

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

Martina HRUBOŠOVÁ

MONITOROVÁNÍ PROMĚNLIVOSTI
VYBRANÝCH FAKTORŮ MIKROKLIMATU
V OKOLÍ EKOTONŮ

Magisterská práce

Vedoucí práce: Ing. Helena Kilianová, Ph.D.

Olomouc 2009

Prohlašuji, že jsem zadanou magisterskou práci řešila sama a že jsem uvedla veškerou použitou literaturu. Všechna poskytnutá vstupní i výstupní digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci, 10. srpna 2009

.....

podpis

Velmi ráda bych poděkovala a vyslovila uznání všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především děkuji Ing. Heleně Kilianové, vedoucí mé diplomové práce, za odborné vedení, cenné rady a připomínky, a RNDr. Vilému Pechancovi a Mgr. Pavlovi Tučkovi za přínosné konzultace.

Zvláštní poděkování patří mému otci, Ladislavu Hrubošovi, a i všem ostatním, kteří mi ochotně pomáhali při terénních měřeních. Jejich pomoci si nesmírně cením a vážím.

OBOUSTRANNÁ KOPIE ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Obsah

1	Úvod	6
2	Cíl práce	7
3	Metody a postup zpracování	8
3.1	Studium literatury	8
3.2	Zpracování dlouhodobých mikroklimatických charakteristik	8
3.3	Terénní měření	9
3.4	Anemometry Testo 410-2 a 410-1.....	14
3.5	Vytvoření elektronického formuláře.....	15
3.6	Vyhodnocení zápoje stromů.....	16
3.7	Statistické vyhodnocení dat.....	17
3.8	Vizualizace dat	19
3.9	Vyhodnocení dat a formulace závěrů	19
4	Charakteristika zájmového území	20
4.1	Vymezení zájmového území	20
4.2	Geologická a geomorfologická stavba.....	21
4.3	Klimatické poměry	22
4.4	Hydrologické poměry	23
4.5	Půdní poměry	23
4.6	Biogeografické poměry.....	23
5	Mikroklimatická charakteristika povodí	25
5.1	Teplotní poměry	26
5.2	Atmosférické srážky	28
5.3	Sněhové poměry	29
5.4	Vlhkostní poměry	29
5.5	Tlak vzduchu a větrné poměry	30
5.6	Sluneční záření, sluneční svit a oblačnost.....	32
6	Ekoton a jeho význam	34
7	Charakteristika vytyčených transektů v povodí Trkmanky	35
8	Výsledky	37
8.1	Analýza teplotních poměrů	37
8.2	Analýza větrných poměrů	42
8.3	Analýza vlhkostních poměrů.....	47
8.4	Podobnost ekotonů k okolnímu prostředí	51
9	Diskuze	56
10	Závěr	58
11	Použité zdroje	60
	Summary	62
	Přílohy	

1 Úvod

Lesy zastávají v přírodě významnou roli podnebotvorného faktoru. Rozčleněný korunový plášť lesů vytváří velmi drsný povrch, který ovlivňuje řadu klimatických charakteristik, jako jsou například atmosférické srážky či proudění vzduchu. A podobný význam zastávají i okraje lesů, pomezí mezi dvěma rozdílnými společenstvy. Tato styčná plocha, jež je v užším pojetí zvána odborným termínem ekoton, představuje svislou překážku pro mnoho dalších dějů. Výrazný vliv má například na proudění vzduchu, kde působí jako účinná brzda větru. Změna v režimu proudění vzduchu vyvolá pak celý řetězec změn dalších, zejména v režimu teplotním a vlhkostním (podle Mráček, Krečmer, 1975).

V dnešní době, kdy je možné používat moderní zařízení sloužící k přesnému měření mikroklimatických faktorů, lze postoupit dále i k otázce kvantifikace vyvolaných změn mikroklimatu, jež jsou dány přítomností ekotonu. Jak se mění rychlost proudění vzduchu při průchodu ekotonem? A jaké změny jsou patrné v teplotních a vlhkostních charakteristikách? Mění se tyto poměry během roku? Je ekoton z hlediska mikroklimatu více podobný lesnímu společenství nebo travnímu? Zejména tyto otázky jsou základními stavebními prvky diplomové práce, jež si klade za cíl, na ně najít odpověď.

2 Cíl práce

Cílem magisterské práce je monitorování vybraných ukazatelů mikroklimatu v souvislosti s působením ekotonů v krajině v zájmovém území, jež je vymezeno povodím řeky Trkmanky. Sledovanými ukazateli mikroklimatu budou teplota vzduchu, rychlost proudění vzduchu a vlhkost vzduchu.

Hlavní úkol spočívá v opakovaném měření klimatických dat na vytyčených transektech pomocí tří ručních anemometrů (Testo 410-1 a 410-2). Tato data budou v terénu zapisována pomocí e-formuláře do PDA a následovně zpracována, analyzována a vizualizována pomocí programů MS Excel a produktů společnosti ESRI. Součástí práce je též zpracování dlouhodobých mikroklimatických charakteristik pro zájmové území a výsledky literární rešerše na téma možnosti sledování změn mikroklimatu.

3 Metody a postup zpracování

3.1 Studium literatury

V první fázi práce bylo nutné nastudovat potřebné materiály týkající se ekotonů a jejich významu a funkci v krajině. Další literatura potřebná k osvojení se vztahovala k charakteristice mikroklimatu, jednotlivých mikroklimatických prvků a způsobu jejich měření. Potřebné bylo i studium mapových podkladů, statistických rozborů a geografických publikací, které byly využity při zpracování geografické a zejména klimatické charakteristiky zkoumaného území. Všechny literární prameny i internetové zdroje, ze kterých bylo čerpáno pro vypracování diplomové práce, jsou uvedeny v kapitole 11.

3.2 Zpracování dlouhodobých mikroklimatických charakteristik

Na území povodí Trkmanky se nacházejí tři meteorologické stanice, ze kterých bylo možné získat data měřených meteorologických prvků. Základní meteorologická stanice se nacházela v obci Velké Pavlovice, kde však byl k říjnu 2008 ukončen provoz. Místo této stanice byla ustanovena nová v nedaleké obci Kobyly. V dalších dvou případech se jedná o stanice srážkoměrné, které jsou umístěny v obcích Klobouky u Brna a Ždánice.

Meteorologická stanice Velké Pavlovice se nachází v jihozápadní části povodí v nadmořské výšce 196 m n. m. a na souřadnicích 48°54'31'' severní šířky a 16°49'28'' východní délky. Tato stanice se nachází v klimatické oblasti T 4.

Srážkoměrná stanice v Kloboukách u Brna je umístěna na rozhraní klimatických oblastí T 4 a T 2. Stanice se nachází ve střední části zkoumaného povodí ve výšce 248 m n. m. Souřadnice stanice jsou 49°00' severní šířky a 16°52' východní délky.

Srážkoměrná stanice Ždánice reprezentuje klimatickou oblast T 2. Tato stanice se nachází v severovýchodní části povodí ve výšce 228 m n. m. Souřadnice stanice jsou 49°04' severní šířky a 17°02' východní délky (podle ČHMÚ).

V práci jsou jednotlivě charakterizovány teplotní, srážkové, sněhové, vlhkostní, tlakové a větrné poměry. Dále následuje charakteristika slunečního záření, slunečního svitu a oblačnosti. Data, která jsou v diplomové práci zpracována, jsou vztažena ke zmíněným klimatologickým stanicím. Avšak zajistit takové množství dat, které by umožnilo stanovit podrobnou charakteristiku jednotlivých mikroklimatických faktorů, se bohužel v celém rozsahu nepodařilo.

Pro časové období 1961–1990, jež bylo zvoleno Světovou meteorologickou organizací jako referenční období, byla zajištěna data o průměrné měsíční teplotě, atmosférických srážkách a slunečním svitu. Data o teplotě a srážkách byla převzata z diplomové práce Reného Kvinty (1996). Dlouhodobý průměr délky trvání slunečního svitu a data o průměrných teplotách pro rok 2008 byly převzaty z veřejné části databáze CLIDATA, která je publikována na internetových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (<http://www.chmi.cz/meteo/ok/infklim.html>). Tato data se vztahují ke stanici Velké Pavlovice a údaje o srážkách navíc ke stanicím Klobouky u Brna a Ždánice.

Sněhové poměry jsou odvozeny z dat stanice Ždánice z období let 1920–1950. Charakteristika vlhkostních poměrů je stanovena z dat stanice Velké Pavlovice za období 1926–1980. Data o průměrné četnosti směru proudění vzduchu pocházejí ze stanice Klobouky u Brna a jsou vztažena k období 1946–1953. Ze stanice Klobouky u Brna pocházejí i data o oblačnosti, která byla zaznamenávána v období 1926–1950. Všechna tato zmíněná data byla publikována v práci Reného Kvinty (1996).

Pro nedostatek údajů o tlakových poměrech, rychlosti proudění vzduchu a slunečním záření byla mikroklimatická charakteristika jednotlivých stanic nahrazena celkovou charakteristikou zájmového území. Použité informace jsou čerpány z publikace Atlas podnebí Česka, který byl zpracován pro prodloužené referenční období 1961–2000.

Pro získaná data byly v programu Microsoft Excel, v závislosti na charakteru dat, vypočítány základní statistické charakteristiky, jako je aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka, suma či minimální a maximální hodnoty. Tabulky a grafy o jednotlivých klimatických faktorech jsou uvedeny v příloze na DVD, popřípadě jsou vybrané grafy umístěny v kapitole 5.

3.3 Terénní měření

Cílem práce je měření vybraných faktorů mikroklimatu a sledování jejich proměnlivosti, která je zapříčiněna existencí ekotonu. V názvu práce se uvádí, že jednotlivé ukazatele mikroklimatu se budou pozorovat v okolí ekotonů. Pojmem okolí se rozumí jednak ekoton samotný a taky oba ekosystémy, jež ekoton rozděluje.

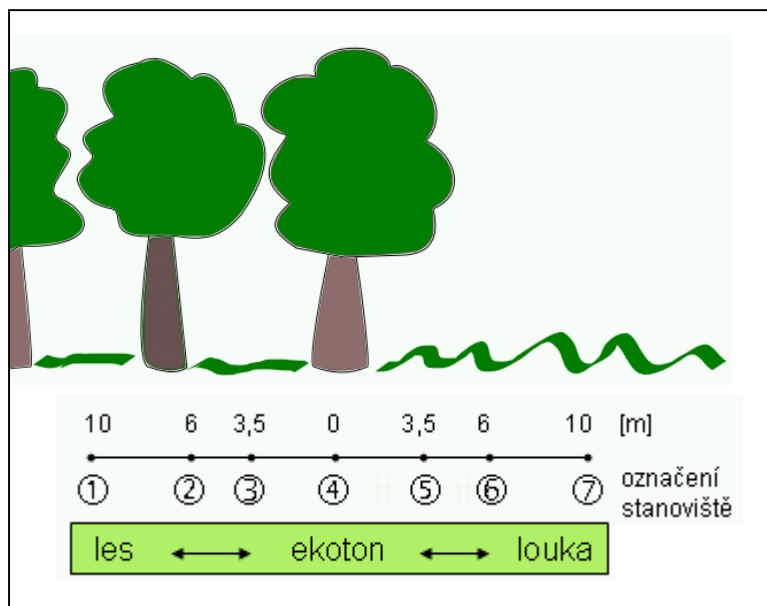
3.3.1 Vymezení transektů a stanovišť

Zájmovým územím je v širším slova smyslu povodí řeky Trkmanky. Samotná měření se ale uskutečňovala pouze ve dvou vybraných modelových územích, která se nacházejí v okolí obcí Ždánice a Kobyly (Příloha 1). Na počátku projektu se dále

uvažovalo ještě o třetím modelovém území v okolí obce Rakvice, ale to bylo následně zavrhnuto, poněvadž zdejší ekosystémy byly již silně ovlivněny lidskou společností.

V těchto oblastech byly dále vybrány reprezentativní ekotony a těmi vedeny transepty. Tyto transepty procházejí kolmým směrem skrz ekoton a prostupují do obou navazujících ekosystémů. V modelovém území poblíž obce Ždánice byly vymezeny 3 transepty (T5, T6 a T8) a v modelovém území poblíž Kobylí pak 5 transeptů (T1, T3, T4, T9 a T10). Délka transeptů je různá v závislosti na charakteru (typu) ekotonu.

Nejčastější typ ekotonu tvořil poměrně ostrou hranici mezi ekosystémy. Zde byla navržena délka transeptu 20 m, kde střed transeptu odpovídal středu ekotonu. Na transeptu bylo ustanoveno 7 stanovišť, na kterých probíhala měření – jedno uprostřed ekotonu, 3 „před“ a 3 „za“ ekotonem. Rozestupy stanovišť a jejich označení je patrné na schématu (Obrázek 1). Stanoviště 4 představuje ekoton, 3 a 5 hranice ekotonu, 2 a 6 se nacházejí v těsné blízkosti ekotonů a 1 a 7 reprezentují jednotlivé ekosystémy (les a trvalý travní porost). Délka transeptu i vzdálenosti mezi stanovišti byly stanoveny po konzultaci s vedoucí práce a odborníky z řad botaniků. Toto vymezení transeptu je platné pro transepty s označením T4, T6, T8, T9 a T10.

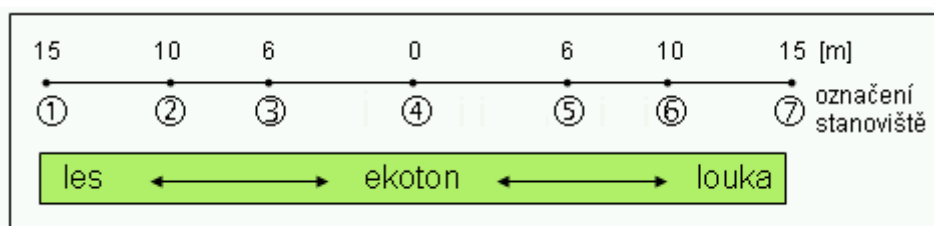


Obrázek 1 Stanoviště na transektu

Podobně tomu bylo i u transektu T1. Ten se nachází v těsné blízkosti oploceného soukromého pozemku, jež je využíván jako vinice, a poněvadž by měření zasahovalo i do tohoto pozemku, bylo nutné upustit od stanoveného počtu stanovišť a snížit tak jejich počet na 5. Odebráno bylo stanoviště ležící na soukromém pozemku

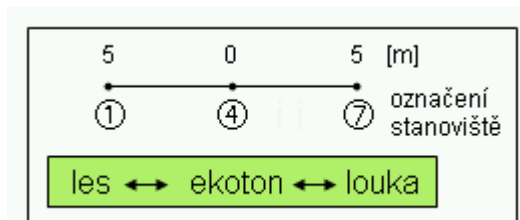
a k němu příslušné párové stanoviště, na kterém by probíhalo měření současně. Měření proto probíhalo jen na stanovištích 2–6.

K difúznímu ekotonu, ve kterém se nachází transekt T5, bylo přistupováno obdobně, jako je znázorněno na obrázku č. 1, ale s rozdílem v délce vymezeného transektu. Zatímco u předchozího typu ekotonu se dala vymezit poměrně přesná hranice mezi jednotlivými společenstvy, tak u ekotonu s transektem T5 tuto hranici představuje široké pásmo, jež má charakter expandujícího lesa. V tomto konkrétním území byla délka transektu prodloužena na 30 m a v souvislosti s tím se liší i vzdálenosti mezi jednotlivými stanovišti. Situaci znázorňuje níže uvedené schéma (Obrázek 2).



Obrázek 2 Stanoviště na prodlouženém transektu

Jinak bylo přistupováno i u transektu T3. Ekoton s transektem T3 je vytvořen uprostřed lesa v místě, kde vzniklo tzv. stepní očko. Plocha stepního očka i ekotonu je poměrně malá, proto zde byly vymezeny pouze 3 stanoviště s celkovou délkou transektu 10 m (viz Obrázek 3).



Obrázek 3 Stanoviště na zkráceném transektu

3.3.2 Měření mikroklimatické ukazatele

Pro sledování proměnlivosti mikroklimatu byly vybrány 3 respektive 4 faktory, které mají zásadní význam pro charakter mikroklimatu. K získávání hodnot jednotlivých meteorologických veličin (faktorů mikroklimatu) byl zvolen přístroj Testo 410-2 a obdobný model Testo 410-1.

Přístroj Testo 410-2 se může charakterizovat jako vrtulkový anemometr s integrovaným čidlem pro měření vlhkosti a NTC sondou pro měření teploty

vzduchu. Model 410-1 pak může být popsán jako vrtulkový anemometr s NTC sondou pro měření teploty vzduchu. Rozdíl mezi modelem 410-2 a 410-1 tedy spočívá v tom, že u prvního jmenovaného modelu se nachází i měřidlo vlhkosti. Podrobnější popis přístrojů je uveden v kapitole 3.4. Nejocentelnější funkce přístroje je, že dokáže vypočítat z naměřených hodnot střední hodnotu, která se dále zapisovala a zpracovávala.

Sledovanými meteorologickými veličinami byly:

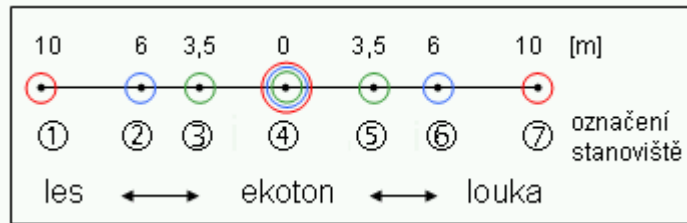
- rychlost proudění vzduchu
- teplota a pociťovaná teplota vzduchu
- relativní vlhkost vzduchu.

Jednotlivé meteorologické prvky, jejich charakteristika, způsoby konvenčního měření na meteorologických stanicích a další informace jsou uvedeny v další části práce.

3.3.3 Postup měření

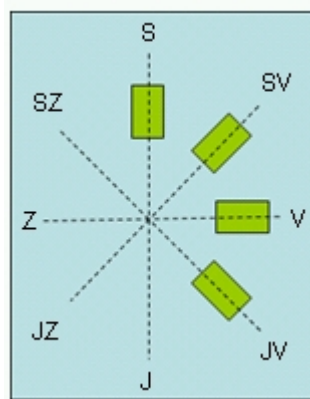
Měření byla prováděna na každém transektu vždy jednou za měsíc v období 04/2008–04/2009, kdy měření v dubnu 2008 bylo považováno za zkušební, a tak data z tohoto měsíce nejsou úplná a nebyla použita pro další analýzy. Data dnů i čas měření jsou uvedeny vždy u příslušné tabulky s hodnotami sledovaných charakteristik u jednotlivých transektů (příloha na DVD). Všeobecně se dá říci, že měření probíhala většinou na závěr daného měsíce. Především z technických důvodů, poněvadž používané anemometry mají krytí IP10 (kde 0 značí, že přístroj není chráněn před vnikáním vody), se měření uskutečňovala v termínech, na které meteorologická předpověď nahlašovala příznivé počasí bez srážek. V případě, kdy se srážky vyskytly, bylo měření dokončeno za použití deštníků, nebo bylo měření zcela přerušeno.

Měření probíhala vždy na třech stanovištích zároveň, jak je zachyceno na schématu (Obrázek 4), aby se dal posoudit vliv ekotonu na průběh sledovaných klimatických charakteristik. Tudíž byla měření prováděna v kombinaci stanovišť: 1 - 4a - 7, 2 - 4b - 6 a 3 - 4c - 5 (pro odlišení jednotlivých měření bylo označení stanoviště 4 doplněno malými písmenky *a*, *b*, *c*). Měření byla většinou prováděna od nejbližších stanovišť směrem do středu.



Obrázek 4 Způsob měření

Na každém stanovišti probíhala měření ve dvou různých výškách – 15 cm a 2 m nad zemí. Měření ve výšce 15 cm bylo prováděno pro zjištění vlivu přízemní vegetace na sledované meteorologické prvky. V obou výškách navíc bylo měření prováděno ve 4 směrech, tak aby bylo zachyceno proudění vzduchu z osmi světových stran. První měření bylo prováděno vždy ve směru sever-jih. Při dalším měření byl anemometr vždy otočen o 45° ve směru hodinových ručiček, tudíž bylo druhé měření prováděno ve směru SV-JZ, třetí ve směru Z-V a čtvrté JV-SZ. Princip je ukázán na Obrázku 5. Je nutné si uvědomit, že postavení anemometru bylo fixně dáno a nepodléhalo směru proudění vzduchu. Jednotlivé světové strany byly určovány v terénu pomocí příruční buzoly. Převládající směr větru byl určován pomocí lehkého magnetofonového pásku, který byl přichycen na tyčkách určených k držení anemometrů.



Obrázek 5 Pozice anemometru

Všechna měření byla prováděna po dobu 2 minut. Anemometr během této doby snímal hodnoty v intervalu 0,5 sekund a poté byl schopen vypočítat střední hodnotu ze všech naměřených hodnot. Střední hodnotou se v tomto případě rozumí aritmetický průměr, který je určen pomocí metody klouzavého průměru. Stanovený čas pro měření byl optimální variantou pro to, aby byly ve výsledné hodnotě shlazeny

naměřená maxima i minima, a zároveň byl vystihnut charakter sledovaných veličin. Pro vymezení 2 minut byly používány digitální stopky.

Výsledné hodnoty každého měření byly zaznamenávány do připraveného elektronického formuláře v PDA. Hlavní výhodou používání PDA spočívala v zaznamenávání hodnot do paměti přístroje, ze kterého se poté dala data snáze přetáhnout, bez nutnosti jakéhokoliv opisování. Další přednosti spočívaly v kompaktnosti přístroje a v okamžité připravenosti, kdykoliv bylo potřeba provést zápis. Naproti tomu nejslabším místem PDA byla výdrž baterie, omezené možnosti využití v zimním období či nepříznivém počasí a možnost poruchy přístroje, která by mohla znamenat ztrátu dat. Hlavně z těchto důvodů proto bylo během zimního období využíváno i ručního zapisování hodnot na papír do připravených záznamových tabulek. Předností této metody bylo rychlé zaznamenávání hodnot, po kterém ale následovalo časově náročné přepisování dat do elektronické podoby. Tvorba elektronického formuláře pro sběr dat je popsána v kapitole 3.5.

Pro anemometry byly vytvořeny speciální držáky, které fixovaly polohu a výšku měření. Základní konstrukci držáku tvořila sklolaminátová tyč, jež se dala rozložit na 4 menší části, které se pak snáze přenášely mezi jednotlivými transekty. Na tyči byly ve výšce 15 cm a 2 m (ve skutečnosti to bylo o něco níže, tak aby byla v požadované výšce vrtulka anemometru) přichyceny speciální držáky, do kterých se anemometr zasouval. Pro lepší stabilitu držáků byly tyčky vsazovány do železných bodců.

3.4 Anemometry Testo 410-2 a 410-1

Pro sledování proměnlivosti mikroklimatu byly pořízeny 2 anemometry Testo 410-2 a 1 anemometr Testo 410-1. Tyto přístroje jsou konstruovány pro měření rychlosti proudění vzduchu pomocí integrované vrtulky o průměru 40 mm a teploty pomocí sondy NTC. Anemometry navíc dokážou vypočítat tzv. pocitovanou teplotu (windchill), která udává míru zchlazení větrem (hodnota „pocitované teploty“ se od „teploty“ liší jen v případě, kdy okolní teplota klesne pod 10°C a kdy je rychlost proudění vzduchu větší než 1,34 m/s). Model 410-2 má navíc vlhkostní senzor pro měření vlhkosti vzduchu. Přístroje jsou vhodné pro rychlá krátkodobá měření ve venkovním i vnitřním prostředí. Kromě zobrazení aktuálních hodnot sledovaných veličin jsou oba modely vybaveny funkcemi:

- Hold – naměřená hodnota zůstane podržena na displeji
- Max – zobrazuje maximální hodnotu od posledního zapnutí přístroje nebo vynulování maxima

- Min – zobrazuje minimální hodnotu od posledního zapnutí přístroje nebo vynulování minima
- Avg (Hold Avg) – pro výpočet časové střední hodnoty.

Anemometry se řadí svojí velikostí mezi „kapesní“ přístroje. Jejich ovládání je velmi snadné a intuitivní. Nicméně je velmi důležité si zacházení s přístrojem osvojit, aby měření byla prováděna s co nejmenšími časovými ztrátami.

Anemometry byly během celého období výzkumu průběžně kontrolovány tím, že bylo zjišťováno, zda ukazují za shodných podmínek stejné hodnoty. Tyto kontroly prokázaly ve všech případech, že se anemometry shodují, a tudíž lze usuzovat, že žádný z anemometrů nevykazuje chybu.

V náročných terénních podmínkách během přesunů mezi transektu byly anemometry přepravovány v bezpečí svých pouzder a uvnitř nepromokavého batohu.

Před měřením lze nastavit pro jednotlivé veličiny jednotky, ve kterých budou hodnoty zobrazovány. Pro potřeby této práce byla zvolena pro měření proudění vzduchu jednotka m/s, teplota byla určována v °C a vlhkost v %.

Obrázek anemometru a základní technické údaje jednotlivých senzorů a celého přístroje jsou uvedeny v příloze 3.

3.5 Vytvoření elektronického formuláře

Pro efektivnější sběr dat byl vytvořen elektronický formulář, jenž umožňoval ukládání zjištěných hodnot meteorologických měření do digitální podoby přímo v terénu. Pro jeho tvorbu a zpřístupnění byly použity softwarové produkty od firmy GrandaSoft Ltd. – XS Designer a XS Forms. Tyto aplikace, které byly původně vytvořeny pro komerční účely, jsou nyní poskytovány s licencí freeware. Pro optimální použití programů je však zapotřebí, aby byla provedena registrace, po níž je uživateli přidělen registrační klíč.

Navržení formuláře bylo provedeno pomocí programu XS Designer, který disponuje intuitivním grafickým uživatelským rozhraním. Program je založen na bázi editace WYSIWYG, přičemž uživatel nemusí znát programovací jazyk. E-formulář obsahuje 2 strany. Na první straně nazvané „Měření“ jsou umístěna pole pro zaznačení informací o označení transektu a stanoviště, výšky měření a sada polí pro zaznačení naměřených hodnot teploty (popřípadě pocíťované teploty), rychlosti proudění vzduchu, směru větru a relativní vlhkosti. Na druhé straně je umístěno textové pole pro vepsání poznámky.

Pole „Označení transektu“ a „Směr větru“ mají již dopředu přednastavené možnosti výběru hodnot, u pole „Výška měření“ lze vybírat ze dvou možných variant

a u sady polí pro zápis naměřených hodnot je přednastavena maska. Maska tvaru „#.##“ značí, že vepsáno musí být číslo s jedním desetinným místem. Tyto masky výrazně urychlovaly zápis hodnot, avšak v průběhu roku je bylo potřeba upravit či zcela odstranit, aby bylo možné zapsat například i minusové hodnoty pro teplotu v zimním období. Do polí „Stanoviště“ a „Poznámka“ lze zapisovat libovolný text. Důležité je nastavit, aby se všechny zapisované hodnoty ukládaly do databáze. Informace o datu a času zápisu se ukládají do databáze automaticky. Grafická podoba formuláře a jeho datový model je uveden v příloze 4, e-formulář samotný pak na přiloženém DVD.

Vytvořený formulář lze poté zobrazit v PDA pomocí programu XS Forms. Zapisovaná data se ukládají do Pocket Access Database (.cdb), kterou je zapotřebí pro další práci s databází na osobním počítači konvertovat na databázi Microsoft Access (.mdb). Získaná data byla posléze upravována v prostředí MS Excel.

3.6 Vyhodnocení zápoje stromů

Vyhodnocení zápoje stromů bylo provedeno na transektu T10. Jedná se o vyhodnocení fotografií, které zachycují přímý pohled na les z trvalého travního porostu. Zápojem se v tomto případě rozumí nejenom pokryvnost korunové části stromů, ale i kmenů, keřů a další vegetace, jež se objevuje ve stanoveném výseku fotografie.

Fotografie, které vstupují do analýzy, byly pořízeny v časové řadě květen 2008 až duben 2009. Pořízeny byly fotoaparátem Panasonic Lumix DMC-LS60 v rozlišení 2048 x 1536 pixelů. Poněvadž fotografie nezachycují vždy stejné území, bylo potřeba je rektifikovat. Rektifikace i následující analýza obrazu byla provedena v prostředí ESRI ArcView GIS 3.x. Za referenční snímek byla zvolena fotografie pořízená v měsíci březnu (brezP1030934.jpg), poněvadž stromy ještě nebyly olistěné a tak na fotografii bylo možné najít dostatečné množství vhodných bodů k rektifikaci. Rektifikace byla provedena pomocí algoritmu polynomální transformace 1. stupně při výběru 4 vlíčovacích bodů. Rektifikace byla považována za úspěšnou (přesnou), pokud byla celková výsledná chyba RMS nižší než 4 (celkové chyby RMS jednotlivých snímků jsou uvedeny v příloze na DVD). Pro další analýzu bylo potřeba vybrat zájmové území (výsek) ve vzniklých image souborech tak, aby se daná oblast vyskytovala na každém snímku. Tímto způsobem vznikl GRID (grid3), kterým byly všechny rektifikované image „oříznuty“.

V dalším kroku se již provedla neřízená klasifikace, která rozčlenila jednotlivé pixely do kategorií, ze kterých pak bylo možné podle zbarvení určit, zda se jedná o vegetaci či volný prostor. K realizaci neřízené klasifikace je zapotřebí extenze

Image Analyst. Klasifikace byla provedena použitím převodního algoritmu ISODATA do 12 kategorií. Počet kategorií byl stanoven po několika provedených klasifikacích na základě subjektivního posouzení. Vzniklých 12 kategorií pak bylo dále seskupeno do 2 kategorií, přičemž jedna reprezentovala pokryvnost vegetace a druhá pak volný prostor. Pro zjevnější interpretaci snímků byla z výsledků klasifikace v období říjen – březen zahrnuta do označení „volný prostor“ kategorie 11 a 12, v případě zbylých měsíců pouze kategorie 12. Toto rozdílné posouzení vychází ze základní interpretace snímku, ve kterém je potřeba rozlišit například světlé listy od jasného nebe či možné chybné vyhodnocení pixelu z hlediska komprese obrazu. Zápoj byl poté vyhodnocen procentuálním zastoupením vegetace na snímku. Výsledná i průběžně vytvořená data jsou přiložena na DVD.

Způsob tohoto automatického vyhodnocení je považován za nejjednodušší způsob provedení. Nepřesnosti, které zde nejsou uvažovány, jsou dány zakřivením terénu a různou vzdáleností porostu od hranice lesu (ekotonu).

3.7 Statistické vyhodnocení dat

Data o teplotních, povětrnostních a vlhkostních charakteristikách, naměřených v terénu, byla podrobena základní statistické analýze, kdy byl vypočítán aritmetický průměr, medián, směrodatná odchylka, maximální a minimální hodnoty a variační rozpětí, jež udává rozdíl mezi maximem a minimem. Tato analýza byla provedena nad hodnotami vztahujícími se celému transektu, ale i k stanovištím v lesním porostu (stanoviště č. 1, 2 a 3) zvlášť, stejně tak jako pro hodnoty naměřené v ekotonu (stanoviště č. 4a/b/c) a zvlášť pro hodnoty na stanovištích na trvalém travním porostu (stanoviště č. 5, 6 a 7). Vypočtené charakteristiky jsou uvedeny v příloze na DVD pro každý mikroklimatický faktor samostatně, aritmetické průměry pro měření ve výšce 2 m jsou uvedeny v příloze 5, 8 a 11.

Další vyhodnocení dat, které se zakládalo na stanovení rozdílů mezi naměřenými hodnotami pro jednotlivé části transektu, přispělo k vyvozování závěrů o rozdílnosti jednotlivých ekosystémů a taky ke stanovení, jestli se hodnota ve středu transektu (střed ekotonu) přiklání spíše k jeho lesní či travní části. Tato analýza byla podpořena provedením oboustranného dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza pro teplotní poměry měla tvar $H_0: t_1 = t_2$ a alternativní pak $H_1: t_1 \neq t_2$. Při stanovení kritické hodnoty 0,1 bylo dáno, že pokud byla vypočtená hodnota testovacího kritéria větší než kritická hodnota, tak závěr zněl, že nulovou hypotézu nelze zamítnout, a o obou měřeních pak prohlásit, že mezi nimi není statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti. V takovém případě tedy nelze vyloučit podobnost daných prostředí (ekoton-les, popřípadě ekoton-trvalý travní porost). Nutné je ale

podotknout, že ačkoliv je dataset značně obsáhlý, tak neposkytuje dostatečné množství informací pro statistické hodnocení, proto je zapotřebí zacházet s výsledky statistických analýz velmi opatrně. Výsledky t-testu jsou uvedeny v příloze na DVD, kde jsou barevně odlišeny hodnoty, pro které platí nulová hypotéza.

Statistické zhodnocení byla provedena v programu Microsoft Office Excel 2003 (popřípadě 2007).

3.7.1 Dopočet relativní vlhkosti

S pomocí statistických metod bylo usilováno i o dopočet chybějících hodnot relativní vlhkosti. Data nemohla být sbírána z důvodu absence vlhkostního čidla, který by snímal relativní vlhkost vzduchu, u jednoho ze tří anemometrů (Testo 410-1). Tato skutečnost ovlivňovala i způsob sběru dat v terénu, kdy byly anemometry na stanovištích měněny tak, aby byla alespoň nějaká data o relativní vlhkosti z každého stanoviště. Poněvadž se na prostředním stanovišti měřilo opakovaně, chybí většina dat právě odtud. U naměřených hodnot byla posléze hledána (i v souvislosti se změnou teplotních poměrů) regresní závislost, která by dokázala chybějící hodnoty určit. Data však nevykazovala žádný trend, jenž by dovoloval chybějící data dopočítat. Neúspěchem skončila i analýza časové řady. Za relativně nejvěrohodnější způsob by se dalo považovat odvození hodnot pomocí vyjádření procentuální změny u úplných měření, avšak i v tomto případě, by se mohla do naměřených dat vnést chyba (z důvodu malého počtu dat pro určení), jež by mohla negativním způsobem ovlivnit výsledky analýz.

3.7.2 Hodnocení přesnosti přístrojů

Statistickému posouzení byla vystavena i přesnost jednotlivých senzorů anemometru. Z daných přesností, jež jsou uvedeny v příloze 5, bylo vyvozeno následující: v případě senzoru snímajícího teplotu vzduchu, kdy je přesnost dána $\pm 0,5$ °C, lze při teplotě 10 °C statisticky prohlásit s 90% jistotou za tuto teplotu 10 °C $\pm 2 \times 0,5$ °C. Teoreticky totiž platí, že s 68% jistotou lze prohlásit teplotu za danou s připočítáním jednonásobku chyby přístroje, pro 90% jistotu dvojnásobek chyby a pro 99% jistotu trojnásobek chyby přístroje. Analogicky dané lze odvodit i pro přesnost ostatních senzorů.

Výsledky tohoto statistického zhodnocení nebyly do analýz zcela zahrnuty, byly uvažovány pouze v případě sporných situací.

3.8 Vizualizace dat

Naměřená data byla vizualizována do přehledných tabulek a grafů, jež vznikly v prostředí MS Office, zejména v programu Excel 2003 (popřípadě Excel 2007). Dále byla data zobrazena ve formě map, jež byly vytvořeny pomocí programu ArcGIS Desktop 9.x a dále upravovány v grafickém programu Inkscape 0.46. Pokud nebylo použito vlastních dat, je uveden na mapě jejich zdroj. V rámci diplomové práce byla vytvořena i animace – krátké video k prezentaci výsledků vyhodnocení zápoje, kde jsou jednotlivé snímky chronologicky upořádané. K vyhotovení animace byl použit program CamStudio v2.0. Video má příponu *.avi, tudíž by mělo být přehratelné na většině běžných přehrávačů (např. Windows Media Player). Výsledky zápoje a série map větrných poměrů na transektu T10 jsou dále přiloženy i jako vícestránkové PDF či ve formě prezentace (*.ppt).

Vytvořené tabulky, grafy, mapy a videa jsou zařazeny do příloh diplomové práce.

3.9 Vyhodnocení dat a formulace závěrů

Interpretace výsledků a formulace závěrů byla provedena na základě vizualizace naměřených dat, jejich statistické analýzy, a též na základě znalosti lokalit, na nichž byla prováděna měření. Pro každý sledovaný mikroklimatický faktor (teplotu vzduchu, rychlost proudění vzduchu a relativní vlhkost vzduchu) bylo provedeno několik analýz, které zejména zahrnovaly porovnání naměřených hodnot v lesním prostředí, ekotonu a trvalém travním porostu, srovnání naměřených hodnot ve dvou různých výškách a hypotetické určení podobnosti ekotonu k okolnímu prostředí.

Důležité je podotknout, že ze statistického zhodnocení nebylo možné vždy vyslovit určitý závěr, neboť ačkoliv je vytvořený dataset obsáhlý, neobsahuje dostatečné množství potřebných informací, jež by umožnily výsledky statisticky prokázat.

4 Charakteristika zájmového území

4.1 Vymezení zájmového území

Zájmovou oblastí je povodí řeky Trkmanky, která se jako levostranný přítok vlévá do řeky Dyje. Tato oblast se nachází v jihovýchodní části České republiky, na území Jihomoravského kraje a na pomezí okresů Hodonín, Břeclav a Vyškov, přičemž většina území náleží okresu Hodonín. Rozloha povodí je přibližně 380 km². Území má protáhlý charakter ve směru SV – JZ.

Nejsevernější bod území se nazývá U Slepice a dosahuje výšky 438 m n. m, jež je nejvýše položeným místem celého povodí Trkmanky i geomorfologického celku Ždánický les. Naopak nejjižnější a zároveň i nejnižší bod území leží v místě soutoku řek Trkmanky a Dyje, jež má nadmořskou výšku 158 m. Nejvýchodnější částí území jsou Bukovany, jež se nachází v nadmořské výšce 355 m a nejzápadnější bod leží 1 km západně od obce Přítluky v nadmořské výšce 175 m.

V rámci povodí Trkmanky se dále stanovily menší modelová území, v nichž byly vytipovány ekotony a určeny transekty, na kterých probíhalo měření mikroklimatických charakteristik. Tato modelová území byla vybrána tak, aby dokázala vystihnout ráz krajiny celého povodí. První modelové území leží v okolí obce Ždánice, druhé pak v okolí obce Kobylí (Příloha 1).



Obrázek 6 Povodí řeky Trkmanky

4.2 Geologická a geomorfologická stavba

Území, z hlediska geologické stavby, náleží ke Karpatské soustavě a Vídeňské pánvi. Vyvrásnění Karpatské soustavy probíhalo od konce druhohor až do konce starších třetihor tzv. alpínským vrásněním. Mezi zdejší nerozšířenější horniny patří především pískovce a břidlice paleogenního stáří. Jižní část povodí, jež náleží do Vídeňské pánve, je vyplněna sedimenty neogenního stáří, a to zejména písky, jíly a štěrky z období pliocénu (Demek, Novák, 1992).

Z geomorfologického hlediska se povodí řeky Trkmanky rozprostírá na pomezí dvou velkých jednotek – subsystémů Karpaty a Panonská pánev, jež obě spadají do Alpsko-himálajského systému. Plošně rozsáhlejší subsystém Karpat je dále členěn na celky Ždánický les a Kyjovská pahorkatina. Panonská pánev zasahuje na území jen v jeho jižní části, a to celkem Dolnomoravský úval. Přehledné geomorfologické členění je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Geomorfologické dělení povodí Trkmanky (podle Demek., Novák, 1992)

Systém	Subsystém	Provincie	Soustava	Podsoustava	Celek	Podcelek
Alpsko – himálajský	Karpaty	Západní Karpaty	Vnější západní Karpaty	Středomoravské Karpaty	Ždánický les	Hustopečská pahorkatina
						Boleradická vrchovina
						Dambořícká vrchovina
					Kyjovská pahorkatina	Mutěnická pahorkatina
	Větěřovská pahorkatina					
	Panonská pánev	Západo-panonská pánev	Vídeňská pánev	Jihomoravská pánev	Dolnomoravský úval	Dyjsko-moravská pahorkatina
Dyjsko-moravská níva						

Geomorfologický celek Ždánický les se nachází v jihozápadní části Středomoravských Karpat. Má ráz ploché vrchoviny s klenbovitě zarovnaným povrchem. Na rozvodí vodních toků se kromě meziúrodních hřbetů nacházejí i výrazné plošiny. Ty jsou vzájemně odděleny širokými a mělkými sedly, údolními potoky a příkřejšími úseky svahů. V této geomorfologické jednotce pramení i řeka Trkmanka.

V jihovýchodní části Středomoravských Karpat se nachází Kyjovská pahorkatina, která je tvořena mírně zvlněným georeliéfem pahorkatin a vrchovin.

Rozvodní části jsou ploché a jsou prokládány úvalovitými a neckovitými údolími. Kyjovská pahorkatina je složena z třetihorních usazenin pokrytých váťými písky a sprašemi.

Sníženina Dolnomoravského úvalu je tvořena neogenními a čtvrtohorními usazeninami. Osu sníženiny tvoří široká niva řeky Moravy spolu s nivou Dyje. Nivy jsou lemovány terasami a nížinnými pahorkatinami, ve kterých se vyskytují pískové přesypy (Demek, 1965, 1992; Vachek, 1997).

4.3 Klimatické poměry

Povodí řeky Trkmanky se nachází, stejně jako celá Česká republika, v mírném podnebném pásu. Podle E. Quitta (1971) spadá převážná část území do teplé klimatické oblasti, pouze úzký pás v severní části povodí zasahuje do klimatické oblasti mírně teplé. Z hlediska podrobnějšího dělení většina území náleží do klimatické jednotky teplé T 4, která směrem k severu přechází v jednotku T 2. V nejsevernější části povodí, v oblasti Ždánického lesa, se vyskytuje mírně teplá klimatická jednotka MT 11 (viz příloha č. 2)

Pro klimatickou jednotku T 4 je charakteristické (Quitt, 1971) teplé, suché podnebí rovin a pahorkatin s velmi dlouhým teplým a suchým létem. Přechodné období je krátké s teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

Klimatická jednotka T 2 je též příznačná dlouhým, teplým a suchým létem. Přechodné období je velmi krátké s mírným teplým podzimem a jarem. Krátká zima je mírně teplá a suchá či velmi suchá. Sněhová pokrývka se zde vyskytuje jen velmi krátce.

Charakteristika klimatické jednotky MT 11 je velmi podobná jako u předchozích jednotek. Vyznačuje se též dlouhým, teplým a suchým létem a krátkým přechodným obdobím s mírně teplým podzimem a jarem. Zima je krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá. Sněhová pokrývka má zde jen krátké trvání.

V oblasti Ždánického lesa v severní části zkoumaného území je léto ještě teplé, ale již vlhčí (z celého povodí zde spadne nejvíce srážek). Zima je krátká, suchá s krátkým trváním poměrně výraznější sněhové pokrývky.

Podrobnější charakteristiky klimatických jednotek s údaji o průměrných teplotách vzduchu, srážkových úhrnech a spolu s dalšími informacemi jsou uvedeny v příloze č. 2.

V povodí Trkmanky se nacházela jedna základní stanice pro měření meteorologických prvků ve Velkých Pavlovicích, která byla plně automatizovaná, a dvě srážkoměrné stanice ve Ždánicích a Kloboukách u Brna. Data z těchto

klimatologických (respektive srážkoměrných) stanic budou použita pro zjištění mikroklimatických charakteristik v daných lokalitách (viz kapitola 5).

4.4 Hydrologické poměry

Hlavním vodním tokem zájmového území je řeka Trkmanka pramenící severozápadně od obce Ždánice ve výšce 300 m n. m. Řeka teče přibližně severojižním směrem, kde vlévá do Dyje jihozápadně od obce Podivín ve výšce 158 m n. m. Délka řeky od pramene k ústí je 42,3 km. Trkmanka patří k úmoří Černého moře a je řekou IV. řádu. Průměrný roční průtok při ústí činí 0,5 m³/s (Vlček, 1984).

Významnými pravostrannými přítoky Trkmanky jsou Bažantnice, Spálený potok, Němčický potok a Trníček, z nichž největší je Spálený potok. Mezi největší levostranné přítoky patří Lovčický potok, jež je nejdelší, Čejčský potok, Bořetický potok a Bílovický potok (Vlček, 1984).

4.5 Půdní poměry

V zájmovém území jsou nejvíce rozšířené půdy hlinité, které jsou vytvořeny hlavně na sprašových substrátech v nížinách a pahorkatinách. Těžké jílovité půdy jsou rozšířeny zejména na zvětralinách neogenních a paleogenních sedimentů v podhůří Ždánického lesa a v jihovýchodní části území. Zalesněné oblasti převažující na severu území jsou charakteristické výskytem lehkých písčitých půd.

Z půdních typů převážnou část území zabírají úrodné černozemě. Dále jsou zde zastoupeny hnědozemě, s jemnější strukturou a menší vrstvou humusu, v zalesněném území podzolové půdy a nivní půdy podél vodních toků (Horník, 1986).

4.6 Biogeografické poměry

Ve studovaném území se nacházejí čtyři fyto geografické jednotky - luhy a olšiny, dubohabrové háje, subxerofilní doubravy, šípákové doubravy a skalní lesostepi.

Fyto geografická jednotka luh a olšin se vyskytuje na celém území poblíž vodních toků, nejvíce ovšem v rozlehlé nivě Trkmanky a Dyje. Dubohabrové háje tvoří převážně listnatý smíšený les s převládajícím zastoupením dubu zimního, dubu letního a habru obecného. Subxerofilní doubravy s bohatě vyvinutým keřovým patrem jsou typické pro nejteplejší oblasti Čech a Moravy. V zájmovém území jsou nejvíce zastoupeny v oblastech blízkých rozvodnici. Šípákové doubravy a skalní

lesostepi zahrnují vyhraněná společenstva na přechodu mezi lesem a stepí, zejména na jižních svazích a terénních hranách (Mikyška, 1968; Vachek, 1997).

Povodí řeky Trkmanky se nachází na rozhraní zóny lesů a stepní zóny, což ovlivňuje i složení místní fauny. Na daném území se však již ve většině případů vyskytují jen zbytky původních společenstev. Z ptactva zde žije např. drop velký, čáp bílý, bažant obecný či racek chechtavý, ze savců pak tchoř světlý, ježek západní a ježek východní, srnec obecný, jelen lesní, prase divoké a vzácněji i jezevec lesní. Stálými obyvateli polí a luk jsou různé druhy hrabošů a myší (Vachek, 1997).

5 Mikroklimatická charakteristika povodí

Mikroklima lze charakterizovat jako podnebí velmi malých oblastí, jejichž prostorové vymezení se pohybuje od 1 cm do 100 m (dle M. M. Yoshino, 1961 in Vysoudil, 2004). Mikroklima je obvykle nejvýrazněji formováno homogenním aktivním povrchem (holá půda, vodní plocha, les, mikrotvary reliéfu atd.). Aktivní povrch, na kterém probíhá proměna zářivé energie na tepelnou, je v tomto případě hlavní klimatotvorný činitel.

Mikroklima se nemusí v krajině vytvářet a jeho existence úzce závisí na rázu makropočasí. Příznivým typem makropočasí pro rozvoj mikroklimatu je radiační typ počasí, kdy je oblačnost menší než 2/10, rychlost větru nižší než 2 m/s a velká denní amplituda teploty vzduchu. Naopak advekční počasí vlivy aktivního povrchu stírá a denní chod meteorologických prvků je často výrazně narušen (Vysoudil, 2004).

Mikroklima lze charakterizovat na základě sledování základních meteorologických prvků. Český hydrometeorologický ústav má po celé České republice vytvořenu staniční síť, kde jsou tyto prvky měřeny. Na území vymezeném povodí řekou Trkmankou existuje jedna základní meteorologická stanice – Velké Pavlovice, kde byl ovšem v říjnu 2008 ukončen provoz. Tato stanice je od listopadu 2008 nahrazena stanicí umístěnou v obci Kobylí. Mezi sledované meteorologické prvky patří zejména teplota vzduchu (denní průměrná, maximální, minimální a minimální přízemní), atmosférické srážky, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, sluneční svit a další. Dále se v povodí nacházejí dvě srážkoměrné stanice, které ale získávají data pouze o srážkách a popřípadě o výšce sněhové pokrývky. Tyto stanice se nacházejí v lokalitách Ždánice a Klobouky u Brna.

Další z možností, jak sledovat mikroklima a především jeho změnu, je jej odvodit z pozorování fenologických fází rostlin. V České republice se dlouhodobě sledují fenologické projevy významných druhů rostlin s využitím sítě pozorovacích stanic. Z odborného hlediska se jedná o systematické získávání informací o rychlosti vývoje vybraných druhů rostlin v závislosti na podnebí a počasí, které jsou využitelné jak pro studium klimatu, tak i pro aktuálně zaměřené informační služby do sektoru zemědělství, lesnictví, tvorby a ochrany krajiny, ale i medicíny (Coufal, 2004 in Zahradníček, 2008). Na území povodí Trkmanky se nachází fenologická stanice ve Velkých Pavlovicích, kde je i stanice meteorologická. Na základě dat získaných z těchto stanic byl vyhodnocován například vliv proměnlivosti klimatu na fenologické fáze vinné révy (Zahradníček, 2008) či meruňky (Středa, Rožnovský, 2008).

Sledování mikroklimatu lze dále provádět pomocí instalace automatických, registračních přístrojů, které zaznamenávají v pravidelných intervalech dané meteorologické prvky. Tyto přístroje využil například T. Litschmann et. (2003) ve studii „Mikroklima vybraných porostních stanovišť“. Další možnost je použití jednotlivých měřících přístrojů, u nichž je zapotřebí hodnoty zapisovat uživatelem (např. teploměr, anemometr, barometr...). Největší výhodou je jejich prostorová mobilita. Sada ručních anemometrů byla použita i pro účely této práce.

V následujících podkapitolách je uvedena podrobná charakteristika jednotlivých mikroklimatických faktorů, jež vychází z dat dlouhodobě měřených na zmíněných meteorologických stanicích. Na příloženém DVD jsou uvedeny tabulky a grafy, které se vztahují k analyzovaným meteorologickým datům.

5.1 Teplotní poměry

Teplota vzduchu patří mezi základní meteorologický prvek, který udává tepelný stav ovzduší. Teplotou vzduchu se v klimatologii rozumí její hodnota ve výšce 2 m nad zemským povrchem a je označována jako přízemní teplota. Pro klimatické účely se měří teplota suchá, vlhká, maximální a minimální a minimální přízemní, jež je měřena ve výšce 0,05 m. Pro měření teploty se používají skleněné kapalinné teploměry nebo elektrické teploměry či termografy (Vysoudil, 2004).

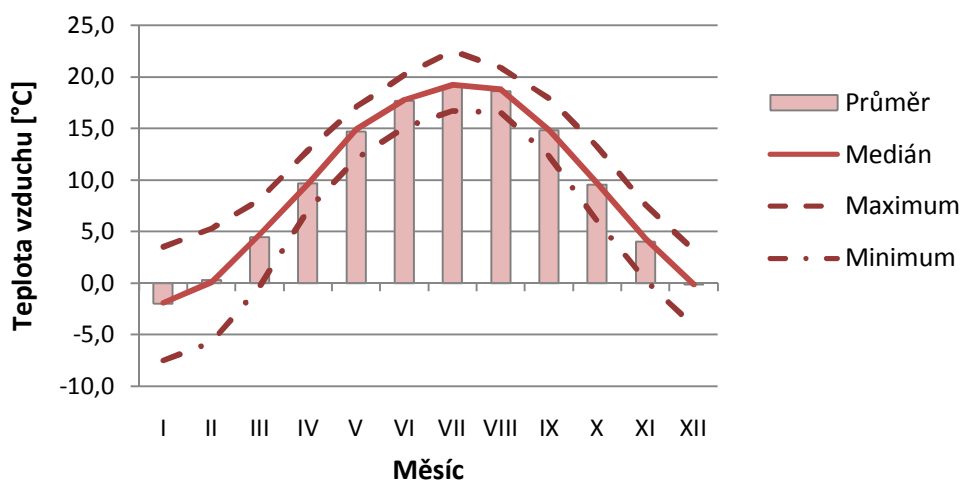
Kontinuální monitoring teploty vzduchu zajišťuje pouze jedna meteorologická stanice v zájmovém povodí, stanice ve Velkých Pavlovicích. Jak již bylo zmíněno výše, tak v současné době již stanice není v provozu, ale její práci zastává stanice v nedaleké obci Kobylí.

Z dat v období let 1961–1990 je zřejmé, že nejchladnějším měsícem roku je leden. Nejnižší průměrná teplota za sledované období připadá právě na leden a činí $-2,0$ °C. Minimální průměrná měsíční teplota byla naměřena v roce 1963 a činila $-7,5$ °C. Naopak nejteplejším měsícem je červenec, jehož průměrná teplota je $19,1$ °C. Maximální průměrné měsíční teploty bylo dosaženo taktéž v měsíci červnu. Tato teplota byla naměřena v roce 1983 a měla hodnotu $22,5$ °C.

Za sledované období byla na stanici Velké Pavlovice průměrná roční teplota $9,2$ °C. Největší průměrná roční hodnota teploty vzduchu $10,2$ °C byla zaznamenána v rocích 1983, 1989 a 1990. Nejchladnějšími roky byly 1965 a 1980, kdy byla průměrná teplota vzduchu $8,1$ °C.

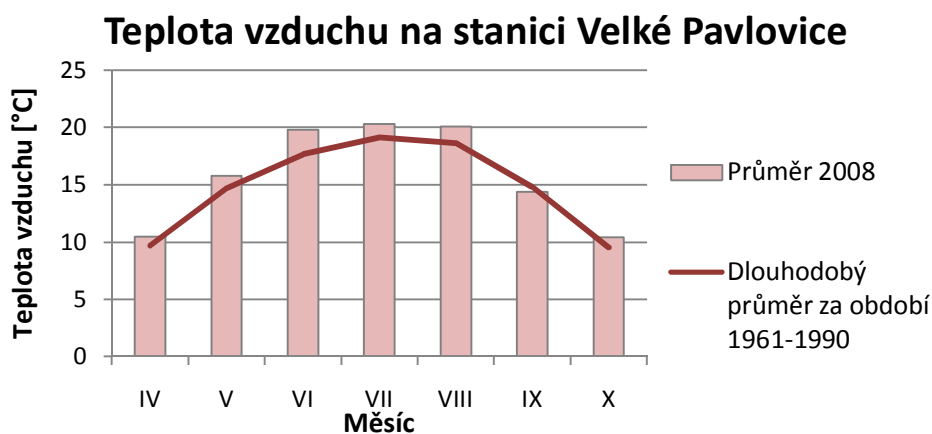
Na následujícím grafu (Obrázek 7) je vystižen roční průběh teplot vzduchu, který je reprezentován dlouhodobým průměrem, mediánem a minimálními a maximálními průměrnými měsíčními hodnotami za období 1961–1990.

Dlouhodobé hodnoty teplot vzduchu na stanici Velké Pavlovice za období 1961-1990



Obrázek 7 Roční chod průměrných měsíčních teplot vzduchu na stanici Velké Pavlovice (1961–1990)

Následující graf (Obrázek 8) porovnává naměřené hodnoty teplot vzduchu na stanici Velké Pavlovice za období 1961–1990 a rokem 2008, kdy bylo prováděno terénní měření v zájmovém území (pozn. v říjnu 2008 byl ukončen provoz stanice). Z grafu je zřejmé, že hodnoty z roku 2008 jsou vyšší, než jakých bylo průměrně dosaženo za referenční období, výjimkou je jen měsíc září, kdy byla hodnota podprůměrná.



Obrázek 8 Srovnání teplot vzduchu za rok 2008 a období 1961-1990

5.2 Atmosférické srážky

Termínem atmosférické srážky se označují částice, které vznikly v atmosféře kondenzací vodní páry a které se vyskytují v atmosféře, na zemském povrchu nebo na předmětech v kapalném nebo pevném skupenství (Vysoudil, 2004). Tato kapitola se dále zaměřuje jen na srážky padající z oblak v kapalném skupenství. Množství spadlých srážek se měří pomocí ombrografů či pomocí srážkoměrů, které jsou často již automatizované. V povodí Trkmanky se nachází tři meteorologické stanice, které zajišťují monitoring atmosférických srážek. Je to stanice v Kloboukách u Brna, Velkých Pavlovicích a ve Ždánicích.

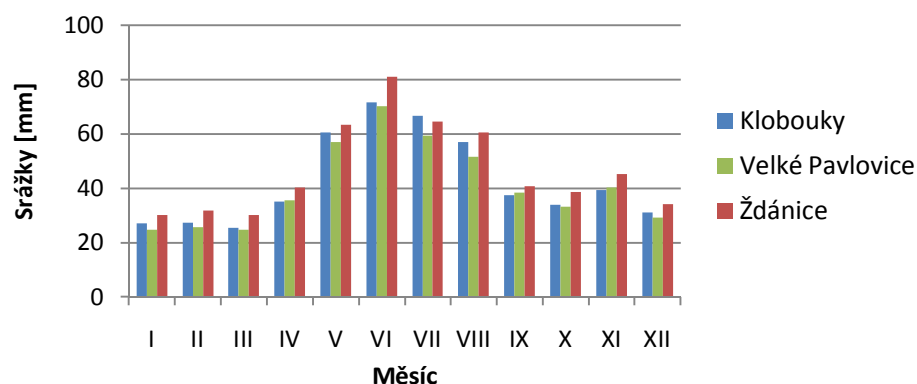
Z dat v období let 1963–1990 (v období 1961–1962 se neměřilo) získaných z meteorologické stanice Klobouky u Brna je zřejmé, že nejvíce srážek spadne v měsících květen – srpen, přičemž nejvydatnějším měsícem na srážky je červen, kdy průměrně naprší 71,6 mm. Nejméně vydatným měsícem je březen s průměrnými srážkami 25,5 mm. Průměrné roční srážky byly 513,4 mm. Nejdeštivějším rokem ve sledovaném období byl rok 1985, který vydal 693,3 mm srážek, naopak nejméně deštivým byl rok 1983 s 387,4 mm srážek.

Na stanici Velké Pavlovice byly za sledované období 1961–1990 zaznamenány největší srážky taky v měsících květen – srpen. Nejvíce srážek vydá měsíc červen s hodnotou 70,2 mm, nejméně pak březen, kdy průměrně naprší 24,9 mm. Průměrná roční hodnota spadlých srážek činí 490,9 mm. Největší průměrný roční srážkový úhrn byl zaznamenán v roce 1985, kdy spadlo 646,4 mm. Nejmenší úhrn srážek byl zaznamenán v roce 1989 s hodnotou 374,7 mm.

Stanice Ždánice, díky svojí poloze a orografickým podmínkám Ždánického lesa, předčí svými naměřenými hodnotami obě předchozí stanice. Měsíce s největšími srážkovými úhrny jsou taktéž květen – srpen. Nejdeštivějším měsíce je zde červen s hodnotou 81,1 mm srážek. Naopak nejméně deštivými měsíci jsou leden a březen, během nichž byla vypočtena stejná hodnota srážek 30,2 mm. Průměrné roční srážky zaznamenané na stanici jsou 561,4 mm. V roce 1970 spadlo nejvíce srážek, a to 765,6 mm. Nejméně deštivý rok byl 1973, kdy napršelo 413,5 mm.

Z grafu na obrázku č. 9 je patrné, že trend úhrnu srážek je na meteorologických stanicích velmi podobný. Z počátku roku je úhrn srážek poměrně vyvážený, přičemž hodnoty se blíží svému minimu, v jarních měsících postupně srážky přibývají a dosahují maxima na počátku letního období v měsíci červnu. Poté nastupuje pokles srážkových úhrnů, od září jsou hodnoty opět vyváženější a ke konci roku se hodnoty opět snižují.

Dlouhodobý průměr měsíčního úhrnu srážek v období 1961-1990



Obrázek 9 Dlouhodobý průměr měsíčního úhrnu srážek na stanicích Klobouky u Brna, Velké Pavlovice a Ždánice v období 1961–1990

5.3 Sněhové poměry

Sněžením se rozumí vypadávání srážek v tuhém skupenství (sněhu) z oblaků. V síti klimatologických a srážkových stanic ČHMÚ se v zimním období roku pozoruje výskyt sněžení a při výskytu souvislé sněhové pokrývky se každý den v termínu sedm hodin ráno měří pomocí sněhoměrné lati její celková výška a výška nového sněhu. Sněhová pokrývka se považuje za souvislou, pakliže je půda v okolí stanice alespoň z poloviny pokryta vrstvou sněhu o výšce nejméně 1 cm. Jednou týdně se provádí měření vodní hodnoty sněhové pokrývky (podle Atlasu podnebí Česka, 2007).

Z údajů o sněhových poměrech z období let 1920–1950, která byla pořízena na stanici ve Ždánicích, lze určit, že nejvíce dnů se sněžením i se souvislou pokrývkou připadá na měsíc leden. V průměru se v lednu vyskytuje 8,3 dnů se sněžením a 17,6 dnů, kdy je vytvořena souvislá sněhová pokrývka. Datum prvního dne se sněžením se v průměru pohybuje okolo 14. listopadu a datum posledního dne pak kolem 2. dubna. Souvislá sněhová pokrývka je v průměru vytvořena již kolem 29. listopadu a v průměru naposledy zaznamenána 15. března. Průměrné trvání sněhové pokrývky je pak odvozeno na 106 dní v roce.

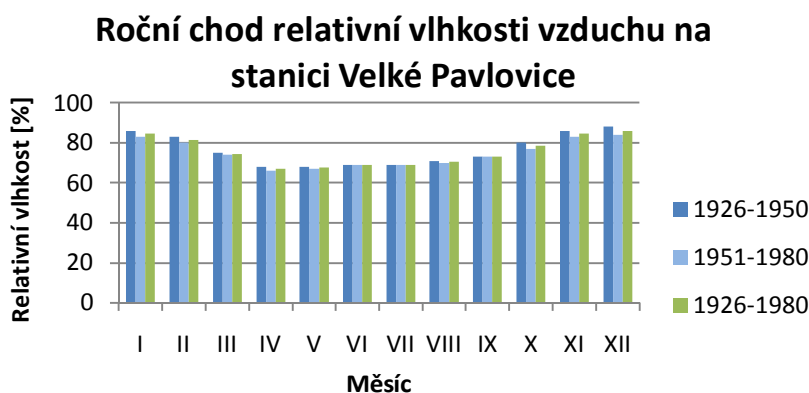
5.4 Vlhkostní poměry

Vlhkostí vzduchu se rozumí množství par obsažených ve vzduchu. Vlhkost vzduchu je měřena pomocí hygrometrů. Nejčastěji se používá údaj o relativní

vlhkosti, jež je dána poměrem skutečného množství vodní páry ve vzduchu k množství vodních par, které by zde bylo při úplném nasycení vodními parami při dané teplotě. Relativní vlhkost je udávána v procentech.

V zájmovém území byly zpracovány údaje o relativní vlhkosti z meteorologické stanice Velké Pavlovice, jež se vztahují k období 1926–1980. Pro větší přehlednost byla data rozdělena do dvou časových intervalů 1926–1950 a 1951–1980 (podle Kvinta, 1996). V prvním období dosahuje celkový průměr relativní vlhkosti vzduchu vyšší hodnoty a to 76,3 %. Celkový průměr relativní vlhkosti v druhém období činí 74,6 %. Průměrná relativní vlhkost za obě období je 75,5 %.

Podle grafu na obrázku 10 lze charakterizovat roční chod průměrné relativní vlhkosti vysokými hodnotami v měsíci lednu, poklesem v jarních měsících, kdy je v dubnu dosaženo minima 67 %. V letních měsících dochází ke stagnaci až mírnému růstu hodnot. Pro období podzimu je typický růst hodnot až k dosažení maxima v prosinci, kdy je průměrná relativní vlhkost 86 %.



Obrázek 10 Roční chod relativní vlhkosti vzduchu na stanici Velké Pavlovice

5.5 Tlak vzduchu a větrné poměry

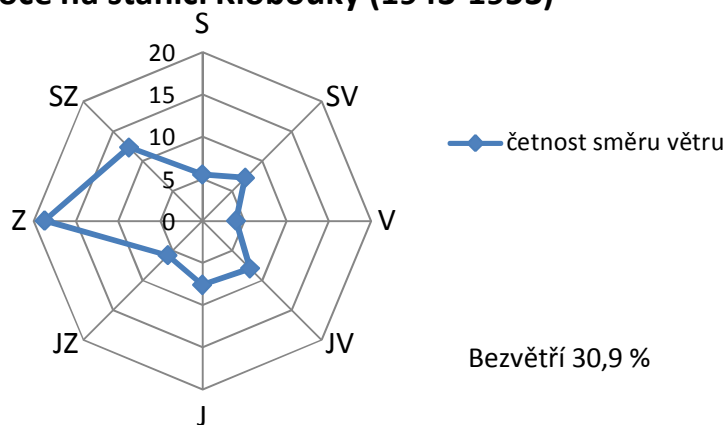
Tlak vzduchu představuje sílu, kterou působí tíha atmosféry na jednotku plochy zemského povrchu. Tato síla není v každém místě stejná, ale je ovlivněna rozdělením slunečního záření na Zemi, rotací planety i charakterem zemského povrchu. Tlak vzduchu se v meteorologii udává v hektopascalech (hPa) a je měřen pomocí barometrů (podle Atlasu podnebí Česka, 2007). Při hodnocení tlaku vzduchu se uvádějí jednak hodnoty pro výšku barometru a jednak hodnoty redukované na hladinu moře (pro stanice do 550 m n. m.), které umožňují vzájemné srovnávání, protože tlak vzduchu pravidelně klesá s výškou a navíc je ještě ovlivňován aktuální teplotou vzduchu (podle Petrovič in Kvinta, 1996).

Pro nedostatek informací z meteorologických stanic je dále popisována jen makroklimatická charakteristika povodí, která je odvozena z Atlasu podnebí Česka z roku 2007, který prezentuje data z období 1961–2000. Průměrný roční tlak vzduchu se v povodí Trkmanky pohybuje v rozmezí 1017,0 až 1017,5 hPa. Maxima dosahují hodnoty naměřené v prosinci, které jsou v rozmezí 1020,5–1021,0 hPa. Minimální hodnoty jsou v povodí naměřeny v měsíci dubnu a činí 1013,5–1014,0 hPa.

V důsledku nerovnoměrného rozložení tlaku vzduchu na Zemi vzniká proudění vzduchu – vítr. Vítr se snaží vyrovnávat nestejně rozdělení tlaku vzduchu, přičemž směřuje z oblastí s vyšším tlakem vzduchu do oblastí s nižším atmosférickým tlakem (Atlas podnebí Česka, 2007). Vítr je charakterizován především směrem větru (odkud vítr vane), rychlostí větru udávanou v m/s a silou větru, jež se popisuje pomocí Beaufortovy stupnice. Standardně je rychlost větru měřena v 10 m nad povrchem a může být ovlivněna nejen místní morfologií, ale i charakterem porostu, popřípadě zástavbou. Pro určení směru větru se v praxi používají směrové růžice a k zaznamenávání rychlosti větru anemometry či samopisné anemografy.

Z dostupných dat z období 1946–1953 na stanici Klobouky u Brna je patrné, že zde převažuje západní proudění, které bylo zjištěno u 18,7 % všech pozorování. Bezvětří bylo na stanici pozorováno při 30,9 % všech měření. Směr větru se v průběhu roku mění. V jarních měsících převažuje vítr východní, v létě severozápadní, v podzimních měsících je vítr pozorován jihovýchodní a pro zimní období je typické západní proudění (podle E. Quitta, 1984).

Dlouhodobá průměrná četnost směru větru v roce na stanici Klobouky (1943-1953)



Obrázek 11 Dlouhodobá průměrná četnost směru větru na stanici Klobouky u Brna (1943-1953)

Rychlost proudění vzduchu je v povodí Trkmanky různá. Nejvyšších hodnot je dosaženo v severní části území, nejnižších pak v jižní části, zejména v okolí obce Velké Pavlovice. Průměrná roční rychlost větru se v severní části povodí pohybuje v rozmezí 3–4 m/s. Ve střední a jižní části povodí je tato hodnota nižší a to 2–3 m/s. Nejvyšších průměrných hodnot proudění vzduchu je v rámci ročního chodu dosaženo v jarních měsících, kdy jsou na severu zájmového území měřeny hodnoty v rozmezí 4–4,5 m/s. V letním, podzimním i zimním období jsou hodnoty poměrně vyrovnané a celkově nižší než v jarních měsících (zpracováno podle Atlasu podnebí Česka, 2007).

5.6 Sluneční záření, sluneční svit a oblačnost

Sluneční záření představují elektromagnetické vlny vyzařované termojadernými procesy na Slunci. Intenzita tohoto energetického toku na vnější hranici zemské atmosféry, vztažená na jednotku plochy kolmé k paprskům při střední vzdálenosti Země od Slunce, je $1\,368\text{ W/m}^2$ a nazývá se sluneční konstanta. Při průchodu zemskou atmosférou je sluneční záření pohlcováno, odráženo a rozptýlováno atmosférickými plyny, aerosoly a oblačností. Přímé sluneční záření a rozptýlené záření dopadající na zemský povrch se nazývá záření globální. Jeho hodnoty se udávají v energetických jednotkách, nejčastěji ve W/m^2 pro okamžitou intenzitu toku nebo v J/m^2 pro sumy energie za zvolené období. Měření je prováděno pomocí radiometrů (podle Atlasu podnebí Česka, 2007).

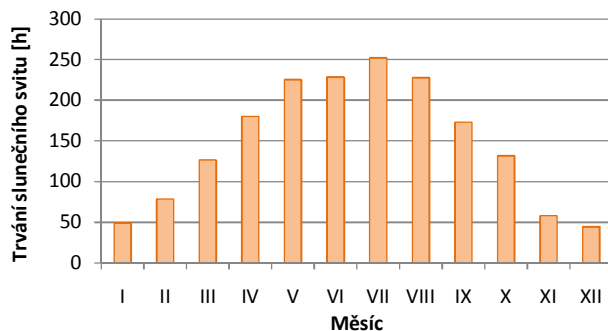
Na území povodí Trkmanky je naměřeno průměrné globální záření 65–68 % možné radiace. Nejvyšší hodnoty připadají na měsíc červen, směrem na východ až červenec, což je způsobeno narůstáním kontinentality (Kvinta, 1996). Z Atlasu podnebí Česka lze vyčíst, že je hodnota průměrného ročního úhrnu globálního záření v severní části povodí vyšší než $4\,000\text{ MJ/m}^2$. Ve zbývajících částech území je pak v rozmezí hodnot $3\,900\text{--}4\,000\text{ MJ/m}^2$.

Doba trvání slunečního svitu je časový interval mezi východem a západem Slunce, během kterého není sluneční kotouč zakryt oblačností nebo jinými překážkami. Fyzikálně je definován jako doba, kdy je intenzita toku přímého slunečního záření na plochu kolmou k paprskům vyšší než 120 W/m^2 . Hodnoty slunečního svitu se udávají jako sumy v jednotkách času za zvolené období, nejčastěji v hodinách s přesností na desetiny (Atlas podnebí Česka, 2007). Přístroje určené k měření délky trvání slunečního svitu se nazývají heliografy.

V zájmovém území se délka trvání slunečního svitu měří na stanici Velké Pavlovice. Roční chod průměrné délky slunečního svitu za období 1961–1990 je zaznamenán v na obrázku 12. Nejvyšší hodnoty bývají naměřeny v letním období,

s maximem v červenci, kdy sluneční svit trvá 252,1 hodin. Naopak nejnižší hodnoty v zimním období, s minimem v prosinci s hodnotou 44,5 hodin. Celková průměrná roční hodnota trvání slunečního svitu je 1776,2 hodiny.

Dlouhodobý průměr trvání slunečního svitu na stanici Velké Pavlovice v období 1961-1990



Obrázek 12 Dlouhodobý průměr délky trvání slunečního svitu na stanici Velké Pavlovice

Sluneční svit a oblačnost patří mezi prvky, které se vzájemně doplňují. Oblačnost vypovídá o pokrytí oblohy oblaky, jež je v klimatologii udávána v desetínách, kdy 0/10 označuje jasno a 10/10 zataženo. Výskyt oblačnosti se nejčastěji určuje subjektivním pozorováním. Jasný den je pak definován průměrným denním množstvím oblačnosti menším než 2 desetiny a zamračený větším než 8 desetin (podle Atlasu podnebí Česka, 2007).

Z dostupných dat o oblačnosti ze stanice Klobouky u Brna za období 1926-1950 lze vyčíst, že největší oblačnost byla pozorována v zimních měsících, s maximem v prosinci s průměrnou hodnotou 7,5/10 pokrytí oblohy. Naopak nejmenších hodnot bylo dosaženo v měsících letních. Tomuto rozdělení odpovídá i průměrný počet jasných či zamračených dnů pozorovaných na stanici (nejvíce jasných dnů v letním období, nejvíce zamračených dnů v zimním období).

6 Ekoton a jeho význam

Ekoton je přechod mezi dvěma či více rozdílnými společenstvy (ekosystémy). Ekotonová společenstva jsou zpravidla tvořena řadou druhů charakteristických pro sousedící ekosystémy a navíc druhy specifickými pro ekotony. Velmi často je počet druhů a denzita jejich populací vyšší v ekotonu než v přilehlých společenstvech (tzv. okrajový efekt). Organismy žijící v ekotonovém společenství nejsou vesměs vzácné, což je obecně způsobeno jejich větší tolerancí k časté disturbanci.

Ekotony mají v krajině zejména funkci ekologickou, ale i kulturní a produkční. Ekologická funkce v sobě zahrnuje definici ekotonu jako specifického společenství, refugium (útočiště), koridor či nárazník (buffer). Ekoton působí v krajině též jako půdoochranný, hydrologický a mikroklimatický faktor a jako zóna zajišťující ekologickou stabilitu.

Ekotony jsou zóny střetu, napětí, kompetice, prolínání a spojení. Kvalitativně nejvýraznější přechody vznikají na rozhraní pestrých ekosystémů, jako jsou např. les-pole, les-louka, louka-vodní plocha apod. Obecně lze za nejvýraznější ekotony považovat rozhraní mezi krajinnou matrix a uvnitř ležícími krajinnými elementy. Tato rozhraní bývají z hlediska zprostředkování ekologické stability krajiny nejvýznamnějšími.

Z hlediska prostorových atributů je velmi významná šířka ekotonu. Často bývá ekoton definován poměrně širokým pásem s charakteristickým gradientem ekologických charakteristik, tedy pozvolným přechodem jednoho ekosystému v druhý. Úzké ekotony, které jsou dány velmi zřetelným a ostrým přechodem, jsou typický v místech, kde je aspoň jeden ekosystém významně ovlivněn člověkem (např. pole-les, urbanizovaná plocha-pole apod.). Mezi další prostorové charakteristiky patří délka ekotonů, mozaikovitost (vnitřní struktura ekotonu), tvar (vnější vzhled ekotonu) či vertikální struktura ekotonů, která se vyjadřuje především charakteristikami vegetačních pater. Další významnou charakteristikou je časová proměnlivost společenstev ekotonů (Sklenička, 2003).

Ekoton může svým charakterem působit jako bariéra, což může vyvolat změnu směru nebo blokování pohybu tzv. vektorů, tedy například proudění vzduchu či padání atmosférických srážek. Tyto změny pak mohou vyvolat změny další a to zejména v režimu teplotním a vlhkostním.

7 Charakteristika vytyčených transektů v povodí Trkmanky

Terénní měření, která byla vykonávána pro potřebu této diplomové práce, byla prováděna ve dvou vybraných modelových územích, jež se nacházejí v okolí obcí Ždánice a Kobylí (Příloha 1). V těchto modelových lokalitách byly dále vybrány reprezentativní ekotony a těmi vedeny transekty. Ekotony zde představují přechodnou zónu mezi lesním a travním porostem. Transektem se rozumí linie, která protíná ekoton, což v tomto případě značí, že je vedena kolmým směrem na hranici lesa. Celkem bylo vytyčeno 8 transektů, z nichž se 5 nachází v okolí obce Kobylí (transekty T1, T3, T4, T9 a T10) a 3 poblíž obce Ždánice (T5, T6 a T8). Na transektech bylo ve většině případů určeno 7 stanovišť, na kterých probíhala měření vybraných mikroklimatických faktorů. Prostřední stanoviště číslo 4 je umístěno ve středu ekotonu, stanoviště 1, 2 a 3 se nachází v lese a stanoviště 5, 6 a 7 na travním společenství, přičemž stanoviště 1 a 7 jsou nejzazší místa na transektu. Průběh měření a další informace jsou uvedeny v kapitole 3 Metody a postup zpracování. Střední ekotonů byly zaměřeny pomocí přístroje GPS a jsou uvedeny v následující tabulce č. 2 s další charakteristikou transektů.

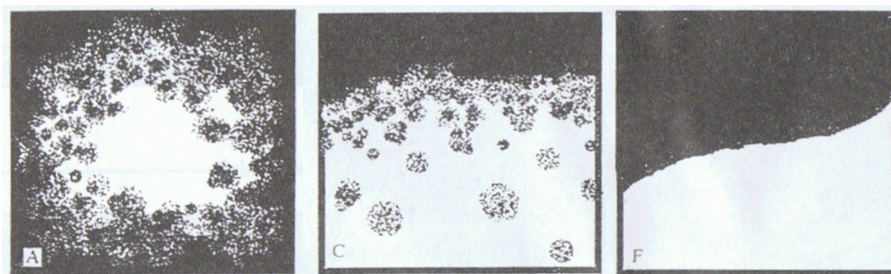
Tabulka 2 Charakteristika středů transektů T1-T10

Transekt	Lokalita	Nadm. výška	Sklon [°]	Souřadnice (WGS84)		Typ ekotonu
				x	y	
T1	Kobylí	292 m	0,00	N 48°56'44,29	E 16°52'13,79	Úzký
T3	Kobylí	275 m	22,54	N 48°56'41,68	E 16°52'13,03	Stepní očko
T4	Kobylí	255 m	19,18	N 48°56'07,79	E 16°51'42,70	Úzký
T5	Ždánice	323 m	11,00	N 49°04'58,13	E 17°00'48,21	Široký
T6	Ždánice	261 m	9,24	N 49°04'52,78	E 17°00'34,80	Úzký
T8	Ždánice	344 m	7,96	N 49°03'48,94	E 17°00'14,45	Úzký
T9	Kobylí	295 m	13,13	N 48°56'06,06	E 16°51'21,59	Úzký
T10	Kobylí	304 m	23,22	N 48°56'38,26	E 16°50'41,90	Úzký, uvnitř lesa

Sklon a nadmořská výška uvedené v tabulce č. 2 jsou odvozeny z DTM povodí. Spekulace může nastat u výsledku sklonu ve středu transektu T1, který může být způsoben chybou vzniklou z podstaty definice TIN. Z hlediska znalosti terénu se ale výsledek podstatně neliší, poněvadž transekt se nachází v lokální rovině krajiny.

Úzký typ ekotonu se nachází v místech, kde je ostře vymezena hranice mezi jednotlivými ekosystémy, která bývá ve většině případů vytvořena lidskou činností.

U transektů T1, T8 a T9 je navíc podél hranice lesa vedena nezpevněná cesta s různou mírou intenzity využívání. V těsné blízkosti transektu T1 se vyskytuje taky oplocená intenzivně využívaná zemědělská plocha zaměřená na pěstování vinné révy. Ekoton, na kterém byl vytyčen transekt T3, se vyskytuje uvnitř lesního porostu a má charakter stepního oka nejpravděpodobněji vzniklého přírodními procesy. Tento transekt se vyznačuje nejkratší délkou, která je dána velikostí stepního oka. Uvnitř lesního porostu se nachází i ekoton s transektem T10, avšak zde mají oba sousedící ekosystémy větší rozlohu, proto mohla být délka transektu zachována. Ekoton je zde poměrně úzký, ale jsou zde patrné i známky expanze lesního porostu, proto je možné, že se charakter ekotonu může v čase změnit. Nejširším typem ekotonu se vyznačuje transekt T5, jenž představuje difúzní přechodovou zónu mezi lesem a pastvinou. Schematicky jsou typy ekotonů uvedeny na obrázku č. 13.



Obrázek 13 Typy ekotonů (A - ekoton uvnitř lesního porostu, C - difúzní ekoton, F - úzký ekoton) (podle Sklenička, 2003)

Lesní společenství jsou u všech transektů tvořena listnatými stromy s různě vytvořeným zápojem. Stromy na hranici lesa nepřesahují výšku 13 m a průměrně jsou vysoké okolo 10 m (odvozeno empiricky na základě znalosti lokalit). Hustý keřový plášť je patrný u transektů T5 a T8. Poměrně husté keřové patro je vytvořeno i u T1. Zápoj u transektu T10 byl vyhodnocen pomocí geografických informačních systémů (více v kapitole 3 a 8.2).

Z hlediska expozice je většina transektů umístěna na svazích orientovaných na jihozápad (T1, T3, T4, T5, T9 a T10). Výjimku tvoří transekt T6, který se nachází na jižním svahu, a T8, který je situovaný ve vrcholové části západního svahu. Ve směru svahu jsou vedeny transekty T3, T6 a T10. Transekt T4 je veden napříč svahem a transekty T1, T5, T8 a T9 jsou vytyčeny ve vrcholové nebo mírně ukloněné části svahu.

Podle map klimatických regionů (Quitt, 1971) se transekty v okolí Ždánic nacházejí v klimatické oblasti T 2 a ekotony v okolí Kobylí v oblasti T 4. Jednotlivé charakteristiky klimatických regionů jsou uvedeny v příloze 2.

8 Výsledky

V této kapitole jsou shrnuty základní výsledky a poznatky z analýz, které byly provedeny nad daty, jež byly získávány opakovaným měřením na vytyčených transektech v povodí řeky Trkmanky.

Data byla vyhodnocována na základě vizuálního porovnávání hodnot v grafech a tabulkách, a vypočtených statistických charakteristik. Jednotlivé sledované mikroklimatické faktory jsou analyzovány zvlášť, přičemž je vždy proveden rozbor proměnlivosti dat v jednotlivých částech transektu, porovnání naměřených hodnot ve dvou měřených výškách a další analýzy. Částmi transektu se rozumí následující: lesní část zahrnuje měření na stanovištích 1, 2 a 3, ekoton představuje stanoviště 4 a travní část (trvalý travní porost) pak stanoviště 5, 6 a 7. Výraz TTP označuje trvalý travní porost a nachází se nejčastěji v tabulkách a grafech, neboť celé slovní spojení je dlouhé a z tohoto důvodu nepraktické. Není-li uvedeno jinak, vztahují se všechny analýzy k měřením ve výšce 2 m. Na závěr je pak připojena podkapitola, jež se týká podobnosti ekotonu k okolnímu prostředí. Zde jsou stanoveny hypotetické závěry o tom, zda se mikroklimatické charakteristiky ekotonu více podobají lesnímu prostředí či trvalému travnímu porostu. Na počátku práce bylo uvažováno i o analýze proměnlivosti mikroklimatických faktorů v závislosti na vzdálenosti od ekotonu, nicméně nakonec vyplynulo, že kvůli charakteru dat (časovému pořízení) není toto srovnání možné. Průměrné hodnoty naměřených dat jednotlivých mikroklimatických faktorů společně s dalšími statistickými charakteristikami a grafy jsou přiloženy v příloze 5–16.

Ačkoliv byla měření prováděna od dubna 2008, nejsou data z tohoto měsíce zahrnuta do žádné z analýz, neboť nejsou úplná. Nutné je podotknout, že měření na každém transektu byla prováděna každý měsíc pouze v rámci jednoho dne. Výsledky tedy popisují charakteristiku ekotonu k tomuto dni, tudíž nemohou v plné míře vystihovat daný měsíc, neboť naměřené hodnoty jsou ovlivněny aktuálním počasím daného dne či denní doby. Nelze ani přímo srovnávat jednotlivé hodnoty, protože měření na transektech nebyla prováděna ve stejnou dobu.

8.1 Analýza teplotních poměrů

8.1.1 Proměnlivost teploty a její význam v lesní krajině

Teplota je jeden ze základních parametrů fyzikálního prostředí určující životní aktivitu a projevy organismů. Jednotlivé organismy, druhy a celá společenstva jsou vázány na určité rozpětí teplot, v němž mohou vegetovat a reprodukovat se. Lze

nalézt teplotu z určitého hlediska pro jednotlivé projevy optimální a stejně tak lze určit i extrémny, teploty limitní, stejně významné jako teploty pro daný projev života průměrné. Organismy a jednotlivé jejich projevy jsou na určité teplotní projevy vázány, vůči extrémním hodnotám pak mají vyvinuty význačné obranné reakce a adaptace (přizpůsobení). Jako ekologicky významná je např. délka vegetační doby, označující počet dnů, kdy je denní průměrná teplota alespoň 10 °C. Pro existenci lesního ekosystému je nutná její délka alespoň 1 měsíc, listnatý opadavý les vyžaduje alespoň 4 měsíční trvání. Pro růst a vývoj lesních dřevin jsou významné i extrémny, jako je například výskyt pozdních a časných mrazů, na které jsou různé dřeviny různě citlivé (Podrázský, 1999).

Lesní prostředí modifikuje výrazným způsobem teplotní poměry lokality. Koruny stromů dokážou zadržet sluneční záření, a proto je v lese chladněji než v jeho okolí. Zároveň to způsobuje i to, že se v korunové části lesního porostu vyskytují nejvyšší teploty (v noci pak nejnižší). Průměrná roční teplota v lesních porostech je nižší než mimo porost, avšak v zimních měsících je vzduch v zapojeném lese mírně teplejší. Les má schopnost vyrovnávat teplotní rozdíly, kdy snižuje maximální denní a zvyšuje minimální noční teploty. Všeobecně vývoj teplot závisí na hustotě porostu (v hustých porostech jsou menší teplotní rozdíly). Vliv lesa na teplotu vzduchu je nejpatrnější na severních svazích. Důležitou funkcí lesa je i ochrana půdy před ztrátami tepla (Spíchal, 2008).

8.1.2 Analýza naměřených hodnot

Nejvyšší teploty byly pozorovány ve dny měření v červenci, kdy teploty převyšovaly 28 °C a dosahovaly místně teplot až 35 °C (na transektu T5), vyjma transektu T10, kdy bylo měření prováděno v ranních hodinách. Nejchladnější teploty byly zaznamenány během listopadového měření, kdy klesaly průměrné teploty až k 0,2 °C, opět v závislosti na denní době. Průměrné hodnoty teplot společně s dalšími statistickými charakteristikami jsou uvedeny pro každý transekt zvlášť v příloženém DVD. Průměrné hodnoty pro transekt a jeho části jsou uvedeny v příloze 5. Grafy zaznamenávající průměrné hodnoty pro les, ekoton a trvalý travní porost jsou zobrazeny v příloze 13.

Při analýze hodnot byly porovnávány dosažené průměrné hodnoty teplot zvlášť v lesní části, ekotonu a travní části transektů. Při tomto rozboru byla stanovena základní hypotéza, že by teploty na trvalém travním porostu měly dosahovat vyšších hodnot, neboť zde je sluneční záření nejméně ovlivňováno (v úvahu bylo bráno i tvrzení, že v zimním období je v lese mírně tepleji). Tuto hypotézu podporují zjištění na transektech T8 a T9, kdy skutečně byly vyšší teploty zaznamenány na

trvalém travním porostu, a to u transektu T8 v 9 případech a u T9 v 8 případech. Na transektu T5 byla až v 10 případech zaznamenána vyšší teplota v ekotonu. Tato skutečnost je pravděpodobně dána tím, že stanoviště reprezentující střed širokého ekotonu není nijak zastíněno, zatímco jedno stanoviště na travní části transektu se nacházelo v zákrytu koruny mladého stromu. K opačnému výsledku bylo dospěno u transektu T1, kdy v 8 případech byla zjištěna vyšší teplota v lesní části transektu. Nicméně zde se musí brát v úvahu, že naměřené průměrné hodnoty teplot vykazují jen malou variabilitu. Na transektech T4 a T6 lehce převažuje počet měření (u transektu T4 v 6 případech a u T6 v 7 případech), kdy byla zjištěna vyšší teplota v travní části transektu než v lesní části, avšak tyto hodnoty byly naměřeny v jiných měsících. V případě transektu T3 se počet měření s vyšší teplotou na trvalém travním porostu (stepním oku) shoduje se situací v ekotonu (v 6 případech). Srovnáním teplotních poměrů na transektu T10 se zjistil vyvážený počet měření s vyšší teplotou ve všech částech transektu. Vyšší teploty na travním porostu byly u transektů T3, T6, T8 a T9 zaznamenány shodně v období květen až srpen. Transekt T5 vykazoval vyšší teploty v ekotonu kromě ledna a února stále. V dalších měsících a u ostatních transektů se tato situace různí. Kromě T3 byla na všech transektech alespoň jednou za zimní období naměřena vyšší teplota v lesním prostředí.

Další ověřovaný předpoklad se týkal proměnlivosti teploty vzduchu během nevegetačního období. Vycházelo se z teorie, že v tomto období by měly být hodnoty v jednotlivých částech transektu vyrovnanější, neboť lesní porost již nedisponuje hustou, olistěnou korunou, jež by výrazněji modifikovala sluneční záření. Za pozorované období byly zvoleny měsíce listopad – březen. Výsledek vycházel z vizuálního porovnání grafů a vypočtených směrodatných odchylek, kdy byly hodnoty menší nebo rovno 1 považovány za relativně vyrovnané. V následující tabulce jsou označeny křížkem ta měření, jež byla vyrovnaná, pomlčkou značí vyšší proměnlivost hodnot.

Tabulka 3 Proměnlivost teploty vzduchu v nevegetačním období (Ů značí měření s malou proměnlivostí, - značí proměnlivost hodnot)

	T1	T3	T4	T5	T6	T8	T9	T10
Listopad	Ů	Ů	Ů	Ů	-	Ů	Ů	Ů
Prosinec	Ů	Ů	Ů	Ů	Ů	Ů	Ů	Ů
Leden	Ů	Ů	-	Ů	Ů	-	-	Ů
Únor	Ů	Ů	Ů	-	Ů	Ů	Ů	Ů
Březen	-	-	Ů	Ů	Ů	-	Ů	Ů

Tabulka ukazuje, že ve většině případů teplota skutečně vykazuje v nevegetačním období nižší proměnlivost. Nejlepších výsledků dosahuje transekt T10 a měsíc prosinec. U ostatních transektů se vyskytuje jedno měření s proměnlivými teplotami, v případě T8 jsou taková měření dvě. Ve sledovaném období bylo nejvíce odchylek pozorováno v měsících leden a březen.

Největší variabilita teplot vzduchu byla v průběhu roku pozorována ve dny, kdy převládalo radiační počasí, či byla vysoká intenzita slunečního záření. Takovéto podmínky byly dány v měsících květen, červenec a duben 2009, popřípadě červen, září, či říjen. Toto tvrzení však neplatí pro všechny transekty zároveň, neboť měření byla uskutečňována v rozdílné denní době.

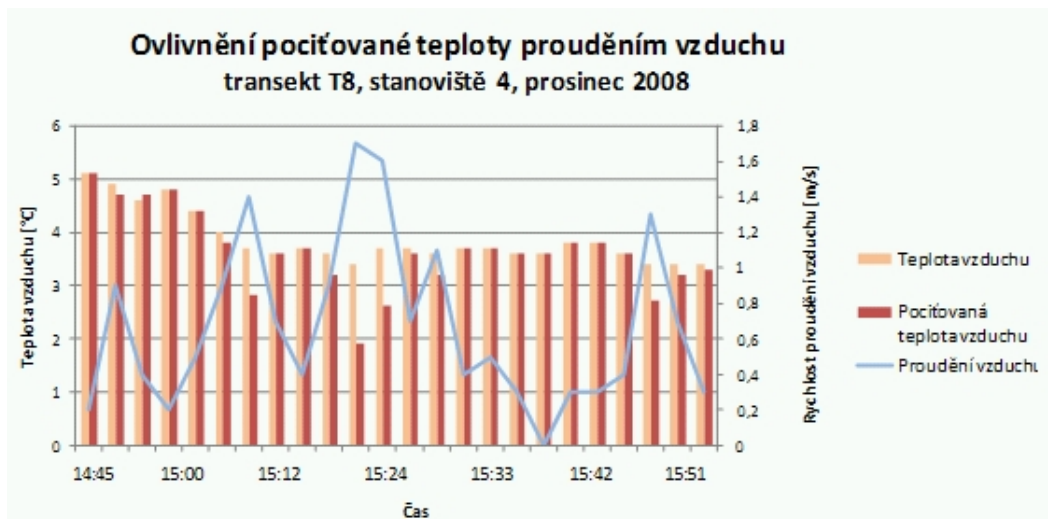
8.1.3 Pocit'ovaná teplota

Pocit'ovaná, neboli taky pocitová, teplota je parametr, který vystihuje, jaký dopad mají aktuální meteorologické podmínky na živý (zejména lidský) organismus. Bere v úvahu teplotu, vlhkost vzduchu, rychlost větru nebo příkon slunečního záření. Kombinací faktorů teploty a vlhkosti vzduchu se odvozuje tzv. Heat Index, jež udává teplotu, kterou vnímá lidské tělo v rozličných vlhkostních podmínkách (při vyšších hodnotách relativní vlhkosti vzduchu je teplota vnímána jako teplejší než ta při nižší relativní vlhkosti). Druhou z nejčastěji používaných veličin vyjadřujících pocit'ovanou teplotu je tzv. Wind Chill Index, který je kombinací teploty vzduchu a rychlosti větru. V tomto případě se mluví o zchlazujícím účinku větru, kdy je s rostoucí rychlostí větru teplota vnímána jako chladnější (podle Borovička, 2008).

Používané anemometry Testo disponují výpočtem pocit'ované teploty pomocí tzv. New Wind Chill Index. Pocit'ovaná teplota počítaná pomocí anemometrů se liší od teploty vzduchu pouze při teplotách nižších než 10 °C a rychlosti proudění vzduchu vyšší než 1,34 m/s (Návod k obsluze Testo 410-2). Z tohoto důvodu je pocit'ovaná teplota uváděna pouze v měsících listopad až únor, kdy byly zaznamenány rozdíly mezi pocit'ovanou teplotou a okolní teplotou vzduchu.

Nejvýraznější rozdíly mezi pocit'ovanou a okolní teplotou byly pozorovány v měsících listopad a prosinec. Nejvyšší průměrný zchlazující účinek zaznamenaný v rámci celého transektu byl naměřen v prosinci na transektu T4, kdy byla pocit'ovaná teplota v průměru o 0,74 °C nižší. Největší rozdíl mezi oběma teplotami byl naměřen v listopadu na transektu T6 a T9, kdy se teploty lišily o 2,6 °C. Na transektu T6 byla teplota 3,0 °C vlivem větru o rychlosti 2,6 m/s vnímána jako 0,4 °C. Obdobně tomu bylo na transektu T9, kde zchlazující účinek větru o rychlosti 2,3 m/s a 2,4 m/s ovlivnil teploty 0,6 °C a 1,1 °C tak, že byly pocit'ovány jako -2 °C a -1,5 °C.

Průměrné hodnoty pocíťované teploty pro hodnoty naměřené v lese, ekotonu, TTP a na celém transektu dohromady, včetně rozdílů od průměrných teplot v daném prostředí, jsou uvedeny v příloze 6. Jednotlivé záznamy z měření jsou uvedeny na DVD.



Obrázek 14 Ovlivnění pocíťované teploty prouděním vzduchu

8.1.4 Porovnání teploty vzduchu ve výšce 15 cm a 2 m

Jednotlivá měření byla prováděna vždy ve dvou výškách – v 15 cm a ve 2 m nad aktivním povrchem, aby bylo možné posoudit, zda se sledované mikroklimatické faktory s výškou různí. Jak je známo, tak se vzduch ohřívá nejintenzivněji od zemského povrchu, a proto bývá při povrchu i vyšší teplota. Při povrchu je pozorován velký vertikální teplotní gradient a extrémnější chod teplot (povrch se slunečním zářením více zahřívá a více se ochlazuje dlouhovlnným vyzařováním než vzduch ve výšce 2 m nad zemí). Výrazný vliv na mikroklima má i charakter vegetace, kdy se v husté biomase mohou vytvářet teplotní maxima (i minima). S rostoucí výškou dochází též k opoždění nástupu denních maximálních a minimálních hodnot. Udává se, že zpoždění teplotního maxima ve 2 m oproti aktivnímu povrchu je přibližně 2 hodiny (podle Kučerová). Na denní chod teplot má vliv i typ počasí, při radiačním dosahuje teplotní amplituda daleko vyšší hodnoty, než při oblačném nebo advekčním typu počasí (Vysoudil, 2004).

Naměřené hodnoty nelze porovnávat souhrnně pro všechny transekty, poněvadž měření neprobíhala ve stejnou denní dobu či ve stejný den, což může zapříčinit i velké rozdíly v průběhu hodnot. Z porovnání grafů ročního chodu teplotních charakteristik a vypočtených průměrných charakteristik však lze čistě hypoteticky odvodit, že jsou teploty zjištěné v 15 cm nad aktivním povrchem průměrně vyšší než

hodnoty zaznačené při měření ve výšce 2 m. Avšak nastávají i situace, kdy jsou teploty naměřené v 15 cm shodné či nižší než teploty naměřené ve výšce 2 m. V těchto případech je možným důvodem tohoto jevu proudění teplého vzduchu, který má větší vliv na teplotu vzduchu ve 2 m či v jiném případě typ počasí, kdy za oblačnosti nejsou rozdíly příliš patrné.

Na grafech v příloze č. 7 jsou zobrazeny teplotní charakteristiky z transektu T9 (grafy z dalších transektů jsou přiloženy na DVD). Z průběhu naměřených hodnot lze vyzorovat, že teploty při povrchu jsou až na měsíc únor vyšší než teploty zaznamenané ve výšce 2 m. Nižší únorové hodnoty mohou být dány přítomností sněhové pokrývky, která má charakter izolační vrstvy, která zabraňuje výměně tepla mezi podložím a atmosférou. Nejvyšší rozdíly teplot jsou zaznamenány v srpnu a dubnu 2009. Na těchto rozdílech má největší podíl zchlazující účinek větru, který se více projevuje ve výšce 2 m než nízko nad povrchem. Z grafů, které ukazují teplotní charakteristiky jen v určitém prostředí, je patrné, že teplotní rozdíly jsou nejvíce shlazený v ekotonu, popřípadě v lesním prostředí.

8.2 Analýza větrných poměrů

8.2.1 Proměnlivost proudění vzduchu a jeho význam v lesní krajině

Vítr se v krajině uplatňuje při přenosu vody, energie a ovlivňuje další fyzikální vlastnosti vzduchových hmot. Zvyšuje intenzitu výparu z vodní hladiny a zemského povrchu (evapotranspirace) a tak současně odnímá teplo. Působí též na objekty v krajině dynamickým tlakem, ovlivňuje vytváření sněhových závějí, písečných dun či tvorbu námrazy (Vysoudil, 2004).

Působením větru mohou být opylovány rostliny (anemofilně) či jsou větrem roznášena jejich semena (anemochorně). Povětrnostními podmínkami je ovlivněno i např. šíření škůdců. Mnoho hmyzu jako saranče, černopáska aj. potřebuje pro své šíření přenos větrem (zdroj: Výskyt plevele, škůdců a chorob se mění).

Činnost větru též způsobuje modelování georeliéfu – tyto procesy se nazývají eolické. Činnost větru se v krajině projevuje jako modelační činitel především tam, kde chybí se svou ochrannou funkcí vegetace. Eolická eroze má tři základní fáze: abrazi (rozrušování povrchu půdy a uvolnění jednotlivých částic), deflaci (odnos volných částic) a akumulaci (ukládání částic půdy při poklesu transportní rychlosti větru).

Lesnatost území má značný dopad na sílu a směry vzdušného proudění. Les vytváří specifické vnitřní lesní prostředí, kde je proudění vzduchu silně utlumeno. To modifikuje prostředí lesa rozhodujícím způsobem a ovlivňuje všechny další faktory

lesního mikroklimatu: snižuje povrchový výpar a zvyšuje vlhkost půdy i vzduchu. Vliv na modifikaci větru má druh dřeviny, podrost, věk porostu, zakmenění a zápoj (Podrázský, 1999). Je známo, že rychlost vzduchu proudícího nad porostem je vyšší (zužují se proudnice) a že na závětrné straně se rychlost snižuje a mohou se vytvářet i turbulence (víry) (Spíchal, 2008).

Působením větru může dojít i k poškození lesního porostu v podobě polomů, kdy jsou ohroženy zejména stejnorodé a stejnověkové porosty. Trvalý vítr má za následek zpomalování růstu stromů do výšky a taky má vliv na statickou výstavbu kmenu (rozložení tlakového a tahového dřeva). Z nepříznivého hlediska může vítr zvyšovat transpiraci, podporovat vysoušení půdy a zrychlovat rozklad humusu a jeho transport z porostu (uvedené platí hlavně pro východní větry). Mechanické škody způsobuje vítr i třením a ošleháváním (např. u břízy) (Spíchal, 2008).

8.2.2 Analýza naměřených hodnot

Vítr představoval nejvariabilnější faktor mikroklimatu, jež byl pozorován. Na rychlost a směr větru měla největší vliv zejména konfigurace terénu, jež je dána nadmořskou výškou, sklonitostí a expozicí dané lokality, a dále pak i přítomná vegetace, lesní a křovinaté porosty, jež proudění vzduchu brzdila, popřípadě směrově modifikovala. Důležitá byla i pozorovaná rychlost proudění vzduchu, neboť při vyšší rychlosti, kdy měl vítr větší sílu, dokázal pronikat hlouběji do druhého prostředí (tedy v případě proudění z trvalého travního porostu do lesa).

Nejrychlejší proudění vzduchu bylo zaznamenáno u většiny transektů v měsíci březnu, kdy se průměrné hodnoty pohybovaly okolo 1,75 m/s. Největřněji bylo během roku na transektu T9, který se nachází ve vrcholové části jihozápadně ukloněného svahu, jenž je volně otevřen pro proudící vítr. Naopak nejméně větru přístupný byl transekt T3, jenž je situovaný ve stepním oku uvnitř lesa. Průměrné zaznamenané hodnoty rychlosti větru na jednotlivých transektech jsou obsaženy v příloze 8.

Z provedené analýzy, kdy byly porovnávány rychlosti větru v každé části transektu (lesní, ekotonové a travní) v průběhu roku zvlášť, lze souhrnně odvodit, že ve většině případů byla nejvyšší rychlost zaznamenána v té části, odkud vanul vítr. Pokud tedy proudil z trvalého travního porostu směrem k lesu, byla na trvalém travním porostu zaznamenána i nejvyšší rychlost větru. Podobně tomu bylo i v opačném případě: pokud vítr vanul z lesních prostor, tak byla nejčastěji i v lesní části transektu pozorována nejvyšší hodnota proudění vzduchu. Situace v ekotonu se různila podle toho, jestli se ve směru proudění vzduchu nacházela nějaká překážka (např. v podobě stromu či keře). Na příkladu transektu T10 byla vyhotovena série

map, která znázorňuje rychlost proudění vzduchu na jednotlivých stanovištích transektu. Rychlost větru je zde znázorněna pomocí směrové růžice. Mapy zachycující situaci v měsíci srpnu jsou zařazeny do přílohy č. 9, všechny mapy se nacházejí na příloženém DVD.

V případě transektů, kde byl vytvořen na hranici lesa hustý zápoj vegetace, měl ekoton zpravidla charakter bariéry (T5, T8). V nevegetačním období, anebo pokud byl směr větru ve směru transektu, který neměl vytvořený keřový plášť, představoval ekoton v několika případech průchozí zónu – koridor (např. na T4 v prosincovém měření).

Další analýza se zabývala vyjádřením změny rychlosti větru po průchodu ekotonem. Analýza byla řešena na základě stanovení procentuální změny, jež byla počítána mezi průměrnými hodnotami rychlosti větru na travní části transektu a lesní části transektu (větší hodnota byla vždy brána jako 100 %). Vypočtené procentuální změny byly zprůměrovány pro dvě různá období: vegetační a nevegetační. Za vegetační období byly považovány měsíce duben až říjen, zbylé měsíce (listopad až březen) za nevegetační období. Výsledné hodnoty jsou zapsány v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Procentuální změna rychlosti proudění vzduchu po průchodu ekotonem (v %)

	T1	T4	T5	T6	T8	T9	T10
Vegetační období	16,1	37,2	39,3	48,0	31,0	22,4	21,7
Nevegetační období	9,3	14,2	22,0	42,3	20,8	24,0	10,4

Podle vypočtených výsledků lze určit, že ekotonem byl nejvíce modifikován vítr na transektu T6, kde se ve vegetačním období snížila rychlost proudění vzduchu až o 48,0 %, dále pak na transektu T5, kde tato změna činí 39,3 %. V souvislosti se znalostí terénu, lze ale vyvodit jinou příčinu této změny. Na transektu T5 je na hranici lesa vytvořený hustě zapojený keřový plášť, který brání průchodnosti proudění vzduchu z jednoho prostředí do druhého. Zatímco u transektu T6 není vyvinuta žádná keřová vegetace, která by měla stejný efekt. Modifikace větru je zde s největší pravděpodobností dána sklonitostí svahu, na kterém je transekt umístěn. O tomto předpokladu svědčí i poměrně málo odlišná procentuální změna rychlosti větru vypočtená pro nevegetační období (rozdíl 5,7 %). Podobně je tomu i na transektu T9, kde je rozdíl mezi vegetačním a nevegetačním obdobím jen 1,6 %. I zde má největší vliv na průchodnost proudění vzduchu konfigurace terénu. Největší rozdíl mezi vypočtenými hodnotami ve vegetačním a nevegetačním obdobím je zaznamenán u transektu T4 a činí 23 %. Propustnost ekotonu je dána jak konfigurací terénu, umístěním transektu (napříč svahem), tak i vegetací a hlavně vytvořeným zápojem. Do tabulky nebyly zařazeny výsledky procentuální změny rychlosti větru na transektu

T3, neboť zde byly značně ovlivněny některými naměřenými hodnotami. V průběhu roku byly zaznamenány 3 měření, kdy se rychlost po průchodu ekotonem vůbec nezměnila (červen, listopad, duben (2009)) a naopak dvě měření (leden, únor), kdy byla zaznamenána 100% změna. Avšak změna z 0,03 a 0,1 na 0 m/s. Obecně ale lze pokládat ekoton na transektu T3 za ekoton s nejmenším vlivem na proudění vzduchu.

8.2.3 Vyhodnocení zápoje porostu

Výrazný vliv na modifikaci proudění vzduchu má, jak už bylo zmíněno výše, vegetace a především vytvořený zápoj. Zápoj lze charakterizovat jako vzájemný dotyk a prolínání korun v korunové vrstvě. Zápoj je podstatný znak porostu, neboť ovlivňuje energetický, světelný a látkový režim porostu a celého ekosystému. Je možné ho znázornit jak v půdorysu korunovou projekcí, tak v bokorysu vyplněním růstového prostoru (zdroj: Ekologie lesa).

V rámci diplomové práce se zápoj vyhodnocuje z bokorysu a rozumí se jím nejenom pokryvnost korunové části stromů, ale i kmenů, keřů a další vegetace. Na příkladu transektu T10 byl zápoj odvozen pomocí GIS. Využit byl program od společnosti ESRI – ArcView GIS 3.x. Vyhodnocení zápoje bylo provedeno pomocí neřízené klasifikace, jež je dostupná v extenzi Image Analyst. Vyhodnocovány byly fotografie (*.jpg), které zachycovaly pohled na ekoton z trvalého travního porostu. Pomocí neřízené klasifikace byly jednotlivé pixely fotografie zařazeny podle odrazivosti do 12 kategorií, které byly dále interpretovány podle subjektivního posouzení, zda představují vegetaci či „volný prostor“. Při interpretaci byly vylišeny dvě období, ve kterých byl za „volný prostor“ považován odlišný počet kategorií. V období duben až září představovala nepokrytý prostor pouze kategorie 12, v případě vyhodnocení fotografií z měsíců říjen – březen byly za „volný prostor“ považovány kategorie 11 a 12. Toto bylo dáno zejména z důvodu různého osvětlení snímků a zastoupení vegetace (různá spektrální odrazivost). Postup provedení klasifikace je uveden v kapitole 3.6.

Celkový počet pixelů vyhodnocované části fotografie byl 1 197 684. Počet pixelů zastoupených v kategoriích vyjadřující vegetaci a „volný prostor“ je uveden v tabulce č. 5. Výsledný zápoj je uváděn v procentuálním vyjádření pokryvnosti vegetace (daných kategorií). Grafická prezentace výsledků automatizovaného vyhodnocení zápoje je vložena na DVD.

Z tabulky lze podle předpokladu odvodit, že největší zápoj byl vytvořený ve vegetačním období, kde pokryvnost vegetace dosahovala přes 90 % (vyjma října). Výrazný pokles (18,7 %) je zaznamenán mezi snímky pořízenými v září a říjnu. Tento rozdíl je způsoben především tím, že v říjnu byl „volný prostor“ vyvozen ze

dvou kategorií, avšak i za předpokladu, že by byla analýza provedena s použitím jen kategorie 12, byl by zápoj vyhodnocen jako 82,88%, což by představovalo změnu 11,12 %. Z analýzy vyhodnocující procentuální změnu rychlosti větru (kapitola 8.2.2) bylo v nevegetačním období pozorováno na transektu T10 průměrné snížení rychlosti větru o 11,28 % než ve vegetačním období. Z podrobnější analýzy jednotlivých měsíců bylo v měsíci září pozorováno snížení rychlosti větru po průchodu ekotonem o 43,88 % (průměrná rychlost větru před ekotonem činila 0,82 m/s), avšak v měsíci říjnu jen o 6,49 % (průměrná rychlost větru před ekotonem 0,64 m/s). Obdobně tomu bylo i u měření v březnovém a dubnovém termínu. Změna v pokryvnosti vegetace ekotonu byla pozorována z 68,96 % (březen) na 90,06 % (duben), což činí rozdíl 21,1 %. Změna rychlosti větru byla v měsíci březnu 15,72 % (průměrná rychlost větru před ekotonem 1,33 m/s) a v měsíci dubnu 27,33 % (průměrná rychlost větru 1,25 m/s). Z uvedeného lze vyvodit závěr, že rychlost proudění vzduchu na transektu T10 je ovlivňována zápojem vegetace.

(Pozn. Nuance, které lze spatřit například u vyhodnocení zápoje v měsíci lednu k okolním měsícům, jsou dány zejména obrazovým materiálem, jenž byl k dispozici, kdy se různí úhel záběru na ekoton a osvětlení fotografie.)

Tabulka 5 Vyhodnocení zápoje lesní vegetace

Měsíc	Kategorie zastupující vegetaci	Kategorie s „volným prostorem“		Zápoj (%)
		Kategorie 11	Kategorie 12	
Květen	1 117 934	-	79 750	93,34
Červen	1 092 571	-	105 113	91,22
Červenec	1 104 976	-	92 708	92,26
Srpen	1 126 133	-	71 551	94,03
Září	1 125 824	-	71 860	94,00
Říjen	901 914	90 757	205 013	75,30
Listopad	843 482	127 643	226 559	70,43
Prosinec	845 823	119 349	232 512	70,62
Leden	772 588	107 640	317 456	64,51
Únor	838 236	132 193	227 255	69,99
Březen	825 975	146 240	225 469	68,96
Duben	1 078 605	-	119 079	90,06

8.2.4 Porovnání proudění vzduchu ve výšce 15 cm a 2 m

Proudění vzduchu v malé výšce nad aktivním povrchem je narušováno rostoucí vegetací, což zapříčiňuje, že se rychlost proudění vzduchu ve výšce 15 cm nad povrchem odlišuje od rychlosti ve výšce 2 m. Z naměřených údajů o rychlosti proudění vzduchu byly sestaveny grafy, které porovnávají proudění vzduchu v těchto

daných výškách. Omezení tohoto porovnávání spočívá v tom, že měření rychlosti větru nebyla prováděna současně, ale vždy nejprve v jedné výšce (po dobu 8 minut) a poté teprve v druhé výšce. Při proměnlivosti rychlosti proudění vzduchu pak mohou být výsledky zkresleny.

Z vytvořených grafů je patrné, že rychlost větru byla zaznamenána téměř vždy ve výšce 2 m vyšší než při aktivním povrchu. Výjimkou je únorové měření na transektu T4, kde měření ve výšce 15 cm mírně převyšují (o 0,25 m/s) měření ve výšce 2 m. Při dalším rozboru naměřených hodnot bylo zjištěno, že uprostřed ekotonu (na stanovišti 4) zmíněného transektu byla ve výšce 15 cm pozorována vždy vyšší hodnota než v dané výšce v lese či TTP. Podobně tomu bylo i na transektu T9. Tento fakt může být způsoben tím, že jsou středy těchto ekotonů vyvýšeny nad okolní terén ve směru převládajícího proudění. Ve výsledném zhodnocení obou dvou výšek se ale tato skutečnost projevuje jen výjimečně. K lehkému převýšení rychlosti větru (o 0,02 m/s) ve výšce 15 cm oproti měření ve 2 m došlo též při únorovém měření na transektu T3. Nicméně z hlediska hodnot pohybujících se na hranici 0 m/s jsou tyto skutečnosti irelevantní.

V příloze č. 10 je ukázka grafů porovnávající proudění vzduchu v daných výškách na transektu T9, a to pro celý transekt a dále pak pro jednotlivé části transektu zvlášť (grafy ostatních transektů jsou přiloženy na DVD).

8.3 Analýza vlhkostních poměrů

Možnosti analýz u vlhkostních poměrů jsou menší, poněvadž data nejsou úplná. Tato skutečnost je dána tím, že jeden z používaných anemometrů (Testo 410-1) nebyl vybaven čidlem pro snímání vlhkosti. Ačkoliv byla snaha tato data dopočítat pomocí různých statistických metod, nakonec bylo od dopočtu upuštěno z důvodu možného zanesení chyby, jež by další analýzy zkreslovala. Proto byla vynechána v případě srovnávání jednotlivých částí transektu středová zóna – ekoton, pro nějž bylo naměřeno nejméně hodnot.

8.3.1 Proměnlivost vzdušné vlhkosti a její význam v lesní krajině

Vzdušná vlhkost charakterizuje obsah vodních par v ovzduší. Určuje především podmínky pro výpar a pro eventuální kondenzaci vody z ovzduší. Při nenasyčenosti vzduchu vodními parami je usnadňován výpar, při přesycenosti (překročení rosného bodu) nastává kondenzace. Vzdušná vlhkost souvisí velmi úzce s teplotou vzduchu, při stejném množství vody v atmosféře může působit vysušně i mít vliv na zvlhčení v závislosti na rozdílech teploty (rozdíly den - noc, rosa, námraza). Vzdušná vlhkost se vyznačuje výraznou denní dynamikou s minimem

v nejteplejší části dne až po noční maximum, dané ochlazením. Výpar a relativní vlhkost se může zvýšit i snížením tlaku vzduchu, s ním se mění i výměna plynů mezi půdou a ovzduším a zintenzivňují se půdní biologické pochody.

Vzdušná vlhkost má vzhledem k lesnímu ekosystému bezprostřední (ekologický) význam především svým vlivem na intenzitu výparu a tím i na další fyziologické pochody (transpiraci, fotosyntézu, respiraci). Naopak, lesní prostředí způsobuje výrazné relativní zvlhčení vzduchu pod úrovní korun právě snížením teplot, eliminací vysušného působení vzdušného proudění a větším výparem transpirací. Hustota porostu pak má na vlhkost vzdušného prostředí značný vliv, stejně tak i výška a druhové složení porostu. Např. v jehličnatých porostech je při jinak stejných vnějších podmínkách celoročně vyšší vzdušná vlhkost ve srovnání s listnatými porosty. Relativní vzdušná vlhkost je v lese nejvyšší před východem Slunce, kdy může dosáhnout až 100 %. V průběhu dne vlhkost klesá (nejvyšší hodnoty bývají naměřeny ve spodní části korun stromů – vliv transpirace), v podvečer vlhkost klesá na nejnižší denní úroveň. Les přitom brání promíchávání vzduchu vnitřního vlhkého s vnějším suchým (podle Spíchal, 2008; Podrázský, 1999).

8.3.2 Analýza naměřených hodnot

Při porovnání měření na všech transektech v průběhu roku lze vysledovat určitý chod relativní vlhkosti. Na všech transektech byly zaznamenány nejvyšší průměrné hodnoty relativní vlhkosti v zimním období, a to v prosinci, popřípadě již v září či listopadu, a v průměru se pohybovaly okolo 82,3 %. Výjimku tvoří transekt T10, kde byla nejvyšší relativní vlhkost pozorována v červnu, avšak to je dáno tím, že měření bylo provedeno po vydatném dešti. Proto jsou zde naměřeny hodnoty až okolo 90 % (v prosinci byly zjištěny druhé nejvyšší hodnoty). Naopak minimální hodnoty relativní vlhkosti byly zaznamenány v měsíci červenci a při dubnovém měření v roce 2009, kdy se hodnoty relativní vlhkosti pohybovaly okolo 29,4 %. Podobný průběh křivek, zachycujících naměřené hodnoty, je nejčastěji zaznamenán u transektů, které se nacházejí nejbližší a na nichž bylo provedeno měření s krátkým časovým odstupem. Průměrné hodnoty relativní vlhkosti vzduchu se nachází v příloze č. 11.

Při analýze průměrných hodnot v jednotlivých měsících byly porovnávány dosažené hodnoty v lesním prostředí a na trvalém travním porostu. Základní hypotéza byla stanovena tak, že je relativní vlhkost v lesním prostředí v průběhu roku vyšší než na trvalém travním porostu. Zmíněné tvrzení bylo potvrzeno při porovnávání hodnot na transektech T5 a T8, kdy má v naprosté většině měsíců (u T5 v 11 případech a u T8 v 10 případech (z 12 měření)) les vyšší hodnoty relativní vlhkosti než trvalý travní porost. Právě u těchto transektů je vytvořen na hranici lesa hustý keřový lem,

jenž brání promíchávání vlhkého vnitřního a vnějšího suchého vzduchu, a tím jsou dány taky rozdíly mezi vlhkostními poměry jednotlivých prostředí. Relativně vyšších hodnot v lesním prostředí je dosaženo i u transektů T4, T6 a T9 (v 7 případech), kde u transektu T6 byly pozorovány největší sumativní rozdíly průměrné relativní vlhkosti vůbec (63,49 %). U transektu T10 byla zjištěna převaha měsíců (měření), kdy byla vyšší relativní vlhkost naměřena na trvalém travním porostu (v 7 případech). Transekty T1 a T3 prokazovaly ve většině případů vyšší průměrnou relativní vlhkost na trvalém travním porostu (v 9 případech). Tato skutečnost může být dána tím, že měření byla uskutečňována na méně stanovištích, jež se navíc nacházela celkově blíže k lesnímu prostředí a tím byl ovlivněn i charakter sledované části trvalého travního porostu, nejkuli že je travní část transektu T3 celkově obklopena lesem. Na transektu T3 byla též pozorován nejmenší součet zjištěných rozdílů relativní vlhkosti – 25,5 %.

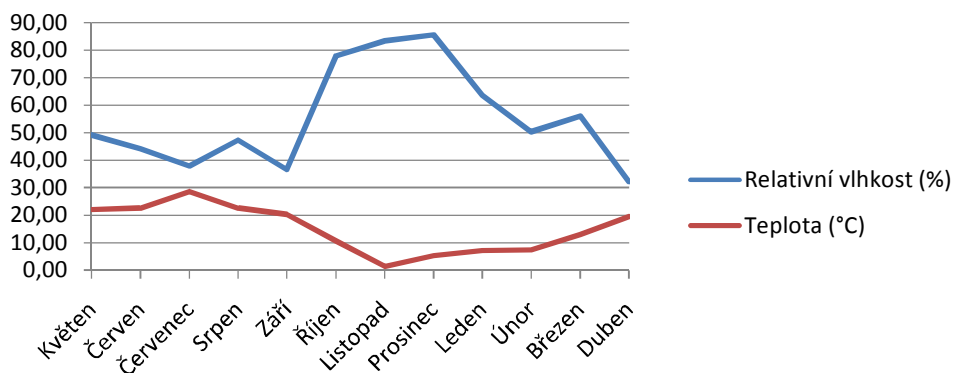
Z definice relativní vlhkosti vzduchu (kapitola 5.4) vyplývá, že je hodnota této veličiny značně ovlivňována aktuální teplotou vzduchu, a to inverzním způsobem. Mezi těmito mikroklimatickými faktory, byl vypočten korelační koeficient, jenž je uveden v následující tabulce.

Tabulka 6 Korelační koeficienty vyjadřující závislost mezi teplotou a relativní vlhkostí vzduchu

	T1	T3	T4	T5	T6	T8	T9	T10
Korelační koeficient	-0,85	-0,90	-0,81	-0,64	-0,48	-0,74	-0,82	-0,60

Na základě výsledků analýzy lze hypoteticky poukázat na skutečnost, že se nejmenší závislost (a tedy i největší proměnlivost vlhkosti vzduchu) vyskytovala na transektu T6 (nejnižší korelační koeficient) a dále na transektech T5 a T8, u nichž se i značně lišily vlhkostní poměry v lesním a travním společenství. Korelační koeficient je poměrně nízký i na transektu T10 (-0,60), kde se projevují vysoké hodnoty relativní vlhkosti zaznamenané při červnovém měření, jež bylo provedeno po vydatném dešti. Pokud by se do výpočtu nezahrnuly hodnoty z tohoto měření, měl by korelační koeficient hodnotu -0,82. Nejvyšší závislost je pozorována na transektu T3, jež je ale s největší pravděpodobností způsobena menším počtem naměřených dat. Graf závislosti chodu teplot a relativní vlhkosti vzduchu je znázorněn na transektu T9 na obrázku 15 (ačkoliv tyto jevy nelze brát z podstaty měření jako spojitý, byl použit tento typ grafu, aby byl výsledek více patrný). Grafy ostatních závislostí jsou přiloženy na DVD.

Transekt T9



Obrázek 15 Graf závislosti chodu teplot a relativní vlhkosti vzduchu

8.3.3 Porovnání relativní vlhkosti vzduchu ve výšce 15 cm a 2 m

Data relativní vlhkosti vzduchu, jež byla měřena ve dvou výškách, byla porovnávána za účelem zjištění, zda se hodnoty této veličiny různí podle vzdálenosti od povrchu země. Chod relativní vlhkosti vzduchu obecně vykazuje opačný průběh než chod teplot, kdy nejnižší hodnoty relativní vlhkosti jsou zaznamenávány při nejvyšší teplotě vzduchu a naopak. Na druhou stranu je vlhkost povrchu značně ovlivňována i přítomnou vegetací a transpirací.

Z porovnání grafů a číselných hodnot lze vysledovat, že se v průměru naměřené hodnoty příliš neliší (rozdíl je do 2 % relativní vlhkosti). Pokud by se provedlo šetření na základě počtu měření, kdy byla vyšší relativní vlhkost pozorována u jedné z výšek, pak lze usoudit, že vyšší hodnoty byly častěji zaznamenány u měření ve výšce 15 cm. Nejvíce případů, kdy byla v 15 cm pozorována vyšší relativní vlhkost, bylo zaznamenáno u transektu T5 (v 10 případech) a dále u transektu T1 (v 9 případech). Opačně tomu bylo na transektu T4, kde byla vyšší relativní vlhkost zaznamenána v 15 cm jen v 5 případech. Shodným poměrem počtu měření se pak vyznačují transekty T3 a T10.

Obdobný závěr lze vyvodit i u porovnání souhrnných průměrných hodnot za celou dobu měření, kdy je pozorována vyšší průměrná relativní vlhkost ve výšce 15 cm u transektů T1, T5, T6, T8 a T10, u zbylých transektů jsou hodnoty vyrovnané. Největší rozdíly mezi měřeními v jednotlivých výškách byly zpravidla zaznamenány v lesním prostředí. Grafy porovnávající relativní vlhkost vzduchu v 2 m a 15 cm na transektu T5 jsou uvedeny v příloze 12 (ostatní na DVD).

8.4 Podobnost ekotonů k okolnímu prostředí

Jedním z výsledků, které umožňuje terénní měření zjistit, je, zda se ekoton, respektive střed ekotonu, z hlediska teplotních, větrných či vlhkostních poměrů více přibližuje svou charakteristikou k lesnímu či travnímu společenství. Toto zjištění bylo provedeno pomocí dvou metod pro měření ve 2 m a v 15 cm zvlášť. První metoda určovala podobnost ekotonu podle rozdílů mikroklimatických dat mezi ekotonem a lesním porostem a mezi ekotonem a trvalým travním porostem (TTP). Závěry byly učiněny porovnáním měsíčních a sumativních ročních rozdílů, aritmetických průměrů a mediánů z absolutních hodnot rozdílů. Výsledné hodnoty rozdílů jsou uvedeny v příloze na DVD. Druhá metoda spočívala v provedení oboustranného dvouvýběrového t-testu, kdy bylo nejprve hodnoceno, zda se shodují teploty (či hodnoty proudění vzduchu a relativní vlhkosti) jednotlivých ekosystémů a posléze zda se rovnají průměrné hodnoty sledovaných charakteristik v ekotonu a lesu a v ekotonu a TTP. T-test byl proveden na všech transektech a ve všech měsících, avšak z důvodu malého počtu dat není dále uveden ani komentován pro transekty T1 a T3. U uvedených případů by výsledky t-testu nemohly být v žádném případě považovány za směrodatné. Výsledky t-testu teplotních, povětrnostních a vlhkostních charakteristik jsou souhrnně uvedeny v příloze na DVD.

Při posuzování výsledků provedených t-testů musí být brán zřetel na to, že počet dat vstupujících do analýzy nebyl dostatečný, proto nelze signifikantně prokázat, zda se ekoton podobá více lesu či TTP. Uvedené závěry jsou vyvozeny čistě hypoteticky. V příloze, kde jsou uvedeny výsledky t-testu, jsou barevně vylíšeny hodnoty, kdy nebyla zamítnuta nulová hypotéza, tedy kdy byl stanoven závěr, že si jsou hodnoty podobné. Ve sloupci „Les – TTP“ jsou porovnávány průměrné hodnoty naměřené v jednotlivých ekosystémech (pro les jsou brány hodnoty ze stanovišť 1, 2 a 3; pro TTP ze stanovišť 5, 6 a 7). Ve sloupci „Ekoton – Les“ jsou t-testu podrobeny naměřené hodnoty z lesních stanovišť a středu ekotonu (stanoviště 4), analogicky lze popsat i sloupec „Ekoton – TTP“. V další části textu jsou výsledky brány souhrnně za celé sledované období. Výsledky byly odvozeny na základě počtu případů, kdy nebyla zamítnuta nulová hypotéza u jednoho z prostředí, a porovnáním hodnot t-testu, kdy byla za směrodatné brána vyšší vypočtená hodnota (hodnota 1 byla maximum). V některých případech byla zamítnuta nulová hypotéza ve prospěch alternativní u všech tří provedených t-testů (ve všech třech sloupcích) k jednomu sledovanému mikroklimatickému faktoru – v těchto případech lze čistě hypoteticky označit ekoton v daný měsíc za izolovaný (nepodobá se ani jednomu okolnímu prostředí).

8.4.1 Podobnost ekotonu z hlediska teplotních poměrů

Z výsledků teplotních poměrů měřených na stanovištích ve 2 m měl ekoton podle první výše zmíněné metody blíže k lesnímu prostředí na transektech T1, T6, T8 a T9. Ve všech případech byly součty odchylek od ekotonu za pozorované měsíce maximálně do 6,15, což je minimálně o 8,74 nižší než v případě TTP. V případě transektu T5 se ekoton více podobal TTP, kde součet odchylek od ekotonu činil 13,76 u TTP a v případě lesa 28,89, tyto odchylky byly u TTP průměrně o 1,16 v každém měsíci nižší než u lesa. Ekoton na transektu T4 vykazuje podle součtu absolutních hodnot rozdílů charakter blízky lesu, avšak průměr a medián těchto hodnot u lesa i TTP je poměrně vyvážený (rozdíl u mediánu jen 0,05), proto nelze u tohoto transektu vyvodit přímý závěr. U transektů T3 a T10 jsou výsledky poměrně vyrovnané (rozdíl mezi součtem odchylek lesa a TTP je maximálně 2,85) a tudíž z nich nelze ekotonu přisoudit charakter ani jednoho prostředí.

Z přízemních měření (ve výšce 15 cm) lze vyvodit stejný závěr jako při měření ve výšce 2 m u transektů T5 (podobnost k TTP), T6, T8 a T9 (podobnost k lesnímu prostředí), kde rozdíl mezi součty odchylek lesa a TTP je minimálně 21. Ekoton na transektu T4 má dle výsledků charakter lesa (součty odchylek v lesním prostředí jsou nižší o 25,77 než u TTP). Výsledky u transektu T1 a T3 nejsou zcela prokazatelné, aby z nich mohl být vyvozen závěr.

Na základě výsledků t-testu (odvozeno podle počtu případů, kdy nebyla zamítnuta hypotéza, popřípadě porovnáním výsledných hodnot) lze čistě hypoteticky usoudit, že při měření ve výšce 2 m je ekoton podobnější lesu na transektech T6 a T9. Ekoton na transektu T5 vykazuje podobnost k TTP. U transektů T4, T8 a T10 nelze vyvodit jednoznačnou podobnost ekotonu ani k jednomu okolnímu prostředí.

Podle výsledků t-testu pro měření ve výšce 15 cm lze hypoteticky dojít k závěru, že jsou ekotony v 5 případech podobnější lesu – u transektů T4, T6, T8, T9 a T10; a v jednom případě bližší k TTP – u transektu T5.

Obě metody se shodují při posouzení podobnosti ekotonu z hlediska teplotních charakteristik v obou výškách k lesnímu prostředí u transektu T9 a T6 a podobnosti k TTP u transektu T5. Z výsledků je patrné, že vliv na charakter ekotonu má vyznačení jeho středu. V případě transektů T9 a T6 je stanoviště středu ekotonu chráněno před vlivem slunečního záření korunou stromů, avšak u transektu T5 je střed širokého ekotonu umístěn uprostřed keřového pásma expandujícího lesa, kde není pronikáním slunečních paprsků nijak bráněno.

Tabulka 7 Podobnost odvozená na základě rozdílů teplotních charakteristik

	Ekoton se podobá lesu	Ekoton se podobá TTP	Nelze určit
Výška 2 m	T1, T6, T8, T9	T5	T3, T4, T10
Výška 15 cm	T4, T6, T8, T9	T5	T1, T3, T10

Tabulka 8 Podobnost odvozená pomocí t-testu teplotních charakteristik

	Ekoton se podobá lesu	Ekoton se podobá TTP	Nelze určit
Výška 2 m	T6, T9	T5	T4, T8, T10
Výška 15 cm	T4, T6, T8, T9, T10	T5	

8.4.2 Podobnost ekotonu z hlediska větrných poměrů

Při zjišťování, zda je ekoton z hlediska větrných poměrů více podobný lesnímu nebo travnímu prostředí, byly použity stejné metody, které již byly zmíněny výše. A z nich vyhází i stejná omezení při interpretaci výsledků. Závěry zde uvedené jsou čistě hypotetické. Prokázány by mohly být při provedení většího množství měření.

První metodou, která je založena na zjišťování rozdílů mezi větrnými poměry jednotlivých prostředí k ekotonu, bylo z měření ve výšce 2 m zjištěno, že se ekoton více podobá lesu na transektech T6 a T8. V případě transektů T1, T9 a T10 se ekotony podobají více TTP. Tento závěr byl vyneseno, pokud byl rozdíl mezi součty odchylek lesa a TTP nejméně 0,5. U transektů T3, T4 a T5 jsou výsledky poměrně vyrovnané (rozdíl součtů odchylek nižší než 0,5).

Ve výšce 15 cm vykazuje ekoton podobnost k lesu (na základě stejného kritéria) na transektech T1, T4, T5 a T8. U transektů T3, T6, T9 a T10 jsou výsledky rozdílů vyvážené.

Z výsledků t-testu, jak již bylo zmíněno výše, nelze signifikantně prokázat podobnost ekotonu k okolním prostředím, ale lze hypoteticky usoudit, že se při měřeních ve výšce 2 m ekoton podobal lesu na transektech T4, T8 a trvalému travnímu porostu na transektu T10. Při měřeních ve výšce 15 cm ekoton vykazoval podobnost k lesnímu prostředí na transektech T4, T5, T6 a T8. U zbylých transektů nelze podobnost jednoznačně odvodit.

Výsledky obou dvou metod se shodují u transektu T8, kde má ekoton charakter blízký lesu. Střed ekotonu je v tomto případě umístěn na hranici lesa, podél níž je vyvinut hustý keřový plášť, jenž brání proudění větru z vnějšího prostředí lesa.

Tabulka 9 Podobnost odvozená na základě rozdílů větrných charakteristik

	Ekoton se podobá lesu	Ekoton se podobá TTP	Nelze určit
Výška 2 m	T6, T8	T1, T9, T10	T3, T4, T5
Výška 15 cm	T1, T4, T5, T8		T3, T6, T9, T10

Tabulka 10 Podobnost odvozená pomocí t-testu větrných charakteristik

	Ekoton se podobá lesu	Ekoton se podobá TTP	Nelze určit
Výška 2 m	T4, T8	T10	T5, T6, T9
Výška 15 cm	T4, T5, T6, T8		T9, T10

8.4.3 Podobnost ekotonu z hlediska vlhkostních poměrů

Při posuzování podobnosti ekotonu k okolnímu prostředí v souvislosti s naměřenými daty relativní vlhkosti, je nutné brát v úvahu, že tato měření nejsou úplná. Navíc nejčastěji nejsou k dispozici údaje zejména z ekotonu (stanoviště 4). Z tohoto důvodu nelze vyvozovat z výsledků podobnosti významné závěry.

Na základě první metody zjištění podobnosti lze hypoteticky usoudit, že se ekoton podobá více lesnímu prostředí, a to v obou sledovaných výškách, na transektech T3, T6, T8, a T10. Široký ekoton, jímž je veden transekt T5, je více podoben trvalému travnímu porostu (opět v obou výškách). Transekt T4 a T9 vykazují podobnost k lesu jen u měření v 15 cm (ve 2 m je rozdíl součtu odchylek v případě T4 jen 0,6). U transektu T1 nejsou výsledky prokazatelné.

Výsledky provedeného t-testu se v podstatě shodují s výše zmíněným hypotetickým závěrem. K rozdílu dochází u transektu T4, jemuž lze podle tohoto výpočtu, přisoudit charakter lesa. U transektů T1 a T3 nebyly výsledky t-testu do analýzy zahrnuty, z důvodu malého počtu naměřených dat.

Tabulka 11 Podobnost odvozená na základě rozdílů vlhkostních charakteristik

	Ekoton se podobá lesu	Ekoton se podobá TTP	Nelze určit
Výška 2 m	T3, T6, T8, T10	T5	T1, T4, T9
Výška 15 cm	T3, T4, T6, T8, T9, T10	T5	T1

Tabulka 12 Podobnost odvozená pomocí t-testu vlhkostních charakteristik

	Ekoton se podobá lesu	Ekoton se podobá TTP	Nelze určit
Výška 2 m	T4, T6, T8, T9, T10	T5	
Výška 15 cm	T4, T6, T8, T10	T5	T9

8.4.4 Shrnutí

Pokud bylo možné odvodit pomocí výše zmíněných dvou metod podobnost ekotonu podle jednotlivých charakteristik k lesnímu či travnímu prostředí, bylo nasnadě hypoteticky posoudit i podobnost ekotonu celkově. Základním postupem byla sumarizace výsledků jednotlivých analýz, z nichž se pak vyvodily závěry. Nutno podotknout, že výsledná zhodnocení nelze z terénního měření statisticky plnohodnotně dokázat, ale na jeho základě lze předpokládat, že v případě provedení většího počtu měření, by se dané závěry mohly prokázat.

Za ekotony, které se svým mikroklimatem blíží více k lesnímu prostředí, lze hypoteticky považovat ekotony na transektech T4, T6 a T8. U všech zmíněných transektů je umístěn střed ekotonu (transektu) na hranici lesa, pod korunou krajních stromů a v případě T8 i za hustým keřovým pláštěm. Lze se tedy domnívat, že jejich umístění má vliv na výsledný charakter ekotonu. V případě transektu T5 se ekoton více podobá trvalému travnímu porostu. I zde se lze domnívat, že je výsledek ovlivněn umístěním středu transektu, jež se nachází v křovinatém pásu podél hranice lesa. U transektů T1, T3, T9 a T10 nebylo možné vyřknout jednoznačný závěr a to z důvodu malého počtu dat či neurčitosti výsledku.

9 Diskuze

Počasí a v souvislosti s ním i měřené mikroklimatické charakteristiky vykazují v průběhu dne, měsíce či roku velkou variabilitu. Navíc v případě mikroklimatu jsou tyto změny velmi výrazné. V nadsázce zde lze často uplatnit i teorii efektu motýlího křídla (butterfly effect), jenž vyjadřuje citlivou závislost vývoje systému na počátečních podmínkách, kdy i malé změny mohou způsobit velké následky. Během měření byla největší proměnlivost patrná u proudění vzduchu, které bylo ovlivňováno značným množstvím faktorů dané lokality (počínaje konfigurací terénu, směrem větru, aktuálním vzrůstem vegetace a mnoha dalšími).

Za nejvíce problematické, z hlediska proveditelnosti, bylo v rámci terénního měření zajistit, aby byla jednotlivá měření vykonávána v jeden den či opakovaně ve stejnou denní dobu. Ačkoliv to bylo na začátku považováno za jedno z východisek, nebylo to možné z důvodů technických, časových, materiálních, meteorologických či existenčních splnit. Z toho plyne, že výsledky měření nelze porovnávat ve většině případů souhrnně. Zajistit by to bylo možné v případě menšího množství lokalit, kde by byl prováděn výzkum.

Další z hledisek, které musí být bráno v potaz, je, že měření mohla být prováděna jen ve dnech, kdy byla malá pravděpodobnost srážek, aby mohly být použity přístroje k měření. V případě nepříznivé situace muselo být měření buďto zrušeno (v měsíci červnu při bouřkovém jevu) nebo pokud situace nebyla příliš vážná, tak zajistit ochranu přístrojů (např. deštníkem), avšak zde lze předpokládat jisté ovlivnění naměřených hodnot. Na druhou stranu přístroje nebyly nijak chráněny před slunečním zářením, proto jsou hodnoty teplot (a i relativní vlhkosti) tímto značně ovlivněny a neodpovídají tak hodnotám například z meteorologických stanic, kde je teplota měřena uvnitř meteorologické budky. Pokud se ale vezme v úvahu ekosystém jako takový, tak se v přírodě též podmínky uměle nemění, a měření tak zachycují skutečný stav v daném prostředí (tak jak je mu vystavena příroda sama).

Pro sledování proměnlivosti mikroklimatu byly pořízeny tři ruční anemometry Testo, pomocí nichž měly být sledovány mikroklimatické faktory – teplota vzduchu, rychlost větru a relativní vlhkost. Poněvadž ale jeden anemometr nebyl vybaven senzorem pro měření relativní vlhkosti, nebylo možné sledovat tento faktor tak, jak bylo podle metodiky navrženo. Z tohoto důvodu jsou data o vlhkostních poměrech neúplná a následně proto muselo být upuštěno od vyhodnocení tohoto faktoru ve středu ekotonu.

V rámci terénního měření byl vytvořen značně obsáhlý dataset, který je však navzdory tomu málo informačně vydatný, poněvadž neobsahuje dostatečné množství

informací pro kvalitní statistické hodnocení. Řešením by bylo nainstalovat na vybrané transektu automatické měřicí přístroje či senzorickou síť, jež by prováděly kontinuální monitoring daných faktorů. Tímto řešením by se vyřešil problém spjatý s časovou nejednotností pořízení dat a zamezilo by se tím i ovlivnění měření aktuálním stavem počasí v dané lokalitě. Nicméně provedení takto navrženého měření by vyžadovalo nejméně šest přístrojů (pro dvě výšky měření) na jednom transektu, což je zejména z finančního důvodu nerealizovatelné.

V průběhu plánování terénního měření bylo uvažováno i o stanovení kontrolních transektů v blízkosti již vytyčených, které by ověřovaly průběh realizovaného měření. Z hlediska časové náročnosti měření na jednotlivých transektech by ale vše nešlo zajistit, proto bylo vymezení kontrolních transektů zamítnuto. Nicméně v případě, kdyby toto bylo uskutečněno, mohly se z dat takto rozmístěných měřicích stanovišť vytvořit prostorové animace modelující průnik proudění vzduchu skrz ekoton, což by dokázalo lépe zachytit v něm probíhající děj.

Jedním z výsledků diplomové práce je i automatizované vyhodnocení zápoje porostu, konkrétně na transektu T10. Pro tento účel byly pořizovány i snímky zachycující v daném měsíci aktuální stav vegetace na transektu. Bohužel z neprozíravosti nebyl stanoven přesný postup při fotografování, jež by zajistil, že by byl každý snímek zachycen ze stejného úhlu a zároveň znázorňoval stejnou část ekotonu. Z tohoto důvodu docházelo při následovné rektifikaci k určité deformaci tvarů na snímku a taky k nalezení menšího výřezu snímku, který by byl na všech fotografiích. Při vyhodnocování neřízené klasifikace nastala situace, kdy bylo přistoupeno k rozlišnému způsobu určení, zda daná kategorie obsahuje pixely zobrazující volný prostor či vegetaci. Toto vyhodnocení bylo provedeno na základě subjektivního posouzení. Přijatelnějším řešením by tedy bylo provést tuto analýzu pomocí klasifikace řízené.

V případě pokračování monitoringu mikroklimatických charakteristik v okolí ekotonů by bylo zajímavé vysledovat hranici v lesním prostředí, za kterou již nesahá vliv dějů probíhajících vně lesa, tj. hranici ekotonu, tj. místa, kde „zaniká“ proudění větru pronikajícího do lesa a s tím spojeno například i šíření rostlinných semen z lučního prostředí. Zajímavé by bylo též najít zlom v čase, kdy se ekoton svým mikroklimatem začne podobat jednomu prostředí více než tomu druhému a kdy se tento jev znovu promění, které faktory tomu napomáhají a jak na ně reagují živé organismy v ekotonu.

10 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala proměnlivostí teplotních, větrných a vlhkostních charakteristik mikroklimatu, jež byly pozorovány v okolí ekotonů. Měření byla prováděna na 8 vytyčených transektech, procházejících skrz ekoton, jenž se nacházely v okolí obcí Ždánice a Kobylí. Sledované faktory mikroklimatu byly měřeny pomocí tří ručních anemometrů Testo typu 410-1 a 410-2 v období od dubna 2008 po duben 2009. Pro sběr dat byl vytvořen elektronický formulář pomocí programu XS Designer. Získaná data byla zpracována a poté byla podrobena základní statistické analýze a vizualizována pomocí grafů, tabulek a map.

Součástí diplomové práce je i dlouhodobá charakteristika mikroklimatu vyvozená z dat meteorologických stanic, jež se nachází v povodí řeky Trkmanky, popřípadě odvozená z Atlasu podnebí Česka. Část textu je věnována základní geografické charakteristice povodí řeky Trkmanky.

Ačkoliv byl prostřednictvím terénního měření vytvořen obsáhlý dataset, ze získaných dat nebylo možné stanovit jednoznačné statisticky podložené závěry, neboť z tohoto hlediska zde nebylo dostatečné množství informací. Doporučením proto je použít, při podobně zaměřené práci, automatické stanice, které by zajistily kontinuální monitoring. Nicméně z naměřených dat bylo možné vysledovat a stanovit určité hypotetické závěry.

Z analýzy teplotních poměrů, jež porovnává průměrné hodnoty dosažené v lesní části transektu, v ekotonu a na trvalém travním porostu, je patrné, že nejvyšší proměnlivosti je dosaženo zpravidla ve dny, kdy převládá radiační počasí a kdy je intenzivní sluneční záření. U většiny transektů byla v průběhu roku zaznamenána vyšší průměrná teplota vzduchu na stanovištích v trvalém travním porostu. A alespoň při jednom měření v zimním období byla sledována vyšší teplota v lesním prostředí. Během nevegetačního období byly teploty vzduchu v jednotlivých částech transektu vyrovnanější.

Vítr představoval nejvariabilnější faktor mikroklimatu, jenž byl pozorován. Na rychlost a směr větru měla největší vliv zejména konfigurace terénu a přítomná vegetace, lesní a křovinaté porosty, jež proudění vzduchu brzdila, popřípadě směrově modifikovala. Z provedených analýz, kdy byly porovnávány rychlosti větru v každé části transektu (lesní, ekotonové a travní) v průběhu roku zvlášť, lze hypoteticky odvodit, že ve většině případů byla nejvyšší rychlost zaznamenána v té části, odkud vanul vítr. Role ekotonu se různila podle toho, jestli se ve směru proudění vzduchu nacházela nějaká překážka (např. v podobě stromu či keře). V případě transektů, kde byl vytvořen na hranici lesa hustý zápoj vegetace, měl ekoton zpravidla charakter

bariéry. Pokud proudil vítr ve směru transektu, kde se nenacházel keřový plášť, představoval ekoton v několika případech průchozí zónu – koridor.

Z hlediska vlhkostních poměrů lze u většiny transektů vyvodit, že se vyšší relativní vlhkost nachází v lesním prostředí či prostředí, které je lesu blízké. Nejvyšší hodnoty relativní vlhkosti byly zaznamenány v zimním období, nejnižší pak při měření v letním či slunném dni. Chod relativní vlhkosti byl výrazně ovlivňován chodem teploty vzduchu.

Na základě měření ve dvou výškách (15 cm a 2 m nad zemí) lze vyvodit, že přízemní vegetace (aktivní povrch) měla největší vliv na rychlost proudění vzduchu, kdy byly vyšší hodnoty zpravidla zaznamenány ve výšce 2 m. Naopak vyšší teplota a relativní vlhkost vzduchu byla většinou pozorována ve výšce 15 cm nad zemí.

O výsledném charakteru mikroklimatu ekotonu rozhodoval zejména jeho typ a vytvořený zápoj porostu. Za ekotony, které se svým mikroklimatem blíží více k lesnímu prostředí, lze hypoteticky považovat ekotony, jejichž střed (střed transektu) se nacházel na hranici lesa, pod korunou krajních stromů či za hustým keřovým pláštěm. Na druhou stranu se ekoton více podobal trvalému travnímu porostu v případě, kdy se střed ekotonu nacházel v nezastíněném širokém křovinatém pásu, jež lemoval les.

11 Použité zdroje

- BOROVÍČKA, P.: *Pocit tepla ovlivňuje vlhkost a vítr*. Lidové Noviny, 30. 8. 2008. [online]. Dostupné z: <http://www.lidovky.cz/pocit-tepla-ovlivnuje-vlhkost-a-vitr-dsy-/ln_noviny.asp?c=A080830_000146_ln_noviny_sko&klic=227327&mes=080830_0>.
- DEMEK, J.: *Geomorfologie českých zemí*. Praha, Nakladatelství Československé akademie věd, 1965, 335 s.
- DEMEK, J., NOVÁK, V.: *Vlastivěda moravská – neživá příroda*. Brno, Muzejní a vlastivědná společnost, 1992, 242 s.
- Ekologie lesa* [online]. Fakulta lesnická a environmentální ČZU Praha [cit. 2009-07-14]. Dostupné z: http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/prehledtemat.htm.
- HORNÍK, S., et al.: *Fyzická geografie II*. Praha, SPN, 1986, 320 s.
- Informace o klimatu* [online]. Český hydrometeorologický ústav. c1997–2009 [cit. 12. 7. 2009]. Dostupné z: <<http://www.chmi.cz/meteo/ok/infklim.html>>.
- KUČEROVÁ, A.: *Klima přízemní atmosféry* [přednáška z předmětu Biometeorologie]. Botanický ústav AV ČR. Citace 14. 7. 2009 [online]. Dostupné z: <http://www.butbn.cas.cz/kucerova/3_klima%20prizemni%20atmosfery.ppt>.
- KVINTA, R.: *Klimatické poměry povodí Trkmanky /Diplomová práce/*. Olomouc, Katedra geografie PřF UP, 1996, 74 s.
- LITSCHMANN, T., HADAŠ, P.: Mikroklima vybraných porostních stanovišť. In Seminář „Mikroklima porostů“, Brno, 26. března 2003, ISBN 80-86690_05-9, str. 59-65. Dostupné z: <http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Litschmann_Hadas.pdf>.
- MIKYŠKA, R., et al.: *Vegetace ČSSR – A2*. Geobotanická mapa ČSSR (1. České země). Praha, Academia, 1968, 131 s.
- MRÁČEK, Z., KREČMER, V.: *Význam lesa pro lidskou společnost*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1975, 225 s.
- Návod k obsluze Testo 410-2*. Testo, Praha, 2007.
- PODRÁZSKÝ, V.: *Ekologie lesa*. Praha, ČZU Praha, Lesnická fakulta, 1999.

- QUITT, E.: *Klimatické oblasti Československa*. Brno, Geografický ústav ČSAV, 1971, 73 s.
- QUITT, E.: *Klima jihomoravského kraje*. Brno, KPÚ, 1984, 164 s.
- SKLENIČKA, P.: *Základy krajinného plánování*. Praha, Nakladatelství Naděžda Skleničková, 2003, 321 s. ISBN 80-903206-1-9.
- SPÍCHAL, L.: *Meteorologické prvky a les* [online]. c2007/2008 [cit. 2008-11-11].
Dostupné z:
<http://www.slstrutnov.cz/download/20072008/spichal/nlp/met_prvky.pdf>.
- STŘEDA, T., ROŽNOVSKÝ, J.: *Vliv teplotních sum na nástup fenofáze „počátek kvetení“ u meruňky*. In Fenologická odezva proměnlivosti podnebí, Brno, 22. 3. 2006, ISBN 80-86690-35-0. Dostupné z:
<<http://www.cbks.cz/sborn%C3%ADk06/prispevky/StredaRoznovsky.pdf>>.
- TOLASZ, R., et al.: *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd. Praha - Olomouc: Český hydrometeorologický ústav – Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 360 s. ISBN 978-80-86690-26-1(7).
- VACHEK, M., et al.: *Příroda okresu Hodonín*. Okresní úřad Hodonín, 1997, 64 s.
- VLČEK, V., et al.: *Zeměpisný lexikon ČSR*. Vodní toky a nádrže. Praha, Academia, 1984, 315 s.
- VOŽENÍLEK, V.: *Diplomové práce z geoinformatiky*. Olomouc, Vydavatelství Univerzity Palackého, 2002, 31 s. ISBN 80-244-0469-9.
- Výskyt plevele, škůdců a chorob se mění* [online]. Poslední revize 24. 8. 2007 [cit. 2008-11-14]. Dostupné z: <<http://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/ekologie-myslivost/vyskyt-plevelu-skudcu-a-chorob-se-meni.html>>.
- VYSOUDIL, M.: *Meteorologie a klimatologie*. Olomouc, 2004. ISBN 80-244-0875-9
- ZAHRADNÍČEK, P.: *Fenologické fáze révy vinné v závislosti na meteorologických prvcích*. In Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině, Mikulov, 9.-11. 9. 2008, ISBN 978-80-86690-55-1. Dostupné z:
<<http://www.cbks.cz/Mikulov08b/prispevky/Zahradnicek.pdf>>.

Summary

This thesis is focused on the variability monitoring of the chosen microclimate factors in the ecotone's neighborhoods. The main aim was to measure an air temperature, a wind speed and an air humidity in the eight demarcated transects which go through an ecotone. Ecotones are transitional zones between two or among more different ecosystems. In the case of this measurement, the ecotones create a boundary between a forest and grassland. The measurements were carried on in the ecotones nearby two municipalities: Kobylí and Ždánice, in Trkmanka's basin.

The measurements were done from April 2008 to April 2009. The measurements were provided using three anemometers Testo no. 410-1 and 410-2. The anemometers were used at three stations of the transect at the same time. One anemometer was situated in the forest, one in the middle of the ecotone and one in grassland. By this way was ensured an observation how the wind stream goes through the barrier of ecotones or how the variability of other climate indicators changes. This observation was done three times at different distances and different heights. The gathering data were written to e-form in a PDA. The data were analyzed and visualized in the ESRI products and other programmes.

The enclosures of this thesis are that the ecotones represent a barrier which distinguishes the next ecosystems in many ways.

From the analysis of the temperature characteristic, it can be said that the values of grassland part of the transect are higher than the values in the forest. The variability of the temperature is mostly higher in days when the sky is clear and the sun shines very intensive. On the other side, the variability is lower in the winter period.

The wind characteristics were the most variable at all. The ecotones was represented either as a barrier (in cases when vegetation was involved) or as a corridor and then allow to infiltrate far to forest.

The air humidity was very influenced by the air temperature. The higher values were noted in the winter time and the lower in warm days. The forest represented more humidity surrounding than grass.