

Teplotní poměry a vegetace na lokalitě Sloní hřbet v Národním parku Podyjí

Temperature and vegetation pattern at the Sloní hřbet Ridge, Podyjí National Park

Lubomír Tichý

Katedra systematické botaniky a geobotaniky, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kottlářská 2, 611 37 Brno; E-mail: tichy@sci.muni.cz

Tichý L. (1999): Temperature and vegetation pattern at the Sloní hřbet Ridge, Podyjí National Park. – *Preslia*, Praha, 70 (1998): 349–363. [In Czech]

Relationships between topography, temperature and distribution of plant communities around a spur in a subsidiary of the deeply cut Dyje/Thaya river valley were studied. Temperature was measured under different weather conditions. Ellenberg indicator values were used to express the relationship of vegetation to light, temperature, continentality and moisture, and compared with temperature measurements and meteorological records. A high correlation between the spatial pattern of temperature and environmental factors estimated from the indicator values was found. Spatial pattern of temperature in the study area is determined by topography and further modified by the vegetation cover.

Key words: Vegetation/environment relationships, Ellenberg indicator values, topoclimate, microclimate, river valley, phytosociology, Czech Republic

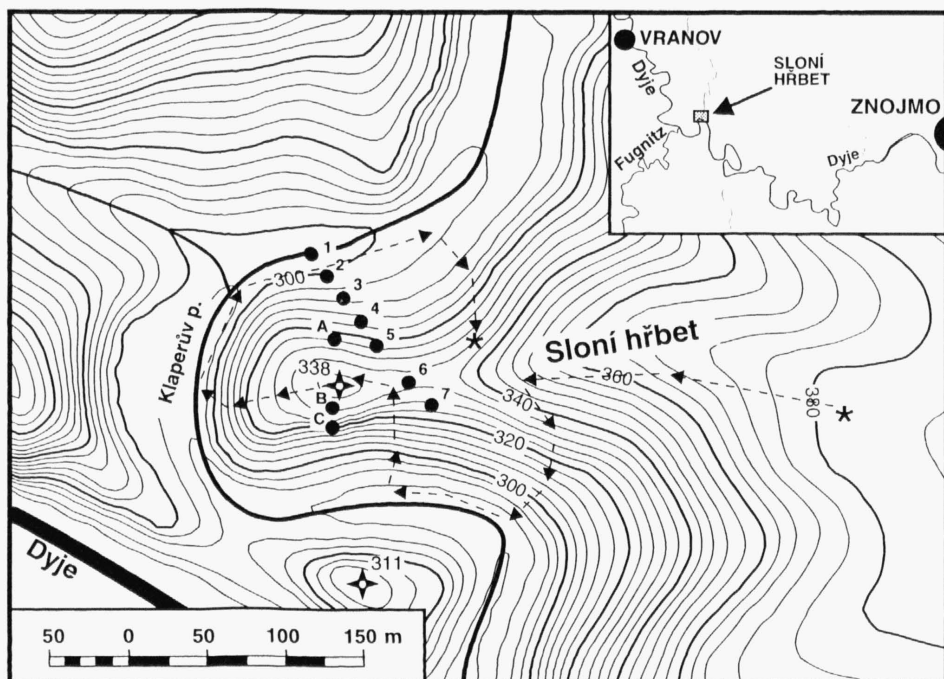
Úvod

Ekosystémy otevřených travnatých stanovišť, zapojených lesních porostů či přechodných zón mívají velmi specifické mikroklima, jehož definice je v podmínkách říčního údolí navíc komplikována složitým georeliéfem. Jeho tvar je jednou z hlavních podmínek vzniku specifického topoklimatu stanoviště.

Opakovaně bylo prokázáno, že reliéf má největší vliv především na plošné rozložení denních minimálních a maximálních teplot, výskyt nočních mrazíků a na vlhkost vzduchu v nočních hodinách (Niedzwiedz & Obrębska-Starkel 1972, Yoshino 1975, Stoutjesdijk & Barkman 1992). A právě tyto kritické teploty společně s mírou evapotranspirace mají zásadní účinek na formování vegetačního krytu (Quitt 1961, Larcher 1994), který dále zpětně modifikuje klimatické podmínky ekosystémů.

Studované území

Pro studium vztahů mezi vegetací a mikroklimatem v údolí řeky Dyje byla zvolena lokalita Sloní hřbet (48°51,7' s. š. a 15°52,8' v. d.), která se nachází na území Národního parku Podyjí na jihozápadní Moravě asi 2 km západojihozápadně od obce Lukov. Představuje úzkou, východo-západně orientovanou šíjí zakončenou nevýrazným vrcholem o nadmořské výšce 338 m, která se svažuje do údolí Klaperova potoka nedaleko jeho ústí do řeky Dyje. Od údolí Dyje je Sloní hřbet oddělen nevýrazným okrouhlíkem o maximální nad-



Obr. 1. – Lokalita Sloní hřbet nedaleko ústí Klapertova potoka do Dyje v centrální části Národního parku Podyjí. Černými kroužky je označeno umístění měřicích čidel při krátkodobých měřeních teploty. Trasa pochůzkových měření dne 8. 6. 1996 je vyznačena přerušovanými čarami. Vrstevnicový systém vznikl digitalizací základní topografické mapy v měřítku 1:25 000.

Fig. 1. – Sloní hřbet Ridge near the confluence of the Klapertův potok brook with the Dyje river in the central part of the Podyjí National Park. The location of sensors for temperature measurements is indicated by black circles. The route of temperature measurements is marked by arrows. Contour lines were taken from a digitalized 1:25 000 topographic map.

mořské výšce 310 m (obr. 1). V místě soutoku leží dno údolí Dyje asi 150 výškových metrů pod okolním mírně zvlněným terémem.

Celá lokalita je charakterizována příkrými svahy o sklonech převážně 30–40°, na jižním a ojediněle také na severním svahu se vyskytují drobné skalky kryté většinou lesní vegetací. Pouze pod kótou 338 m se nachází mohutnější skalní výchoz s kolmými stěnami o výšce asi 6 m. Geologické podloží tvoří v západní části slabě kyselá dvojslídne svory, střední a východní část je budována krystalickými vápenci (Batík 1992).

Z makroklimatického hlediska je území situováno do mírně teplé oblasti, okrsku MT 11 (Quitt 1975). Nejbližší měřicí stanice Znojmo uvádí průměrnou roční teplotu v období let 1901–50 8,8 °C a průměrný roční úhrn srážek 564 mm (Vesecký et al. 1961). Tyto hodnoty je však nutno považovat ve vztahu ke studované lokalitě jen za orientační.

Různorodé přírodní poměry soustředěné na malém území o rozloze přibližně 2 ha jsou hlavní příčinou vysoké druhové diverzity této lokality, která patří z hlediska floristického složení k nejbohatším na celém území národního parku (Grulich 1997).

Aktuální vegetace Sloního hřbetu, která je zachycena na obr. 5, byla již z větší části fytoocenologicky zpracována jako součást rozsáhlejších studií (Chytrý & Vicherek 1995, Tichý & Chytrý 1996, Tichý et al. 1997). V následujícím textu je proto uvedena jen stručná charakteristika druhového složení jednotlivých vegetačních typů na lokalitě. Přehledný souhrn všech vegetačních jednotek, včetně zařazení do jednotlivých svazů, je uveden v příloze (Appendix 1).

Nivu Klaperova potoka vyplňuje společenstvo *Stellario-Alnetum glutinosae*. Pouze na úpatí stinného severního svahu hřbetu se nachází fragment společenstva *Carici remotae-Fraxinetum*, ve kterém jsou zastoupeny některé podhorské druhy (*Aruncus dioicus*, *Carex remota*, *Carex sylvatica*, *Thalictrum aquilegifolium*).

V dolní části příkrých svahů se vyskytuje vegetace suťových lesů, patřící do asociace *Aceri-Carpinetum*. Vyznačuje se převahou *Carpinus betulus* ve stromovém patře, který je doplněn druhem *Acer pseudoplatanus*. V podrostu jsou hojné druhy *Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*, *Lamium montanum*, *Polygonatum multiflorum*, *Pulmonaria obscura* aj.

Většinu rovinatého nebo mírně až středně ukloněného reliéfu zauímají dubohabřiny asociace *Melampyro nemorosi-Carpinetum*. Jedná se o společenstva s dominancí *Carpinus betulus* a *Quercus petraea* agg. ve stromovém patru. Bylinný podrost vykazuje značnou variabilitu v kvantitativním i kvalitativním druhovém složení, ve kterém místy převládá *Hepatica nobilis*, *Anemone nemorosa*, *Carex pilosa*, *Cyclamen purpurascens*, *Polygonatum multiflorum*, *Pulmonaria obscura*, *Stellaria holostea* a další druhy.

Západní až severozápadní svah je osídlen druhově velmi chudou lesní vegetací asociace *Luzulo albidae-Quercetum petraeae*, ve které je dominantní dřevinou *Quercus petraea* agg. V bylinném patru převažuje *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa* a různé druhy mechorostů.

Na zmíněné společenstvo navazuje na jižním a jihozápadním svahu teplomilná doubrava (asociace *Sorbo torminalis-Quercetum*), ve které se v podrostu objevuje řada mírných termo- a xerofytů (*Centaurea triumfettii*, *Luzula divulgata*, *Lychnis viscaria*, *Tanacetum corymbosum*, *Trifolium alpestre* a další).

Posledním typem lesní vegetace na studované lokalitě jsou mahalebkové doubravy (asociace *Pruno mahaleb-Quercetum pubescentis*), rozšířené na krystalických vápencích jižního svahu Sloního hřbetu, v jehož bylinném patru dominují teplomilné druhy (*Anthericum ramosum*, *Brachypodium pinnatum*, *Galium glaucum*, *Polygonatum odoratum*, *Salvia pratensis*, *Teucrium chamaedrys* atd.).

Nelesní vegetace na jižním svahu je charakterem podloží rozdělena na dvě části. Západní část Sloního hřbetu, tvořená převážně dvojslídnymi svory, se vyznačuje vegetací primárního bezlesí asociace *Genisto tinctoriae-Stipetum joannis* se zastoupením druhů *Achillea nobilis*, *Festuca ovina*, *Melica ciliata*, *Phleum phleoides* aj.; na skalní stěně nalezneme také porosty asociace *Festuco pallentis-Alysetum saxatilis*. Na krystalických vápencích ve východní části lokality se vyskytuje primární bezlesí spíše jako součást rozvolněných teplomilných doubrav. Tato společenstva náleží do asociace *Inulo oculi-christi-Stipetum pulcherrimae*. V druhovém složení převládají bazifilní termofyty jako např. *Aster amellus*, *Carex michelii*, *Inula ensifolia*, *I. oculus-christi*, *Stipa pulcherrima*. V západní části lokality je ve fragmentu zastoupeno také společenstvo teplomilných křovin *Violo hirtae-Cornetum maris* s bylinným podrostem převážně nitrofilních druhů.

Z fytoocenologických zápisů bylo zjištěno, že maximální druhovou diverzitu mají teplomilná společenstva s nízkou pokryvností stromového patra. Zde dosahuje četnost až 45 druhů cévnatých rostlin na 25 m², zatímco u druhově nejchudších společenstev severozápadního svahu náležejících do asociace *Luzulo albidae-Quercetum petraeae* to bylo jen 7 až 8 druhů.

Metodika

Krátkodobá teplotní měření

Obecným problémem prací tohoto druhu bývá délka trvání terénních sledování, která by měla pro dostatečnou diferenciaci stanovišť zachytit radiální typ počasí s minimem oblačnosti v průběhu denních i nočních hodin. Z dlouhodobějších měření (Prošek 1978, Tichý ined.) však vyplývá, že v ročním cyklu bývá zaznamenán jen dosti omezený počet zcela jasných dní, a tak i přes velké množství naměřených hodnot lze obvykle použít jen jejich malou část.

Vhodnější metodou sběru klimatických dat z plošně rozsáhlejšího území jsou krátkodobá pochůzková měření společně se sítí stacionárních měřičů, při kterých má pozorovatel možnost podle oficiální předpovědi počasí předem zvolit vhodnou dobu měření a získat velké množství prostorových, vzájemně srovnatelných dat. Současně může také dávat chování teploty do souvislostí s ostatními pozorovanými meteorologickými jevy.

Pro stacionární teplotní měření, která probíhala ve třech termínech (17. –19. 5., 7. –9. 6. a 5. –7. 7. 1996), byly použity dva přístroje MultiTERM 206 (Veit Electronics, Brno), které umožňují automatický zápis teploty současně ze šesti odporových teplotních čidel v rozmezí 1 sekunda až 99 minut. Pro měření byla zvolena perioda 5 minut. Ta zcela dostačuje k pokrytí teplotních změn snímačů, protože jejich 95 % teplotní odezva se pohybuje přibližně mezi 2 až 3 minutami. Jednotlivé snímače byly spojeny s přístrojem vodiči o délce 5 m, 25 m a 45 m. Transekt teplotních čidel byl zvolen tak, aby při limitní délce vodičů (maximálně 180 m) byly současně zachyceny svahy s jižní i severní expozicí a maximální výškový rozdíl mezi dnem údolí a nejvyšším měřeným bodem.

Vzhledem ke strukturní heterogenitě rostlinných společenstev bylo nutno řešit umístění měřících stanovišť tak, aby byl minimalizován vliv lokálních teplotních extrémů, způsobených přítomností porostních děr v korunovém zápoji stromového patra (Petrík 1971). Proto byly jednotlivé snímače teploty rozmístěny na severní stranu kmenů statných stromů o průměru 20–25 cm, kde lze předpokládat přibližně srovnatelné teplotní podmínky, a tudíž i minimální zkreslení výsledků. V jediném případě (měřící místo 7) byl snímač instalován na kmen uschlého dubu při hraně jižního svahu. Z bočních stran byla všechna čidla kryta plastovými stínítky ve tvaru stříšky o rozměrech 10 × 20 cm tak, aby nedocházelo k jejich ozáření v časných ranních a pozdních odpoledních hodinách nebo ke smáčení deštěm. Vzdálenost každého snímače od kmene byla 5 cm. Na základě v minulosti prováděných měření a ověřování (Prošek 1978) bylo zvoleno jejich umístění nad povrchem ve výšce 1,5 m.

Teplotní čidla byla rozmístěna v úseku zobrazeném na obr. 1, směřujícím ode dna údolí Klaperova potoka přes hřeben až k jižnímu svahu porostlému nelesní vegetací s roztroušenými křovinami. S přístrojem byla spojena měděnými vodiči o délce 5 až 45 m. Vzhledem k nestejným délkám vodičů byla před měřením všechna čidla kalibrována.

Absence většího počtu stacionárních měřicích stanic na jižním svahu byla dána technickými, ale i metodickými možnostmi. Vzhledem ke značně mozaikovitě struktúře vegetačního krytu jižní části Sloního hřbetu bylo problematické lokalizovat vhodná stanoviště, která by eliminovala vliv lokálních teplotních výkyvů v době kladné radiační bilance aktivního povrchu. Působením silného turbulentního proudění se rozdíl teplot vzduchu v poledních hodinách za jasného dne na několikametrové vzdálenosti obvykle liší v řádu stupňů, proto nevhodným výběrem stanoviště mohou být data značně zkreslena. Stejně tak rozdíl teplot mezi odlišnými typy podloží na jižním svahu, zvláště na obnažených skalních teráskách, mohou být značně velké. Vzhledem k velmi proměnlivé orientaci a sklonu skalních říms a stěn by však podrobnější studium této části lokality vyžadovalo mnohem hustší síť měřicích stanovišť a vyhodnocení v podrobnějším měřítku, než které bylo zvoleno v této práci.

Alespoň částečným řešením uvedených problémů bylo využití pochůzkových měření, kterými bylo získáno větší množství plošně rozvrstvených dat než ze stacionárních měřicích stanic. Tato pochůzková měření byla prováděna dne 8. 6. v šesti časech (4.00, 6.30, 10.00, 13.00, 16.00 a 19.00 hod. – uvedeno v SEČ nikoli v SELČ). Na obr. 1 je šipkami znázorněna série měřicích bodů, na kterých bylo měření zaznamenáváno. Snímač byl v průběhu celého měření umístěn ve výšce 1,5 m nad povrchem a chráněn před přímým slunečním zářením stínítkem. Protože měření probíhalo vždy asi 30 minut, byly naměřené hodnoty z kalibrovaného digitálního teploměru dodatečně korigovány podle záznamů MultiTERMů a na základě všech naměřených hodnot pro daný čas (včetně stacionárních měřičů) byly konstruovány plošné mapy přízemních teplot vzduchu (+1,5 m) znázorněné na obr. 3.

Charakteristika vegetace

Nomenklatura cévnatých rostlin byla v této práci sjednocena podle příručky Ehrendorfer (1973). V terénu byly zapisovány fytoocenologické snímky pomocí 7-členné Braun-Blanquetovy kombinované stupnice abundance a dominance. Plocha zápisu jednotlivých snímků byla sjednocena na 25 m², aby bylo možno jednotlivé typy lesních i nelesních společenstev vzájemně srovnávat. Pro každý zápis byla stanovena pokryvnost stromového patra, která je graficky znázorněna na obr. 6. Ze získaného fytoocenologického materiálu bylo provedeno hodnocení ekologických faktorů prostředí. Vzhledem k tomu, že se nejedná o standardní fytoocenologická data, je jejich další využití omezené, a proto nejsou součástí tohoto článku. Případným zájemcům mohou být na vyžádání zaslána v elektronické formě.

Mapování Ellenbergových indikačních hodnot

Při hodnocení ekologických nároků jednotlivých fytoocenologických snímků (světlo, teplota, kontinentalita, vlhkost) bylo použito tabulek indikačních hodnot rostlin střední Evropy (Ellenberg et al. 1992). Pro každý fytoocenologický snímek byly tyto hodnoty vypočteny jako průměr z hodnot jednotlivých druhů vyskytujících se ve snímku a následně vymapovány (obr. 7). Některé rostliny, vyskytující se na studované lokalitě, nejsou v Ellenbergově seznamu uvedeny. Pro ně byly hodnoty stanoveny na základě přibližného srovnání s druhy ekologicky podobnými a jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1. – Indikační hodnoty pro druhy, které nejsou uvedeny v práci Ellenberg et al. (1992).

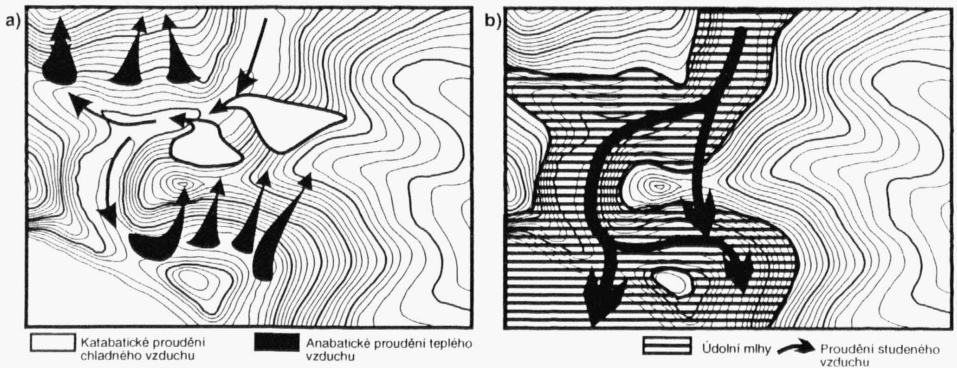
Table 1. – Indicator values of species not included in Ellenberg et al. (1992). Based on the author's personal experience.

	Světlo	Teplota	Kontinentalita	Vlhkost
<i>Aconitum anthora</i>	6	7	6	3
<i>Allium flavum</i>	8	7	6	2
<i>Arabis sagittata</i>	7	6	5	4
<i>Euphorbia angulata</i>	6	5	5	5
<i>Glechoma hirsuta</i>	5	6	5	5
<i>Hesperis sylvestris</i>	7	6	5	3
<i>Inula ensifolia</i>	7	7	6	3
<i>Inula oculus-christi</i>	7	7	6	3
<i>Isopyrum thalictroides</i>	4	5	4	7
<i>Linaria genistifolia</i>	8	7	6	2
<i>Seseli osseum</i>	8	6	6	3
<i>Stipa dasphylla</i>	9	7	8	2
<i>Veratrum nigrum</i>	5	6	7	5
<i>Verbascum austriacum</i>	6	6	5	4

Výsledky

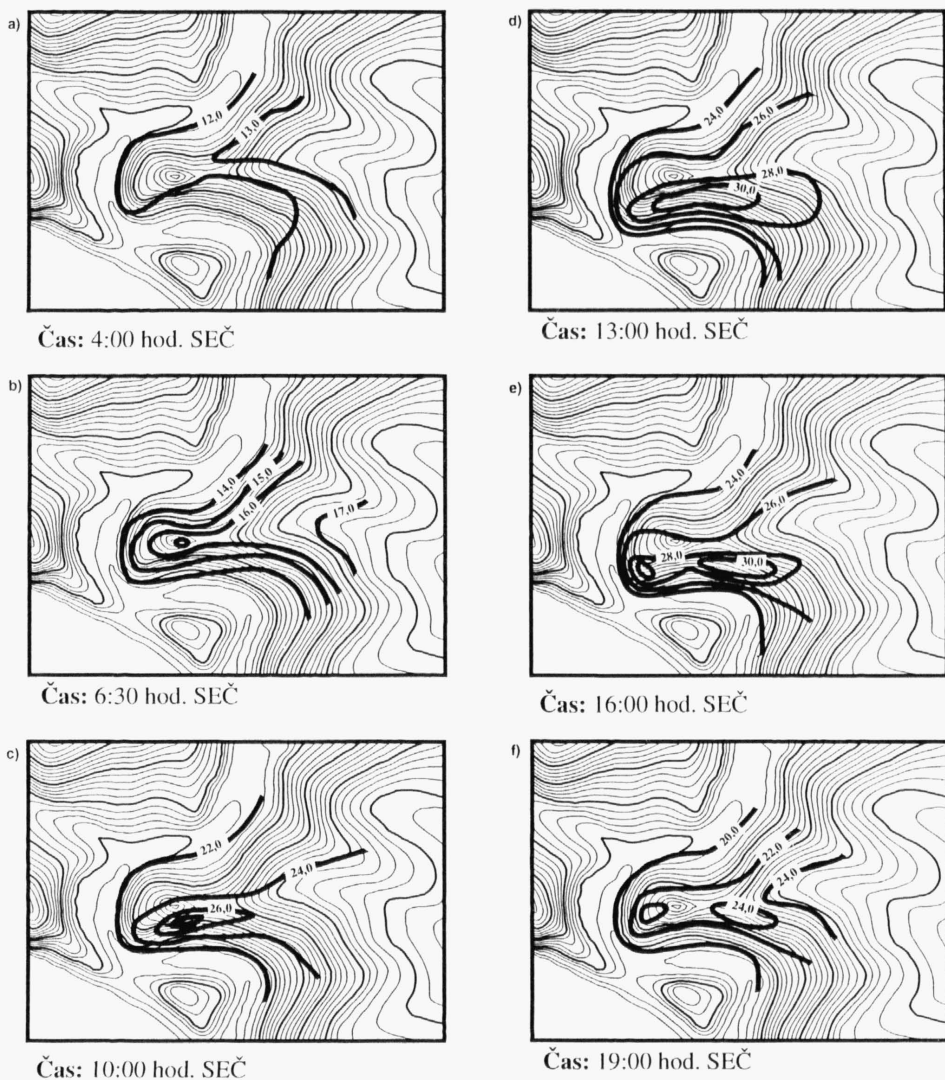
Denní chod teploty vzduchu v průběhu jednotlivých měření

Grafy teploty vzduchu, získané měřením ve vybraných dnech května, června a července, zachycují denní chod teploty ve vegetačním období na dvou transektech (obr. 1). Slovní popis počasí v průběhu všech měření je uveden v příloze (Appendix 2). Radiační typ počasí bez oblačnosti, který byl zaznamenán při červnovém měření (obr. 4b) a částečně také v květnu (obr. 4a), ukazuje, že teplota přízemní vrstvy vzduchu v dopoledních hodinách za



Obr. 2. – Grafické znázornění vzduchového proudění v období (a) kladné a (b) záporné radiační bilance pozorované 17.–19. 5. a 7.–9. 6. 1996 na lokalitě Sloní hřbet.

Fig. 2. – Air circulation in the period of (a) positive and (b) negative radiation balance observed on May 17–19, and June 7–9, 1996 at the Sloní hřbet Ridge.



Obr. 3. – Přibližné rozložení okamžité teploty vzduchu ve výšce 1,5 m nad zemí na lokalitě Sloní hřbet dne 8. 6. 1996.

Fig. 3. – Approximate distribution of actual air temperature at a height of 1.5 m at the Sloní hřbet Ridge, June 8, 1996.

jasného dne v důsledku značného příkonu energie velmi rychle roste, přičemž rychlost vzestupu je závislá především na sklonu terénu, jeho orientaci a zastínění stanoviště vegetací. Mezi 9.–10. hodinou dochází k nástupu konvekční cirkulace, která se projevuje zvláště nad volným přehřátým povrchem jižního svahu nestabilitou přízemní vrstvy atmosféry, její vertikální cirkulací, a tedy i značnými výkyvy teploty. V pozdních odpoledních hodinách (mezi 17.–18. hodinou) konvekce ustává.

V době záporné radiační bilance nastává postupné ochlazování povrchu společně s přízemní atmosférou, vzniká sestupné katabatické proudění vzduchu, chladný vzduch se hromadí na dně údolí a postupuje směrem po proudu Klapera potoka (obr. 2b). Tento učebnicově známý jev (Yoshino 1975, Prošek & Rein 1982) byl opakovaně pozorován v podobě pomalého proudění chladného vzduchu především v sedle Sloního hřbetu a je naznačen na obr. 2b. Z obr. 4a a 4b je názorně patrný příliv chladného vzduchu a nástup výrazného nočního inverzního zvrstvení atmosféry ještě před západem Slunce. Na severním zalesněném svahu lze pozorovat inverzní teplotní zvrstvení zachycené čidly 1–4 (obr. 4b). Protože však lokalita leží na styku údolí řeky Dyje a Klapera potoka, má zcela jistě alespoň na jižním svahu značný, ovšem těžko definovatelný podíl na formování vertikálního teplotního zvrstvení také reliéf otevřené části údolí Dyje.

Rychlost ochlazování závisí nejen na relativní výšce nad dnem údolí, ale také na intenzitě dlouhovělného vyzařování. Minimální teplota vzduchu na jižním otevřeném svahu (čidlo 7) poklesla při červnovém měření na úroveň minima teploty vzduchu na dně údolí (čidlo 1). Srovnáme-li rozmístění čidel 1–7 s pokryvností stromového a keřového patra (obr. 6), je patrné, že čidla 1–4 jsou umístěna v porostu s hustým a vzájemně přibližně srovnatelným zápojem, zatímco čidla 5–7 se nacházejí na stanovištích s nižší pokryvností stromů a keřů. Na těchto místech dochází k rychlejšímu poklesu teploty přízemní atmosféry v důsledku intenzivnějšího dlouhovělného vyzařování aktivního povrchu.

Plošné rozložení teploty vzduchu ve výšce 1,5 m nad povrchem dne 8. 6. 1996 je zachyceno v různých fázích dne na obr. 3. Minimální teploty před východem slunce (obr. 3a) byly zaznamenány na jižním otevřeném svahu bez lesní vegetace a na dně údolí Klapera potoka, zatímco v horních částech zalesněných svahů bylo asi o 2 °C tepleji. To dokazuje přítomnost teplé svahové zóny, která je běžným jevem známým z řady klimatických měření v topograficky složitějších terénech (Prošek 1976, 1978, Slavíková 1983, Quitt 1996a). V ranních a časných dopoledních hodinách (obr. 3b a 3c) se zvětšoval teplotní rozdíl mezi horními částmi svahů a dnem údolí, teplota na východním až jihovýchodním svahu ostrohu rostla nejrychleji. Teplotní maximum lokalizované v nočních hodinách na plošině nad údolím se postupně přesouvalo na jihovýchodní, jižní a v odpoledních hodinách na jihojihozápadní svah hřbetu (obr. 3c, 3d a 3e). Večer pak docházelo k rychlému poklesu teploty na jižních svazích a k přesunu maximálních teplot opět do horních částí svahů. Při dně a na severních svazích úzce zaříznutého údolí se vlivem nedostatku slunečního záření po celý den udržuje inverze ze zastínění (cf. Quitt 1972).

Advekcí typ počasí zaznamenaný při červnovém měření se vyznačoval menšími rozdíly v teplotách mezi jednotlivými čidly. Opět se projevil vliv inverzního zvrstvení atmosféry. Z důvodu nízké oblačnosti se však nezalesněná stanoviště pravděpodobně ochlazovala méně intenzivně než za radiačního typu počasí, takže teplota vzduchu měřená na severo–jižním transektu u čidel na hraně hřbetu a na jižním svahu zůstala i v nočních hodinách nejvyšší.

Měření také prokázala, že silnější advekcí bývá teplotní zvrstvení atmosféry charakteristické pro noční hodiny výrazně porušeno. V teplotním záznamu ze dne 18. 5. okolo 20. hodiny (obr. 4a) a ze dne 5. 7. po 23. hodině (obr. 4c) je nápadný náhlý kladný přírůstek teploty (až o 3,5 °C), který souvisí s rychlým nárůstem advekcí proudění před blížící se bouřkovou oblačností a s tím souvisejícím promícháním vyšších vrstev atmosféry. Po ustání větru se teplota vzduchu vrátila k původnímu sestupnému trendu.

Také působení dalších faktorů by mohlo být příčinou výskytu méně obvyklých meteorologických situací s přímým i nepřímým vlivem na vegetaci. Dlouhodobější sledování teplotních poměrů na stejné lokalitě, které bylo prováděno od listopadu 1996 do července 1997 (Tichý ined.) však závěry získané v průběhu krátkodobých teplotních měření potvrdilo. Kromě již uvedených skutečností bylo dále zjištěno, že mírné změny teplotních poměrů nastávají při olistění stromů a maximální hodnoty inverzního teplotního zvrstvení jsou dosahovány v několika po sobě následujících teplých a bezmračných dnech přicházejících po chladnějším období. V takovém případě se v úzce zaříznutém stinném údolí udržuje ještě poměrně chladný vzduch, zatímco horní části jižních svahů a plošiny jsou rychle prohřívány. Inverze ze zastínění se pak vytvářejí na rozsáhlých plochách a přetrvávají po celý den.

Srážky a nízká oblačnost také ovlivňují teplotní režim dne. Krátký déšť mezi půlnocí a 1. hodinou dne 18. 5. způsobil zpomalení ochlazování a krátkodobě dokonce mírné oteplení atmosféry. Naopak v průběhu přeháňky mezi 12. a 13. hodinou dne 6. 7. došlo ke značnému ochlazení přízemní atmosféry.

Vliv ekologických faktorů na vegetaci

Na formování mikroklimatických poměrů uvnitř lesního porostu se značnou měrou podílí hustota korunového zápoje, kterou lze alespoň přibližně odvodit z pokryvnosti stromového patra fytoecologických snímků. Nejvyšší hodnoty pokryvnosti byly zaznamenány v aluviu potoka a na severním svahu pod sedlem Sloního hřbetu, což patrně do značné míry souvisí s konkávním tvarem terénu a hlubšími půdami. Na ostatních svazích převládá řídkší korunový zápoj stromů s pokryvností stromového patra 40–80 %, na jižním svahu se pak místy nachází primární bezlesí nebo velmi řídké porosty teplomilných doubrav.

Další charakteristiky (obr. 7) byly získány jako průměrné hodnoty ekologických nároků na světlo, teplo, kontinentalitu a srážky (Ellenberg et al. 1992). Mapa průměrných hodnot nároků na světlo (obr. 7a) přibližně souhlasí s rozložením pokryvnosti stromového patra a s předpokládanou intenzitou záření za jasného dne na různě ukloněných svazích.

Průměrný nárok jednotlivých společenstev na teplotu (obr. 7b) ukazuje, že niva Klapeřova potoka, zvláště pak na severním úpatí hřbetu, představuje nejchladnější část celé lokality, což se plně shoduje s teplotním měřením. Naopak k nejteplejším částem lokality patří vegetace výslunných stanovišť na jižním svahu. Nestejnoměrné rozložení keřového a stromového patra způsobuje drobnější odchylky, které jsou však z hlediska časové dynamiky společenstev zanedbatelné.

S množstvím dopadajícího záření a hustotou stromového patra souvisí také míra kontinentality jednotlivých společenstev (obr. 7c). Maximální hodnoty kontinentality se přibližně shodují s maximálními výkyvy teploty v průběhu dne získanými při klimatických měřeních. Minimum je pak situováno na severozápadní svah.

Společenstvo *Luzulo albidae-Quercetum petraeae*, rostoucí v těchto místech, náleží k vegetaci spíše subatlantického rozšíření a lokality na jihozápadní Moravě představují východní část areálu (Neuhäusl & Neuhäuslová-Novotná 1967, Wallnöfer et al. 1993). Jeho výskyt na severozápadních, severních a severovýchodních svazích je však nejspíše podmíněn menšími denními výkyvy teploty jen částečně. Nízký počet druhů může být také důsledkem přítomnosti mělkých, kyselejších a živinami chudých půd v této části lokality.

Další indikační faktor představují nároky jednotlivých společenstev na vlhkost (obr. 7d). Na jejich rozložení se s ohledem na malou rozlohu celého území nepodílejí ani tak vertikální srážky, jako spíše hodnoty půdního výparu a vlhkost vzduchu nad porostem. Tyto veličiny opět souvisejí s mírou intenzity krátkovlnného záření v průběhu dne, s pokrývností stromového patra, s inverzním zvrstvením atmosféry na vertikálním profilu údolí a v samotném důsledku tedy i s teplotou vzduchu uvnitř porostu.

Diskuse

Výsledky terénních měření a sledování ukázaly značné rozdíly teplotních poměrů v různých částech studované lokality, které se přímo odrážejí ve druhovém složení vegetace a odpovídají toleranci jednotlivých druhů k ekologickým faktorům prostředí. Z orientačních měření (nepublikovaných v této práci) je patrné, že vzhledem ke specifické poloze lokality Sloní hřbet v hlubokém říčním údolí je charakter topoklimatu zcela odlišný od okolního mírně zvlněného reliéfu. Plně se zde projevuje efekt „říčního fenoménu“, tedy pro reliéf říčního údolí unikátního komplexu vztahů mezi živou a neživou složkou přírody (Jeník & Slavíková 1964).

Sklonitost terénu a jeho orientace určuje množství dopadajícího přímého a rozptýleného záření. V ranních a večerních hodinách (v zimním období a v předjaří pak v průběhu téměř celého dne) je zejména přímé záření významně modifikováno také tvarem horizontu, který je vymezen okolním reliéfem v závislosti na relativní výšce nad dnem údolí.

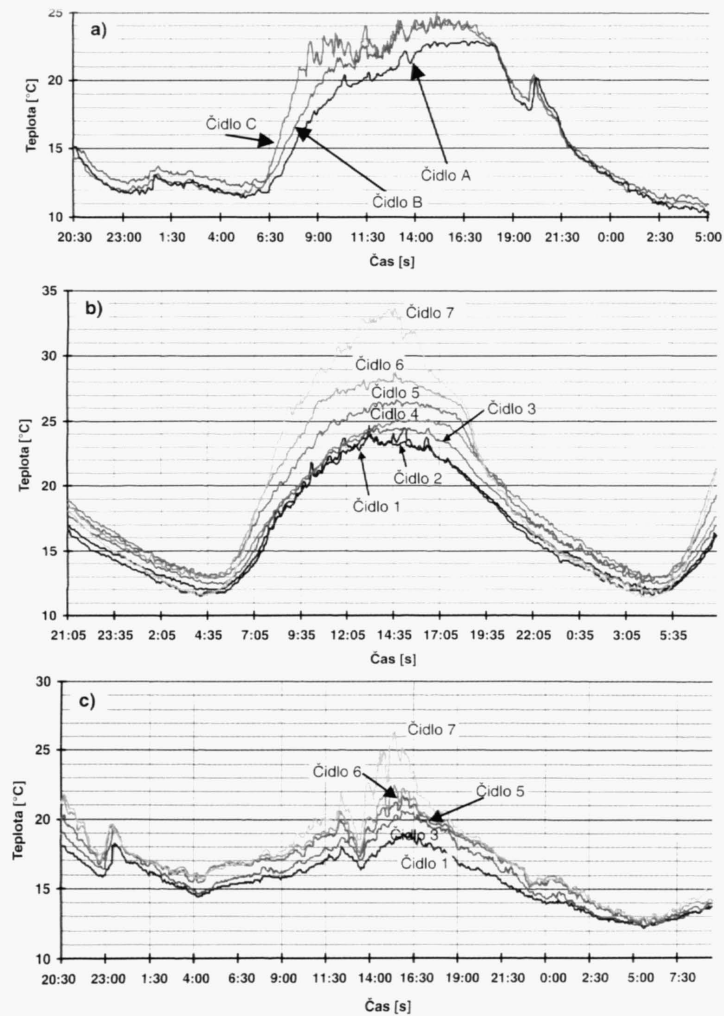
Tento jev má významný dopad na zkrácení doby fotosyntetické aktivity rostlin, a to zvláště v lesním podrostu. Na severním lesnatém svahu Oblíku v Českém Středohoří tak končí fotosyntéza asi o 2 hodiny dříve a celkové hodnoty ozáření v průběhu dne dosahují jen 10 % v porovnání s otevřenou stepní vegetací na jižním svahu (Slavíková 1983).

Nadprůměrný energetický požitek jižního svahu ve slunných dnech způsobuje přehřátí přízemní atmosféry a vznik lokální cirkulace vzduchových hmot, která je přibližně naznačena na obr. 2a. V nočních hodinách se uplatňuje nižší dlouhodobé vyzařování aktivního povrchu na prudkých, zastíněných svazích a tedy i pomalejší pokles teploty ve srovnání s rovinným terénem. Tento jev je však v dolních partiích údolí potlačen přítokem chladného vzduchu z vyšších částí svahů. V takto vytvořeném inverzním zvrstvení vzduchových hmot je víceméně eliminováno vertikální promíchávání atmosférických vrstev. Kumulací studeného vzduchu dochází v noční periodě za jasného počasí k přesycení vodní páry a tvorbě přízemních mlh v celém údolí.

Niedzwiedz Obrębska-Starkel (1972) definovali v údolí řeky Ráby v období záporné radiační bilance tři základní výškové úrovně, které se přibližně shodují s podmínkami v údolí Dyje a jejích přítoků: I. zóna jezer chladného vzduchu na dně údolí a ve spodních částech svahů; II. teplá svahová zóna nejlépe vyvinutá v horních částech svahů; III. hřbety, vrcholy a hrany údolí, které jsou chladnější a výrazněji ovlivněny místními větry.

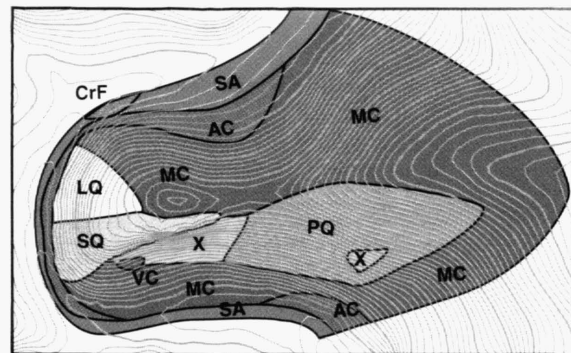
Tam, kde je přítomen lesní vegetační kryt, dochází jeho působením ke snížení teplotních extrémů, které by se vyskytovaly za stejných podmínek na volném prostranství. Zatímco bylinné patro lesa se nachází již pod úrovní aktivního povrchu, který tvoří koruny stromů, nelesní vegetace je vystavena přímým účinkům klimatických vlivů.

Výsledky pochůzkových měření, ale i údaje o složení vegetace ukazují, že průměrně nejchladnějším místem je severoseverozápadní úpatí Sloního hřbetu. V těchto místech



Obr. 4. – Záznam měření teploty vzduchu na lokalitě Sloní hřbet dne (a) 17. –19. 5., (b) 7. –9. 6. a (c) 5. –7. 7. 1996.

Fig. 4. – Air temperature records at the Sloní hřbet Ridge during the period of (a) May 17–19, (b) June 7–9 and (c) July 5–7, 1996.

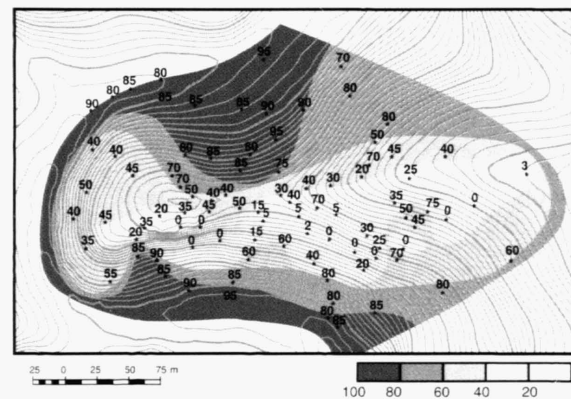


Legenda:

SA	<i>Stellario-Alnetum glutinosae</i>	PQ	<i>Pruno mahaleb-Quercetum</i>
CrF	<i>Carici remotae-Fraxinetum</i>	SQ	<i>Sorbo torminalis-Quercetum</i>
MC	<i>Melampyro nemorosi-Carpinetum</i>	VC	<i>Violo hirtae-Cornetum maris</i>
AC	<i>Aceri-Carpinetum</i>	X	Přírodní vegetace primárního bezlesí
LQ	<i>Luzulo albidae-Quercetum petraeae</i>		

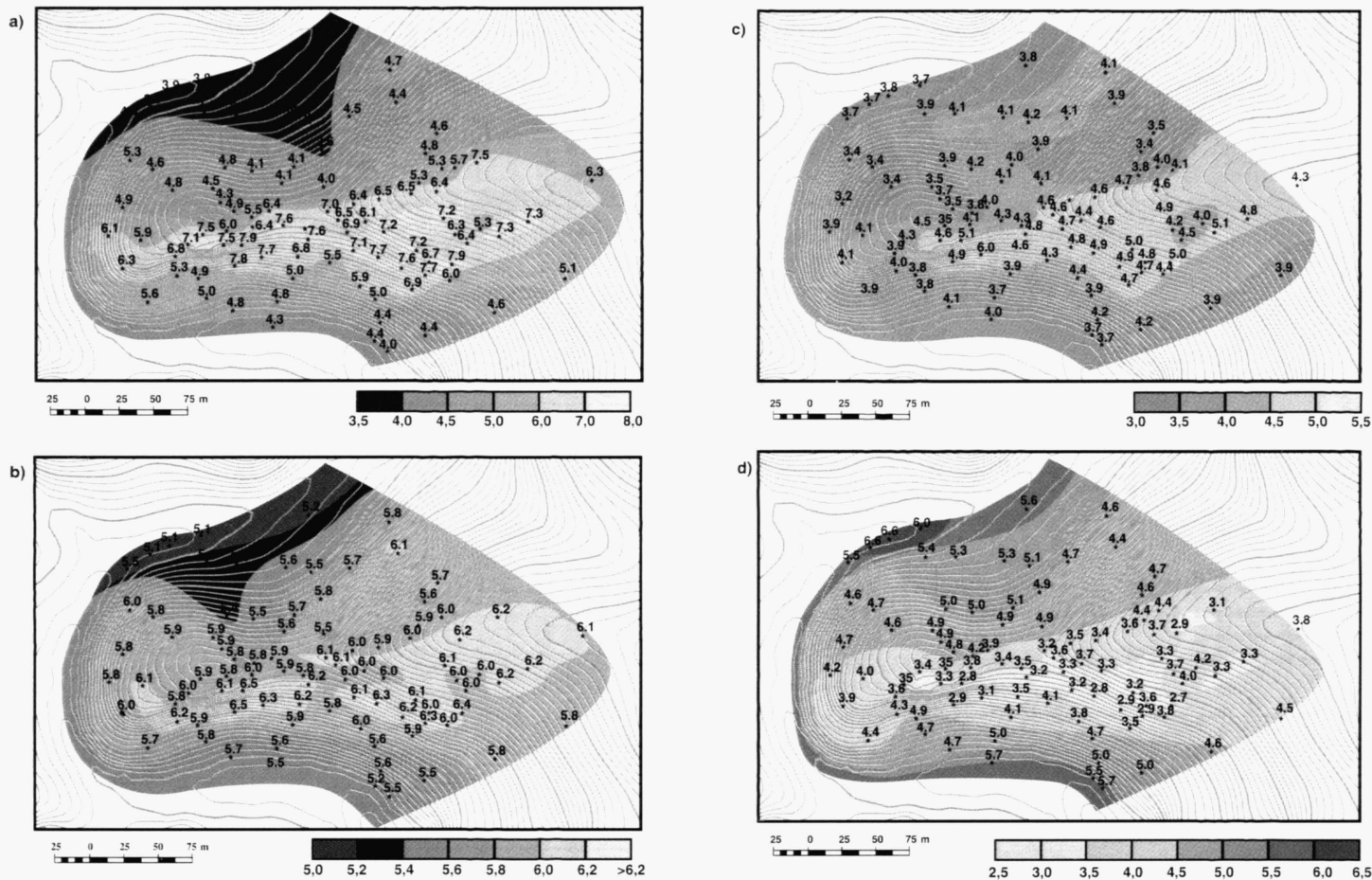
Obr. 5. – Vegetace lokality Sloní hřbet.

Fig. 5. – Vegetation of the Sloní hřbet Ridge.



Obr. 6. – Grafické znázornění procentického vyjádření pokryvnosti stromového patra.

Fig. 6. – Percentage cover of the tree layer.



Obr. 7. – Grafické znázornění průměrných hodnot nároků na (a) světlo, (b) teplo, a (c) kontinentalitu stanoviště, vyjádřených v devíticelenné stupnici, a (d) nároků na vlhkost, vyjádřených ve dvanácticelenné stupnici.

Fig. 7: Average Ellenberg indicator values for (a) light, (b) temperature, (c) site continentality and (d) moisture calculated from vegetation relevés. (a) – (c): mapped on a nine-degree ordinal scale; (d): mapped on a twelve-degree ordinal scale.

dochází ke kumulaci studeného vzduchu, který je zadržován prudkým ohybem údolí. Vlivem zastínění výběžkem Sloního hřbetu a hustým stromovým zápojem na konkávním reliéfu jsou v těchto místech také hodnoty přímého a rozptýleného záření velmi nízké.

Nejteplejší stanoviště naproti tomu představují jižní až jihojihozápadní svahy, které jsou zvláště v jarním období v poledních a časných odpoledních hodinách vystaveny kolmo dopadajícím slunečním paprskům. Teplotní rozdíl mezi jižními a severními svahy za jasného dne (měřeno ve výšce 1,5 m nad povrchem) vystupuje na 8 °C i více, proto může být za příznivých klimatických podmínek teplotní amplituda na jižním svahu až dvojnásobná ve srovnání se svahem severním. Tento rozdíl je dokumentován vysokou mírou zastoupení druhů s kontinentálním typem rozšíření (obr. 7d).

Výšková termická zonace říčního údolí je závislá na charakteru údolní nivy. V okolí údolních přehrad dochází ve srovnání s původním zalesněným dnem obvykle ke zvýšení teplotních minim a snížení teplotních maxim v porostech lemujících litorál přehradní nádrže. Maximální teplotní amplituda se přesouvá asi 50 až 70 m nad vodní hladinu (Jeník & Slavíková 1964, Quitt 1996b). Oceaničtější charakter přirozené údolní nivy bývá alespoň částečně zeslaben výskytem nočních inverzí.

Vlastnosti ideálního topoklimatu lokality (tedy takového, jehož charakter je formován pouze abiotickými složkami prostředí) vytvořily podmínky pro vývoj fyziognomicky zcela odlišných vegetačních typů (rozvolněné lesy a lesní světliny versus zapojené lesy), které zase zpětně ovlivnily vznik specifického mikroklimatu. Mikroklima je tedy odvozeno od abiotických faktorů prostředí (sklon, orientace svahu, intenzita dopadajícího záření, srážky, převládající proudění vzduchových hmot atd.), důležitou roli mají však také vlastnosti samotného vegetačního krytu. Protože nelze zcela jednoznačně kvantifikovat podíl abiotické a biotické složky na jednotlivé mikroklimatické charakteristiky, je nutno považovat vliv prostředí a vegetace na mikroklima za neoddělitelný.

Poděkování

Je mi milou povinností poděkovat RNDr. M. Chytrému, Dr., RNDr. V. Grulichovi, CSc., doc. RNDr. V. Řehořkovi, CSc. a RNDr. ing. J. Rožnovskému, CSc. za pomoc při sestavování tohoto článku. Tento projekt včetně tisku barevných příloh byl hrazen z grantu 206/96/0131 Grantové agentury ČR.

Summary

The paper shows relationships between topography, temperature and plant communities around a spur in a subsidiary of the deeply cut Dyje/Thaya river valley situated at the boundary of the Czech Republic and Austria. Temperature was measured at a height of 1.5 m for different weather types in late spring and early summer. Ninety phytosociological relevés were made in different types of vegetation and analyzed by using Ellenberg indicator values for vascular plants in order to estimate the vegetation relationships to light, temperature, continentality and moisture. The average values calculated for each relevé were mapped and the resulting maps were compared with (i) temperature measurements carried out during periods of sunshine and cloudy weather and (ii) meteorological records of valley fogs and breezes. The results show a high correlation between the spatial pattern of temperature and environmental factors estimated from indicator values. South-facing slopes, mainly covered by open oak forests, are slightly warmer, but much more continental than north-facing slopes with oak-hornbeam forests. The difference in temperature maxima on the opposite slopes may exceed 8 °C. On the other hand, temperature minima occurring during clear nights on the south-facing slopes and in the bottom of the valley may be 2 °C lower than the minima on the upper part of the north-facing slopes. Spatial pattern of temperature in the study area is primarily determined by topography and further modified by the vegetation cover.

Literatura

- Batík P. (1992): Geologická mapa Národního parku Podyjí. – Český geologický ústav, Praha.
- Braun-Blanquet J. J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Ed. 3. – Wien & New York.
- Ehrendorfer F. (ed.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – G. Fischer Verl., Stuttgart.
- Ellenberg H. et al. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot., Göttingen, 18: 1–258.
- Gruhlic V. (1997): Atlas rozšíření cévnatých rostlin Národního parku Podyjí. – Masarykova Univerzita, Brno.
- Chytrý M. & Vicherek J. (1995): Lesní vegetace Národního parku Podyjí/Thayatal. – Academia, Praha.
- Jeník J. & Slavíková J. (1964): Střední Vltava a její přehrady z hlediska geobotanického. – In: Jeník J. (ed.), Vegetační problémy při budování vodních děl, p. 67–100, NČSAV, Praha.
- Larcher W. (1994): Fyziologická ekologie rostlin. – Academia, Praha.
- Moravec J. et al. (1994): Fytcenologie (Nauka o vegetaci). – Academia, Praha.
- Neuhäusl R. & Neuhäuslová-Novotná Z. (1967): Syntaxonomische Revision der azidophilen Eichen- und Eichenmischwälder im westlichen Teile der Tschechoslowakei. – Folia Geobot. Phytotax., Praha, 2: 1–41.
- Niedzwiedz T. & Obrebska-Starkel B. (1972): Beispiel der Anfertigung einer mesoklimatischen Karte für die Karpaten. – In: Quitt E. (ed.), Mesoklima im Umweltkomplex, Stud. Geogr., Brno, 26: 85–95.
- Petrík M. (1971): Mikroklima lesných typov na vulkanitoch stredného Slovenska. – Biol. Pr. SAV, Bratislava, 17/6: 1–159.
- Prošek P. (1976): Noční teplotní inverze při výskytu teplé svahové zóny na svazích Pavlovských vrchů. – Meteorol. Zpr., Praha, 29: 89–92.
- Prošek P. (1978): Vliv reliéfu na teplotní poměry Pavlovských vrchů. – Folia Fac. Sci. Natur. Univ. Purk. Brun., Geogr., Brno, 19: 1–99.
- Prošek P. & Rein F. (1982): Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry. – SPN, Praha.
- Quitt E. (1961): Mesoklimatický průzkum střední části Dyjskosvrateckého úvalu. – Pr. Brněň. Zákł. ČSAV, Brno, 33: 77–111.
- Quitt E. (1972): Mezoklimatické poměry Moravského krasu. – Zpr. Geogr. Úst. ČSAV, Brno, 9: 10–15.
- Quitt E. (1975): Mapa klimatických oblastí 1: 500 000. – Geografický ústav ČSAV, Brno.
- Quitt E. (1996a): Příspěvek k poznání mikroklimatu Mohelenské hadcové stepi. – Přír. Sborn. Západor. Muz. Třebíč 21: 57–73.
- Quitt E. (1996b): Změny mikroklimatu a topoklimatu způsobené výstavbou vodních nádrží Dalešice a Mohelno. – Přír. Sborn. Západor. Muz. Třebíč 21: 1–26.
- Slavíková J. (1983): Ecological and vegetational differentiation of solitary conic hill (Oblík in České Středohoří Mts.). – Academia, Praha.
- Stoutjesdijk P. & Barkman J. J. (1992): Microclimate, vegetation and fauna. – Opulus Press, Uppsala.
- Tichý L. & Chytrý M. (1996): *Festuco pallentis-Alysetum saxatilis* na jihozápadní Moravě. – Zpr. Čes. Bot. Společ., Praha, 31: 187–192.
- Tichý L., Chytrý M., Pokorný-Strudl M., Strudl M. & Vicherek J. (1997): Wenig bekannte Trockenrasengesellschaften in der Flusstälern am Südostrand der Böhmisches Masse. – Tuexenia, Göttingen, 17: 223–237.
- Vesecký A. et al. (1961): Podnebí Československé socialistické republiky. Tabulky. – Praha.
- Wallnöfer S., Mucina L. & Grass V. (1993): *Quercus-Fageteta*. – In: Mucina L., Grabherr G. & Wallnöfer S. (eds.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Vol. 3. Wälder und Gebüsche, p. 85–236, Gustav Fischer Verlag, Jena etc.
- Yoshino M. M. (1975): Climate in a small area. – Univ. Tokyo Press, Tokyo.

Appendix 1. – Syntaxonomický přehled vegetace na lokalitě Sloní hřbet.

Appendix 1. – Overview of phytosociological classification of vegetation at the Sloní hřbet Ridge.

Lesní vegetace:

- Alnion incanae* Pawlowski in Pawłowski et al. 1928
- Stellario-Alnetum glutinosae* Lohmeyer 1957
- Carici remotae-Fraxinetum* Koch ex Faber 1936
- Carpinion betuli* Issler 1931
- Melampyro nemorosi-Carpinetum* Passarge 1957
- Tilio-Acerion* Klika 1955
- Aceri-Carpinetum* Klika 1941
- Genisto germanicae-Quercion* Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1967
- Luzulo albidae-Quercetum petraeae* Hilitzer 1932
- Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932
- Pruno mahaleb-Quercetum pubescentis* Jakucs et Fekete 1957
- Quercion petraeae* Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960
- Sorbo torminalis-Quercetum* Svoboda ex Blažková 1962

Nelesní vegetace:

- Alysso-Festucion pallentis* Moravec in Holub et al. 1967
- Festuco pallentis-Alysetum saxatilis* Klika ex Čeřovský 1949 corr.
Gutermann et Mucina 1993
- Festucion valesiacae* Klika 1931
- Inulo oculi-christi-Stipetum pulcherrimae* Vicherek et Chytrý in Chytrý et
Vicherek 1996
- Genisto tinctoriae-Stipetum joannis* Tichý et al. 1997
- Berberidion* Br.-Bl. 1950
- Violo hirtae-Cornetum maris* Hilbig et Klotz in Rauschert 1990

Appendix 2. – Sledování změn počasí v průběhu jednotlivých teplotních měření.

Měření dne 17.–19. 5. 1996

- 17. 5., 18.30–19.00 hod. – Zataženo, déšť, v údolí leží přibližně pod vrstevnicí 330 m n. m. přízemní mlha.
- 18. 5. – V nočních hodinách (okolo 1.00 hod.) krátká přeháňka. V 5.00–7.45 hod. se postupně přízemní mlha na dně údolí rozpouští, polojasno, od 10.00 hod postupně oblačno až skoro zataženo až do 14.00 hod. Později ubývání oblačnosti, v 15.00 hod. již polojasno až skoro jasno a od 16.00 do 19.30 hod jasno. Poté došlo k přiblížení mohutné bouřkové oblačnosti, od 20.45 do 21.15 hod. prudký vítr, oblačno. Později opět bezvětří až mírný vánek, jasno až skoro jasno, v noci přízemní mlha na dně údolí.
- 19. 5. – V ranních hodinách (5.00–7.45 hod.) se postupně mlha rozpouští, jasno.

Měření dne 7.–9. 6. 1996

Po celou dobu měření zaznamenán téměř ideální radiální typ počasí, jasno, jen výjimečně skoro jasno, převážně bezvětří. V průběhu nočních hodin obou dní vznik výrazné radiální mlhy v celém říčním údolí.

Měření dne 5.–7. 7. 1996

- 5. 7., 21.00–23.00 hod. – Jasno, bezvětří až slabý vítr. Později oblačno až zataženo.
- 6. 7. – Mezi 0.00–0.30 fouká prudký vítr, zataženo. V 6.00–11.00 hod. zataženo s často přerušovaným drobným mrholením. Od 11.00 skoro zataženo, chvílemi až oblačno. 13.30–13.45 hod. vydatnější déšť, později opět oblačno až skoro zataženo. Od 15.00 hod. začíná foukat vítr, postupně přibývá oblačnost a od 18.00 hod zataženo.
- 7. 7. – Zataženo, od 6.00 hod přerušované mrholení.