice. – MKLVH, Praha.
- MATEJKA F. et HUZULÁK J. (1987): Analýza mikroklimy porastu. – Veda, Bratislava.
- MELICHAR V. (1998): Dynamika reliéfu a vegetace Rašelinišť Rolavy v Krušných horách. – Ms. (Dipl. pr. depon in knih. kat. bot. Př. fak. Univ. Karlovy Praha).
- NEKOVÁŘ F. (1966, 1967): Některé zvláštnosti jihočeského klimatu. I, II. část. – Rozpravy pedagog. fak. v Č. Budějovicích, Řada přír. věd, 2: 1–55, 5: 1–43.
- PETRÍK M. et al. (1986): Lesnícka bioklimatológia. – Příroda, Bratislava.
- PŘIBÁŇ K. et al. (1992): Analysis and Modeling of Wetland Microclimate. Studie ČSAV 2/92. – Academia, Praha.
- QUITT E.: (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. – Geografický ústav ČSAV Brno.
- RYBNÍČEK K., BALÁTOVÁ–TULÁČKOVÁ E. et NEUHÄUSL R. (1984): Přehled rostlinných společenstev rašelinišť a mokřadních luk Československa. Studie ČSAV 1984/8. – Academia, Praha.
- SOFRON J. (1996): Šumava ve světle geobotanických studií. – Silva Gabreta, 1: 93–97.
- SOUKUPOVÁ L. (1996): Developmental diversity of peatlands in Bohemian Forest. – Silva Gabreta, 1: 99–107.
- SYROVÝ S. /red./ (1958): Atlas podnebí Československé republiky. – Ústřední správa geodesie a kartografie, Praha.