

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Ústav fyzikální biologie



## Doktorská disertační práce

Hodnocení dlouhodobých klimatologických pozorování  
z Mokrých luk u Třeboně a jiných meteorologických  
stanic v souvislosti se změnou hydrologického režimu.

Milena Kovářová

Školitel: Doc. RNDr. Dalibor Štys, CSc.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Ústav fyzikální biologie, Nové Hrady,

Prohlašuji, že svoji disertační práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce **Hodnocení dlouhodobých klimatologických pozorování z Mokrých luk u Třeboně a jiných meteorologických stanic v souvislosti se změnou hydrologického režimu**, a to v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ústavem fyzikální biologie, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

24.10. 2011

RNDr. Milena Kovářová

# Anotace

V práci je provedeno podrobné hodnocení dlouhodobých klimatických údajů měřených na meteorologické stanici Mokrý louky u Třeboně. Je navržena a aplikována metoda hodnocení závislosti teploty vzduchu na srážkovém cyklu. Údaje z Mokrých luk jsou porovnány s údaji z jiných meteorologických stanic, jak v rámci České republiky, tak v rámci Evropy a okolí.

Získané výsledky potvrzují silnou závislost slunečního záření dopadajícího na povrch země a následně i teploty vzduchu na srážkovém cyklu. Představují tak nový pohled na příčinu změny klimatu, kde změna klimatu je přisuzována postupnému úbytku trvalé funkční vegetace a probíhající globální desertifikaci kontinentů.

This study presents a detailed evaluation of long-term climatic data obtained from the meteorological station Mokrý louky u Třeboně. A method for evaluation of dependence of air temperature on a precipitation cycle is proposed and applied. The data from Mokrý louky are compared with data from other meteorological stations in Czech Republic as well as in Europe and surroundings.

The obtained results confirm a strong dependency of solar radiation reaching the Earth surface and dependently also the air temperature on the precipitation cycle. They represent in this way a fresh point of view on reasons for climate change, where the climate change is considered to be caused by a gradual decrease of permanent vegetation and current global desertification of continents.

## Poděkování

Děkuji všem, s nimiž jsem se při řešení této zajímavé práce potkala za mnoho nových poznatků a přátelství. Meteorologům i ekologům děkuji za spoustu námětů k přemýšlení i velice vstřícné a poutavé uvedení do pro mě nových oborů.

Z institucí děkuji Botanickému ústavu Akademie věd České republiky, Ústavu systémové biologie a ekologie Akademie věd České republiky, Českému hydrometeorologickému ústavu, Světovému radiacnímu data centru, Evropskému centru klimatických ohodnocení a údajů, Koordinačnímu centru informací o životním prostředí - oddělení krajinného pokryvu a Ramsarskému seznamu mokřadů mezinárodní důležitosti za poskytnutí velkého množství dat, které mi umožnily porovnávat údaje z různých stanic. Ústavu fyzikální biologie Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích děkuji za možnost studia této problematiky.

Karlu Příbáňovi, Václavu Bauerovi a dalším sběračům údajů z Mokřých luk, děkuji za pečlivost při zaznamenávání dat a ochotu dennodenně několik desetiletí chodit na stanici.

Svým školitelům Janu Pokornému a Daliboru Štysovi děkuji za inspirativní a podnětné vedení a podporu.

Za pomoc a podporu děkuji i své rodině.

Janovi a Daliborovi  
Lence a Jaroslavovi  
rodičům

# Obsah

Předmluva.....	8
Úvod.....	9
1. Mokr� louky .....	11
1.1. Poloha a vegetace.....	11
1.2. Historick� vývoj.....	16
1.3. V�deck� výzkum.....	17
2. Téma práce.....	18
3. Teoretick� vývod.....	19
3.1. Vývoj Země.....	19
3.2. Podnebí .....	20
3.2.1. Klimatick� systém Země.....	20
3.2.2. Dlouhodob� historie klimatu Země.....	21
3.2.3. Historie meteorologických měření.....	22
3.3. Teorie změny klimatu.....	23
3.3.1. Energetick� bilance Země.....	23
3.3.2. Sklen�kov� efekt.....	24
3.3.3. Polemika.....	24
3.4. Sluneční záření.....	26
3.5. Hydrosféra.....	27
3.6. Biosféra a úloha vegetace.....	29
3.7. Atmosféra, kryosféra a litosféra.....	31
4. Metodika a problematika hodnocení meteorologických dat.....	32
4.1. Meteorologick� stanice Mokr� louky.....	32
4.2. Sběr klimatologických údajů na Mokrých loukách.....	33
4.2.1. Metodika měření jednotlivých meteorologických charakteristik.....	33
4.2.2. Přehled měřených údajů.....	34
4.3. Zdroje dat.....	36
4.4. P�prava dat.....	38
4.5. Problematika hodnocení klimatologických dat.....	40
4.5.1. Sr�zkov� cykly.....	40
4.5.2. Metodika hodnocení závislosti teploty na výskytu sr�zek.....	42
5. Hodnocení meteorologických dat z Mokrých luk.....	43
5.1. Sluneční záření.....	44
5.1.1. Denní �daje.....	44
5.1.2. Hodinov� �daje.....	48

5.2. Teplota vzduchu.....	51
5.2.1. Denní údaje.....	51
5.2.2. Hodinové údaje .....	56
5.3. Teplota půdy.....	60
5.4. Srážky.....	64
5.4.1. Srážkové úhrny a počet srážkových dní.....	64
5.4.2. Srážkové cykly.....	66
5.5. Vlhkost vzduchu.....	68
5.5.1. Denní údaje.....	68
5.5.2. Hodinové údaje.....	70
5.6. Hladina podzemní vody.....	73
5.7. Souvislosti mezi klimatologickými proměnnými.....	75
5.7.1. Sluneční záření a teplota vzduchu.....	75
5.7.2. Teplota a vlhkost vzduchu.....	76
5.7.3. Srážky, vlhkost vzduchu a hladina podzemní vody.....	77
5.7.4. Závislost slunečního záření a teploty vzduchu na pořadí dne.....	78
5.8. Porovnání stanovišť v lučním a vrbovém porostu.....	80
5.9. Porovnání Mokrých luk s jinými stanicemi .....	86
5.9.1. Porovnání Mokrých luk se stanicemi v ČR.....	86
5.9.2. Porovnání Mokrých luk se stanicemi v Evropě a okolí.....	92
6. Diskuse.....	95
7. Závěr.....	99
Literatura.....	100
Seznamy.....	113
Seznam dokumentů.....	113
Seznam fotografií.....	114
Seznam grafů.....	115
Seznam ilustrací.....	120
Seznam map.....	121
Seznam tabulek.....	122
Přehled publikovaných prací .....	123
Přílohy.....	134

## Předmluva

Na počátku nového tisíciletí jsem nastoupila do Botanického ústavu Akademie věd České republiky v Třeboni. Dostala jsem za úkol zpracovat data z meteorologické stanice na Mokřých loukách a poprvé se podrobněji setkala s problematikou meteorologie, ekologie a změny klimatu. Téma se ukázalo natolik zajímavé, že jsem se později rozhodla seznámit se s ním podrobněji a studovat ho v doktorském studijním programu na Ústavu fyzikální biologie Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v Nových Hradech.

Metody získávání informací z dat mě zajímaly vždy a abych objasnila proč, vrátím se ještě více do minulosti, do doby svých studií. Při výběru vysoké školy jsem se rozhodovala mezi biologií, medicínou a matematikou. Vybrala jsem si matematiku, protože se mi zdála jednoduchá a protože jsem si myslela, že se pomocí matematiky snadněji dostanu k řešení nějakého zajímavého problému v biologii. Diplomovou práci jsem dělala pod vedením Tomáše Havránka, předního představitele tzv. explorační, neboli vysvětlující statistiky. Jednalo se o práci, kterou je možné svou náplní zařadit spíše do dnešní teoretické informatiky (Lukavcová, 1980a). Hned na počátku své pracovní kariéry jsem měla přístup, v té době zcela vyjimečný, k programům a počítačům, kde jsem si mohla použití exploračních metod na různých, převážně biologických datech důkladně procvičit (Lukavcová, 1980b; Vančata a Lukavcová, 1980; Lepičovská *et al.*, 1988; Lepičovská *et al.*, 1990). Informatický přístup, to znamená přístup, kdy hledám informaci skrytou v datech, mi už natrvalo zůstal bližší než tradiční konfirmační neboli potvrzující statistika, tj. statistika, kdy ověřuji nebo zamítám nějakou hypotézu.

V Botanickém ústavu Akademie věd České republiky jsem dostala ke zpracování meteorologické záznamy z Mokřých luk. Po nějaké době úprav jsem měla k dispozici data, ze kterých jsem mohla, nezatížena předchozími znalostmi z klimatologie, získávat informace o chování klimatologických proměnných. Dá se říci, že jsem studovala klimatologii na datech z Mokřých luk. Z výsledků bylo hned zřejmé, že teplota vzduchu na Mokřých loukách stoupá. Uvědomovala jsem si však, že abych mohla říci něco víc, musím použít co nejdlejší řady pozorování a porovnat data z Mokřých luk s daty z jiných stanic.

V průběhu svého působení v Botanickém ústavu Akademie věd České republiky v Třeboni jsem kromě zpracovávání meteorologických dat z Mokřých luk, která jsou uložena na CD (Klimadata Bot. Inst. Ac. Sci., 2003), prováděla statistická hodnocení i pro některé další projekty (Adamec a Kovářová, 2006).

V roce 2005 jsem nastoupila do Ústavu fyzikální biologie Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v Nových Hradech, kde jsem od roku 2006 v rámci doktorského studia pokračovala ve studiu problematiky změny klimatu a hodnocení klimatologických dat z Mokřých luk.



# Úvod

S rostoucím tlakem civilizace na přírodní zdroje sílí i potřeba zabývat se problematikou udržitelného rozvoje, ochrany biodiverzity a zemského podnebí. V době, kdy pětina povrchu pevniny je, ať už vlivem člověka nebo nevhodných přírodních podmínek, přeměněna v poušť (Nahal, 1987; Peel *et al.*, 2007), se problematika změny klimatu stává jedním z klíčových témat a v ohrožených oblastech prvořadým předpokladem existence života.

Existuje mnoho dokladů o tom, že lidská činnost způsobuje odvodnění krajiny (Pokorný, 1997), prohlubuje desertifikaci (Schlesinger *et al.*, 1990; Mares, 1999; Abahussain *et al.*, 2002; Geeson *et al.* 2002; Geist, 2005) a vyvolává změnu hydrologického režimu odvodněných oblastí (Xue a Shukla, 1993; Pokorný, 2001; Schröder *et al.*, 2004; Kuneš *et al.*, 2008; Kravčík *et al.*, 2008). Nesprávné využívání krajiny, zemědělství, stavba měst a zabetonovaných ploch, nadměrné kácení lesů a další destruktivní aktivity probíhají ve stále větší míře a překonávají reálnou schopnost návratu ekosystémů do rovnovážného stavu (Sullivan, 1996).

Ačkoliv se lidstvo snaží činit nápravná opatření, v současnosti přijímané teorie nemusí být obecně platné a nepovedou tedy k očekávaným zlepšením. Ekonomický důsledek probíhajících procesů je nepředstavitelně vysoký a neustále se zvyšuje (Stern, 2006). Dlouhodobé modely změny klimatu prezentované skupinou zastánců teorie skleníkového efektu nejsou vždy ve shodě s reálnými daty (Holtanová *et al.*, 2010) a předpovědi na 100 i více let dopředu založené na eventuálně chybných nebo neúplných předpokladech jsou značně neurčité a ve skutečnosti nesmyslné.

Je to právě studium a hodnocení skutečných reálných dat, které může přispět k lepšímu pochopení dané problematiky. Hodnocení meteorologických údajů sice nezpůsobí nápravu daného stavu, umožňuje však pochopení problému a objasnění souvislostí. Těžkosti spojené s aplikací výsledků získaných z měřených meteorologických údajů na dlouhodobou rekonstrukci klimatu spočívají v historicky relativně krátké době zaznamenávání údajů a v poloze stanic, kdy dlouhodobě měřící stanice jsou umístěny obvykle v centru velkých měst, případně na letištích. Největším problémem je pak zřejmě nemožnost získání informací o změnách proběhlých v okolí stanice, které se sice projeví změnou klimatologických údajů, přesto nejsou a jen těžko mohly být v datech zachyceny.

Z tohoto pohledu je třeba připomenout velkou prozíravost a invenci zakladatelů meteorologické stanice na Mokřých loukách. Stanici umístili přímo v centru reálného mokřadního ekosystému, v místě, kde bezprostřední okolí lze jen těžko změnit, v místě s vysokou vzdušnou vlhkostí a velmi vysokou teplotní amplitudou, v místě s častým výskytem konvektivních srážek. Jedinečnost jejich přístupu je i v tom, že byla prováděna souběžná měření na dvou místech vzdálených jen necelých 100 metrů, lišících se však vegetačním pokryvem. Tím předběhli svou dobu a v čase, kdy změna klimatu nebyla ještě tématem dne, připravili data, která poskytují nenahraditelnou informaci o vztahu vegetace a klimatu.

Cenné je i neobvyklé množství měřených údajů, od slunečního záření a to celkového i rozptýleného, teploty a vlhkosti vzduchu, přes teplotu půdy v různých hloubkách, úhrny

srážek až k hladině podzemní vody na několika stanovištích, kde záření, teplota a vlhkost vzduchu byly měřeny v hodinových intervalech. Takováto šíře zaznamenaných údajů je zcela vyjímečná i na profesionálních meteorologických stanicích. Bez nadsázky lze říci, že ačkoliv jsem měla možnost hodnotit údaje z mnoha stanic, takto zajímavou stanicí jsem již neobjevila.

Údaje z této stanice, jak zřejmě bylo i původním plánem, jsou přímo předurčeny pro hledání a nalezení hydrologicky teplotních souvislostí.

# 1. Mokr  louky

## 1.1. Poloha a vegetace

Mokr  louky se rozprostírají severov chodn  od Třeboně (Mapa 1, Mapa 2 v p ilozce) ve v ytop  rybníku Rožmberk, největšího  esk ho rybníku uměle vybudovaného v letech 1584 až 1590 na původním rašeliništi ro mbersk m regentem Jakubem Kr inem z Jelčan. Hráz rybníku Rožmberk je dlouh  2 430 m, šířka koruny hráze je 11 m, porostl  150 až 420 let starými duby. Rybník měl původní rozlohu asi 1 060 ha a zaplavoval louky až na okraj Třeboně. Krátce po výstavbě byla velikost nádrže zredukována a v současnosti má rozlohu zhruba 490 ha. Objem zadr zovan  vody je p bli n  6,2 mil. m<sup>3</sup>, v p rpad  potřeby i mnohon sobn  více. Při povodních v roce 2002 zachytil Rožmberk desetinásobek (asi 70 - 75 mil. m<sup>3</sup>) svého objemu a rozlil se na plochu 2 300 ha (Souhrnn  zpráva o povodni, 2003) .

Zbývající nezatopen   ast původního rašeliništi, kter  se pro svůj lu n , často zaplavovan  charakter nazývá Mokr  louky, má rozlohu rovn  p bli n  500 ha a je pokryta bujnou, p ev zn  mokřadní vegetací. Ta přechází od t m r typicky lu n ho porostu (Foto 1) k mokřadn mu porostu vysokých ostřic (např. *Carex gracilis*, *Carex vesicaria*, *Glyceria aquatica* a *Calamagrostis canescens*) (Foto 2, Foto 3). Na Mokrých loukách se z dřevin hojně vyskytuje vrba (*Salix fragilis*, *Salix cinerea*) (Foto 4), p ev zn  v okolí odvodňovacích kanálů a zejména v blízkosti rybníku Rožmberk.

Louky byly a dosud jsou ve svých okrajových výše položených  astech pravidelně sečeny, což dokládá i výskyt typických seníků (Foto 8). V p b hu zemědělského obhospodařování byla vybudována poměrně hust  s t odvodňovacích kanálů ústících do Prostřední stoky (Foto 5), kter  teče do rybníku Rožmberk (Foto 7).  im více se p bli z me k Prostřeni stoce a rybníku Rožmberk, t m více se v okrajových  astech typick  louka m n  v nepr chodn , v nejhlubších partiích t m r stále zaplaven  mokřad (Foto 13).

Mokr  louky (Foto 6) mají vzhledem k okolí nižší polohu. Projevuje se zde efekt mrazov  kotliny, kdy teplejší vzduch v otevřen m prostoru vyz arov n  zemsk m povrchem je nahrazován chladnějším vzduchem stékajícím do oblasti pod l výškového gradientu.

Na Mokrých loukách byla v roce 1976 vybudována meteorologick  stanice (Foto 10), v letech 1978–1993 byla sou asn  provozována také meteorologick  stanice vrbina (Foto 11). V roce 2005 byla v t sn  blízkosti vybudována nov  meteorologick  stanice (Foto 12).

K původní meteorologick  stanici vede soustava dřevěných lávek (Foto 14) vystavěných pro snadnější dostupnost stanice, protože okolí stanic bývá značnou  ast roku zaplaveno vodou a navíc chůze skrze vysok  ostřicov  trsy je i při nízké hladině podzemní vody zna n  nam hav  (Foto 15). Sou asn  nov  meteorologick  stanice je um st n  na pontonech a ukotvena, protože při povodních, mnohdy dosahujících až 2 metry, hrozí, jak se j i v minulosti několikrát stalo, že stanice bude zaplavena (Foto 9) nebo dokonce odnesena.

Západním okrajem Mokrých luk protéká Zlat  stoka (Foto 16) vystav n  v letech 1505–1520 Štěpánkem Netolickým (Dykyjová, 2000). Jde o um l  t m r 50 km dlouh  kanál odbočující u obce Majdalena z řeky Lužnice, ve většině délky vyhlouben ,   ste n  veden  i v navršen m zemním valu, zásobující vodou p ilehl  rybníky Třebon sk  rybn n  soustavy a vracějící se do Lužnice pod Vesel m nad Lužnicí. Podíl Zlat  stoky vede v tomto úseku cesta po kter  je možné projít okrajem Mokrých luk na hr z rybníku Rožmberk.



*Foto 1: Luční porost*



*Foto 2: Mokřadní porost*



*Foto 3: Porost vysokých ostřic*



*Foto 4: Vrbový porost*



*Foto 5: Soutok Prostřední stoky a levého přítoku poblíž meteorologických stanic*



*Foto 6: Mokrý louky*



*Foto 7: Rybník Rožmberk*



*Foto 8: Seníky na Mokrých loukách*



*Foto 9: Záplava na Mokrých loukách*



*Foto 10: Meteorologická stanice Mokré louky luční porost a její hlavní pozorovatel Karel Přibáň*



*Foto 11: Pozůstatky meteorologické stanice Mokré louky vrbina*



*Foto 12: Pohled na novou meteorologickou stanici a její okolí*



*Foto 13: Rozhraní Mokrých luk a rybníku  
Rožmberk*



*Foto 14: Přístupové lávky*



*Foto 15: Chůze vysokými ostřicemi*



*Foto 16: Zlatá stoka na okraji Mokrých luk*

## 1.2. Historický vývoj

Dnešní podoba Mokřých luk je výsledkem dlouhodobého vývoje, během kterého se v oblasti střídavě vyskytovaly byliny, olše, vrby a rákos. Komplikovaná hydrologie způsobená kolísající hladinou podzemní vody a záplavovými vlnami měla za následek ukládání rašeliny a slatinných sedimentů.

Podle paleoklimatického výzkumu Mokřých luk, prováděného v osmdesátých letech minulého století Vlastou Jankovskou, naznačuje stáří nejstarších organických zbytků, že ložisko Mokřé louky začalo sedimentovat již před 10 000 lety koncem poslední doby ledové (Jankovská, 1987). Hloubka sedimentu se pohybuje od 1 m do 4 m, místy až 10 m. V nejspodnějším vzorku převládá pyl bylin nad pylem dřevin. Mocnost preboreálních a boreálních uloženin je malá. Větší mocnost sedimentů lze zařadit do období staršího subatlantika (500 př.n.l. – 600/1300 n.l.), ve kterém pylová analýza dokládá rozsáhlý výskyt olšin vystřídaný rozvojem vrbových porostů počátkem mladšího subatlantika (600/1300 n.l. – současnost). V období mladšího subatlantika je na Mokřých loukách zaznamenán častý výskyt bylin a lze pozorovat i počátek zásahů člověka do původní vegetace dokumentovaný zachycenými požárovými vrstvami spolu s nápadným poklesem výskytu jedle, smrku a buku (Jankovská, 2002). Ukázkou pylového diagramu Mokřých luk uvádím v příloze (Ilustrace 6). O výskytu přirozené vegetace na našem území se lze dočíst například v díle (Neuhäuslová *et al.*, 1998).

Současná podoba Mokřých luk je kromě dlouhodobého vývoje i důsledkem tři století trvajícího hospodaření, kdy byly postupně budovány odvodňovací příkopy, probíhala těžba rašeliny, docházelo k pravidelnému sečení trávy a byla vysázena vrba křehká (*Salix fragilis*), hlavní zdroj evapotranspirace v oblasti. Až do roku 1950 byly Mokřé louky sečeny kosou či lehkými koňskými povozy. Seno bylo odebíráno ze seníků v zimním období, kdy bylo možné přijet po zmrzlé půdě vozy. Později byla část Mokřých luk zničena prohlubováním odvodňovacích příkopů. Smyslem bylo využít pro sečení luk a sklizeň sena těžší tahače a návěsy. Po roce 1950 byly pozemky jednotlivých zemědělců vyvlastněny a sceleny, zanedbávalo se pravidelného sečení, zvýšil se povrchový odtok a místně se zvýšila eutrofizace. Mokřé louky byly přeměny na více či méně homogenní ostřicově travnaté rašeliniště protkané malými houštinami lužních vrbin.



### 1.3. Vědecký výzkum

Mokré louky jsou jako unikátní biotop podkladem dlouhodobého vědeckého výzkumu a vděčným tématem četných studií (Holubičková, 1959; Jeník a Květ, 1984; Soukupová, 1988; Příbáň *et al.*, 1992; Prach, 1993; Dykyjová, 2000; Pokorný *et al.*, 2000; Květ *et al.*, 2002; Kovářová, 2004; Prach, 2008; Dušek *et al.*, 2009; Kovářová a Pokorný, 2010). Mokré louky jsou zařazeny do výzkumné sítě dlouhodobých ekologických projektů (CZ-LTER Long-Term Ecological Research Network, tabulka 11 v příloze).

Botanický a ekologický výzkum studující vegetaci Mokřých luk a její změny dokládá postupný ústup výskytu mokřadních rostlin a rozšiřující se výskyt rostlin typických pro sušší oblasti (Jeník a Květ, 2002; Květ *et al.*, 2002; Čížková *et al.*, 2001; Prach, 2008).

Paleoklimatologii se zabývají práce (Štěpánová, 1930; Puchmajerová a Jankovská, 1978; Jankovská, 1987; Jankovská, 2002; Pokorný, 2005).

Klimatickými poměry Mokřých luk se zabývají Příbáňovy a Ondokovy práce (Příbáň, 1978; Příbáň a Ondok, 1980; Příbáň, 1983; Příbáň *et al.*, 1992; Příbáň a Ondok, 2002; Příbáň a Jeník, 2002).

Několik následných prací z delšího období 1977 – 2003, eventuálně z celého období měření na původní stanici v letech 1977 – 2006 jsem již zpracovala a publikovala já (Kovářová a Pokorný, 2005a; Kovářová a Pokorný, 2010) či prezentovala na seminářích a konferencích (Kovářová, 2004abc; Kovářová a Pokorný, 2005b; Kovářová, 2006ab; Kovářová a Pokorný, 2006; Kovářová a Pokorný, 2007ab; Kovářová, 2009; Kovářová a Pokorný, 2009; Kovářová, 2011; Kovářová *et al.*, 2011).

Klimatologii Třeboňska a jižních Čech se dále zabývají například práce (Nováková, 1971; Vavruška, 1990; Pokorný a Kučerová, 2000; Staněk a kol., 2002).

## 2. Téma práce

Cílem práce je na základě analýzy dlouhodobých klimatických údajů z klimatologické stanice Mokré louky u Třeboně zhodnotit úlohu vody a vegetace v procesu změny klimatu a rozhodnout, zda se na Mokřích loukách projevují změny lokálního klimatu, které lze přičítat úbytku vody z krajiny následkem vysušování mokřadů, odvodňování polí i lesů. Předpokládá se, že ztráty vody z velkých ploch vedou ke snížení evapotranspirace z těchto ploch. Následné změny v rozptylu sluneční energie, která se více uvolňuje ve formě zjevného tepla a méně se váže do vodní páry, se projeví změnou malého vodního cyklu, změnami v rozložení srážek, lokálním posunem ke kontinentálnímu klimatu, růstem maximální teploty vzduchu a zvětšením denních teplotních amplitud.

V práci jsou v grafické formě podrobně popsány jednotlivé měřené proměnné, charakterizující mikroklima Mokřích luk. Je navržena a aplikována metoda hodnocení srážkově teplotních souvislostí. Je ukázáno, že podnebí závisí na typu krajiny a vegetace a že krajina a vegetace aktivně ovlivňují klima, jsou s ním v dynamické rovnováze a podstatným způsobem určují vodní režim a klima daného místa. Změny ve využívání krajiny způsobující změnu vodního režimu dané oblasti se okamžitě projeví změnami v rozptylu sluneční energie a následně i teploty vzduchu v této oblasti. Odvodnění rozsáhlých ploch se může projevit, prostřednictvím pohybu vzdušných mas, i na vzdálených místech.

Pro posouzení změn probíhajících na Mokřích loukách jsou klimatologické údaje z Mokřích luk porovnány s údaji z několika jiných klimatologických stanic z České republiky a rozšířené Evropy. Předpokladem je, že změna místního klimatu se v okolí Třeboně projeví výrazněji, než v krajině již dříve odvodněné.

## 3. Teoretický úvod

### 3.1. Vývoj Země

Stáří Země se odhaduje na přibližně 4,5 miliardy let (Dalrymple, 2001; Kleczek, 2011). Země se se svým plynným obalem vyvíjela do dnešní podoby po celou dobu své existence. Zemské jádro postupně chladlo, tvořily se moře, kontinenty a horské masivy. Kontinenty se přesouvaly, hladina moří se pohybovala řádově ve stovkách metrů. Složení i teplota plynného obalu Země se měnily. Zhruba před 2,5 miliardami let se objevily první organismy schopné provádět fotosyntézu a uvolňovat kyslík jako produkt metabolismu. Následkem ultrafialového záření se kyslík ve vrchní vrstvě atmosféry měnil v ozón a postupně se začala utvářet atmosféra v dnešním složení (Acot, 2006; Grotzinger *et al.*, 2007).

Převládající formy života se v historii Země měnily často skokově a odpovídaly pravděpodobně náhlým změnám životních podmínek. Koncem třetihor se v důsledku postupného chladnutí zemského pláště začíná objevovat střídání dob ledových a meziledových způsobené excentrickou dráhou oběhu Země kolem Slunce. Průměrná roční teplota, která dnes ve střední Evropě dosahuje 8 °C – 9 °C, byla v ledových dobách o 11 °C – 15 °C nižší.

Z pohledu historie existence Země je období rozmachu dnešní civilizace, která začala rozvojem zemědělství přibližně před 11 000 lety v klimaticky příznivém období holocénu, poslední doby meziledové, zcela zanedbatelné. Z pohledu existence a délky života člověka se není třeba zabývat tím, že Slunce jednou vyhasne a tím skončí i existence Země a dokonce snad ani tím, co bude až nastane další doba ledová. Je třeba se snažit, aby se život na Zemi v současné rozmanitosti zachoval co nejdéle a aby lidstvo svojí činností nepřispívalo ke svému zániku.

## 3.2. Podnebí

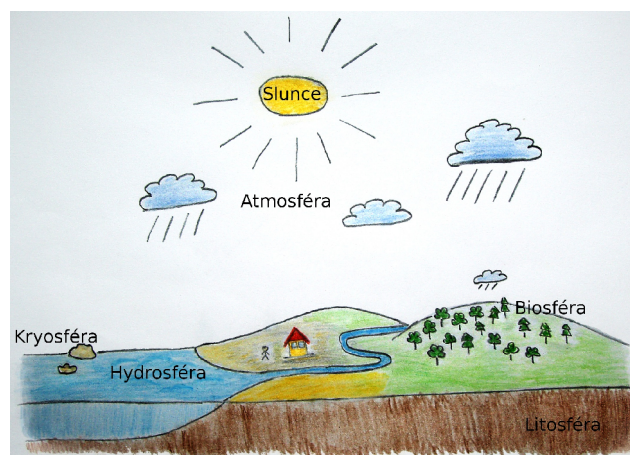
„Výjevy vzduchové, jichž souhrn nazýváme podnebím, nezávisejí pouze na zeměpisné poloze a nadmořské výšce, nýbrž i velkou měrou na místních poměrech, na tvaru půdy, na lesnatosti krajiny a mnohém jiném. Působením poměrů místních vznikají rozdíly v podnebí míst blízkých; podnebí určitého místa nabývá tak zvláštního rázu, kterým se liší od podnebí jiných míst.“ František Augustin (1846 – 1908), první profesor meteorologie a klimatologie na pražské univerzitě, v roce 1894 (Tolasz *et al.*, 2007).

Podnebí neboli klima je definované jako dlouhodobý stav počasí charakteristický pro danou oblast. Pod pojmem dlouhodobý stav počasí rozumíme podle Světové meteorologické organizace (WMO) průměrný stav počasí za 30-ti leté období, utvořené z ukončených předchozích tří desetiletí. Toto období se označuje jako normál a jsou k němu vztahovány změny v následujících letech.

V současnosti je v platnosti normálové období 1961 – 1990, případně 1981 – 2010 a probíhá diskuse, zda by neměl být normál stanoven na základě předchozích 30-ti let (Arguez a Vose, 2011). Normál stanovený pomocí relativně krátkého období 30-ti let, ať už předchozích 30-ti let nebo předchozích tří ukončených desetiletí je snad vhodný, za předpokladu, že bude teplota i nadále stoupat, pro tvrzení typu "současný rok je teplejší než předchozí". Z dlouhodobého hlediska bude 30-letý klouzavý průměr vykazovat vzhledem ke značné variabilitě klimatu rovněž vysokou proměnlivost.

### 3.2.1. Klimatický systém Země

Klimatický systém Země zahrnuje všechny části zemského systému a všechny interakce potřebné k vysvětlení chování klimatu v čase i prostoru. Základní složky klimatického systému Země jsou atmosféra, hydrosféra, kryosféra, litosféra a biosféra (Grotzinger *et al.*, 2007; Ilustrace 1). Příjem energie ze Slunce, ovlivňovaný vzájemnou interakcí jednotlivých složek klimatického systému a rovněž denními, ročními i dlouhodobými cykly v závislosti na pohybu Země sluneční soustavou, určuje klima jednotlivých oblastí i celé Země. Změna kterékoliv složky klimatického systému včetně změny fáze dlouhodobých cyklů se projeví změnou podnebí.



Ilustrace 1: Klimatický systém země a jeho složky

### 3.2.2. Dlouhodobá historie klimatu Země

Nejdelší záznamy klimatických poměrů pocházejí z odhadů teploty pomocí nepřímých údajů čili takzvaných proxy dat (Kutílek, 2008). Příkladem proxy dat je výskyt a složení izotopů chemických prvků obsažených ve vzduchových bublinách v ledovcových vrtech, chemické složení vzorků získaných z archeologických vykopávek, výskyt pylových zrn v ledovcích či palsách, šíře a uspořádání letokruhů ve dřevě.

Při určování stáří organických vzorků se nejčastěji používá radiokarbonová metoda. Uhlík v atmosférickém oxidu uhličitém obsahuje díky kosmickému záření stálý podíl radioaktivního izotopu  $^{14}\text{C}$ . Měření jeho procentuálního zastoupení v předmětech organického původu umožňuje určit jejich stáří díky známému poločasů přeměny, který je 5 715 let.

Nejznámějším ledovcovým vrtem je vrt Vostok v Antarktidě, který v roce 1996 dosáhl hloubky 3 626 m a pomocí něhož se podařilo odhadnout klima během posledních téměř 400 tisíc let (Petit *et al.*, 1999). Bližší minulost lze určit i z obsahu pylových zrn ve zmrzlých ledovcových jádrech v rašeliništích, v takzvaných palsách (Kociánová a kol., 2010; Foto 17). Nejbližší minulost se určuje pomocí dendrochronologie, metody datování stáří a růstu stromů z počtu a uspořádání letokruhů stromů (Briffa *et al.*, 1995; Foto 18).



Foto 17: Palsa



Foto 18: Letokruhy

Ukázka rekonstrukce teploty na Zemi v průběhu posledních 500 milionů let, kde roky jsou na ose x vyneseny v logaritmickém měřítku, je uvedena na Ilustraci 8 v příloze. Graf je zkompileován z výsledků prací Veizer *et al.*, 1999; Zachos *et al.*, 2001; Lisiecki a Raymo, 2005; Sigman a Boyle, 2000.

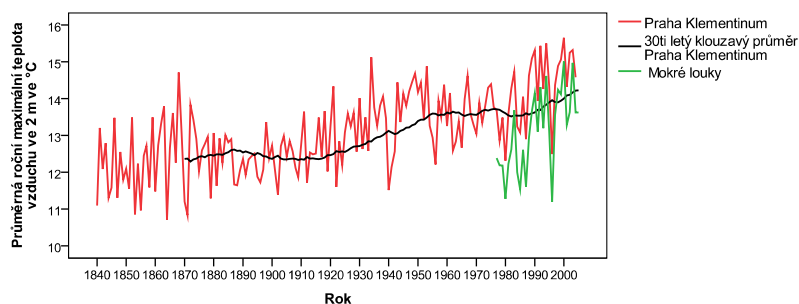
Proxy data se týkají řádově miliónů až několika posledních tisíců let a ukazují, že proměnlivost zemského klimatu se řídí především slunečními cykly. Tyto cykly probíhají plynule a spíše pozvolně. Nejdelší, tak zvané Milankovičovy cykly (Milankovič, 1998; Wunsch, 2004) závisí na oběžné dráze Země kolem Slunce, trvají zhruba 100 000 let a způsobují střídání dob ledových a meziledových. Z proxy dat lze odhadnout i kratší přibližně 1 500 let trvající cykly (Bond *et al.*, 1997; Bond *et al.*, 2001). Nejkratší, zhruba 11-ti leté sluneční cykly objevil v roce 1843 německý astronom Samuel Heinrich Schwabe na základě sledování počtu slunečních skvrn. Tyto cykly závisejí na sluneční aktivitě a počtu slunečních skvrn. Lze je pozorovat v paleoklimatických (Labitzke a Matthes, 2003) i v klimatologických datech (Camp a Tung, 2007).

Náhlé změny podnebí mohou být způsobeny i nahodilými jevy jako je třeba pád velkého meteoritu, velký výbuch sopky, případně zamrznutí velké části oceánu v důsledku přelití sladkou vodou (Adams *et al.*, 1999; Thieler *et al.*, 2007; Murton *et al.*, 2010). Posledně tři zmiňované případy způsobí ochlazení a krátkodobě je lze zaznamenat i v současnosti, kdy například výbuch sopky na Islandu v letech 2010 a 2011 vyvolal nejen problémy v letecké dopravě, ale po určitou dobu i chladnější a vlhčí počasí v Evropě.

Podnebí ovlivňovalo a bylo důležitou součástí života člověka už odpradávná (Acot, 2006; Cílek, 2011). Historické záznamy lze nalézt v malbách jeskynního člověka, v dílech starověkých filosofů (Aristoteles, 350 př.n.l.; Aristotle, 1952), vojevůdců i cestovatelů, středověkých kronikářů (Kosmova kronika, 1120), vladařů (Maistas Carolina, 1353) i mořeplavců (Colón, 1960), v lidovém podání ve formě pranostik (Munzar, 1985; Svoboda a kol., 2003).

### 3.2.3. Historie meteorologických měření

Rozvoj instrumentální meteorologie byl umožněn nástupem průmyslové revoluce a vynálezem teploměru počátkem 17. století, kdy Galileo Galilei a jeho žáci konstruují první kapalinové teploměry. Krátce nato, přibližně od poloviny 17. století začínají první instrumentální meteorologická měření ve Florencii. V průběhu následujících zhruba 100 let jsou zakládány v tehdejších evropských centrech meteorologické stanice, které měří nepřerušeně až do současnosti (Bologna, Kodaň, Oxford, Praha, Uccle, Vídeň a další). Nejstarší souvisle měřící česká meteorologická stanice Praha Klementinum měří teplotu od roku 1771, srážky od roku 1784. Průběh průměrné roční maximální teploty vzduchu zaznamenané na stanici Praha Klementinum, 30-ti letého normálu této maximální teploty a pro porovnání i průměrné roční maximální teploty vzduchu na stanici Mokré louky je uveden na obr. 1. Historie meteorologických měření v českých zemích a na Slovensku je podrobně popsána v knize (Krška a Šamaj, 2001).



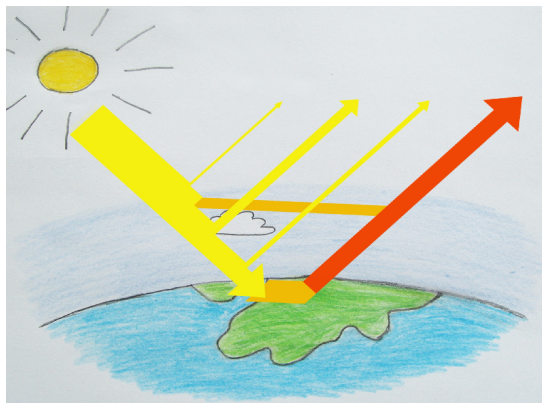
Obr. 1: Průběh maximální denní teploty ve °C na stanici Praha-Klementinum v letech 1840 – 2002 a na stanici Mokré louky v letech 1977 – 2002

### 3.3. Teorie změny klimatu

Klimatická změna je charakterizována růstem teploty vzduchu, zvýšenou četností cyklonů, vichřicemi, přívalovými srážkami, častým střídáním sucha a povodní. Teorie změny klimatu je z pohledu, kde se za významnou příčinu změny považuje lidská činnost, poměrně novodobá. První zmínka o globálním oteplování se v publikované literatuře objevila teprve v roce 1975 v článku geochemika Wallace Broeckera (Broecker, 1975). Krátce poté se téma změny klimatu stává středem pozornosti. V roce 1988 je založen Mezinárodní panel klimatické změny (IPCC). Tato instituce výrazně ovlivnila další směr výzkumu, kdy velký důraz ve vysvětlení globálního oteplování začal být kladen na roli skleníkových plynů. Teprve v poslední době se opětovně začínají prosazovat další možné příčiny změny klimatu, jako například vliv dlouhodobého úbytku vegetace, narušování koloběhu vody a vodní páry a celkové hospodaření člověka s krajinou. Většina negativních dopadů činnosti člověka má příčinu v rostoucí spotřebě energie. Člověk svou činností narušuje přirozený koloběh přenosu a přeměny energie, což vyvolává výkyvy energetických toků, které přispívají ke klimatické změně.

#### 3.3.1. Energetická bilance Země

Veškerý život na Zemi závisí na Slunci. Energie vysílaná Sluncem ohřívá povrch naší planety, působí změny počasí i koloběh vody, uvádí do pohybu vítr, vlny i mořské proudy. Velikost sluneční energie dopadající na Zemi lze určit ze sluneční konstanty a průměru Země. Zářivý výkon Slunce směrem k Zemi je přibližně 172 000 TW, což více než 10 000 krát převyšuje energetický výkon lidských aktivit. Až k povrchu Země se dostane jen část tohoto zářivého toku. Část energie se odrazí od atmosféry, mraků, zemského povrchu, zbytek je pohlcen. Energie, která dopadne na povrch Země, se po různých přeměnách musí přeměnit opět na tepelnou energii a je vyslána zpět do vesmíru. V opačném případě by se teplota Země začala zvyšovat. Naopak pokud by Země vysílala do okolního vesmíru více energie došlo by k ochlazení Země. Tento proces energetické rovnováhy Země je možné zobrazit graficky (Ilustrace 2).



Ilustrace 2: Energetická bilance Země

### 3.3.2. Skleníkový efekt

Současná teorie změny klimatu vychází z teorie skleníkového efektu, zmiňovaného poprvé koncem 19. století švédským chemikem Arrheniem (Arrhenius, 1896). Podle teorie skleníkového efektu je růst teploty na Zemi způsoben růstem koncentrace oxidu uhličitého a jiných skleníkových plynů ve vzduchu. Ačkoliv se zdá, že mezi teplotou a množstvím CO<sub>2</sub> existuje dlouhodobá korelace, může být závislost opačná a nebo žádná, tj. vyšší teplota způsobuje vyšší koncentraci CO<sub>2</sub> a současný růst obsahu CO<sub>2</sub> ve vzduchu nemá na teplotu vzduchu žádný nebo jen nepatrný vliv (Kutílek, 2008; Kovářová a Pokorný, 2010; Pokorný *et al.*, 2010).

Navíc je třeba připomenout, že hlavním skleníkovým plynem je voda (Boucher *et al.*, 2004; Pauling *et al.*, 2006; Zveryaev *et al.*, 2008). Zvýšený obsah vody ve vzduchu však tím, že odráží dopadající sluneční energii, způsobuje spíše pokles denních maxim a zároveň tím, že při výskytu oblačnosti snižuje teplotní gradient, způsobuje růst denních minim teploty vzduchu. Vyšší obsah vody ve vzduchu vede tedy ke snížení denní teplotní amplitudy, jinými slovy působí na zmírňování klimatu. Každý jistě pozoroval snížení denní teplotní amplitudy, tj. snížení rozdílu mezi noční a denní teplotou, kdykoliv se na obloze vyskytuje rozsáhlá oblačnost a nezáleží na tom, zda se jedná o výskyt v čase, to znamená do oblasti přijde frontální systém, nebo v místě, tím myslím oblasti, kde je výskyt rozsáhlé oblačnosti obvyklý, například některé přímořské oblasti nebo deštné pralesy.

### 3.3.3. Polemika

Příčiny změny klimatu mohou mít extraterestrální nebo terestrální původ. Až doposud měly rozsáhlé změny klimatu převážně mimozemské příčiny. V současné době probíhá diskuse o tom, zda mohou lidé svou činností způsobit změnu podnebí. K tomuto problému jsou zaujímány dva převažující postoje. Jedna skupina, klima skeptici, tvrdí, že klima se měnilo vždycky a lidé ho svou činností nejsou schopni ovlivnit. Druhá skupina, nazývající se klima aktivisté, tvrdí, že lidé mohou svou činností klima ovlivnit a způsobit jeho změnu. Za hlavní příčinu změny klimatu považují lidskou činností vyvolaný růst obsahu skleníkových plynů ve vzduchu. Do kategorie aktivistů lze zařadit i postoj této práce, kde však za hlavní příčinu změny klimatu je považován lidmi způsobený úbytek vody a vegetace na pevnině.

Existuje mnoho publikací, v nichž autoři poutavě a informovaně poukazují na probíhající klimatickou změnu, kterou však vzhledem k převládajícímu názorovému trendu mylně interpretují jako důsledek zvyšování emisí skleníkových plynů. Čtenář si jistě dokáže nalézt v nepřehledném množství literatury, mnohdy v impaktovaném časopisech, spoustu takových sám. Zde uvedu na ukázkou alespoň jeden příklad z beletrie. Flannery ve své knize *Měníme podnebí* (Flannery, 2007) popisuje magický výskyt sucha, po kterém se v okolí Perthu v Austrálii dlouhodobě změnilo klima. Pokud si vyhodnotíme klimatická data z této oblasti, vidíme v čase nástupu změny skokový pokles srážek, vyvolaný pravděpodobně vysušením rozsáhlých oblastí v okolí Perthu, za současného strmého růstu poměru přímé a rozptýlené radiace. Růst poměru přímé a rozptýlené radiace svědčí o desertifikaci oblasti (kap. 3.4. , kap. 5.1.1. ). Tento případ není tedy ukázkou změny klimatu z důvodu většího výskytu CO<sub>2</sub> v atmosféře, ale je ukázkou reakce klimatu na vysušení krajiny.



Tak jako zmizel pojem "Hokejky", klesá i popularita dlouhodobých klimatických modelů a jejich neurčitostí. Postupně se prosazují práce o vlivu vody a vegetace, tj. o vlivu hydrosféry a biosféry (Foley *et al.*, 2005; Rejšková, 2009; Kovářová a Pokorný, 2010; Pokorný *et al.*, 2010; Ripl, 2010). Zvyšuje se počet publikovaných prací připouštějících vedle skleníkových plynů i jiné příčiny změny klimatu jako například změny ve využívání krajiny. Témata, která ještě před pár lety bylo velmi obtížné publikovat, lze stále častěji nalézt jak v časopiseckých publikacích tak i v internetových encyklopedických textech. Prostřednictvím předních časopiseckých vydavatelů jsou rozesílány články upozorňující na vztah vegetace a podnebí (Moon, 2010). Přestože zastánci proti skleníkových názorů jsou na významných světových kongresech dosud zbavováni slova a "hlavy států" jsou informovány mylně (Třetí světová klimatická konference – WCC3, Ženeva), lze předpovídat změnu při řešení tohoto zásadního problému lidstva. Aféra Climategate v roce 2009, při níž došlo k zveřejnění e-mailů naznačujících manipulaci s klimatickými daty, byla jen jednou z předzvěstí slábnoucích pozic zastánců skleníkového efektu.

Známé rčení kolik hlav, tolik názorů platí v diskusích ohledně změny klimatu obzvláště. Mnohá vystoupení odborníků, kteří jsou zastánci různých vysvětlení klimatické změny, až příliš často uvážnou právě na rozdílnosti názorů. Výhody vlastní analýzy klimatologických dat jsou zřejmé. Vzniká tím možnost ověřit si závěry publikovaných článků, prostor k tvorbě vlastních interpretací hodnocených dat. Bez toho všeho zůstává badatel odkázán pouze na množství vzájemně si odporujících článků, což může často vést k interpretaci podle počátečního názoru čtenáře. Hodnocení dostatečného množství dat umožňuje utvořit si vlastní názor.

### 3.4. Sluneční záření

Slunce je hvězda nejbližší planetě Zemi, hvězda, bez které by Země byla mrtvou planetou. Slunce je centrem naší sluneční soustavy. Obíhá okolo středu Mléčné dráhy ve vzdálenosti od 25 000 do 28 000 světelných let, oběh trvá přibližně 226 milionů let. Země je od Slunce vzdálená 1 astronomickou jednotku (tj. asi 150 milionů km) a obíhá kolem něho po eliptické až téměř kruhové dráze. Země se, vzhledem ke tvaru své současné oběžné dráhy, již zhruba 11 000 let nachází v období klimatických podmínek příznivých pro rozvoj zemědělství. Doba, za kterou dosáhne světlo Slunce povrchu Země, je asi 8,3 minut.

Hmotnost Slunce je přibližně 330 000 krát větší než hmotnost Země a představuje 99,8 % hmotnosti sluneční soustavy. Na Slunci, v dostatečné vzdálenosti od Země, neustále probíhá termojaderná reakce, při které se jádra vodíku přeměňují na jádra helia při současné produkci ohromného množství energie. Výkon Slunce je zhruba  $4 \times 10^{26}$  W, z čehož na Zemi dopadá jen asi 45 miliardtin. Sluneční energie vznikající jadernými přeměnami v nitru Slunce představuje drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá (Kleczek, 2010). Je zdrojem tepla a světla. Bez slunce by teplota na Zemi klesla na cca. 10 K, tj.  $-263$  °C.

Střední hodnota toku energie ze Slunce na horní vrstvu zemské atmosféry činí  $1,37$  kW/m<sup>2</sup>, toto číslo nazýváme solární konstanta. Část dopadajícího záření se při průchodu atmosférou absorbuje ve vzduchu, zejména ve vodní páře. Při jasné obloze dopadá u nás v létě na zemský povrch až  $1\,000$  W/m<sup>2</sup>.

Naše Země je otevřený systém pod neustálým příkonem sluneční energie. V měřítku trvání lidských civilizací je energie Slunce zdrojem věčným. Slunce dodává na Zemi neustále  $180\,000$  TW sluneční energie. Veškeré lidstvo využívá v ekonomice přibližně  $10$  TW energie, jejím hlavním zdrojem jsou fosilní paliva. Tyto zdroje přitom představují necelou desetinu promile energie, kterou naše Země dostává ze Slunce. Energie slunečního záření pohání téměř všechny procesy, které na Zemi probíhají. Je na ní závislé podnebí, změny počasí i teploty, řídí vodní cyklus, fotosyntézu rostlin a jiné procesy, které způsobují posun rovnováhy v biosféře a tím usnadňují její rozvoj.

Celý systém naší planety je udržován díky sluneční energii v trvale excitovaném stavu, ve stavu vzdáleném od termodynamické rovnováhy. Díky neustálému příkonu sluneční energie a díky aktivitě živých organismů zde existují vedle sebe látky v různém skupenství a v různém oxidačním stupni, existuje atmosféra, funguje cyklus vody, rozvíjejí se živé organismy a celé ekosystémy (Capra, 2004).

Sluneční záření se po dopadu na povrch Země částečně odráží, část ohřívá půdu, část se váže do vodní páry jako skupenské teplo a část se přeměňuje v teplo a vyzařuje se zpět. Záleží na povaze povrchu jaká část záření se odrazí, jaká se spotřebuje na výpar a jaká část se uvolní jako teplo. V této hrubé energetické bilanci je energie spotřebovávaná fotosyntézou zanedbatelná. Dopadající sluneční záření je možné rozdělit na přímé záření, tj. záření, kdy sluneční paprsky přímo dopadají na zemský povrch, a rozptýlené záření, to znamená záření odchýlené z přímé dráhy po srážce s částicemi vzduchu.

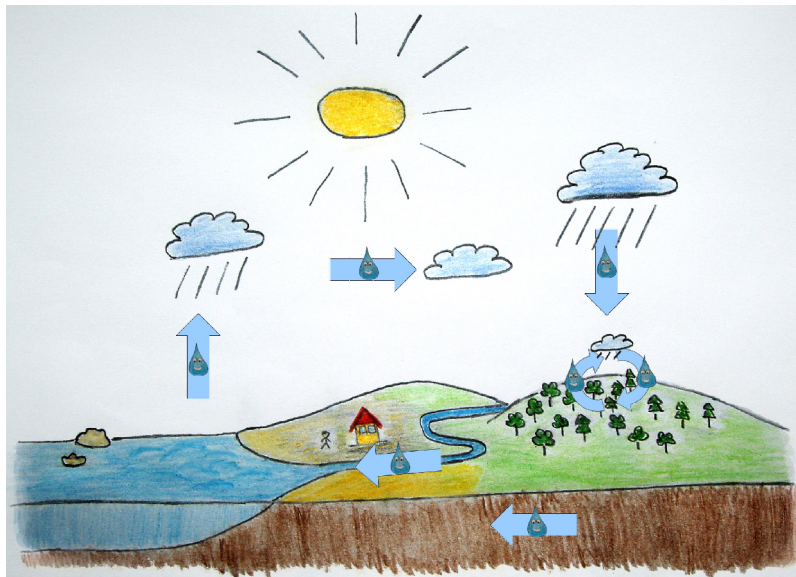
Množství a druh přicházejícího slunečního záření, které dopadá na povrch Země se mění (Kovářová a Pokorný, 2010). Důvody těchto změn je třeba hledat v klimatickém systému Země, protože množství slunečního záření přicházejícího na horní okraj atmosféry je velice stabilní.

### 3.5. Hydrosféra

Ačkoliv zde popisují jednotlivé sféry klimatického systému Země odděleně, je třeba si uvědomit, že působnost jednotlivých sfér je navzájem silně závislá a prolíná významně i do ostatních sfér klimatického systému. Hlavním spojovacím článkem je voda. Voda jako hlavní součást hydrosféry je podstatnou složkou biosféry, část hydrologického cyklu probíhá v atmosféře, voda ve svém pevném skupenství je téměř jedinou složkou kryosféry.

Voda je jednou ze základních podmínek života. Život ve vodě vznikl a ještě stále vodu potřebuje, tvoří například 70% lidského těla a 90% těla rostlin. Přestože voda tvoří většinu těla živočichů i rostlin a je tak podstatnou součástí biosféry, je v biosféře použito jen 0,00004% z celkového množství vody na Zemi.

Voda na Zemi je v neustálém koloběhu (Ilustrace 3) řízeném sluneční energií a zemskou přitažlivostí. Dopadající sluneční teplo přeměňuje vodu na zemském povrchu na vodní páru v atmosféře, kde se dále pomocí vzdušných proudů zformuje v mraky a přesune. Po následném poklesu teploty vodní pára v mracích začne kondenzovat a ve formě dešťových či sněhových srážek se vrací na zemský povrch. Většina srážek spadne zpět do oceánu, jen asi 8% dopadne na pevninu. Kromě velkého vodního cyklu, kdy se voda vypaří z moře a dopadne na pevninu, existuje ještě malý, krátký či uzavřený vodní cyklus, kdy se voda vypaří a spadne nedaleko místa svého výparu.



Ilustrace 3: Koloběh vody

Voda má v klimatickém systému Země zásadní úlohu. Díky vodě je teplota na Zemi relativně stabilní. Odpar vody hraje významnou roli v rozptylu sluneční energie přeměnou této energie na latentní teplo. Jestliže v krajině není dostatek vody, většina dopadající sluneční energie se přemění na pocitové teplo, místo aby se spotřebovala k odparu vody.

Převážná většina vody se nachází v oceánech a mořích. Protože oceány zabírají převážnou část povrchu země, zachytávají i nejvíce slunečního světla a tepla. Za pomoci vodního cyklu působí jako velký regulátor teploty celé planety, vytvářejí rovnoměrné klima a zabraňují náhlým výkyvům teploty a tím blahodárně působí na biosféru.

Velké množství vody je obsaženo v ledovcích, které působí jako velká zásobárna pitné vody. Polární ledovce snižují hladinu oceánů a moří, protože zmrzlá voda plave na hladině oceánu a nezanedbatelná část ledovce se nachází nad vodní hladinou.

Poměrně hodně vody je zachyceno pod povrchem země jako podzemní voda a půdní vláhá. Tato část vody je využívána rostlinami k jejich samostatnému zavlažování. Různé druhy rostlin umějí dosáhnout na vodu v různých hloubkách a přivést ji na povrch země, kde se může dále využít například v malém vodním cyklu.

Voda na povrchu země se nachází v jezerech, rybnících a řekách. Řekami i podzemními toky je odváděna zpět do svého hlavního rezervoáru v oceánech.

V atmosféře se voda vyskytuje v průběhu vodního cyklu, když se přesouvá z vlhkého a teplého místa na místo chladnější. Postupně vystřídá všechna tři skupenství, jako vodní pára se vyskytuje při výparu vody z povrchu země a přesunu na místo srážek, v pevném skupenství ledových krystalků a sněhových vloček se nachází ve vysokých vrstvách atmosféry a v tekutém skupenství kapky deště může dopadat na zem.

Pohyb vody sledovaný v klimatologii především prostřednictvím srážkových úhrnů je velice variabilní a v literatuře panuje, co se týká srážkových trendů, určitá nejednoznačnost (Klein Tank a Können, 2003; Moberg a Jones, 2005; Zhang *et al.*, 2007; Bates *et al.*, 2008).

Rozložení množství vody obsažené v jednotlivých vodních rezervoárech je uvedeno v tabulce 1 (Pidwirny, 2006).

Důležitost vody pro život na Zemi je deklarována v Evropské vodní chartě (tabulka 12 v příloze), která byla vyhlášena dne 6. května 1968 ve Štrasburku, kde jedno z 12 vyhlášení o vodě říká že, pro zachování vodních zdrojů má zásadní význam rostlinstvo, především les.

Tabulka 1: Množství vody v rezervoárech vodního cyklu

Forma	Množství vody (10 <sup>6</sup> km <sup>3</sup> )	Procentuální zastoupení
Oceány	1 370,0	97,25
Ledovce	29,0	2,05
Podzemní voda	9,5	0,68
Jezera	0,125	0,01
Půdní vlhkost	0,065	0,005
Atmosféra	0,013	0,001
Řeky	0,0017	0,0001
Biosféra	0,0006	0,00004

### 3.6. Biosféra a úloha vegetace

Úloha vegetace v zemském klimatickém systému je srovnatelná s úlohou vody. Vegetace umí s vodou hospodařit velice efektivně a tím si udržuje stabilní a přiměřené prostředí pro svůj život (Hayden, 1998; Rejšková, 2009; Pokorný *et al.*, 2010). Ekosystémy a krajina ve svém vývoji směřují k uzavírání cyklů vody a látek. Krajina ponechaná bez hospodářských zásahů člověka samovolně zarůstá lesem. Ještě na začátku středověku, tedy na konci prvního tisíciletí, byla většina území střední Evropy porostlá lesem. Římané toto území podle rozsáhlého lesa pojmenovali „*Silva nortica*“. Samovolně vyvinuté pralesní porosty jsou druhově pestré, stromy jsou různého věku, dřevo ani jiná biomasa se nesklízí. Do dneška se zachovalo jen velmi málo pralesních porostů, kde bychom mohli pozorovat fungování přirozeného ekosystému včetně oběhu vody a látek. Z pralesních porostů (klimax) odtéká rovnoměrně velmi čistá voda, protože v nich převládá krátký (uzavřený) cyklus vody. Voda, která se odpařuje transpirací rostlinami a z půdy, se vrací ve značné míře zpět ve formě mlhy, rosy nebo drobných dešťových srážek.

V odvodněných povodích se voda nestačí vypařovat a ve velkém množství odtéká. Klasická hydrologie a rostlinná fyziologie používají termín ztráta vody evapotranspirací a označuje jím množství vody, která se odpaří a nepřejde do odtoku. Evapotranspirace však ve skutečnosti nepředstavuje ztrátu vody, evapotranspirace naopak přispívá k zadržení vody v krajině k jejímu opětovnému použití. Odvodňování rozsáhlých ploch způsobené například zvýšeným odtokem mění poměr mezi zjevným teplem a latentním teplem výparu, krajina se přehřívá a ubývá srážek.

Odvodňování krajiny vede bezprostředně k uvolnění překvapivě vysokého množství zjevného tepla do atmosféry. Pokles evapotranspirace o 1 litr na metru čtverečním za den (700 Wh) navodí tok zjevného tepla přibližně 40× vyšší (70 W), nežli je efekt skleníkových plynů (radiační zesílení). Například pokles evapotranspirace za jediný den o 1 mm na území České republiky (79 000 km<sup>2</sup>) způsobí uvolnění množství zjevného tepla, které je srovnatelné s celoroční produkcí elektrické energie ve všech elektrárnách v ČR (60 000 GWh). Energie vichřic a dalších extrémů počasí pochází z tepelných rozdílů v prostoru.

Podle údajů FAO (Organizace pro výživu a zemědělství) ztrácí planeta Země ročně na 200 000 km<sup>2</sup> produkční zemědělské půdy následkem prohlubujícího se nedostatku vody. Z toho 60 000 km<sup>2</sup> podléhá ročně desertifikaci, tedy degradaci půdy na poušť a 30 – 40 % plochy kontinentů trpí nedostatkem vody (6,45 × 10<sup>7</sup> km<sup>2</sup>). Přinejmenším jedna třetina plochy kontinentů není schopna tlumit denní pulsy sluneční energie a tlumit tepelné potenciály mezi místy.

V rozvinutých ekonomikách pokračuje výstavba a betonování krajiny. Likvidace zejména malých mokřadů vede k vysychání krajiny, plochy vedené jako les ztrácejí ekosystémové funkce pro nedostatek vody. Ztráta hlavních ekosystémových funkcí se neevduje. Nejvhodnějším nástrojem pro monitoring ekosystémových funkcí se jeví techniky dálkového průzkumu. Využitelné satelitní snímky existují od osmdesátých let a umožňují tedy hodnotit vývoj v čase. Problematikou krajinného pokryvu v souvislosti s teplotou se zabývají například práce (Ripl a Hildmann 2000; Ripl 2004; Sivakumar, 2007; Hesslerová 2008; Kovářová *et al.*, 2011).

Ztráta trvalého funkčního vegetačního pokryvu je zásadním problémem rovníkové Afriky, Austrálie, střední Asie a dalších zemí. Zavedení chování evropského skotu, ovcí a koz do těchto oblastí, odlesnění a odvodnění vedlo k likvidaci trvalého vegetačního krytu a rozsáhlé erozi. V Austrálii jde zhruba o 1 milion km<sup>2</sup>. Ve východní Africe zbylo ze souvislého pásu tropických deštných lesů několik zlomků o rozloze nejvýše několik set km<sup>2</sup>. V Keni a Etiopii tvoří les pouze 2 % krajinného pokryvu (Hesslerová a Pokorný, 2011).

Globální změny klimatu, nejčastěji dávané do souvislosti se zvyšujícím se množstvím skleníkových plynů v atmosféře, případně albedem povrchu (IPCC, 2007; DeFries *et al.*, 2002; Randerson *et al.*, 2006; Bonan, 2008), většinou zcela opomíjí význam trvalé a funkční vegetace v krajině a procesy evapotranspirace.

Problematika vody a vegetace hojně diskutovaná před nástupem skleníkové teorie (Moon, 2010; Tabulka 12 v příloze), se v poslední době opět postupně dostává do popředí zájmu (Foley *et al.*, 2003; Ripl, 2003; Ripl, 2004; Foley *et al.*, 2005; McPherson, 2007; Makarieva a Gorshkov, 2007; Rejšková, 2009; Hopkinson a Wynn, 2009; Barker *et al.*, 2009; Pokorný *et al.*, 2010; Ripl, 2010; Schmidt, 2010; Kovářová a Pokorný, 2010; Dirmeyer *et al.*, 2010; Moore a Heilman, 2011).

### 3.7. Atmosféra, kryosféra a litosféra

Příčina změny klimatu je v soudobých studiích nejčastěji hledána ve změnách chemického složení atmosféry. Atmosféra je tak především z pohledu růstu obsahu skleníkových plynů ve vzduchu nejvíce diskutovanou a přeceňovanou složkou ze všech pěti hlavních složek zemského klimatického systému. Tato práce studuje a hodnotí změnu klimatu v souvislosti se změnou vodního režimu krajiny. Z tohoto pohledu lze za důležitou součást atmosféry považovat oblačnost. Oblačnost by však stejně dobře mohla být zařazena do hydrosféry, protože je tvořena v průběhu hydrologického cyklu a skládá se převážně z vody.

Oblačnost jako součást hydrologického cyklu je pro podnebí dané oblasti velmi podstatná. Oblačnost se měří jako stupeň pokrytí oblohy oblaky. Je významným meteorologickým a klimatologickým prvkem. V klimatologii se vyjadřuje v desetínách pokrytí oblohy od 0/10 do 10/10. V synoptické meteorologii se používá osmin, od 0/8 až k 8/8 pokrytí oblohy oblaky. V obou případech znamená 0/10 nebo 0/8 jasnou bezoblačnou oblohu, 10/10 nebo 8/8 znamená zcela zataženou oblohu. Množství oblačnosti lze vyjádřit v procentech.

Světová meteorologická organizace spravuje databázi dat oblačnosti v Hong Kongu. Data formou obrázku (Mapa 4 v příloze) jsou dostupná pro každou hodinu.

Zajímavý názor na problematiku oblačnosti je prezentován v práci (Johnston, 2010). Autor formou právníkové rozpravy na základě analýzy článků publikovaných v impaktovaných časopisech upozorňuje na rozpory v teorii změny klimatu a obhájí opomíjený vliv vody a oblačnosti. Přehledový článek o vlivu oblačnosti na klimatický systém publikuje Stephens (Stephens, 2005).

Články zabývající se oblačností jsou většinou staršího data a byly publikovány převážně v minulém století před nástupem teorie skleníkového efektu (Cess *et al.*, 1989). Tématika oblačnosti souvisí s problematikou hydrologického cyklu, silně ovlivňuje množství dopadající sluneční energie a jistě si zaslouží větší pozornost, než jaká jí je v poslední době věnována. Současné satelitní snímání vývoje oblačnosti a zejména hodnocení vývoje kupovité oblačnosti nad pevninou může přispět k poznání důležitosti vlivu krátkého vodního cyklu na klima.

Zbylým dvěma součástem klimatického systému nepřikládám takovou důležitost. Změny kryosféry z krátkodobého hlediska nevyvolávají změnu klimatu, ale jsou spíše důsledkem změn vedoucích k ovlivnění zemského podnebí.

Změny v litosféře probíhají poměrně pomalu, mohou sice ovlivňovat podnebí například jako důsledek sopečné činnosti, jejich vliv však lze považovat za náhodný a prozatím pravděpodobně nejsou způsobeny lidmi.

## 4. Metodika a problematika hodnocení meteorologických dat

### 4.1. Meteorologická stanice Mokré louky

V roce 1970 byl na šestnáctém zasedání Generální konference UNESCO (Organizace OSN (Organizace spojených národů) pro výchovu, vědu a kulturu) v Paříži vyhlášen mezinárodní program ekologické spolupráce MaB Člověk a biosféra, který měl za cíl rozvinout v rámci přírodních a socioekonomických věd základnu pro racionální využívání přírodních zdrojů biosféry a předpovídat důsledky dnešních aktivit na budoucnost. V rámci tohoto projektu byla v roce 1977 zřízena Biosférická rezervace Třeboňsko, oblast velkých a rozmanitých mokřadů.

Meteorologická stanice Mokré louky byla vybudována v roce 1976 na levém břehu Prostřední stoky ve výtopě rybníka Rožmberk na 49° 01' 30" severní šířky, 14° 46' 20" východní délky v nadmořské výšce 426 metrů (Mapa 1, Mapa 2). Od začátku roku 1977 zde byly pravidelně denně měřeny základní meteorologické prvky v lučním porostu vysokých ostřic (např. *Carex gracilis*, *Carex vesicaria*, *Glyceria aquatica* a *Calamagrostis canescens*), od dubna 1978 do konce roku 1991 také v blízkém porostu vrby popelavé (*Salix cinerea*). Od roku 1983 byla teplota a vlhkost vzduchu měřena v hodinových intervalech.

Na sběru údajů se po dobu provozu meteorologické stanice 1977 – 2006 podílelo mnoho pracovníků Botanického ústavu AV ČR. Hlavním pozorovatel byl Karel Příbáň, který na stanici docházel téměř denně více než 20 let a později Václav Bauer, který odečítal údaje až do roku 2006, kdy byla stanice zrušena.

Projekt sběru dat včetně meteorologické stanice založené Botanickým ústavem AV ČR přešel v roce 2003 pod Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, který se v roce 2011 přejmenoval na CzechGlobe – Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.

Výsledná, již více než třicetiletá řada meteorologických pozorování, je ojedinělá zejména tím, že stanice je umístěna přímo v přirozeném rozsáhlém mokřadním porostu. Naměřené údaje tedy představují dlouhodobé mikroklimatické podmínky v reálném mokřadním ekosystému.



## 4.2. Sběr klimatologických údajů na Mokřých loukách

Metody sběru meteorologických údajů na stanici Mokřé louky se řídí instrukcemi Českého meteorologického ústavu a Světové meteorologické organizace.

Základní meteorologické prvky byly na meteorologické stanici Mokřé louky pravidelně denně měřeny od začátku roku 1977 v lučním porostu vysokých ostřic (např. *Carex gracilis*, *Carex vesicaria*, *Glyceria aquatica* a *Calamagrostis canescens*), od dubna 1978 do konce roku 1991 také v blízkém porostu vrby popelavé (*Salix cinerea*). Od roku 1983 do roku 2006 byly některé údaje měřeny též v hodinových intervalech. Sluneční záření bylo v letech 1977 – 1993 měřeno v areálu Botanického ústavu AV ČR vzdáleném přibližně 2 km od stanoviště meteorologické stanice na Mokřých loukách. V období 1995 – 2001 byla v areálu Botanického ústavu prováděna měření klimatických prvků a slunečního záření v desetiminutových intervalech. Pro období 1977 – 2002 jsou data uložena na CD (Klimadata Bot. Inst. Ac. Sci., 2003), pro období 1977 – 2006 existuje písemný zápis denních a hodinových údajů.

V roce 2005 byla poblíž stávající stanice vybudována nová automatická stanice a měření na staré stanici byla po dvouletém souběžném měření koncem roku 2006 ukončena. Měření slunečního záření ukončené v areálu Botanického ústavu v roce 2001 bylo znovu obnoveno v roce 2004 v sídle instituce ENKI o.p.s. nacházející se v těsné blízkosti areálu Botanického ústavu. V rámci projektu Tokenelek Tok látek a energie v ekosystémech byla na místě původní stanice v roce 2007 vybudována nová automatická stanice. V roce 2011 probíhají měření klimatických údajů na automatické stanici Centra výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i. a na automatické stanici ENKI o.p.s., umístěné na místě původní meteorologické stanice.

### 4.2.1. Metodika měření jednotlivých meteorologických charakteristik

Globální záření a difúzní záření se měřilo v areálu Botanického ústavu v Třeboni na meteorologickém 10 m vysokém stožáru. V letech 1977 – 1993 se používala čidla pro měření globální sluneční radiace (Kipp&Zonen CM5) a difúzní sluneční radiace (Kipp&Zonen CM6), globální i difúzní dopadající záření bylo zaznamenáváno simultánně pomocí analogového přístroje Zepacord (ZPA Jinonice) v minutových intervalech. Čidlo na měření difúzního záření bylo opatřeno stínítkem. Od roku 1994 byla instalována nová čidla pro měření globální sluneční radiace (Kipp&Zonen CM5) a difúzní sluneční radiace (Kipp&Zonen CM6B). Čidla měřila ve spektrálním rozsahu od 310 do 2 800 nm.

Množství srážek bylo měřeno celoročně pomocí srážkoměru bez registrace (typ Metra). Horní hrana srážkoměru byla umístěna 150 cm nad povrchem terénu, srážky byly odečítány denně (v 7 hodin ráno) s přesností 0,1 mm. Získaný srážkový úhrn byl připsán k předchozímu dni. V zimním období byly měřeny pro některé roky též výška celkové sněhové pokrývky (sněhoměrnou latí) a hloubka promrzání půdy přímo půdním mrazoměrem nebo interpolací z grafu průběhu teplot půdy podle půdních teploměrů. Hodnoty sněhové pokrývky a hloubka promrzání jsou však jen zčásti v digitální formě a nejsou zahrnuty v databázi (Klimadata Bot. Inst. Ac. Sci., 2003).

Extrémní teploty byly měřeny maximálními rtuťovými a minimálními lihovými skleněnými teploměry odečítanými v ranním pozorovacím termínu, okamžité teploty vzduchu staničními teploměry (dělení stupnice po 0,2 °C, odečet po 0,1 °C) a okamžité vlhkosti vlasovým vlhkoměrem ve standardní meteorologické budce ve výšce 2 m nad zemí. Teplota vzduchu byla registrována thermohydrografem s týdenním oběhem v meteorologické budce 2 m nad terénem (typ Metra 812 Československo, TZ 18 Polsko). Přesnost těchto přístrojů je 0,3 – 0,5 °C, hodnoty byly proto zpřesňovány pomocí simultánního odečítání teploty z přesnějších staničních a extrémních teploměrů. Pásky z thermohydrografu byly vyhodnocovány ručně, získaly se tak hodinové hodnoty teploty vzduchu. Hodinové hodnoty relativní vlhkosti vzduchu byly zaznamenávány na pásky rovněž s týdenním cyklem. Ze zaznamenaných údajů byly pro každý den vypočítány průměrná, maximální a minimální denní teplota a průměrná a minimální relativní vlhkost vzduchu. Z průměrné, maximální a minimální denní teploty a z průměrné a minimální denní vlhkosti byly vypočteny průměry měsíční, roční a desetileté.

Teplota půdy byla měřena skleněnými rtuťovými teploměry o délkách stonku 30, 20, 10, 5 a 1 cm, zpočátku dopoledne, později pravidelně ráno, údaje o čase odečtu půdní teploty jsou k dispozici v nedigitalizované formě. U minimální přízemní teploty vzduchu v 5 cm jsou od roku 1999 uvedeny poznámky o stavu teploměru (ve vodě apod.), protože tento stav mohl ovlivnit hodnotu teploty z teploměru odečtené.

Kolisání hladiny podzemní vody se měřilo v zapuštěných novodurových trubkách k úrovni měrného profilu, který je asi 30 cm nad průměrnou úrovní terénu (stav v květnu 2003). Hodnoty uvedené v souboru tedy nepředstavují reálnou hodnotu hladiny podzemní vody pod povrchem terénu. Odměřování k úrovni měrného profilu umožňuje odečet hladiny i při neperiodickém zaplavování povrchu terénu na lokalitě. Příčinou záplav jsou vyšší stavy vody v rybníku Rožmberk nebo vyšší průtoky Prostřední stoky a rovněž vypouštění vody před výlovem výše položených rybníků (Svět 230 ha, Opatovický 190 ha). Od roku 1999 jsou k údajům o hladině podzemní vody přidávány poznámky 'bláto' a 'led'. Význam poznámek je následující: 'bláto' = hladina vody je níže než je úroveň dna trubky (nelze přesně změřit), 'led' = skutečnou úroveň hladiny podzemní vody nelze změřit, hladina je pod zmrzlým povrchem. V nedigitalizované formě jsou navíc pro některé roky k dispozici údaje o stavu oblačnosti, o síle a směru větru a typu srážek.

## 4.2.2. Přehled měřených údajů

Přehled měřených údajů uvádím v následujících tabulkách. V tabulce 2 jsou uvedeny údaje měřené v hodinových intervalech, v tabulce 3 jsou uvedeny údaje měřené v denních intervalech.

Tabulka 2: Údaje měřené v hodinových intervalech

Globální záření v cal/cm <sup>2</sup> hod vysvětlivka	1983–1993, 1995–2001, 2004–2006
Difúzní záření v cal/cm <sup>2</sup> hod vysvětlivka	1983–1993, 1995–2001, 2004–2006
Průměrná teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	1983–2006
Průměrná teplota vzduchu ve 2 m ve vrbíně ve °C	1983–1991
Průměrná relativní vlhkost v lučním porostu v %	1983–2006
Průměrná relativní vlhkost ve vrbíně v %	1983–1991
Doba slunečního svitu za hodinu v minutách	1983–1993

Pozn. cal/ cm<sup>2</sup> hod převedeme na W/m<sup>2</sup> vynásobením konstantou 11,63, (cal = 4,1868J, J=W s , cal/cm<sup>2</sup>=10kcal/m<sup>2</sup>, kcal/h = 4186,8 J/3600 s = 1,163 W)

Tabulka 3: Údaje měřené v denních intervalech

Globální sluneční záření suma v cal/cm <sup>2</sup> za den	1977-1993, 1995-2001, 2004-2006
Difúzní sluneční záření suma v cal/cm <sup>2</sup> za den	1977-1993, 1995-2001, 2004-2006
Průměrná globální sluneční radiace ve W/m <sup>2</sup>	1977-1993, 1995-2001, 2004-2006
Úhrn globální sluneční radiace ve W/m <sup>2</sup>	1977-1993, 1995-2001, 2004-2006
Doba slunečního svitu za den v minutách	1983–1993
Srážky v mm	1977–2006
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	1977–2006
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	1977–2006
Minimální denní teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C	1977–2006
Průměrná denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	1977–2006
Minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	1980–2006
Teplota půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu ve °C	1977–2006
Teplota půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C	1977–2006
Teplota půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C	1977–2006
Teplota půdy v hloubce 0 cm (na povrchu půdy) v lučním porostu ve °C	1977–2006
Teplota detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C	1977–2006
Teplota detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C	1977–2006
Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	1978–1991
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	1978–1991
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	1978–1991
Průměrná denní relativní vlhkost ve vrbině v %	1978–1991
Minimální denní relativní vlhkost ve vrbině v %	1978–1991
Teplota půdy v hloubce 30 cm ve vrbině ve °C (v okamžik odečtu)	1978–1991
Teplota půdy v hloubce 10 cm ve vrbině ve °C	1978–1991
Teplota půdy v hloubce 5 cm ve vrbině ve °C	1978–1991
Teplota půdy v hloubce 0 cm (na povrchu půdy) ve vrbině ve °C	1978–1991
Hladina podzemní vody na stanici v cm	1977–2006
poznámka k hladině podzemní vody na stanici	1999–2006
Hladina podzemní vody v lučním porostu v cm	1977–2006
poznámka k hladině podzemní vody na louce	1999–2006
Hladina podzemní vody ve stoce v cm	1977–2006
poznámka k hladině podzemní vody ve stoce	1999–2006
Hladina podzemní vody ve vrbině v cm	1978–1991

### 4.3. Zdroje dat

Pro porovnání klimatologických údajů z meteorologické stanice Mokré louky s údaji z jiných meteorologických stanic jsem použila pro porovnání v rámci České republiky data měřená Českým hydrologickým ústavem (ČHMÚ).

Pro účely porovnání údajů naměřených na Mokřích loukách s údaji z jiných meteorologických stanic ČHMÚ byla data z Mokřích luk rozšířena na období 1961 – 2006 pomocí blízké stanice ČHMÚ Třeboň, která se nacházela v okrajové části Mokřích luk a byla v provozu do povodně v roce 2002. Denní údaje maximální a minimální teploty vzduchu ve 2 m a denní srážkové úhrny z let 1961 – 2006 ze sloučené stanice Třeboň Mokré louky byly porovnány s odpovídajícími údaji ze stanic Českého hydrometeorologického ústavu. Podrobnosti o poloze a vegetačním typu stanic jsou uvedeny v tabulce 4, poloha je zobrazena na Mapě 3 v příloze.

Tabulka 4: Detaily o umístění stanic použitých ve studii

Stanice	Zkratka	Vegetační typ	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška [m]
Churáňov	Chur	Vrchol, les	49° 04'	13°36'	1 118
Kostelní Myslová	KMys	Vrchol, patvina	49° 09'	15°26'	569
Kuchařovice	Kuch	Zemědělská oblast	48° 52'	16°05'	334
Kralovice	Kral	Zemědělská oblast	49° 59'	13°29'	468
Lysá hora	Lysa	Vrchol, bez vegetace	49° 32'	18°26'	1 322
Olomouc	Olom	Zemědělská oblast	49° 34'	17°17'	210
Praha Ruzyně	PRuz	Město, letiště	50° 06'	14°15'	364
Třeboň	Treb	Město, okraj mokřadu	49° 09'	14°26'	429
Mokré louky	Mlou	Mokřad	49° 01'	14°46'	426

Pro porovnání v rámci Evropy a okolí jsem pro teplotu a srážkové úhrny použila data z evropské klimatologické databáze ECA&D (European Climate Assessment & Dataset) (Klein Tank *et al*, 2002; Mapa 5 v příloze). Příslušnost k typu krajiny je určena podle převažujícího typu krajiny v blízkém okolí stanice z mapy projektu CORINE Pokrytí krajiny 2000 (COoRdination of INformation on the Environment) (Mapa 6 v příloze), mokřady jsou klasifikovány též pomocí Ramsarského seznamu mokřadů mezinárodní důležitosti (Mapa 7 v příloze). Za okolí stanice jsem považovala okolí o průměru 1 km, 3 km a 5 km.

Původní množství kolem 6,5 GB dat získaných z databáze ECA&D jsem postupným výběrem zredukovala na zvládnutelnou velikost přibližně 0,5 GB. S těmito daty již lze počítat v čase kratším než půl hodiny doby výpočtu počítače na jednu úlohu. Zároveň se tím zvýšila kvalita dat, protože byly odebrány stanice, ve kterých se vyskytovaly nějaké chyby, například přesun stanice na jinou pozici (z města na vrchol blízkého kopce) nebo stanice s dlouhodobými výpadky měření. Dále, protože chci hodnotit dlouhodobý průběh klimatu, byly vyloučeny stanice, jejichž měření probíhalo po dobu kratší než 30 let. Snažila jsem se pro různé typy krajiny a okolní vegetace v datech zachovat vždy několik stanic zastupujících

daný typ krajiny a vegetace. Protože dlouhodobá měření probíhala převážně ve městech, byly na městské stanice kladeny přísnější podmínky než na stanice v jiných lokalitách. Zároveň jsem se snažila, aby byly vybrány stanice, jejichž umístění pokud možno rovnoměrně pokrývá Evropu a její blízké okolí. Z blízkého okolí Evropy byly vybrány pouštní stanice ze Sahary, několik stanic z blízkého východu a Kavkazu a polární stanice z Grónska.

Pro porovnání v rámci Evropy a okolí jsem pro sluneční záření použila data ze Světového radiačního centra (WRDC) v Petrohradě. S měřením sluneční radiace se začalo později než s měřením teploty a srážek a rovněž počet stanic měřících sluneční radiaci je nižší než počet klimatologických stanic. Přestože se s měřením solární radiace začalo již zhruba v padesátých letech minulého století, pro Evropu jsou data nejčastěji dostupná od konce osmdesátých let. Při hodnocení jsem použila data z období 1988 – 2009. Na stanicích měřících sluneční záření jsou obvykle měřena i klimatologická data, která však nemusí být vždy dostupná přes ECA&D databázi. Toto omezení však příliš neovlivňuje celkové závěry, protože trend poměru přímé a rozptýlené radiace je pro Evropu téměř totožný.

## 4.4. Příprava dat

Příprava dat tvoří nezanedbatelnou část procesu zpracování a hodnocení dat. Pod přípravou dat se obecně rozumí i návrh sběru dat, v případě Mokřých luk učiněný jednoznačně skvěle. Dále příprava dat zahrnuje digitalizaci, předzpracování, kontrolu, doplnění chybějících a opravu chybných údajů. Příprava dat zabere mnohdy až 80 % času statistické analýzy.

Problematice chybných údajů se budu věnovat poněkud podrobněji, protože oprava chybných a chybějících údajů má v klimatických datech určitá specifika. Vzhledem k ročnímu chodu klimatologických charakteristik není možné nahradit chybějící údaje průměrem za celé období a ani není vhodné ponechat chybějící údaje jako chybějící. Takovéto akce mohou vzhledem k ročnímu chodu většiny proměnných ovlivnit výsledky.

V datech a databázích se chybné údaje obvykle vyskytují vždy, je nutné s tím předem počítat a chybné údaje pokud možno odstranit. Chyby se často objeví při předzpracování dat, například ve formě odlehklých hodnot, které však nemusí být vždy chybné. Víme, že některé odlehklé hodnoty třeba srážkové úhrny v roce 2002, teplota 27. 7. 1983 apod. jsou správné. Chyby mohou vzniknout různým způsobem. V datech z Mokřých luk se například vyskytují jak chybné údaje vzniklé závadou na přístroji, většinou odstraněné zkušenými a pečlivými pozorovateli, tak i chyby vzniklé při opisu a předzpracování dat, které bylo v té době prováděno ručně. Některé chybné údaje, které se nějakým způsobem vymykají běžným hodnotám, například překlepy o řád, odlehklé hodnoty a podobně lze opravit poměrně snadno. Horší situace nastane, pokud dojde k přeházení údajů při předzpracování například v programu Excel. Jiný případ může nastat chybnou obsluhou nebo poškozením měřícího přístroje. Příkladem takovéto neopravitelné chyby je případ, kdy po určitou dobu nebylo při měření rozptýlené radiace pootáčeno stínítkem a obě naměřená záření jsou posunutě globální. Přímá sluneční radiace počítaná jako rozdíl celkového a rozptýleného záření, která by měla být kladná, pak může nabývat i dosti vysokých záporných hodnot. Takto poškozená data jsou neopravitelná. Chyby tohoto druhu se vyskytují i na CD (Klimadata Bot. Inst. Ac. Sci., 2003) pro záření z období 1995 – 2001. Doporučuji proto každému, aby si údaje před použitím překontroloval. Při nynějším převážně automatickém měření a záznamu dat se objevují chyby jiného charakteru, například ucpaný srážkoměr, chybné zaznamenávání malých srážek, které automat nerozpozná apod. Je třeba předpokládat, že chyby se mohou vyskytnout vždy, včetně oficiálních databází. Obvykle se na ně při zpracování přijde. I přes určité z celkového pohledu zanedbatelné množství chyb v datech z Mokřých luk jsou tato data nesmírně cenná a závěry získané z těchto údajů jsou obecně platné.

Pro kontrolu a opravu dat je vhodné porovnávat údaje z více stanic. V současné době hojně používané postupy homogenizace dat jsou však diskutabilní. Homogenizace nepředpokládá vliv lokálních změn okolního prostředí a může naopak údaje zpřesnit. Zejména homogenizace srážkových řad je často velice zavádějící, protože konvektivní srážky se mohou dost podstatně lišit i na velmi malou vzdálenost. Informace o lokální změně proběhlé na některé stanici se v takzvaných technických řadách vzniklých homogenizací ztrácí.

Na závěr této části o chybách v datech uvádím pro ilustraci několik případů možných chyb se kterými jsem se při zpracování dat pro tuto práci setkala:

Archiv ČHMÚ v Brozanech: Písemné záznamy o dlouhodobých srážkových úhrnech jsou zde uloženy zhruba od počátku 20-tého století. Záznamy jednotlivých pozorovatelů jsou většinou dlouhodobé, pečlivé, celoživotní, 30 i více let, z písma je občas poznat i blížící se výměna pozorovatele. Nicméně po převedení do digitální podoby se ukázalo, že důraz při záznamu srážek byl občas kladen především na srážkové úhrny. Při následné analýze bylo zřejmé, že z hlediska četnosti srážek, která nás zajímala, nejsou data příliš použitelná. V další práci jsem se proto zaměřila na data od roku 1961, která jsou na ČHMÚ zaznamenávána již v elektronické podobě a jsou poměrně přesná.

Mokrý Louky: Data byla pořizována manuálním opisem z psaných záznamů. Tím vznikl při digitalizaci občasný výskyt chybných hodnot, například chybějící desetinná řádka, nebo přepsání se v číslici a podobně. Několikrát chyběla data úplně, například pro nemožnost měření pro zaplavení stanice při povodni 2002, byla doplněna odhadem na základě okolních stanic, dalo by se říct homogenizací.

Databáze ECAD: Neobvykle vysoký rozptyl v dlouhodobých teplotních údajích ze stanice Bologna vedl ke zjištění, že počátek, zhruba prvních sto let teplotní řady Bologna, pochází z jiné blízké dlouhodobě měřící stanice. Problémem je i přechod na automatické srážkoměry, kdy se objevují chyby v záznamu malých srážek. Tyto chyby se zhruba od roku 2004 občas vyskytují pro celé státy.

Databáze WRDC: Několik různých stanic bylo zařazeno do databáze pod stejným kódem, vzniklo pravděpodobně postupným přidáváním stanic, později odstraněno hašováním, duplicitní kódy byly nahrazeny tak, že různým stanicím byly přiřazeny různé kódy.

## 4.5. Problematika hodnocení klimatologických dat

Klimatologické údaje jsou ve skutečnosti vysoce korelované časové řady, řízené silným řídicím procesem. Metodika hodnocení časových řad je zaměřena především na predikci budoucího vývoje, což vede k vytváření předpovědních modelů. Pro správnou predikci je však třeba vycházet z platných předpokladů. Předpovědní modely vytvořené pouze na podkladě koncentrace oxidu uhlíku představují značné zjednodušení problému a není divu, že scénáře předpovědi budoucího vývoje klimatu pomocí koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře jsou natolik nejisté, že prakticky neříkají nic. Navíc předpovědi na 100 a více let dopředu lze jen těžko ověřit. Je třeba provádět explorační analýzu klimatologických údajů na reálných skutečně naměřených datech a hledat další zdroje informace o chování klimatologických proměnných.

K hodnocení dat jsem použila obvyklé běžně používané statistické metody, hlavně metody explorační analýzy dat. Při explorační analýze dat se s výhodou využívá grafické znázornění, které pomáhá hledat souvislosti a identifikovat zdroje rozptylu. Grafické znázornění dává dobrý přehled o rozdělení jednotlivých charakteristik, pomáhá při hledání souvislostí a usnadňuje názorné porovnání změn.

Protože cílem práce je dát do souvislosti změnu teploty se změnami v hydrologickém cyklu, zaměřuji se na toto téma podrobněji a zavádím některé pojmy usnadňující hledání uvedených souvislostí. Vysvětluji pojem srážkových cyklů a zavádím pojem teplota v závislosti na pořadí srážkového a bezesrážkového dne. Metodika hodnocení teploty v závislosti na pořadí srážkového a bezesrážkového dne objasňuje vztah vody a teploty a přináší nový pohled na příčiny změny klimatu.

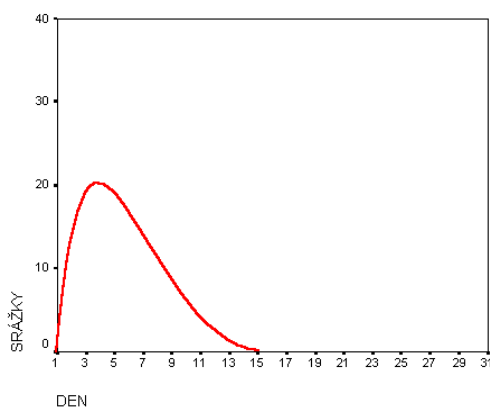
### 4.5.1. Srážkové cykly

Srážkové úhrny jsou součástí hydrologického cyklu. Rozdělení srážkových úhrnů je možné popsat exponenciálním rozdělením, s častým výskytem malých srážek a ojedinělým výskytem velkých srážek, které však zajišťují velkou část měsíčních, někdy i ročních srážkových úhrnů. Je zajímavé si uvědomit, že 20% největších srážek pokrývá 70% celkových srážkových úhrnů. Vydatné srážky nemusí být vždy jen takzvaná voda z moře, to je voda která přijde do oblasti s frontálním systémem postupujícím z oceánu. Velké srážkové úhrny v letních měsících lze přisoudit i konvektivním srážkám vzniklým odparem, i když většinou následují po přechodu fronty a prodlužují tak vliv frontálních srážek. Ačkoliv by se mohlo zdát, že pro správnou funkci klimatického systému jsou potřebné vysoké srážkové úhrny, lze ukázat, že rozhodující je počet srážkových dní, tj. právě těch konvektivních srážek, které opakovaně použijí odpařenou vodu původem z moře přicházející v poměrně pravidelných avšak delších obdobích.

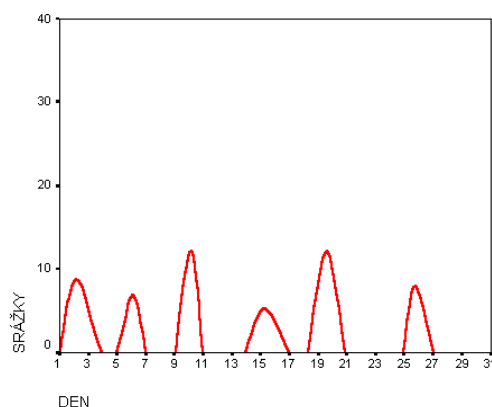
Pro správnou funkci klimatického systému je koloběh vody životně důležitý. Tento koloběh není možné charakterizovat jen celkovým měsíčním srážkovým úhrnem nebo počtem srážkových dní v měsíci. Snadno si lze představit model rozdělení srážek v měsíci, kdy počet srážkových dní i celkový srážkový úhrn v měsíci je stejný, avšak výsledný efekt různě rozdělených srážek je naprosto odlišný. Představme si například měsíc s 15 srážkovými dny a celkovým měsíčním srážkovým úhrnem rovným průměrnému měsíčnímu srážkovému úhrnu



na Mokřých loukách, tj. s měsíčním srážkovým úhrnem 51 mm. Představme si dva extrémní způsoby hypotetického rozdělení srážkových dní. V prvním případě jsou všechny srážkové dny soustředěny v prvních 15 dnech (Ilustrace 4), v druhém případě se výskyt srážkových a bezsrážkových dní pravidelně střídá (Ilustrace 5). Přestože je počet srážkových dní v měsíci i celkový srážkový úhrn v obou případech stejný, je zřejmé, že vliv takto rozdělených srážek na krajinu a vegetaci bude naprosto odlišný. Zatímco v prvním případě je první část měsíce vlhká a druhá část měsíce suchá, je v druhém případě přísun vody v průběhu měsíce rozložen rovnoměrněji a nedochází k velkým výkyvům v zavlažování.



*Ilustrace 4: Četnosti a úhrny srážek v měsíci, všechny srážkové dny soustředěny v prvních 15 dnech měsíce*



*Ilustrace 5: Četnosti a úhrny srážek v měsíci, výskyt srážkového a bezsrážkového dne se pravidelně střídá*

Od této představy lze snadno dojít k proměnným důležitým pro správnou funkci vegetace, které se týkají srážkového cyklu. Zavádím proměnné délka srážkového a bezsrážkového období, pořadí srážkového a bezsrážkového dne, teplota v závislosti na pořadí srážkového a bezsrážkového dne apod. Tyto proměnné, jak ukážu v následujících kapitolách (kap. 5.7.4. , kap. 5.9.1. ), dávají do souvislosti teplotu vzduchu s hydrologickým cyklem a ukazují při zběžném pohledu skrytou závislost teploty na srážkovém cyklu. Objasňují tak důvody růstu teploty vzduchu v souvislosti se změnou hydrologického cyklu.

Označme den, v kterém byl naměřen kladný nenulový úhrn srážek, jako srážkový den. Obdobně označme den, v kterém byl naměřen nulový úhrn srážek, tedy den kdy nepršelo, jako bezsrážkový den.

Na základě srážkových a bezsrážkových dní můžeme následně definovat srážkové a bezsrážkové cykly. Necht' máme souvislý úsek srážkových dní, tedy několik po sobě navazujících dní, v nichž vždy byl naměřen nenulový úhrn srážek. Takovýto úsek srážkových dní označíme jako srážkový cyklus. Nyní můžeme zavést délku srážkového cyklu jako počet po sobě jdoucích srážkových dní.

Obdobně definujeme bezsrážkový cyklus. Necht' máme souvislý úsek bezsrážkových dní, tedy několik po sobě navazujících dní, v nichž nikdy nebyl naměřen nenulový srážkový úhrn, neboli několik po sobě jdoucích dní, během kterých ani jednou nepršelo. Takovýto úsek bezsrážkových dní označíme jako bezsrážkový cyklus. Délkou bezsrážkového cyklu nazveme počet po sobě jdoucích dní, během kterých se nevyskytly žádné srážky, tedy ani jednou nepršelo.

Každý cyklus, ať už srážkový či bezsrážkový, se skládá z několika po sobě následujících dní. V rámci těchto dní můžeme definovat pořadí dne v cyklu. Prvním dnem cyklu nazveme den, ve kterém po bezsrážkovém cyklu začal cyklus srážkový, či naopak den, ve kterém po srážkovém cyklu nastal cyklus bezsrážkový. Druhým dnem cyklu nazveme den následující po prvním dnu cyklu, ale pouze v případě, že oba dva dny leží ve srážkovém období nebo oba dva dny leží v bezsrážkovém období. Obdobně se číslují další dny cyklu, dokud probíhající srážkový či bezsrážkový cyklus neskončí a nezačne opačný cyklus. Po posledním dni cyklu následuje vždy první den cyklu následujícího.

Pro další podrobnější analýzu srážkových cyklů by byla užitečná informace o čase výskytu srážek. V letním období, kdy pro některé roky je běžný výskyt nočních srážek, by tento dodatečný údaj umožnil ještě lepší zhodnocení vlivu vodního cyklu na teplotní změny.

#### 4.5.2. Metodika hodnocení závislosti teploty na výskytu srážek

Abychom mohli porovnat a vysvětlit růst teploty v závislosti na hydrologickém cyklu, můžeme dny klasifikovat podle srážkových a bezsrážkových období a podle pořadí dne ve srážkovém či v bezsrážkovém cyklu. Pro takto klasifikované skupiny poté můžeme zkoumat například teplotu a hledat odlišnosti v jejím průběhu mezi jednotlivými skupinami.

Odhad průměrné teploty vzduchu během  $k$ -té dekády  $\hat{t}_k$  můžeme odhadnout pomocí Rovnice 1.

$$\hat{t}_k = p_k^+ \sum_{i=1}^{M_k^+} p_{k,i}^+ \frac{1}{N_{k,i}^+} \sum_{j=1}^{N_{k,i}^+} t_{k,i,j}^+ + p_k^- \sum_{i=1}^{M_k^-} p_{k,i}^- \frac{1}{N_{k,i}^-} \sum_{j=1}^{N_{k,i}^-} t_{k,i,j}^- \quad (1)$$

Dekády jsou definovány podle  $k$ , kde  $k \in \{6, 7, 8, 9, 10\}$  pokrývá období studie, přičemž 6 značí dekádu 1961–1970 a 10 značí období 2001–2006.

Proměnná  $p_k^+$  udává četnost srážkových dnů v  $k$ -té dekádě a proměnná  $p_k^-$  udává četnost bezsrážkových dnů v  $k$ -té dekádě.

Maximální délku souvislé srážkové periody v  $k$ -té dekádě označíme  $M_k^+$ , maximální délku souvislé bezsrážkové periody v  $k$ -té dekádě označíme  $M_k^-$ .

Proměnná  $p_{k,i}^+$  je definována jako četnost výskytu  $i$ -tého srážkového dne ve srážkových dnech  $k$ -té dekády. Obdobně je proměnná  $p_{k,i}^-$  definována jako četnost výskytu  $i$ -tého bezsrážkového dne v bezsrážkových dnech  $k$ -té dekády.

Počet výskytů  $i$ -tého srážkového dne v  $k$ -té dekádě označme  $N_{k,i}^+$  a počet výskytů  $i$ -tého bezsrážkového dne v  $k$ -té dekádě označme  $N_{k,i}^-$ .

Proměnná  $t_{k,i,j}^+$  udává průměrnou denní teplotu během  $i$ -tého dne v  $j$ -tém srážkovém cyklu dlouhém alespoň  $i$  dní v  $k$ -té dekádě. Symetricky proměnná  $t_{k,i,j}^-$  udává průměrnou denní teplotu během  $i$ -tého dne v  $j$ -tém bezsrážkovém cyklu dlouhém alespoň  $i$  dní v  $k$ -té dekádě.

## 5. Hodnocení meteorologických dat z Mokřých luk

V této části popisují podrobně podnebí Mokřých luk pomocí naměřených klimatologických údajů včetně dosud nepublikovaných hodnocení a souvislostí. Denní teplota, denní vlhkost a denní srážkové úhrny jsou hodnoceny pro období 1977 – 2006, to je pro období, v kterém probíhala měření na původní meteorologické stanici Mokřé louky. Denní údaje teploty půdy, hladiny podzemní vody a slunečního záření stejně jako hodinové údaje teploty a vlhkosti vzduchu a slunečního záření jsou hodnoceny pro kratší období, tak jak jsem měla k dispozici data. Hlavní pozornost je směřována k hodnocení souvislosti mezi teplotou a srážkovým cyklem. Součástí této kapitoly je porovnání údajů z meteorologické stanice Mokřé louky s údaji z jiných stanic, kdy denní teplota a denní srážkové úhrny jsou hodnoceny pro období 1961 – 2006. Je zde též ukázána závislost teploty na typu vegetačního pokryvu a jsou zde objasněny příčiny růstu teploty vzduchu.

Údaje o hodnotách některých klimatických proměnných měřených v lučním porostu pro vegetační a nevegetační sezónu a za celý rok z let 1977 – 2006 jsou souhrnně uvedeny v tabulce 5.

*Tabulka 5: Průměrné hodnoty vybraných klimatických proměnných měřených v lučním porostu v letech 1977 – 2006*

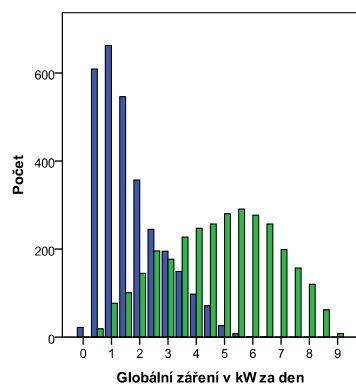
	Nevegetační sezóna	Vegetační sezóna	Za celý rok
Denní srážkové úhrny v mm	1,1	2,2	1,7
Měsíční srážkové úhrny v mm	33,6	68,7	51,2
Srážkové úhrny za období v mm	201,1	411,0	612,1
Délka srážkového období	2,47	2,48	2,47
Délka bezsrážkového období	3,14	2,95	3,05
Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	1,4	13,5	7,4
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	6,1	20,0	13,1
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	-3,2	6,3	1,5
Denní teplotní amplituda ve 2 m ve °C	9,3	14,0	11,6
Průměrná denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	86,6	79,7	83,1
Minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	67,8	51,8	59,7
Hladina podzemní vody na stanici v cm	-46,5	-53,4	-50,1
Hladina podzemní vody na louce v cm	-48,0	-53,5	-50,9
Hladina podzemní vody ve stoce v cm	-14,8	-17,0	-15,9

## 5.1. Sluneční záření

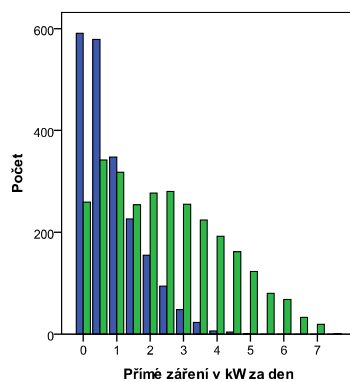
### 5.1.1. Denní údaje

Denní údaje o globální a difuzní radiaci byly měřeny od roku 1977 do roku 1993 a pak přerušovaně do současnosti. Představu o rozdělení a hodnotách denní globální, přímé a difuzní radiace získáme z histogramů, z krabicových grafů a závislostních grafů pořízených z dat pro období 1977 – 1993.

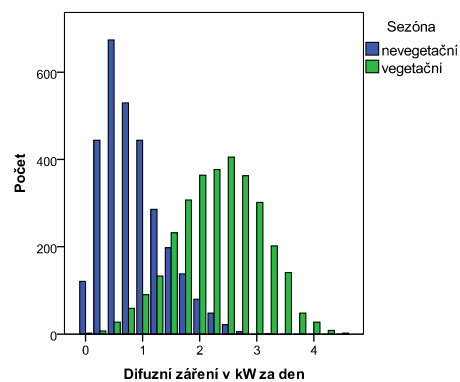
Rozdělení denních úhrnů celkové, přímé a rozptýlené radiace v letech 1977 – 1993 je znázorněno na obrázcích 2, 3, 4, ukazujících četnost výskytu dané radiace v zimní a letní polovině roku. Rozdíly ve tvaru rozdělení, především v jeho šikmosti, ukazují na rozdílné chování teploty vzduchu v zimní a v letní polovině roku.



Obr. 2: Rozdělení celkové radiace v nevegetační a vegetační sezóně

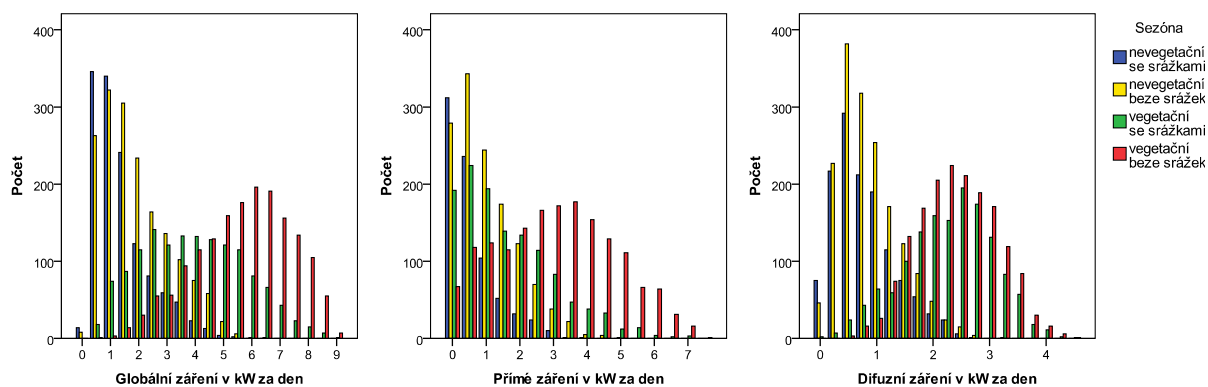


Obr. 3: Rozdělení přímé radiace v nevegetační a vegetační sezóně



Obr. 4: Rozdělení rozptýlené radiace v nevegetační a vegetační sezóně

Denní úhrny celkového dopadajícího slunečního záření mají v našich klimatických podmínkách vzhledem k ročnímu chodu slunečního záření výrazně dvouvrcholové rozdělení odlišující letní (vegetační od dubna do září) a zimní (nevegetační od října do března) polovinu roku (obr. 2). V zimním období, vyznačujícím se častým výskytem nízkého příkonu sluneční energie a občasným výskytem dnů s vyššími hodnotami dopadající sluneční energie, má sluneční radiace přibližně exponenciální rozdělení. V letním období má rozdělení dopadajícího slunečního záření větší rozsah a je téměř symetrické kolem střední hodnoty přibližně 5 kW. Rozdělení v letní části roku se blíží normálnímu na omezeném intervalu (0 kW, 10 kW), při maximálním toku sluneční energie, který v našich podmínkách dosahuje zhruba 1000 W, kde 1340 W je solární konstanta. Rozdělení celkového dopadajícího záření se dále rozpadá při rozlišení na srážkové a bezsrážkové dny, kdy ve srážkových dnech je častější výskyt dnů s nižšími hodnotami slunečního záření oproti vyšším hodnotám v bezsrážkových dnech (obr. 5). Popis k obrázkům 6 a 7 bude uveden později.

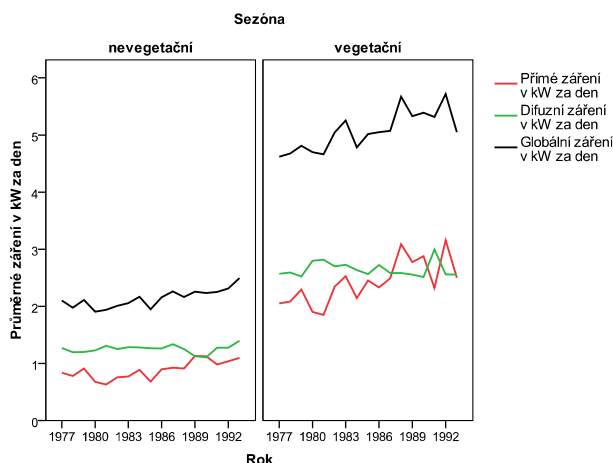


Obr. 5: Rozdělení celkové radiace podle sezóny a výskytu srážek

Obr. 6: Rozdělení přímé radiace podle sezóny a výskytu srážek

Obr. 7: Rozdělení rozptýlené radiace podle sezóny a výskytu srážek

Hodnoty globálního záření v období 1977 – 1993 rostly z průměrných 3 kW za den v období 1977 – 1980 přes 3,3 kW v období 1981 – 1990 na 3,7 kW v období 1991 – 1993, a z 4,4 kW ve vegetační sezóně 1977 – 1980 přes 4,8 kW ve vegetační sezóně 1981 – 1990 na 5,2 kW ve vegetační sezóně 1991 – 1993, významnost 0,001 (obr. 8).

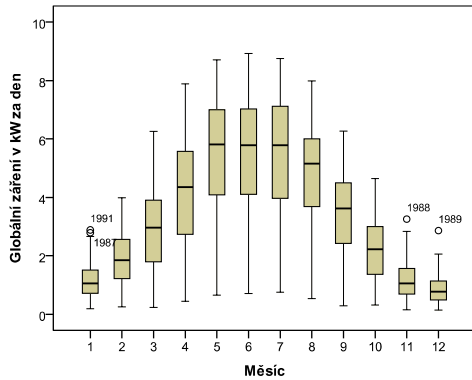


Obr. 8: Průměr přímého difuzního a globálního záření v kW za den během let podle sezóny

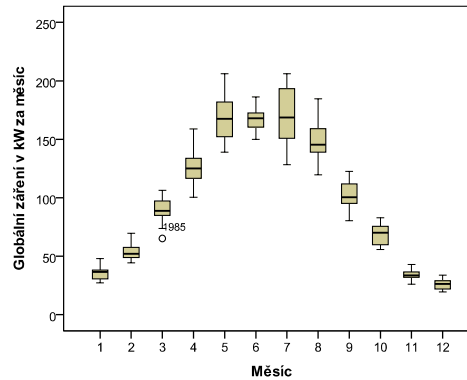
Při porovnání změn v průměrných ročních nebo vegetačních úhrnech přes roky lze pozorovat nárůst přímé solární radiace a mírný pokles difuzní solární radiace (obr. 8). Poměr přímé radiace ku difuzní radiaci roste. Vysoká hodnota poměru přímého a difuzního záření je typická pro pouštní oblasti, nízká pro oblasti s velkou oblačností. Z toho je možné odvodit, že v oblastech, kde dochází ke zvětšování poměru přímé a rozptýlené radiace dochází i k určitému vysychání.

Měsíční hodnoty celkové radiace počítané z denních průměrů (obr. 9), měsíčních průměrů (obr. 10) a průměrná roční celková radiace (obr. 11) jsou znázorněny pomocí boxplotu neboli krabicového grafu. Odlehlé hodnoty označené kolečkem a extrémní hodnoty označené hvězdičkou na obrázku 9 tak představují dny s extrémně vysokým či extrémně nízkým zářením, zatímco na obrázku 10 představují takto označené body extrémní měsíce a na obrázku 11 extrémní roky v porovnání s ostatními dny, měsíci a roky. Obdélník pokrývá 50 % hodnot a s spolu s čarou uvnitř obdélníku značící medián, tj. prostřední hodnotu při uspořádání výběru podle velikosti a úsečkami vyběhajícími vně obdélníku dává představu

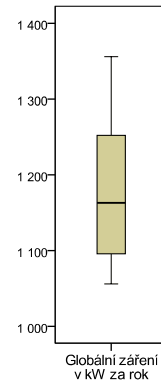
o rozdělení, rozptýlu rozdělení, jeho šikmosti a špičatosti. Okraje obdélníku označují horní a dolní kvartil, tj. úsek, kde 75 % resp. 25 % hodnot rozdělení je menších než daná mez. Konce úseček vybíhajících z obdélníku značí maximální a minimální hodnoty, které ještě nejsou odlehlé.



Obr. 9: Celkové záření v kW za den



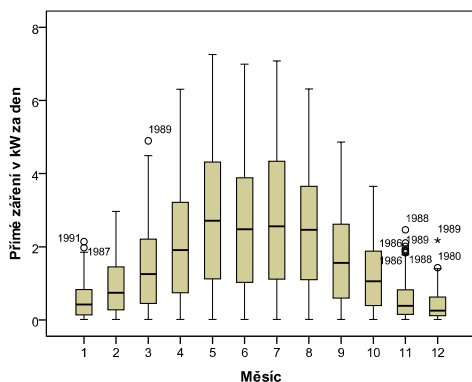
Obr. 10: Celkové záření v kW za měsíc



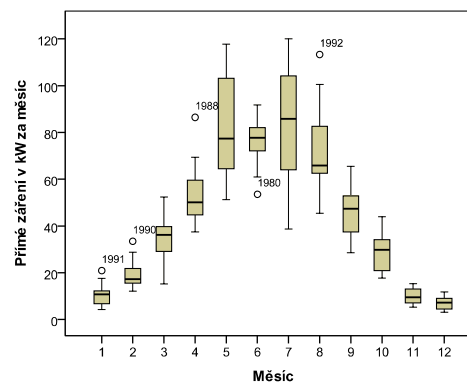
Obr. 11: Celkové záření v kW za rok

Je třeba si uvědomit souvislost mezi menším rozpětím krabic v zimních měsících oproti většímu rozpětí krabic v letních měsících.

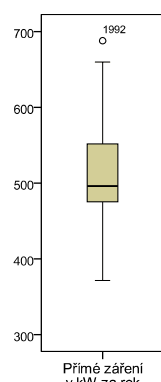
Přímé záření (obr. 3) se rovněž řídí exponenciálním rozdělením, které lze rozložit v závislosti na vegetační sezóně a výskytu srážek (obr. 6). Téměř celý nárůst globálního záření v období 1977 – 1993 byl způsoben růstem přímého záření, které se zvýšilo z průměrných 1,5 kW za den v období 1977 – 1980 přes 1,8 kW v období 1981 – 1990 na 2 kW v období 1991 – 1993, a také z 2 kW ve vegetační sezóně 1977 – 1980 přes 2,5 kW ve vegetační sezóně 1981 – 1990 na 2,7 kW ve vegetační sezóně 1991 – 1993 (obr. 8), významnost 0,001. Měsíční hodnoty přímého záření počítané z denních a měsíčních průměrů a průměrná roční přímá radiace jsou znázorněny na obrázcích 12, 13 a 14.



Obr. 12: Přímé záření v kW za den



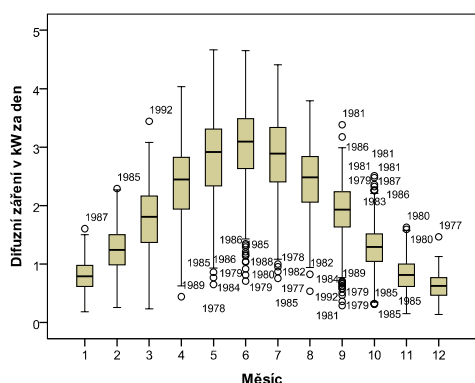
Obr. 13: Přímé záření v kW za měsíc



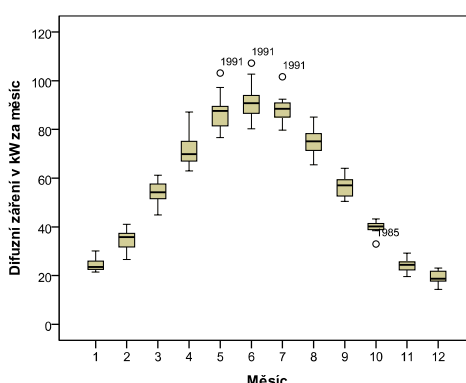
Obr. 14: Přímé záření v kW za rok

Rozptýlené záření má v závislosti na vegetační sezóně opět dvouvrcholové rozdělení (obr. 4). Průměrné rozptýlené záření se pohybuje od 1,8 kW za den v období 1977 – 1980 do 2 kW v období 1991 – 1993, z 2,5 kW ve vegetační sezóně 1977 – 1980 do 2,7 kW ve vegetační sezóně 1991 – 1993 (obr. 8). Odlišnost rozdělení v závislosti na výskytu srážek se dlouhodobě neprojevuje (obr. 7), avšak z časového hlediska je možné pozorovat pokles průměrných hodnot rozptýleného záření v bezsrážkových dnech. Měsíční hodnoty

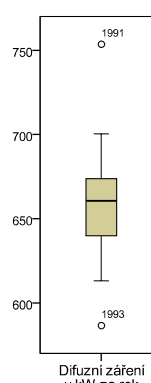
rozptýleného záření počítané z denních a měsíčních průměrů a roční průměry rozptýleného záření jsou znázorněny na obrázcích obr. 15, obr. 16 a obr. 17.



Obr. 15: Rozptýlené záření v kW za den



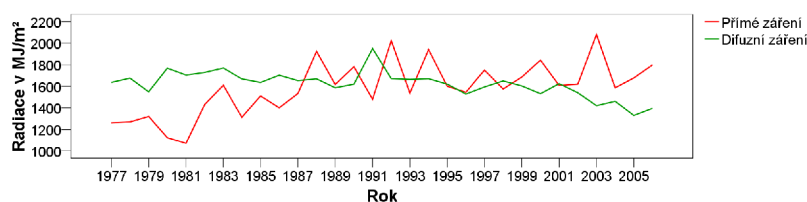
Obr. 16: Rozptýlené záření v kW za měsíc



Obr. 17: Rozptýlené záření v kW za rok

Úhrny přímé a rozptýlené radiace za vegetační sezónu v letech 1977 – 2006 jsou uvedeny na obr. 18. Hodnoty pro roky, pro které nebyla k dispozici pozorování, jsou odhadnuty na základě jiných stanic. Použila jsem údaje ze stanice v Hradci Králové, v Kuchařovicích a ze stanice ENKI o.p.s.. Stanice ENKI je umístěna vzdálenostně jen několik desítek metrů od původní stanice, je však umístěna ve větší výšce na střeše budovy ENKI a pro její hladké napojení bylo třeba poněkud zvýšit hodnoty difuzní radiace, která je na střeše nižší než na stožáru.

Vzestup přímého slunečního záření i pokles rozptýleného slunečního záření v průběhu období 1977 – 1990, 1991 – 2006 počítaný z měsíčních průměrů je statisticky významný ( $p=0,01$ ).



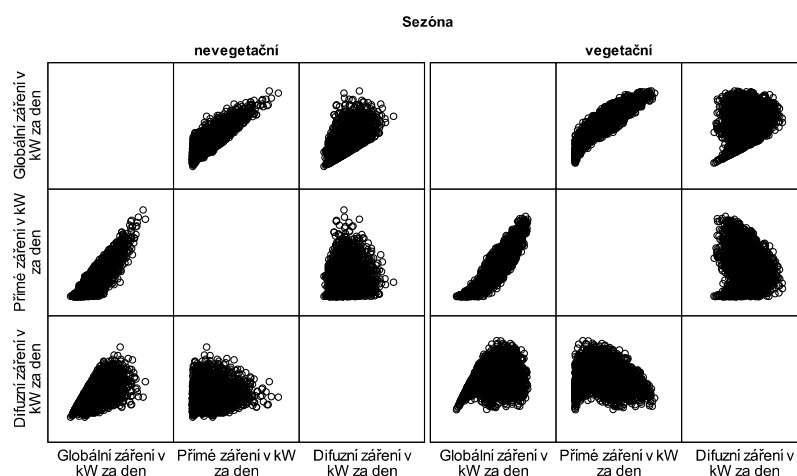
Obr. 18: Přímé a rozptýlené záření v letech 1977 – 2006

Závislost mezi denními hodnotami celkového, přímého a rozptýleného záření v nevegetační a vegetační sezóně je uvedena v tab. 6 a na obr. 19.

Tabulka 6: Pearsonova korelace mezi složkami slunečního záření

Sezóna		Globální záření v kW za den	Přímé záření v kW za den	Difuzní záření v kW za den
Nevegetační	Globální záření v kW za den	1,0	0,880**	0,734**
	Přímé záření v kW za den	0,880**	1,0	0,195**
	Difuzní záření v kW za den	0,734**	0,195**	1,0
Vegetační	Globální záření v kW za den	1,0	0,923**	0,395**
	Přímé záření v kW za den	0,923**	1,0	-0,149**
	Difuzní záření v kW za den	0,395**	-0,149**	1,0

\*\* Korelace je významná na hladině 0,01 (oboustranně)



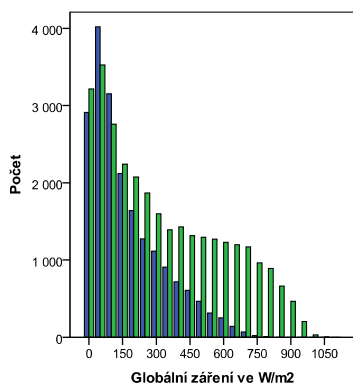
Obr. 19: Závislostní graf mezi složkami slunečního záření

Z tabulky 6 a obr. 19 je patrná poměrně vysoká kladná lineární závislost mezi denními hodnotami celkové a přímé sluneční radiace a nízká záporná závislost mezi denními hodnotami přímé a rozptýlené radiace, která je při bližším pohledu nelineární. Pro dny s velkou souvislou oblačností jsou úhrny přímé i rozptýlené radiace nízké a spíše kladně závislé. Při vysokých denních úhrnech přímého záření ve vegetační sezóně nabývá rozptýlené záření nízkých hodnot, závislost je záporná. Vztah mezi přímým a rozptýleným zářením se zřetelně projeví při rozkladu podle pořadí srážkového dne (kap. 5.7.4. ).

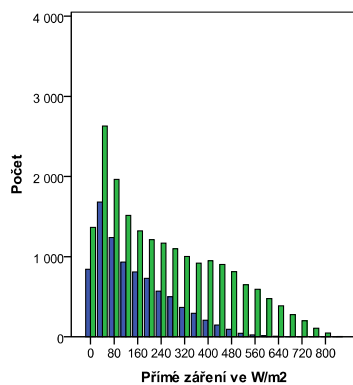
### 5.1.2. Hodinové údaje

Rozdělení hodinových hodnot globálního, přímého a difuzního záření v období 1983 – 1993 je znázorněné na obrázcích 20, 21 a 22. V noci je radiace nulová a proto je pro lepší rozlišení uvedeno rozdělení hodinových hodnot při vyloučení nulové radiace (tj. histogramy jsou počítané jen z hodnot pro něž je globální, přímá a rozptýlená radiace větší než nula).

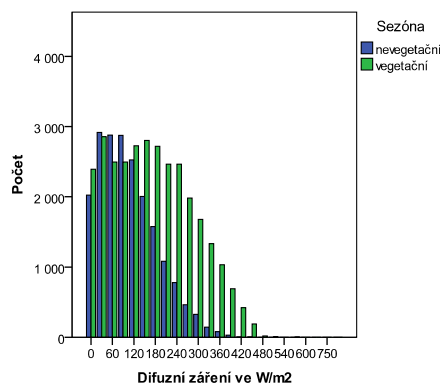




Obr. 20: Rozdělení celkové hodinové radiace podle sezóny

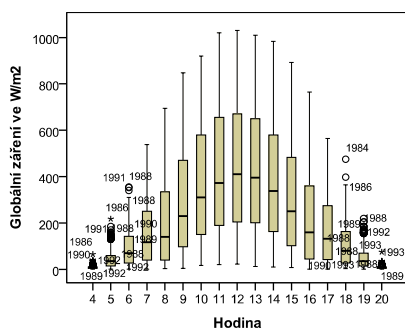


Obr. 21: Rozdělení přímé hodinové radiace podle sezóny

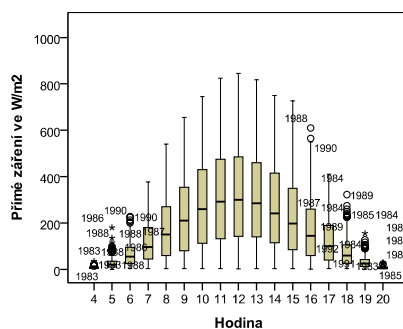


Obr. 22: Rozdělení rozptýlené hodinové radiace podle sezóny

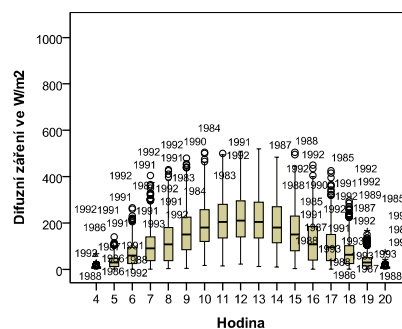
Při výpočtu průměrné hodinové radiace je třeba brát v úvahu, z jakých dat je průměr počítán. Dále uváděný průměr je počítaný ze všech 24 hodin a byl v období 1983 – 1993 průměrně za hodinu  $143 \text{ W/m}^2$  pro globální záření,  $66 \text{ W/m}^2$  pro přímé záření a  $77 \text{ W/m}^2$  pro rozptýlené záření. Dobrou představu o rozdělení hodinové radiace poskytuje stejně jako u předchozích proměnných krabicový graf, pro lepší rozlišitelnost opět za předpokladu nenulové radiace (obr. 23, obr. 24, obr. 25). Radiace obecně je nulová v noci, s úsvitem začíná stoupat rozptýlená radiace a později při slunečním svitu i přímá, záření dosahuje svého maxima v poledne a pak symetricky klesá. Maximální hodnoty přímé radiace se pohybují kolem  $800 \text{ W/m}^2\text{hod}$ , difuzní kolem  $600 \text{ W/m}^2\text{hod}$ , celková radiace jen zřídka překročí  $1000 \text{ W/m}^2\text{hod}$ , což jsou hodnoty běžné v naší zeměpisné šířce. Solární konstanta je, jak již bylo uvedeno výše, přibližně  $1340 \text{ W/m}^2$ .



Obr. 23: Celkové záření za hodinu ve  $\text{W/m}^2$

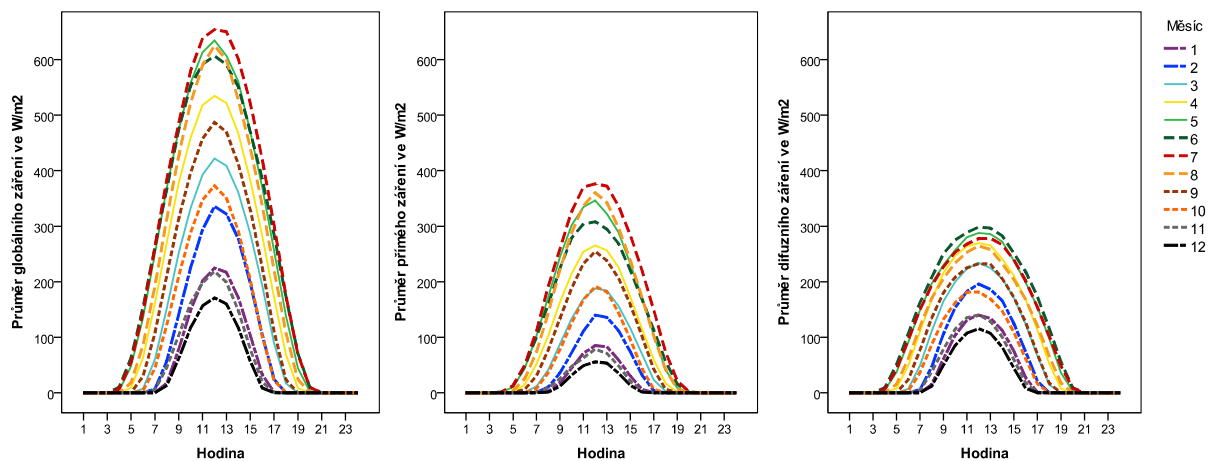


Obr. 24: Přímé záření za hodinu ve  $\text{W/m}^2$



Obr. 25: Rozptýlené záření za hodinu ve  $\text{W/m}^2$

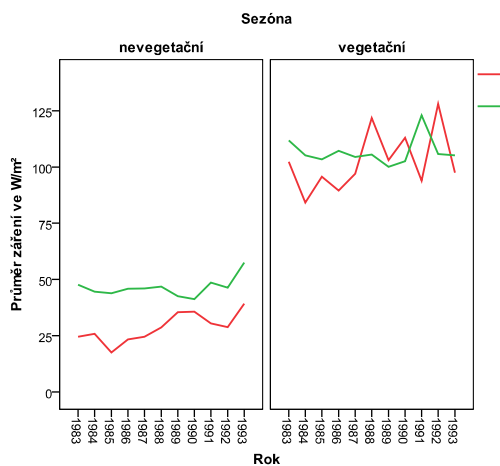
Průběh celkového, přímého a rozptýleného slunečního záření během dne pro období 1983 – 1993 je zobrazen na obr. 26, obr. 27 a obr. 28. Vidíme měnící se intenzitu a délku slunečního svitu jak během dne tak také během ročních období. Můžeme si všimnout, že rozptýlené sluneční záření se objevuje dříve a mizí později než přímé sluneční záření. V porovnání s přímým zářením má během dne nižší intenzitu v letních měsících a vyšší intenzitu v zimních měsících. Plocha pod křivkou představuje průměrný denní úhrn celkového, přímého a rozptýleného záření v jednotlivých měsících.



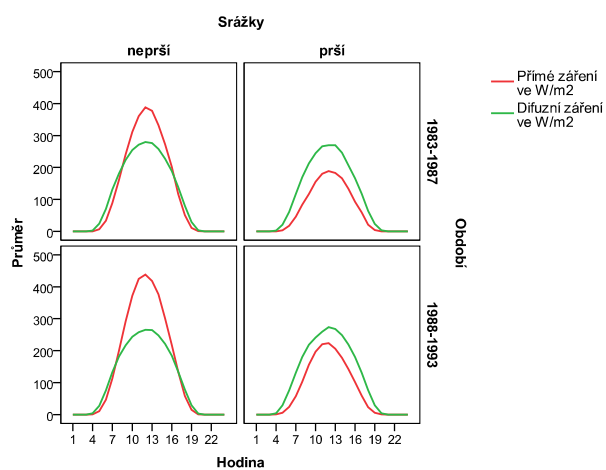
Obr. 26: Průměr celkového záření za hodinu ve  $W/m^2$  během dne

Obr. 27: Průměr přímého záření za hodinu ve  $W/m^2$  během dne

Obr. 28: Průměr rozptýleného záření za hodinu ve  $W/m^2$  během dne



Obr. 29: Průměr přímého a difúzního záření ve  $W/m^2$  za den během let podle sezóny



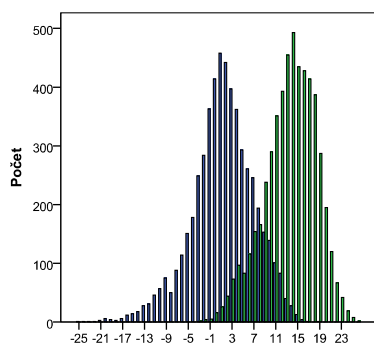
Obr. 30: Průběh přímé a difúzní hodinové radiace pro období 1983–1987 a 1988–1993 ve vegetační sezóně podle typu srážkového dne

## 5.2. Teplota vzduchu

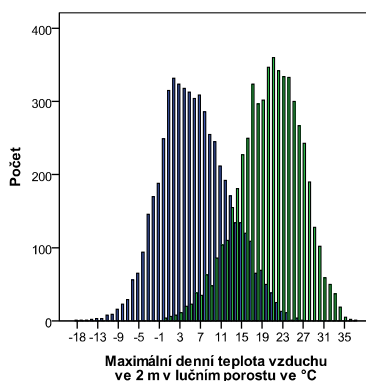
### 5.2.1. Denní údaje

Rozdělení teploty vzduchu kopíruje rozdělení sluneční radiace a je tak v našich klimatických podmínkách stejně jako rozdělení slunečního záření rovněž výrazně dvouvrcholové, rozlišující zimní a letní polovinu roku. Přestože sluneční radiace je hlavní faktor ovlivňující teplotu vzduchu, není mezi hodnotami celkové radiace a teploty vzduchu přímá lineární závislost, protože na teplotu vzduchu působí i jiné lokální faktory jako například zeměpisná poloha, nadmořská výška, výskyt vegetace, vzdálenost od moře a podobně.

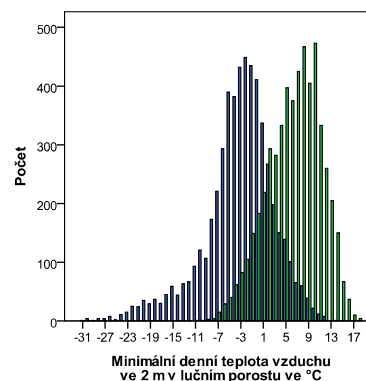
Rozdělení průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu ve 2 m, rozdělení denní teplotní amplitudy v letech 1977 – 2006 a rozdělení minimální teploty vzduchu v 5 cm v letech 1977 – 2002 jsou znázorněna na obrázcích obr. 31, obr. 33, obr. 32, obr. 34 a obr. 35, znázorňujících četnost výskytu dané teploty v zimní a letní polovině roku. Rozdíly ve tvaru rozdělení, především v jeho šikmosti, ukazují na rozdílné chování teploty vzduchu v zimním a v letní polovině roku. Zatímco zimní období se vyznačuje ojedinělými nízkými denními teplotními minimy, častými nízkými denními teplotními maximy a spíše nízkou teplotní amplitudou jsou v letním období častější vyšší denní teplotní minima i maxima a vysoká denní teplotní amplituda. Obecně platí, že rozdělení teploty vzduchu v našich podmínkách je tím více symetrické a normální, čím kratší časový interval v rámci roku hodnotíme, což je dáno ročním chodem teploty vzduchu.



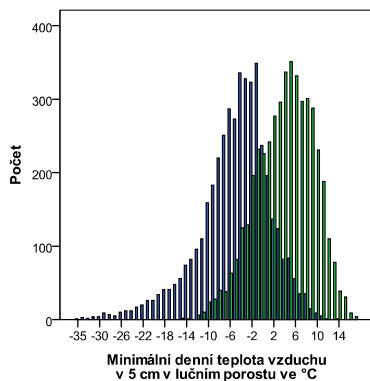
Obr. 31: Rozdělení průměrné denní teploty vzduchu ve 2 m podle sezóny



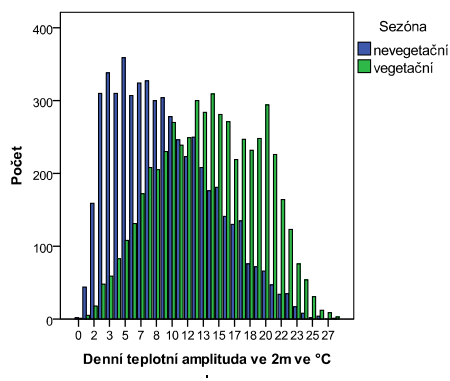
Obr. 33: Rozdělení maximální denní teploty vzduchu ve 2 m podle sezóny



Obr. 32: Rozdělení minimální denní teploty vzduchu ve 2 m podle sezóny

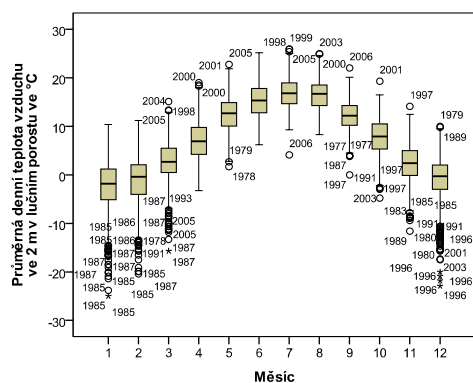


Obr. 34: Rozdělení minimální denní teploty vzduchu v 5 cm podle sezóny

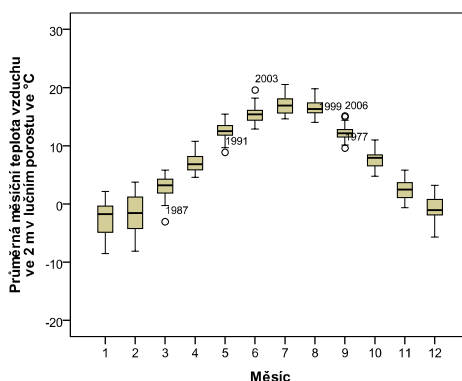


Obr. 35: Rozdělení denní teplotní amplitudy vzduchu ve 2 m podle sezóny

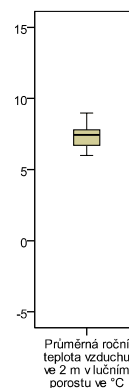
Průměrná roční teplota vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m nad povrchem v období 1977 – 2006 byla 7,4 °C, 1,4 °C v nevegetační a 13,5 °C ve vegetační sezóně. Nejvyšší nárůst průměrné měsíční teploty vzduchu mezi obdobím 1977 – 1990 a obdobím 2001 – 2006 byl pozorován v červnu o 2 °C a v červenci o 2,1 °C. Vzestup teploty vzduchu počítaný z měsíčních průměrů průměrné teploty byl signifikantní v letních měsících od května do srpna, v květnu na hladině významnosti 5 % a v červnu až srpnu na 1 % hladině. Měsíční hodnoty průměrné teploty vzduchu počítané z denních a měsíčních průměrů a průměrná roční teplota vzduchu jsou znázorněny na obr. 36, obr. 37 a obr. 38 pomocí boxplotu neboli krabicového grafu.



Obr. 36: Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C

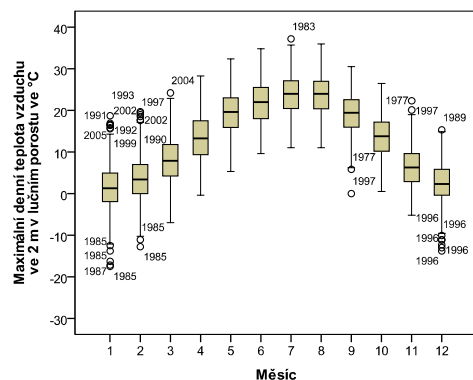


Obr. 38: Průměrná měsíční teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C

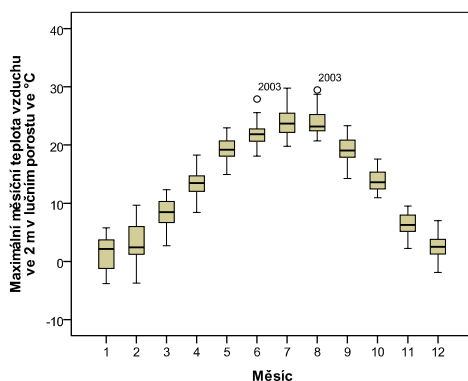


Obr. 37: Průměrná roční teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C

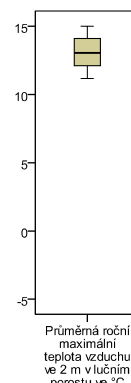
Průměrná roční maximální teplota vzduchu ve 2 m byla v období 1977 – 2006 13,1 °C, 6,1 °C v nevegetační a 20 °C ve vegetační sezóně. Měsíční hodnoty průměrné maximální teploty vzduchu počítané z denních a měsíčních průměrů a průměrná roční maximální teplota jsou znázorněny na obrázku obr. 39, obr. 41 a obr. 40.



Obr. 39: Denní maximální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C



Obr. 41: Průměrná měsíční maximální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C



Obr. 40: Průměrná roční maximální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C

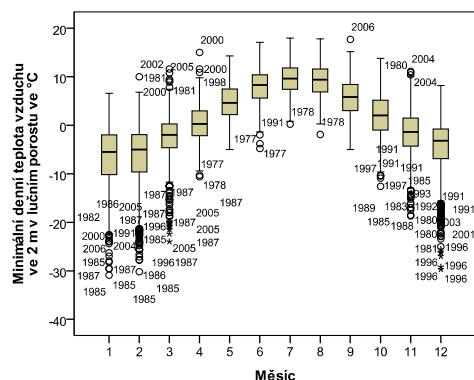
Absolutní teplotní maximum ve sledovaném období 1977 – 2006 zaznamenané na Mokřých loukách 27. 7. 1983 dosáhlo hodnoty 37,2 °C, druhá nejvyšší maximální teplota byla naměřena 13. 8. 2003 a měla hodnotu 36 °C, následována hodnotou 35,7 °C ze dne 28. 7. 2005.

Nejčastější výskyt tropického dne, tedy dne s maximální teplotou nad 30 °C včetně, byl pozorován v roce 2003. Celkový počet tropických dnů se pohybuje od 0 dnů v letech 1977, 1978, 1979 a 1996 do 33 dnů v roce 2003. Počet tropických dní stoupá od 40 dnů za období 1977 – 1990 na 97 dnů za období 1991 – 2000 a nakonec 88 dnů za kratší období 2001 – 2006.

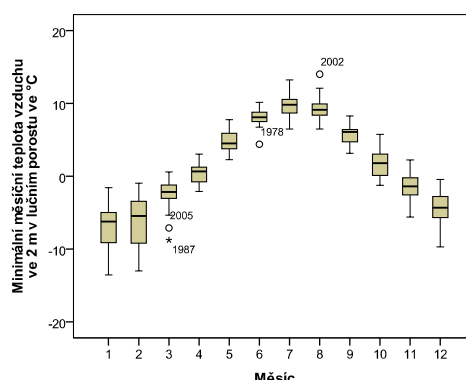
Arktické dny, tedy dny s maximální teplotou pod -10 °C včetně, se vyskytly od prosince do února, 8 krát v roce 1985, 6 krát v roce 1996, 3 krát v roce 1987, 2 krát v roce 1980 a jednou v letech 1979, 1982, 1986, 1993 a 2006.

Maximální teploty mezi obdobími rostou pro období 1977 – 1990 a 2001 – 2006 v červnu o 3 °C a v červenci o 2,8 °C, za celý rok v průměru o 1,2 °C. Signifikantní vzestup teploty vzduchu počítaný z měsíčních průměrů maximální teploty vzduchu byl pozorován v letních měsících od května do srpna ( $p=0,01$ ).

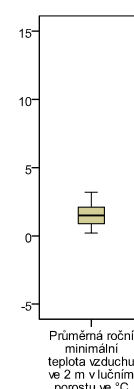
Průměrná roční minimální teplota vzduchu ve 2 m byla v období 1977 – 2006 1,5 °C, -3,2 °C v nevegetační a 6,3 °C ve vegetační sezóně. Měsíční hodnoty průměrné minimální teploty vzduchu počítané z denních, měsíčních a ročních průměrů minimální teploty jsou znázorněny na obrázku obr. 42, obr. 43 a obr. 44.



Obr. 42: Denní minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C



Obr. 43: Průměrná měsíční minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C

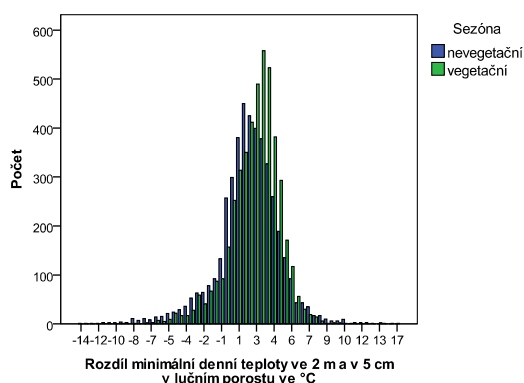


Obr. 44: Průměrná roční minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C

Absolutní teplotní minimum ve 2 m zaznamenané na Mokřých loukách 7. 1. 1985 dosáhlo hodnoty -30,9 °C. Minimální teploty mezi obdobími stoupají méně než průměrné a maximální, v některých měsících dokonce klesají. Celkový vzestup minimálních teplot mezi obdobími 1977 – 1990 a 2001 – 2006 je nejvyšší v červenci a v srpnu, kdy činí zhruba 1,7 °C a je v těchto měsících statisticky významný na hladině významnosti 5 %.

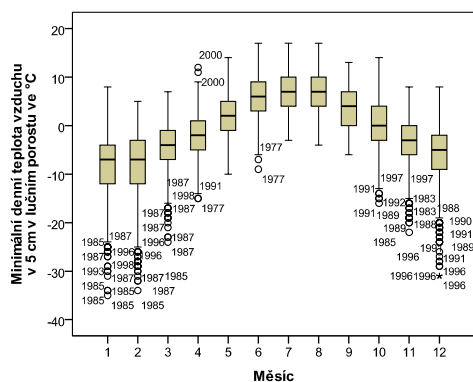
Průměrná roční minimální teplota vzduchu na Mokřých loukách v 5 cm nad povrchem pro období 1977 – 2002 byla -0,5 °C, -5,0 °C v nevegetační a 3,9 °C ve vegetační sezóně. Minimální teplota vzduchu v 5 cm je na Mokřých loukách v průměru o 2 °C nižší než minimální teplota vzduchu ve 2 m. Amplituda mezi minimální teplotou ve 2 m a v 5 cm může nabývat jak kladných, tak i záporných hodnot. Rozdělení rozdílů mezi minimální teplotou

vzduchu ve 2 m a minimální teploty vzduchu v 5 cm v letech 1977 – 2002 je znázorněno na obr. 45.

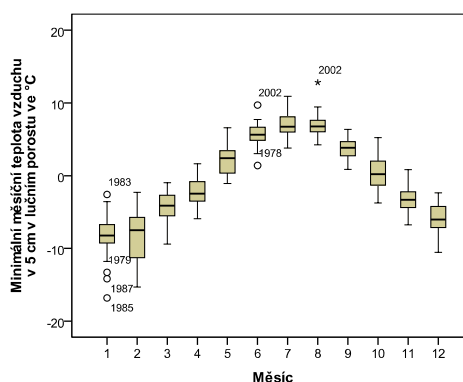


Obr. 45: Rozdělení rozdílu minimální denní teploty ve 2 m a v 5 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny

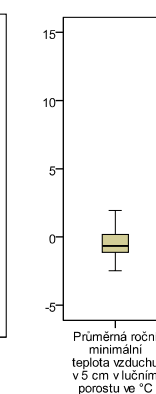
Minimální teplota vzduchu v 5 cm stoupla mezi obdobím 1977 – 1990 a obdobím 1991 – 2002 podobně jako minimální teplota vzduchu ve 2 m v červenci a srpnu, významnost 5 % . Měsíční hodnoty minimální teploty vzduchu v 5 cm počítané z denních a měsíčních průměrů a průměrná roční minimální teplota vzduchu v 5 cm jsou znázorněny na obr. 46, obr. 47 a obr. 48.



Obr. 46: Denní minimální teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C



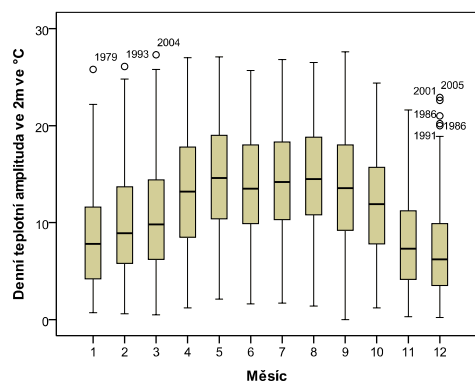
Obr. 47: Průměrná měsíční minimální teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C



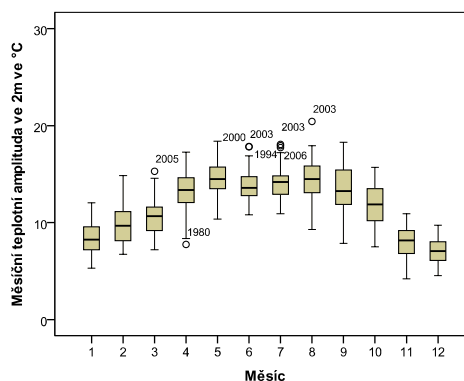
Obr. 48: Průměrná roční minimální teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C

Průměrná denní teplotní amplituda je 11,6 °C pro celý rok, 9,3 °C v nevegetační sezóně a 14,0 °C ve vegetační sezóně obr. 49. Maximální denní teplotní amplituda 27,6 °C byla dosažena 19. 9. 2003. Vysoká denní teplotní amplituda se často vyskytuje v jarních a podzimních měsících, kdy maximální denní teplota může nabývat vysokých hodnot, zatímco minimální denní teplota je nízká, například dne 18. 3. 2004 dosáhla teplotní amplituda hodnoty 27,3 °C. Vysoká teplotní amplituda se může vyskytnout i v létě, například 12. 8. 2003 dosáhla teplotní amplituda hodnoty 26,5 °C při vysokém denním teplotním maximu a nízkém minimu, nebo v zimě při prudkém poklesu minimální teploty vzduchu, například dne 1. 1. 1979 dosáhla teplotní amplituda hodnoty 25 °C.

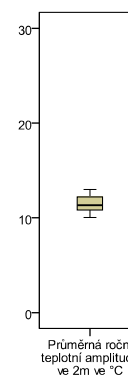
Rozdělení denní teplotní amplitudy je oproti rozdělení ostatních teplotních proměnných méně špičaté, jak v závislosti na ročním období tak i v rámci období, což znamená, že denní teplotní amplituda se vyznačuje mírnějším ročním chodem a větším rozptylem v rámci ročního období v porovnání s teplotou vzduchu. To souvisí se skutečností, že denní teplotní amplituda je výrazně ovlivňována výskytem srážek a s tím související vlhkostí vzduchu. Průměrná měsíční a roční teplotní amplituda je znázorněna na obr. 50 a obr. 51.



Obr. 49: Denní teplotní amplituda ve 2 m v lučním porostu ve °C

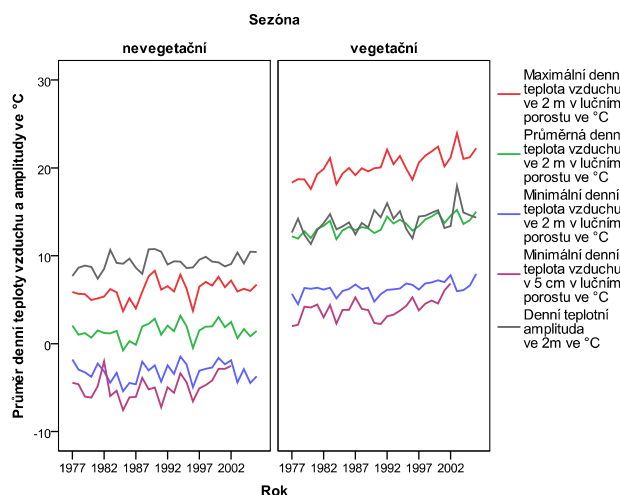


Obr. 50: Průměrná měsíční teplotní amplituda ve 2 m v lučním porostu ve °C



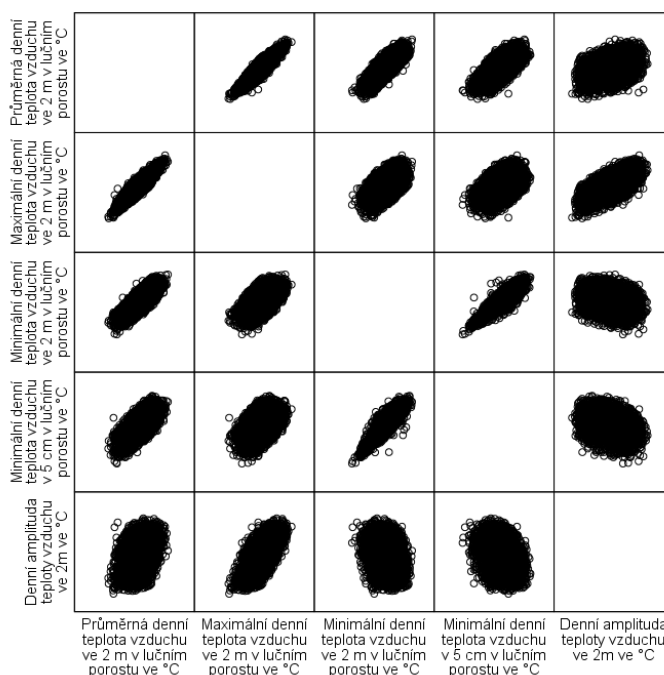
Obr. 51: Průměrná roční teplotní amplituda ve 2 m v lučním porostu ve °C

Hodnoty průměrné roční maximální, průměrné a minimální teploty vzduchu ve 2 m a minimální teploty vzduchu v 5 cm v jednotlivých letech jsou znázorněny na obrázku obr. 52. Růst maximální teploty vzduchu a růst denní teplotní amplitudy během vegetačního období 1977 – 1990, 1991 – 2006, počítaný z měsíčních průměrů je statisticky významný ( $p=0,05$ ).



Obr. 52: Průběh průměrné roční maximální, průměrné a minimální teploty vzduchu ve 2 m, minimální teploty vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplitudy ve 2 m ve °C během let podle vegetační sezóny

Závislost průměrné, maximální a minimální denní teploty vzduchu ve 2 m, minimální denní teploty vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplitudy ve vegetační sezóně je znázorněna na obr. 53.



Obr. 53: Závislost průměrné, maximální a minimální denní teploty vzduchu ve 2 m, minimální denní teploty vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplitudy ve vegetační sezóně

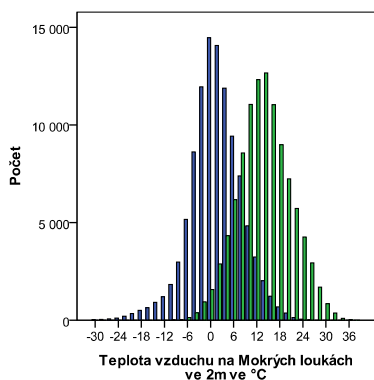
Z obr. 53 je patrná vysoká kladná lineární závislost mezi denními hodnotami průměrné a maximální teploty vzduchu a vysoká kladná lineární závislost mezi minimální teplotou vzduchu ve 2 m a v 5 cm. Závislost mezi maximální a minimální teplotou vzduchu je kladná, avšak nižší. Denní teplotní amplituda je s teplotou vzduchu korelována slaběji, s maximální a průměrnou teplotou vzduchu kladně a s minimální teplotou záporně. Tento fakt vypovídá o vztahu vody a teploty, kdy ve vlhkých dnech při nízké teplotní amplitudě je minimální teplota vzduchu vysoká, zatímco v suchých dnech při vysoké maximální teplotě je minimální teplota vzduchu nízká.

## 5.2.2. Hodinové údaje

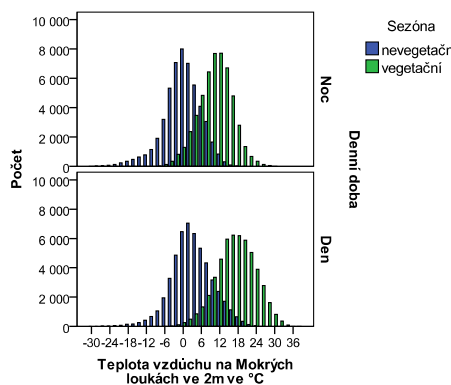
Rozdělení průměrné hodinové teploty vzduchu v nevegetační a vegetační sezóně je znázorněno na obr. 54.

Pro lepší představu o rozdělení hodinové teploty vzduchu si můžeme 24-hodinový úsek rozdělit na denní část od 7 do 18 hodin a noční část od 19 do 6 hodin. Přestože je možností, jak oddělit den a noc více, například podle doby slunečního svitu, pro naše účely je výše uvedené dělení postačující. Při zobrazení pro noční a denní hodiny vidíme ve vegetační sezóně vyšší teplotní amplitudu mezi dnem a nocí, v nevegetační sezóně je rozdíl průměrné teploty ve dne a v noci nižší (obr. 55).





Obr. 54: Rozdělení hodinové teploty vzduchu na Mokrých loukách ve 2 m ve °C podle sezóny



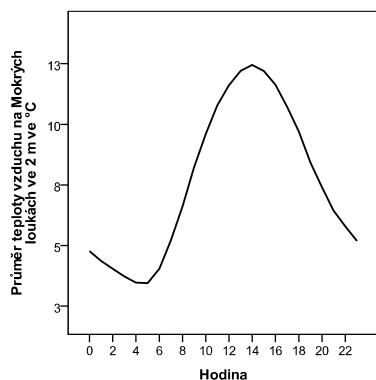
Obr. 55: Rozdělení hodinové teploty vzduchu na Mokrých loukách ve 2 m ve °C podle sezóny a podle denní doby

Průměrná roční teplota vzduchu na Mokrých loukách ve 2 m nad povrchem z měření v hodinových intervalech v období 1983 – 2006 dosáhla 7,6 °C, v nevegetační sezóně 1,5 °C a ve vegetační sezóně 13,7 °C. Poněkud vyšší hodnoty průměrné teploty ve 2 m získané z dat v hodinových intervalech oproti datům z denních intervalů jsou způsobeny vyloučením chladného období konce osmdesátých let 1977 – 1982, kdy se na Mokrých loukách měřilo jen v denních intervalech.

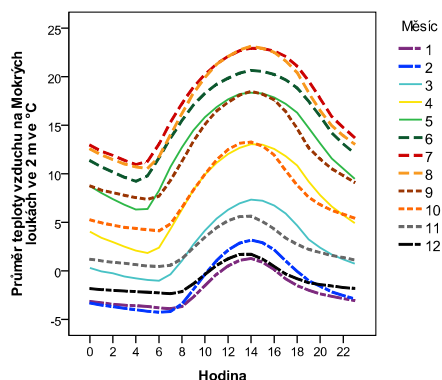
Průběh průměrné hodinové teploty vzduchu přes hodiny je znázorněn na obr. 56. Nejchladněji je v brzkých ranních hodinách, kdy je krajina po noci vychladlá a s východem slunce se začne ohřívat. Otepluje se až do 14 hodin, kdy nastává denní teplotní maximum. Poté slunce začne ztrácet svou výhřevnost a začne se znovu ochlazovat až do brzkého rána následujícího dne, kdy se cyklus začne znovu opakovat.

Průběh průměrné hodinové teploty vzduchu přes hodiny pro jednotlivé měsíce je znázorněn na obr. 57. Hodinová teplota vzduchu má v jednotlivých ročních obdobích podobný charakter. Je vidět posun minimální teploty vzduchu v závislosti na východu Slunce, kdy se během rozednění začíná oteplovat. Můžeme vidět také závislost hodinové teploty na délce a intenzitě slunečního svitu (obr. 26). V zimních měsících je převážně noc a během dne slunce teplotu příliš nezvyšuje. Během jara se postupně celkově otepluje, zvyšuje se délka a intenzita slunečního záření a tím se prodlužuje část dne, kdy je tepleji a zvyšuje se denní teplotní amplituda. V letních měsících je prodlužování délky a intenzity slunečního záření ještě patrnější. Na podzim se doba a intenzita slunečního svitu začne opět snižovat a s tím se zkracuje délka teplejší části dne a snižuje se teplotní amplituda.

Mezi jednotlivými ročními obdobími si můžeme povšimnout jemnějších rozdílů. V jarních měsících oproti teplotně podobným podzimním měsícům se vyskytuje větší teplotní amplituda, která je dána nižšími ranními teplotami způsobenými menším množstvím akumulovaného tepla v půdě v jarním období. Maximum denní teploty vzduchu je dosahováno ve 14 hodin. V odpoledních hodinách je na jaře tepleji oproti teplotně podobným podzimním měsícům v důsledku většího množství dopadajícího slunečního záření.



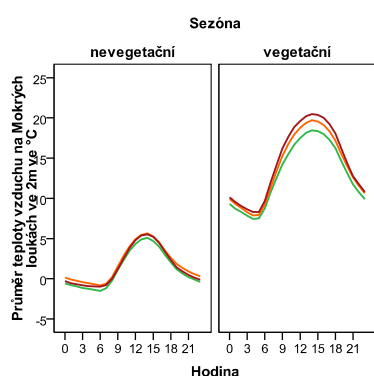
Obr. 56: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne



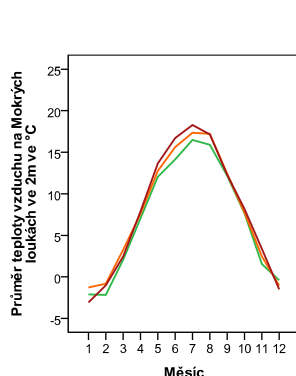
Obr. 57: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle jednotlivých měsíců

Absolutní maximum průměrné hodinové teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m v období 1983 – 2006 mělo hodnotu 37,2 °C a bylo dosaženo 27. 7. 1983 v 15 hodin, absolutní minimum mělo hodnotu -30,9 °C a bylo dosaženo 7. 1. 1985 v 7 hodin.

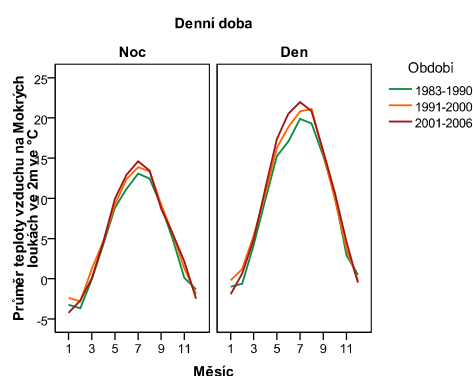
Hodnoty hodinové teploty vzduchu v nevegetační a vegetační sezoně v období 1983 – 1990, 1991 – 2000 a 2001 – 2006 jsou znázorněny na obr. 58. Vzestup hodinové teploty vzduchu je patrný především kolem 14 hodiny, tj. v době, kdy hodinová teplota vzduchu nabývá svého maxima. Navíc lze pozorovat změnu v symetričnosti křivek ukazující pomalejší pokles teploty po 14 hodině v období 2001 – 2006, způsobený pravděpodobně méně častým výskytem konvektivní oblačnosti a srážek. Změna teploty přes měsíce a období 1983 – 1990, 1991 – 2000, 2001 – 2006 je znázorněna na obr. 59. Změny v noci a ve dne přes měsíce a období 1983 – 1990, 1991 – 2000, 2001 – 2006 jsou znázorněny na obr. 60. Vzestup hodinové teploty vzduchu je statisticky významný, největší vzestup hodinové teploty vzduchu nastává v dopoledních a poledních hodinách počátkem léta.



Obr. 58: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle sezóny a podle období let

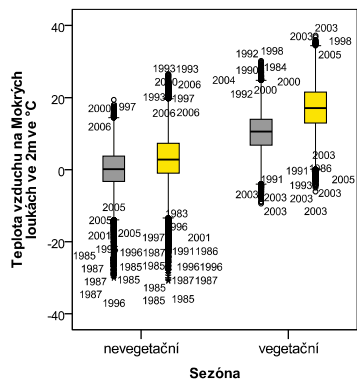


Obr. 59: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle období let

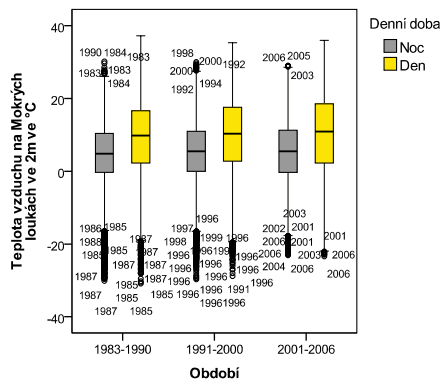


Obr. 60: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle denní doby a podle období let

Rozdíly mezi teplotou vzduchu ve dne a v noci jsou v zimní sezoně v průměru 3,2 °C a v letní sezoně 6,8 °C. Krabicový graf denních a nočních hodnot teploty vzduchu pro vegetační a nevegetační sezónu je na obr. 61, krabicový graf denních a nočních hodnot teploty vzduchu pro období 1983 – 1990, 1991 – 2000, 2001 – 2006 je na obr. 62.



Obr. 61: Teplota vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle sezóny a podle denní doby

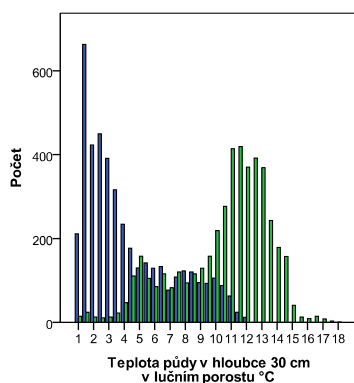


Obr. 62: Teplota vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle období let a podle denní doby

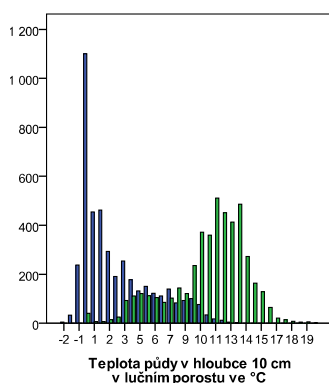
Průměrná hodinová teplota vzduchu ve 2 m stoupá na Mokřých loukách statisticky významně, nejvíce počátkem léta v dopoledních a poledních hodinách, tj. v době nejvyššího příkonu sluneční radiace.

### 5.3. Teplota půdy

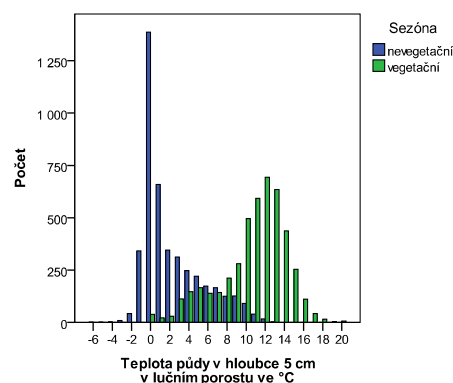
Teplota půdy má na Mokřých loukách stejně jako sluneční záření a teplota vzduchu výrazně dvouvrcholové rozdělení, vzhledem k větší stabilitě teploty půdy více koncentrované v okolí průměrných hodnot. Pro úplnost uvádím sloupcové grafy teploty půdy v různých hloubkách a teploty detritu ve 2 cm a v 8 cm pro období 1977 – 2002 ve vegetační a nevegetační sezóně (obr. 63, obr. 64, obr. 65, obr. 66, obr. 67 a obr. 68), kde je možné si povšimnout zvěšujícího se rozpětí hodnot teploty půdy ve vyšších vrstvách.



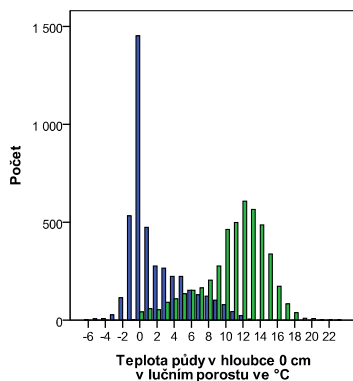
Obr. 63: Rozdělení teploty půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny



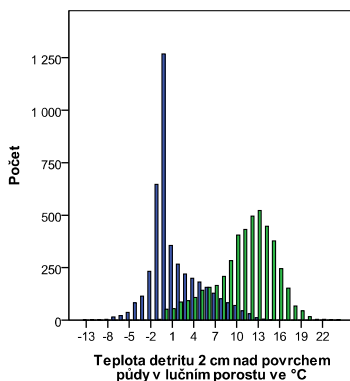
Obr. 64: Rozdělení teploty půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny



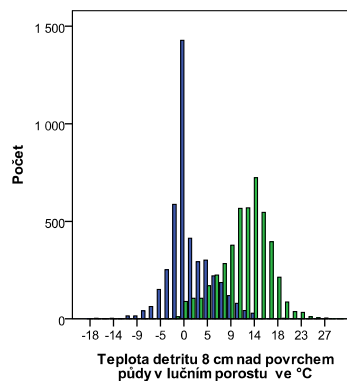
Obr. 65: Rozdělení teploty půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny



Obr. 66: Rozdělení teploty půdy v hloubce 0 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny

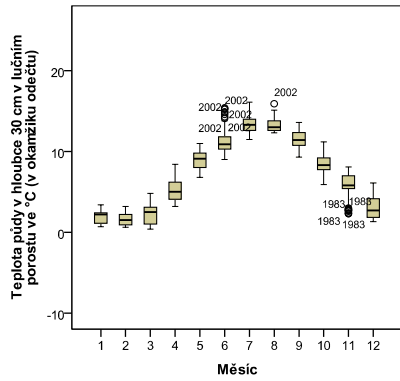


Obr. 67: Rozdělení teploty detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C podle sezóny

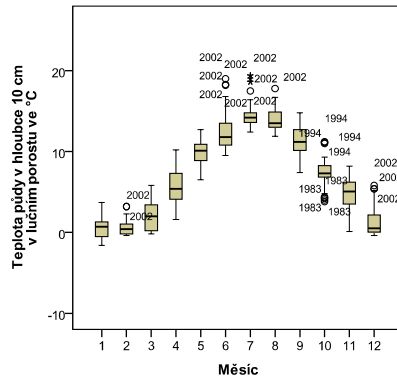


Obr. 68: Rozdělení teploty detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C podle sezóny

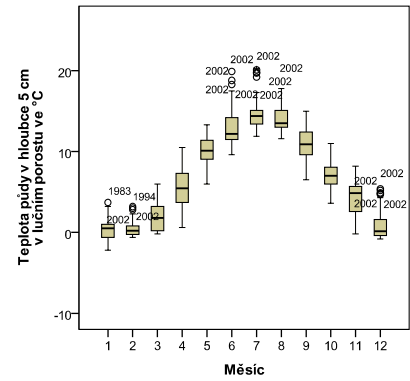
Krabicové grafy těchto proměnných přes měsíce znázorňují výše uvedenou závislost ještě názorněji (obr. 69, obr. 70, obr. 71, obr. 72, obr. 73 a obr. 74).



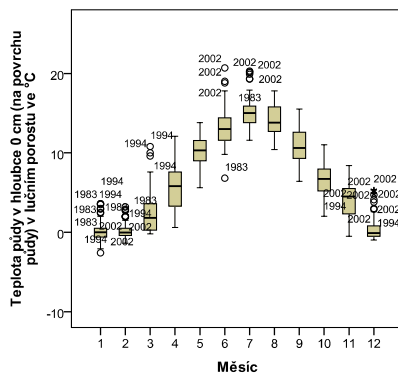
Obr. 69: Teplota půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu ve °C (v okamžiku odečtu)



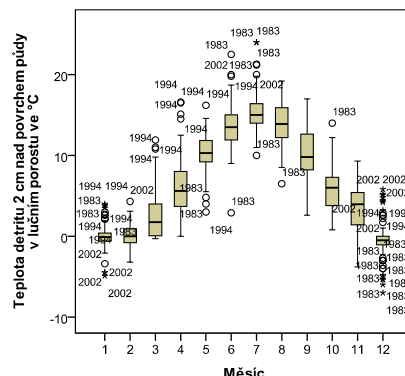
Obr. 70: Teplota půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C



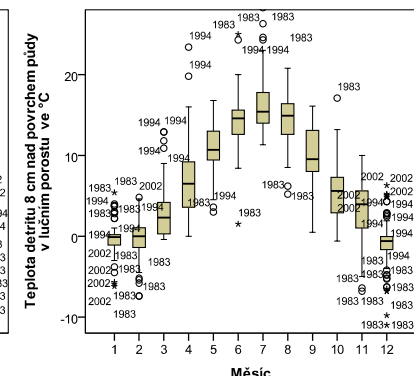
Obr. 71: Teplota půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C



Obr. 72: Teplota půdy v hloubce 0 cm (na povrchu půdy) v lučním porostu ve °C

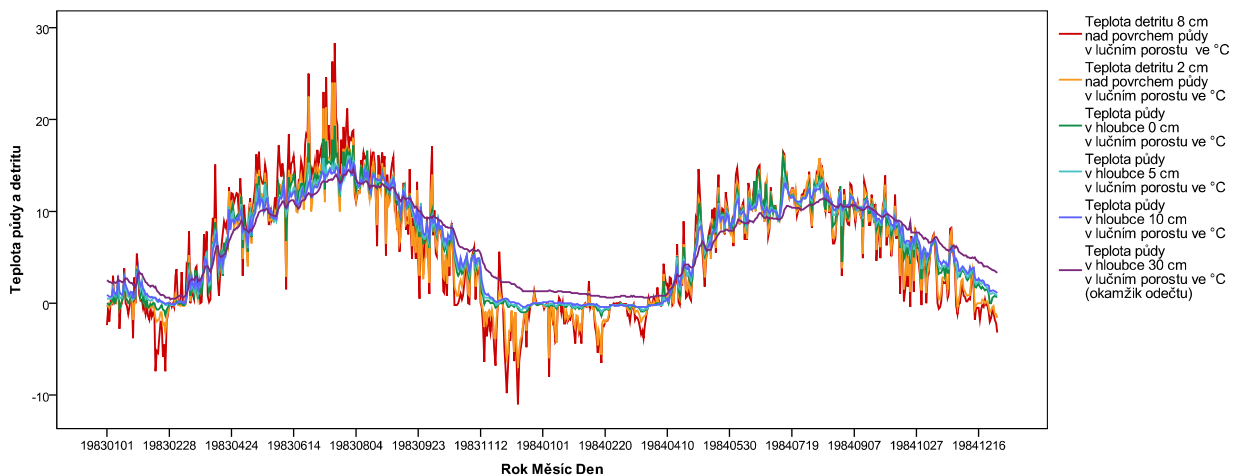


Obr. 73: Teplota detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C



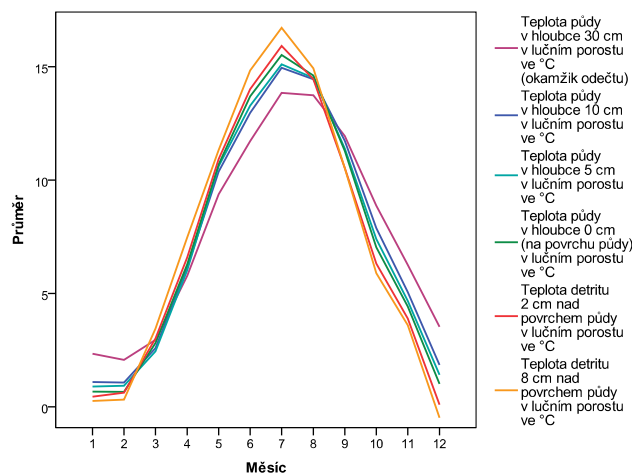
Obr. 74: Teplota detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C

Představu o chování půdní teploty podává obrázek obr. 75, znázorňující půdní teplotu v jednotlivých dnech v letech 1983 a 1984.

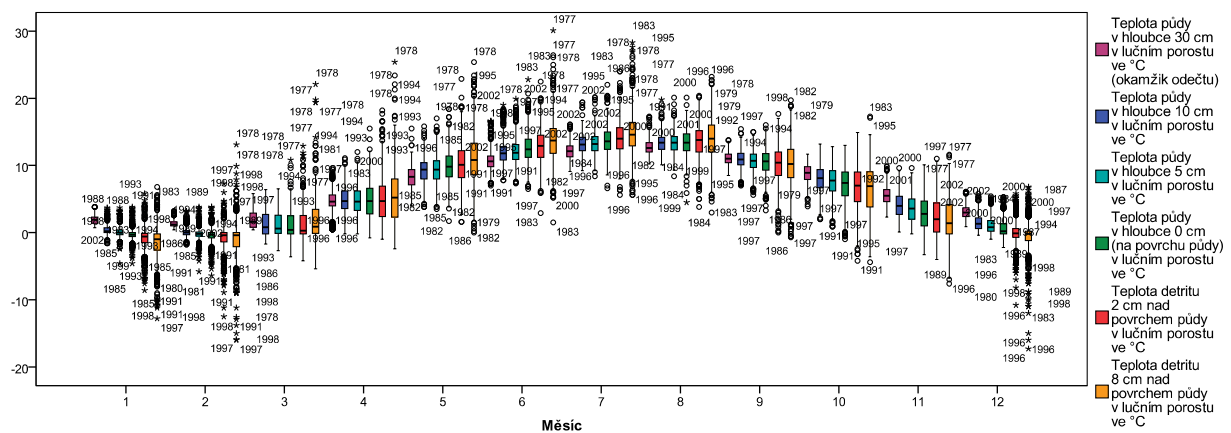


Obr. 75: Průběh teploty půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teploty detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C pro jednotlivé dny v letech 1983 a 1984

Podrobný pohled na měsíční průběh půdní teploty v závislosti na hloubce je uveden na obr. 76 a obr. 77, kde můžeme pozorovat postupné prohřívání a ochlazování zemského povrchu v průběhu roku v důsledku měnící se sluneční radiace a větší stability hlouběji položených vrstev. Na obr. 77 je možné navíc pozorovat větší vyrovnanost maximálních hodnot teploty půdy v různých úrovních v nevegetační sezóně oproti minimálním hodnotám těchto proměnných, zatímco ve vegetační sezóně nastává opačný proces. Tento jev se projevuje i u teploty vzduchu, kdy v nevegetační sezóně jsou v důsledku výskytu mrazových dní odlehlejší spíše minimální hodnoty, zatímco ve vegetační sezóně jsou více odlehlejší maximální hodnoty. Tok tepla do půdy a následné vyzařování významně ovlivňuje teplotu vzduchu a bylo by jistě zajímavé porovnat hodnoty teploty v různých hloubkách v půdě a výškách ve vzduchu v závislosti na vegetačním pokryvu a porovnat jejich změny v průběhu roku i v průběhu dne. Částečné porovnání umožněné současným měřením v lučném porostu a ve vrbíně pro období 1978 – 1991 je uvedeno v kapitole 5.8. . V období 2008 – 2011 probíhají klimatologická měření na stanicích ENKI o.p.s., tato měření nebyla do práce zahrnuta.

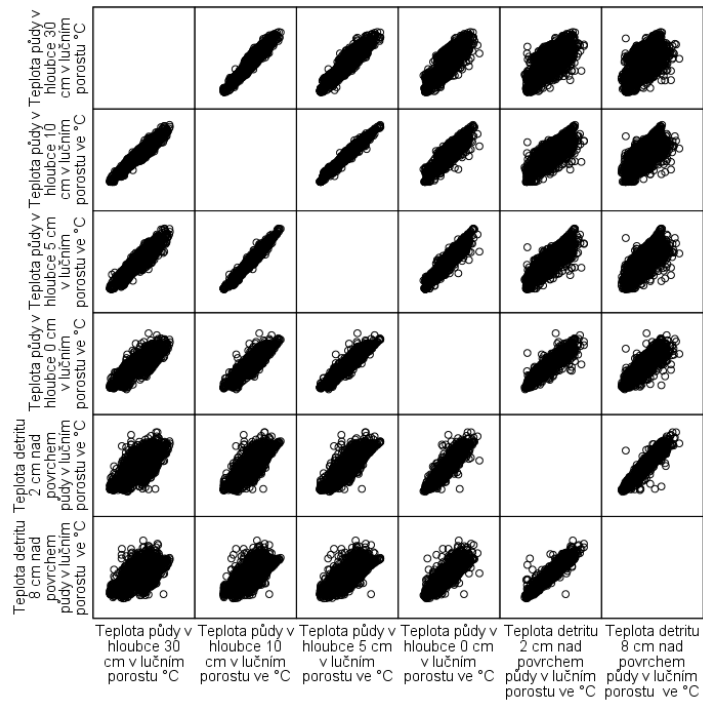


Obr. 76: Průběh teploty půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teploty detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučném porostu ve °C přes měsíce



Obr. 77: Teplota půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teplota detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučném porostu ve °C pro jednotlivé měsíce

Závislost teploty půdy v několika hloubkách a teploty detritu ve vegetační sezóně je znázorněna na obrázku 78. Pro všechny vrstvy je patrná kladná lineární závislost, která s rostoucí vzdáleností sledovaných vrstev klesá.

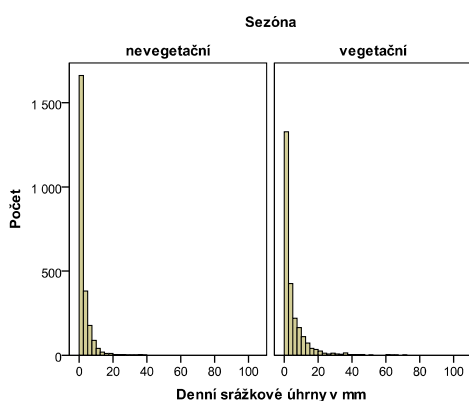


Obr. 78: Závislost teploty půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teploty detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučném porostu ve °C ve vegetační sezóně

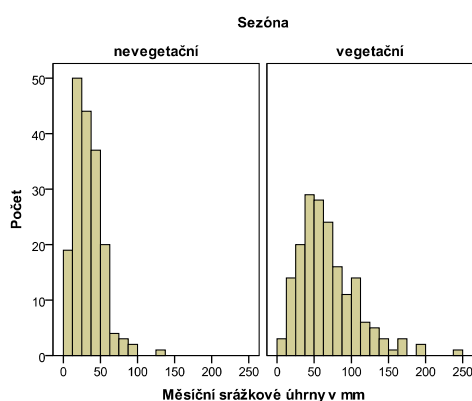
## 5.4. Srážky

### 5.4.1. Srážkové úhrny a počet srážkových dní

Denní srážkové úhrny mají výrazně nenormální rozdění, což je dáno tím, že malé srážky se vyskytují častěji (obr. 79). Při přechodu k měsíčním a ročním srážkovým úhrnům se součty podle centrální limitní věty, za určitých ne příliš omezujících podmínek a sice, že střední hodnota rozdění existuje a je konečná, blíží normálnímu rozdění (obr. 80).

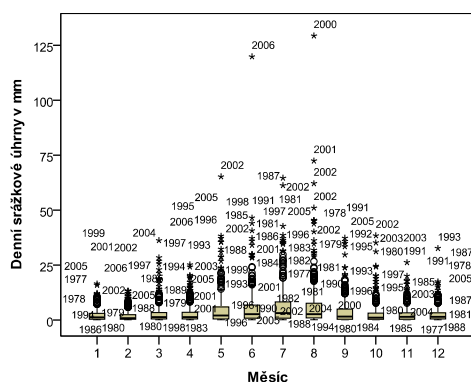


Obr. 79: Rozdělení nenulových denních srážkových úhrnů v mm podle sezóny

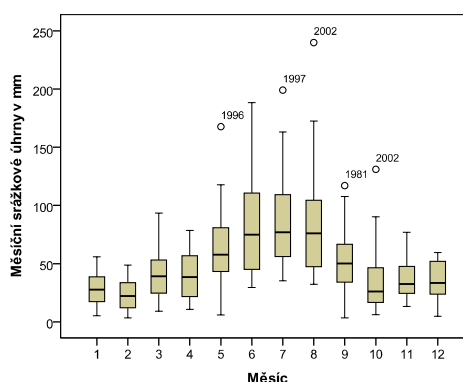


Obr. 80: Rozdělení měsíčních srážkových úhrnů v mm podle sezóny

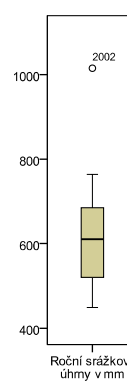
Krabicové grafy denních, měsíčních a ročních srážkových úhrnů jsou na obr. 81, obr. 82 a obr. 83.



Obr. 81: Nenulové denní srážkové úhrny v mm pro jednotlivé měsíce



Obr. 82: Měsíční srážkové úhrny v mm pro jednotlivé měsíce



Obr. 83: Roční srážkové úhrny v mm

Průměrné, minimální a maximální denní, měsíční a roční srážkové úhrny pro nevegetační a vegetační sezónu a pro celý rok jsou uvedeny v tabulce 7.



Tabulka 7: Srážkové úhrny

Sezóna		Průměr	Minimum	Maximum
Nevegetační	Denní srážkové úhrny v mm	1,1	0,0	38,4
	Měsíční srážkové úhrny v mm	33,6	3,4	131,0
	Srážkové úhrny za sezónu v mm	201,1	106,0	348,9
Vegetační	Denní srážkové úhrny v mm	2,2	0,0	129,3
	Měsíční srážkové úhrny v mm	68,7	3,4	240,0
	Srážkové úhrny za sezónu v mm	411,0	242,5	666,0
Celý rok	Denní srážkové úhrny v mm	1,7	0,0	129,3
	Měsíční srážkové úhrny v mm	51,2	3,4	240,0
	Roční srážkové úhrny v mm	612,1	449,1	1 014,9

Pro oblast Mokřých luk jsou typické vyšší srážkové úhrny v letních měsících a poměrně nízké úhrny v zimní sezóně. Průměrné denní srážkové úhrny byly v období 1977 – 2006 1,7 mm, v nevegetační sezóně 1,1 mm a ve vegetační sezóně 2,2 mm. Nejnižší průměrné denní srážkové úhrny byly zaznamenány v lednu a činí 0,84 mm srážek na den, nejvyšší v červnu 2,85 mm na den. Hodnota nejvyššího pozorovaného denního úhrnu ze dne 7. 8. 2000 dosahuje 129 mm vodního sloupce. Hodnota nejnižšího je nula čili neprší.

Srážky nad 1 mm jsou pravděpodobnější v letních měsících, srážky nad 10 mm se mohou vyskytnout v kterémkoliv měsíci, častější jsou v létě. Srážky 20 mm a více se vyskytly nejméně jedenkrát v letech 1983, 1989 a 1992 a nejvíce desetkrát v roce 2002. Za celé období 1977 – 2006 se srážky větší nebo rovné 20 mm vyskytly 115 krát, což představuje zhruba 2 % z celkového počtu srážkových dní v uvedeném období. Podíl těchto srážek na celkovém srážkovém úhrnu však dosahuje 20 %. Mann-Whitneyovým pořadovým testem lze ukázat, že mezi obdobími 1977 – 1990 a 1991 – 2006 dochází k růstu hodnot velkých srážek. V letech 1977 – 1990 se vyskytlo 43 srážek nad 20 mm včetně, hodnota pořadového testu je 50, v období 1991 – 2006 se 72 výskyty je hodnota pořadového testu 62,8, významnost 0,05. Z provedených analýz se zdá být pravděpodobné, že v posledních letech dochází k narušení malého vodního cyklu (Ripl *et al.*, 1994), a že srážkové úhrny, dlouhodobě poměrně stabilní, jsou dorovnávány na úroveň obvyklých normálů prostřednictvím zvyšujících se jednorázových srážek.

Pokles proměnlivosti srážek se na srážkových úhrnech ani na počtu srážkových dní neprojeví, může však vést k vysychání krajiny (Příbáň a kol., 1992) s následným růstem především maximální teploty, případně ke vzniku povodňových situací. Uvedená tvrzení by bylo třeba ověřit na větším počtu co nejdelších srážkových řad. Srážkové řady z počátku minulého století jsou však poměrně často zatíženy chybami, protože spíše než na přesné zaznamenávání denních výskytů srážek, byl kladen důraz na zaznamenávání celkových srážkových úhrnů, někdy i vícedenních.

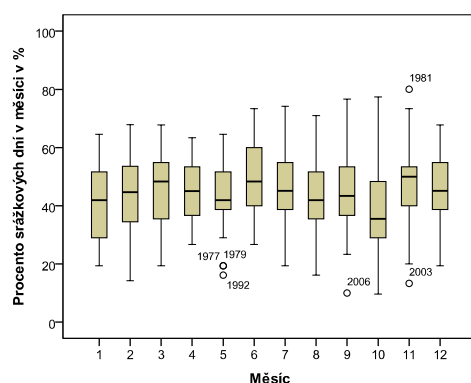
Měsíční srážkové úhrny se v období 1977 – 2006 pohybují od 4 mm v únoru 1982 do 240 mm v srpnu 2002, průměrně ročně 51,2 mm. Ve vegetační sezóně jsou průměrné srážkové úhrny vyšší a dosahují 68,7 mm, v nevegetační sezóně jsou srážkové úhrny průměrně 33,6 mm vodního sloupce. Maximální srážkové úhrny se nejčastěji vyskytnou od května do srpna, minimální v lednu, únoru a říjnu. Nejnižší měsíční srážkový úhrn v září 2006 a činil 3,4 mm, nejvyšší při povodni v srpnu 2002 byl 240 mm.

Průměrný počet srážkových dní v měsíci je poměrně stálý (obr. 84) a odpovídá průměrnému počtu srážkových dní v roce. Nejnižší počet srážkových dní v měsíci se vyskytl

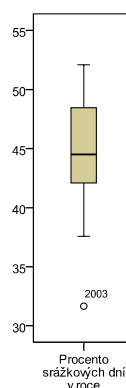
v říjnu 2005 a v září 2006 se třemi srážkovými dny, nejvyšší počet v listopadu 1981 s 24 srážkovými dny.

Průměrný roční srážkový úhrn za celé období 1977 – 2006 činí 612 mm vodního sloupce, z toho 201 mm v nevegetační a 411 mm ve vegetační sezóně. Minimální roční úhrn 450 mm se vyskytl v roce 2003, maximální 1015 mm v roce 2002.

Na Mokřých loukách se vyskytuje průměrně ročně 45% srážkových dní, nejčastěji přišlo v roce 1995 s počtem 52 % srážkových dní, nejméně často v roce 2003 s počtem 32% srážkových dní. Extremita roku 2002 a 2003 je vidět z boxplotu (obr. 83 a obr. 85), kdy tyto roky jsou označeny jako odlehlá pozorování vzhledem k průměrným hodnotám ročního srážkového úhrnu (2002) a počtu srážkových dní v roce (2003).



Obr. 84: Procento srážkových dní v měsíci



Obr. 85: Procento srážkových dní v roce

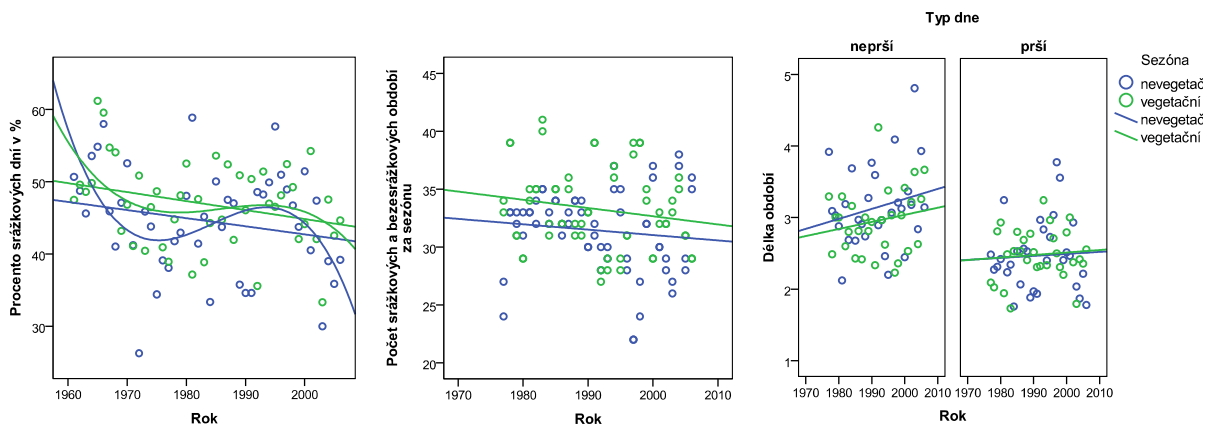
Průměrné procento srážkových dní se pohybovalo od 44,6 % v období 1977 – 1990 přes 47,4 % v období 1991 – 2000 k 40,6 % v období 2001 – 2006. V nevegetační sezóně bylo v období 1977 – 1990 průměrně 43,5 % srážkových dní, v období 1991 – 2000 průměrně 48,1 % srážkových dní a v období 2001 – 2006 průměrně 38,4 % srážkových dní. Ve vegetační sezóně bylo v období 1977 – 1990 průměrně 45,8 % srážkových dní, v období 1991 – 2000 průměrně 46,7 % srážkových dní a v období 2001 – 2006 průměrně 42,9 % srážkových dní.

## 5.4.2. Srážkové cykly

Vzhledem k velkému meziročnímu rozptylu nelze prokázat změny v hodnotách dlouhodobých měsíčních srážkových úhrnů v průběhu let (Pokorný a Kučerová, 2000). Dochází však ke změnám v proměnlivosti srážek, které se projevují poklesem četnosti srážkových dnů (obr. 86), snižováním četnosti střídání srážkových a bezsrážkových období (obr. 87) a prodlužováním délky bezsrážkového období zejména ve vegetační sezóně (obr. 88).

Délka srážkového období byla v letech 1977 – 2006 průměrně 2,47 dne, v nevegetační sezóně 2,47 dne a ve vegetační sezóně 2,48 dne. Délka bezsrážkového období byla v letech 1977 – 2006 průměrně 3,05 dne, v nevegetační sezóně 3,14 a ve vegetační sezóně 2,95 dne.

Při dělení na období byla délka srážkového období v nevegetační sezóně průměrně 2,33 dne v období 1977 – 1990, 2,81 dne v období 1991 – 2000 a 2,22 dne v období 2001 – 2006. Ve vegetační sezóně se pohybovala délka srážkového období od 2,45 dne v období 1977 – 1990, přes 2,57 dne v období 1991 – 2000 k 2,42 dne v období 2001 – 2006.



Obr. 86: Procento srážkových dní v průběhu let podle sezóny

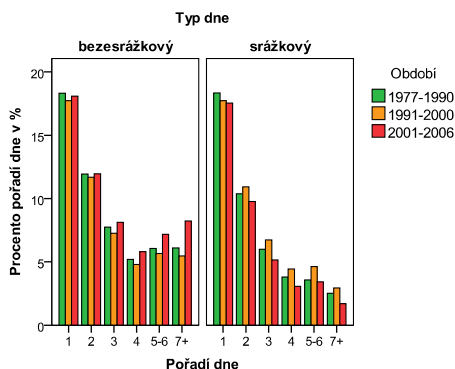
Obr. 87: Počet srážkových období za sezónu v průběhu let, počet bezsrážkových období je stejný

Obr. 88: Délka bezsrážkového a srážkového období v průběhu let podle sezóny

Délka bezsrážkového období byla v nevegetační sezóně 1977 – 1990 průměrně 3,07 dne, v období 1991 – 2000 průměrně 3,01 dne a v období 2001 – 2006 průměrně 3,54 dne. Ve vegetační sezóně byla délka bezsrážkového období průměrně 2,86 dne v letech 1977 – 1990, 2,96 dne v letech 1991 – 2000 a 3,16 dne v letech 2001 – 2006.

Počet srážkových cyklů se pohybuje v nevegetační sezóně z průměrných 32,3 cyklů za sezónu v letech 1977 – 1990, přes průměrných 30,5 cyklů za sezónu v letech 1991 – 2000 k průměrným 31,1 cyklům za sezónu v letech 2001 – 2006. Počet srážkových cyklů ve vegetační sezóně klesá z průměrných 33,8 za sezónu v letech 1977 – 1990, přes průměrných 33,2 cyklů v letech 1991 – 2000 k průměrným 31,9 cyklům za sezónu v letech 2001 – 2006.

Ačkoliv je tento pokles ve střídání srážkových a bezsrážkových období statisticky nevýznamný a může se na první pohled zdát malý, ovlivňuje, jak bude ukázáno dále (kap. 5.7.4. ), klima velice výrazně. Takováto změna se projeví zvýšením četnosti výskytu dlouhých bezsrážkových období a snížením četnosti výskytu dlouhých srážkových období, jak můžeme vidět na (obr. 89) znázorňujícím četnost výskytu *i*-tého srážkového dne v letech 1977 – 1990, 1991 – 2000 a 2001 – 2006, hodnota 7+ označuje srážkové nebo bezsrážkové období dlouhé 7 a více dní. Protože srážkové dny jsou obecně chladnější než bezsrážkové, projeví se takováto změna v rozložení srážek růstem teploty vzduchu.

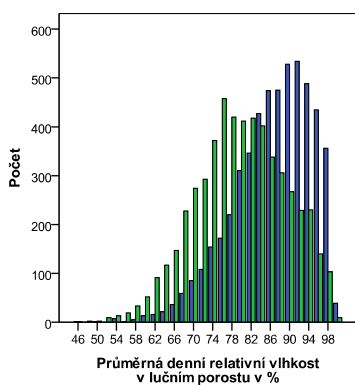


Obr. 89: Četnost výskytu *i*-tého srážkového dne podle období

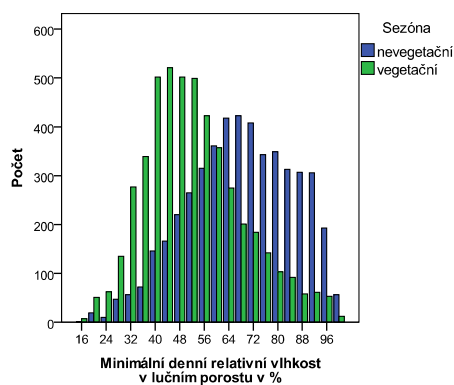
## 5.5. Vlhkost vzduchu

### 5.5.1. Denní údaje

Relativní vlhkost vzduchu se udává v procentech a její rozdělení proto leží v intervalu [0, 100]. Mokrý louky se v porovnání s jinými stanicemi v ČR (Tolasz *et al.*, 2007) vyznačují vysokými hodnotami relativní vzdušné vlhkosti. Rozdělení průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu a rozdělení minimální denní relativní vlhkosti vzduchu v závislosti na vegetační sezóně je znázorněno na obr. 90 a obr. 91. Maximální denní relativní vlhkost dosahuje téměř vždy 100 procent.

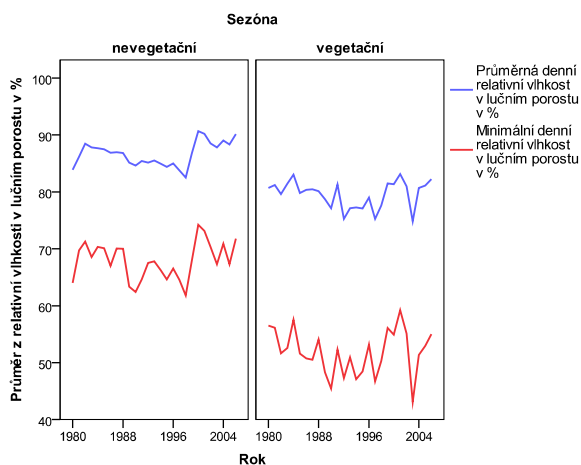


Obr. 90: Rozdělení průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu v lučním porostu v %



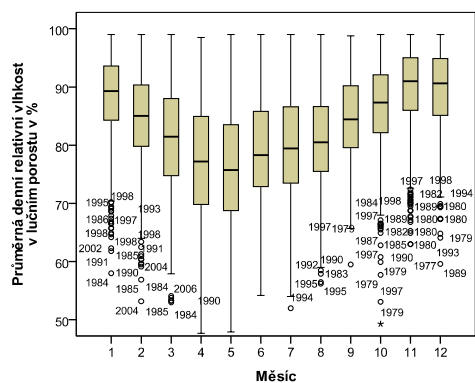
Obr. 91: Rozdělení minimální denní relativní vlhkosti vzduchu v lučním porostu v %

Průměrná hodnota průměrné denní relativní vzdušné vlhkosti v období 1977 – 2006 byla na Mokřích loukách 83,1 %, v nevegetační sezóně 86,6 %, ve vegetační sezóně 79,7 %. Průměrná denní relativní vlhkost přes roky vykazuje v roce 1999 příznaky skokové změny především v nevegetační, ale také ve vegetační sezóně (obr. 92), které mohou být způsobeny jak opětovným zvyšováním vlhkosti na Mokřích loukách, tak například výměnou vlhkoměru.

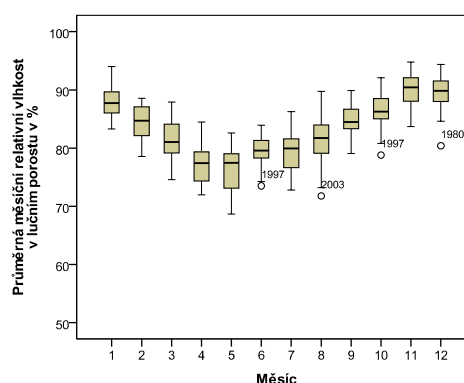


Obr. 92: Průměr průměrné denní a minimální denní relativní vlhkosti v lučním porostu v % během let podle sezóny

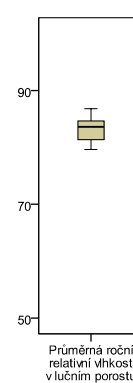
Nejnižší průměrnou relativní vlhkost vzduchu na Mokřých loukách lze pozorovat v květnu, případně v dubnu, nejvyšší v prosinci, v lednu či v listopadu. Mezi nejnižší hodnotou pro květen a nejvyšší pro listopad je rozdíl 13,8 %. Měsícem s nejvyšší proměnlivostí vlhkosti je duben, nejnižší proměnlivost vlhkosti bývá v prosinci. Z charakteru relativní vzdušné vlhkosti je zřejmé, že maximální průměrná denní relativní vlhkost 99 % se může vyskytnout kdykoliv během roku při déletrvajících srážkách nebo mlze. Nízké hodnoty průměrné denní vlhkosti se mohou vyskytnout téměř v kterémkoliv měsíci, v zimních měsících jsou tyto výskyty spíše ojedinělé. Nejnižší průměrná denní vlhkost se na Mokřých loukách pohybuje nad 45 %. Měsíční hodnoty průměrné denní, průměrné měsíční a průměrné roční relativní vlhkosti vzduchu jsou znázorněny pomocí krabicových grafů na obr. 93, obr. 94 a obr. 95.



Obr. 93: Průměrná denní relativní vlhkost v lučním porostu v %

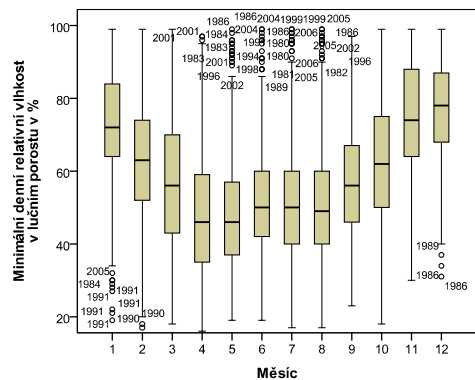


Obr. 94: Průměrná měsíční relativní vlhkost v lučním porostu v %

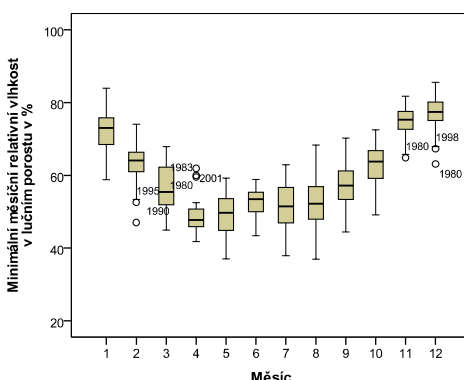


Obr. 95: Průměrná roční relativní vlhkost v lučním porostu v %

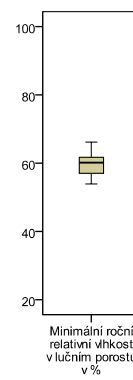
Průměrná hodnota minimální denní relativní vzdušné vlhkosti v období 1977 – 2006 byla na Mokřých loukách 59,7 %, v nevegetační sezóně 67,8 %, ve vegetační sezóně 51,8 %. Minimální denní relativní vlhkost vzduchu se chová podobně jako průměrná denní relativní vlhkost. Nejnižší průměrná minimální denní vlhkost se na Mokřých loukách pohybuje nad 16 %, nejvyšší 99 %. Měsíční hodnoty průměrné denní, průměrné měsíční a průměrné roční relativní vlhkosti vzduchu jsou znázorněny pomocí krabicových grafů na obr. 96, obr. 98 a obr. 97.



Obr. 96: Minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v %

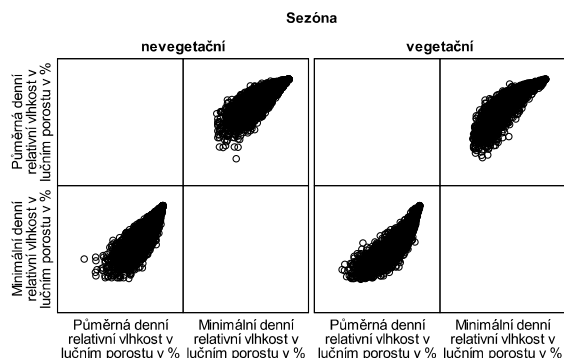


Obr. 98: Průměrná měsíční minimální relativní vlhkost v lučním porostu v %



Obr. 97: Průměrná roční minimální relativní vlhkost v lučním porostu v %

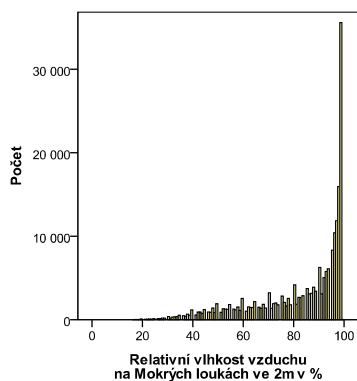
Závislost průměrné a minimální denní relativní vlhkosti vzduchu ve vegetační a nevegetační sezóně je znázorněna na obrázku 99.



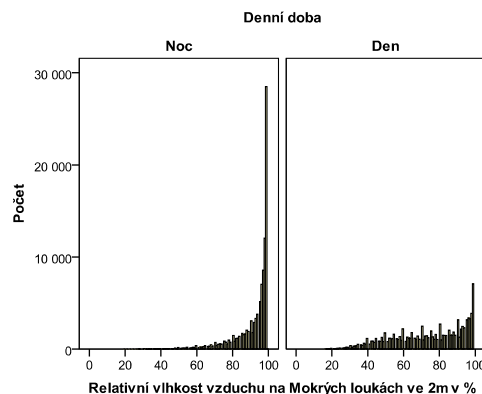
Obr. 99: Závislost průměrné a minimální denní relativní vlhkosti vzduchu v lučním porostu podle sezóny

## 5.5.2. Hodinové údaje

Histogram průměrné hodinové relativní vlhkosti vzduchu ukazuje převažující četnost 100 % hodinové relativní vlhkosti vzduchu (obr. 100) způsobenou vysokou relativní vlhkostí v nočních hodinách. Při zobrazení histogramu pro noční a denní hodiny již vidíme rozdíl mezi denní a noční relativní vlhkostí (obr. 101). Průměrná roční vlhkost vzduchu na Mokřých loukách z měření v hodinových intervalech v období 1983 – 2006 dosahovala 83 %, v nevegetační sezóně 86,6 % a ve vegetační sezóně 79,5 %.



Obr. 100: Rozdělení hodinové relativní vlhkosti vzduchu v lučním porostu v %

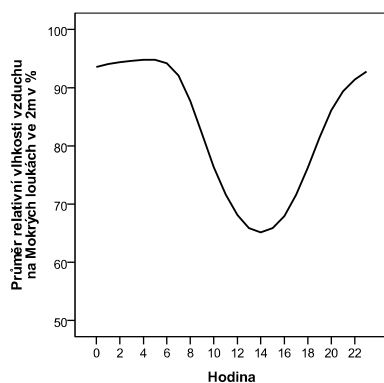


Obr. 101: Rozdělení hodinové relativní vlhkosti vzduchu v lučním porostu v % podle denní doby

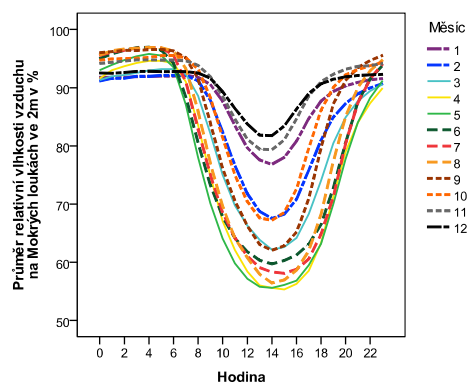
Průměrná relativní vlhkost vzduchu přes hodiny je znázorněna na obr. 102. Relativní hodinová vlhkost vzduchu má opačný průběh v porovnání s průměrnou hodinovou teplotou a nabývá maxima před východem Slunce a minima ve 14 hodin.

Graf průměrné hodinové vlhkosti přes měsíce (obr. 103) ukazuje posun maximální vlhkosti vzduchu v závislosti na východu Slunce a podobný charakter hodinové vlhkosti vzduchu v některých měsících. Průměrná hodinová vlhkost dosahuje svého minima ve 14 hodin, maximum nastává krátce před východem Slunce. Můžeme si povšimnout i jemnějších rozdílů jako je například nízká relativní vlhkost vzduchu v jarních měsících duben

a květen oproti vlhčím podzimním měsícům. V únoru a říjnu a v březnu a září nabývá průměrná relativní vlhkost vzduchu podobných hodnot, avšak v podzimních měsících po čtvrté hodině odpoledne je relativní vlhkost vzduchu oproti jarním měsícům vyšší. Vysokou relativní vlhkost vzduchu v měsících listopad, prosinec a leden lze vysvětlit nízkými hodnotami slunečního záření a nízkými hodnotami teploty vzduchu v těchto měsících. V letních měsících červen, červenec a srpen je naopak relativní vlhkost vzduchu vzhledem vysokým hodnotám sluneční radiace a teploty vzduchu v odpoledních hodinách nízká. Z průběhu hodinové relativní vlhkosti vzduchu přes měsíce lze posoudit příspěvek vegetace, kdy v teplotně podobných měsících je při výskytu vegetace relativní vlhkost vzduchu vyšší.

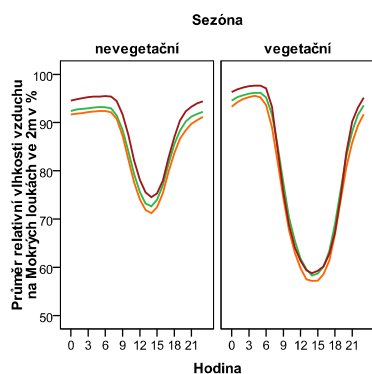


Obr. 102: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne

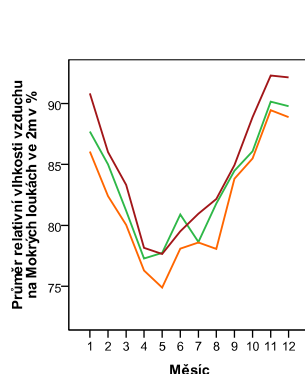


Obr. 103: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle jednotlivých měsíců

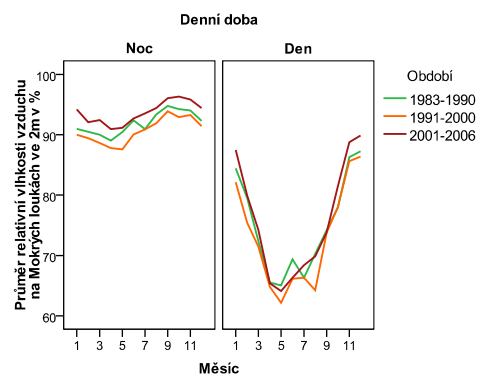
Hodnoty hodinové vlhkosti vzduchu v nevegetační a vegetační sezoně v období 1983 – 1990, 1991 – 2000 a 2001 – 2006 jsou znázorněny na obr. 104, kde vidíme vzestup vlhkosti především v nočních hodinách, který může být vysvětlen větším množstvím naakumulované vody v průběhu dne vzhledem k vyšším průměrným teplotám. Vzestup přes měsíce a období 1983 – 1990, 1991 – 2000, 2001 – 2006 je znázorněn na obr. 105. Změny průměrné denní a noční teploty vzduchu pro vegetační a nevegetační sezoně přes roky jsou vidět na obr. 106.



Obr. 104: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle sezóny a podle období let

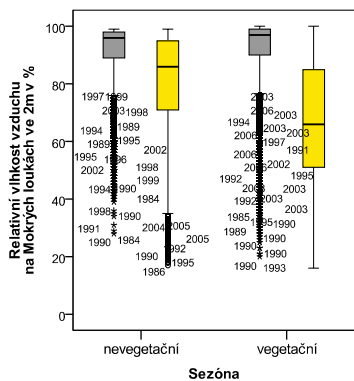


Obr. 105: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle období let

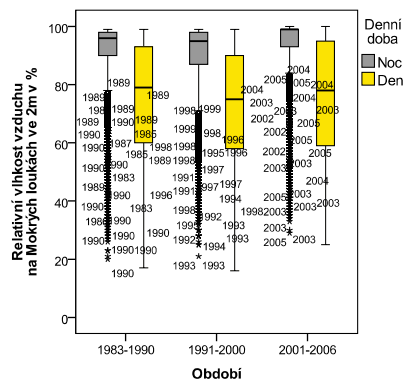


Obr. 106: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle denní doby a podle období let

Rozdíly mezi vlhkostí vzduchu ve dne a v noci jsou v zimní sezóně v průměru 11 % a v letní sezóně průměrně 24 %. Krabicový graf denních a nočních hodnot teploty vzduchu pro vegetační a nevegetační sezónu je na obr. 107, krabicový graf denních a nočních hodnot teploty vzduchu pro jednotlivá období 1977 – 1990, 1991 – 2000, 2001 – 2006 je na obr. 108.



Obr. 107: Relativní vlhkost vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle sezóny a podle denní doby



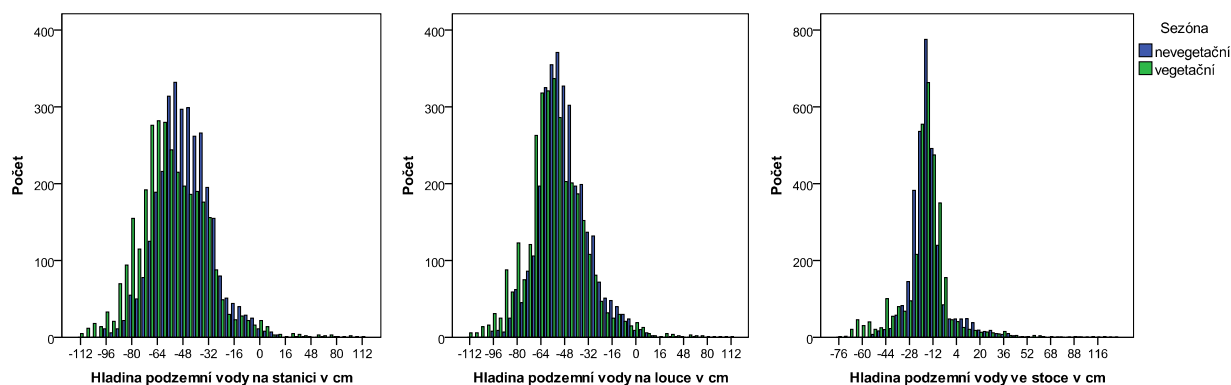
Obr. 108: Relativní vlhkost vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle období let a podle denní doby



## 5.6. Hladina podzemní vody

Denní hodnoty hladiny podzemní vody na stanici, na louce a ve stoce jsou měřeny pro období 1977 – 2006. Proměnnou hladina podzemní vody ve stoce jsem omezila na období 1988 – 2006, vzhledem k nespojitosti způsobené nevysvětlitelně nízkými hodnotami hladiny podzemní vody ve stoce v předchozím období, způsobenou pravděpodobně nějakou manipulací se stokou nebo s umístěním měřidla. Vysoké hodnoty hladiny podzemní vody při povodních po roce 1999 nejsou v datech zaznamenány.

Rozdělení hladiny podzemní vody pro denní, měsíční a roční data na stanici, na louce a ve stoce jsou znázorněny na obr. 109, obr. 110 a obr. 111.

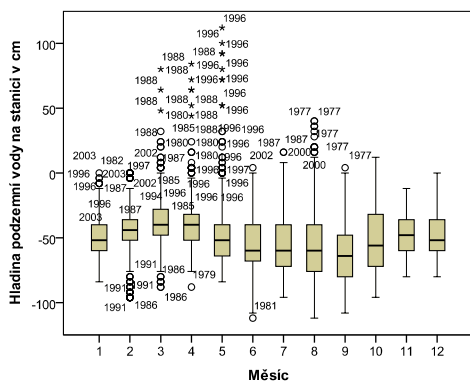


Obr. 109: Rozdělení hladiny podzemní vody na stanici v cm podle sezóny

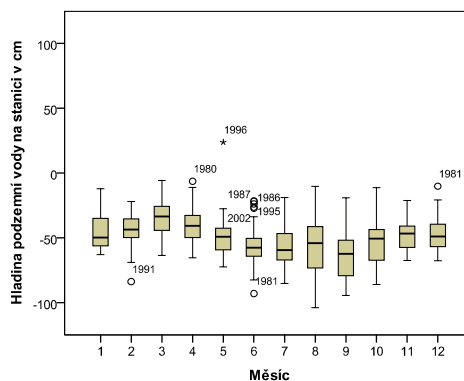
Obr. 110: Rozdělení hladiny podzemní vody na louce v cm podle sezóny

Obr. 111: Rozdělení hladiny podzemní vody ve stoce v cm podle sezóny

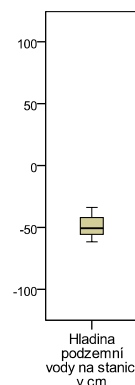
Měsíční hodnoty průměrné denní, průměrné měsíční a průměrné hladiny podzemní vody na stanici jsou znázorněny pomocí krabicových grafů na obr. 112, obr. 113 a obr. 114



Obr. 112: Denní hladina podzemní vody na stanici v cm

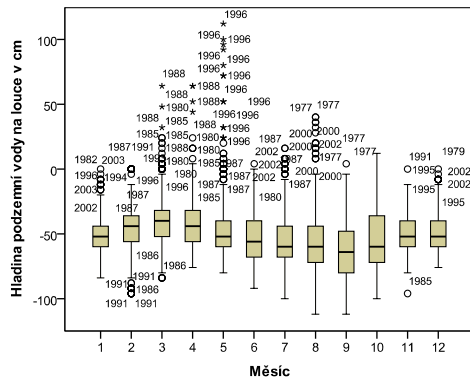


Obr. 113: Průměrná měsíční hladina podzemní vody na stanici v cm

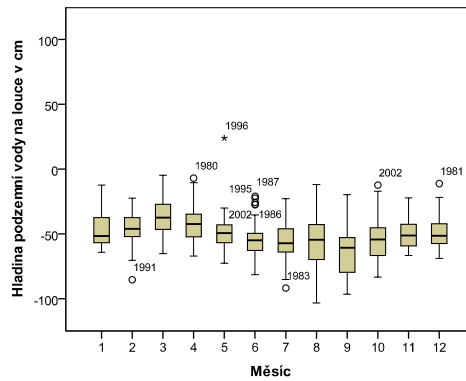


Obr. 114: Průměrná roční hladina podzemní vody na stanici v cm

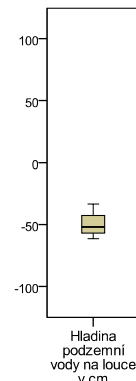
Měsíční hodnoty průměrné denní, průměrné měsíční a průměrné hladiny podzemní vody na louce jsou znázorněny pomocí krabicových grafů na obr. 115, obr. 116 a obr. 117



Obr. 115: Denní hladina podzemní vody na louce v cm

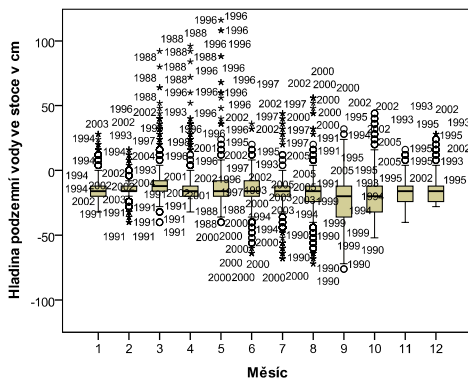


Obr. 116: Průměrná měsíční hladina podzemní vody na louce v cm

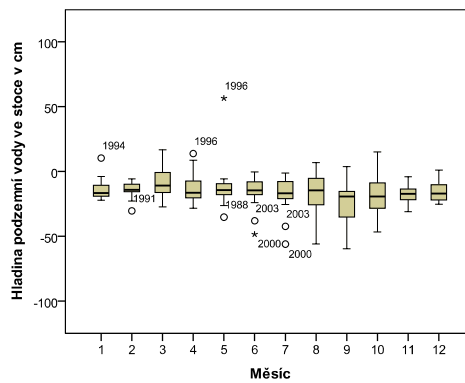


Obr. 117: Průměrná roční hladina podzemní vody na louce v cm

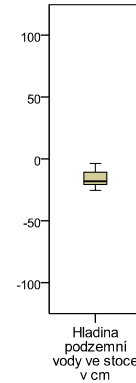
Měsíční hodnoty průměrné denní, průměrné měsíční a průměrné hladiny podzemní vody ve stoce jsou znázorněny pomocí krabicových grafů na obr. 118, obr. 119 a obr. 120



Obr. 119: Denní hladina podzemní vody ve stoce v cm



Obr. 120: Průměrná měsíční hladina podzemní vody ve stoce v cm



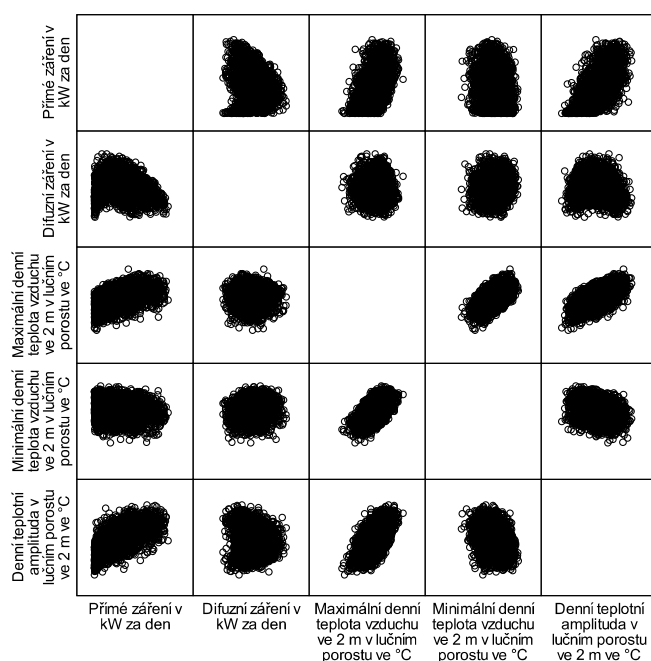
Obr. 118: Průměrná roční hladina podzemní vody ve stoce v cm

## 5.7. Souvislosti mezi klimatologickými proměnnými

Klimatologické proměnné jsou obecně silně korelované. Závislosti mezi stejnými typy charakteristik byly uvedeny výše. Závislosti mezi charakteristikami různých typů uvádím v této části. Propojením teplotních a radiačních charakteristik se srážkovým cyklem se dostávám k cíli práce a ukážu, že nejen teplota, ale i množství na povrch dopadající radiace je ovlivňováno srážkovým cyklem. Probíhající změny v hydrologickém cyklu se projevují zvyšujícím se množstvím dopadající sluneční radiace a následně i změnami teploty vzduchu.

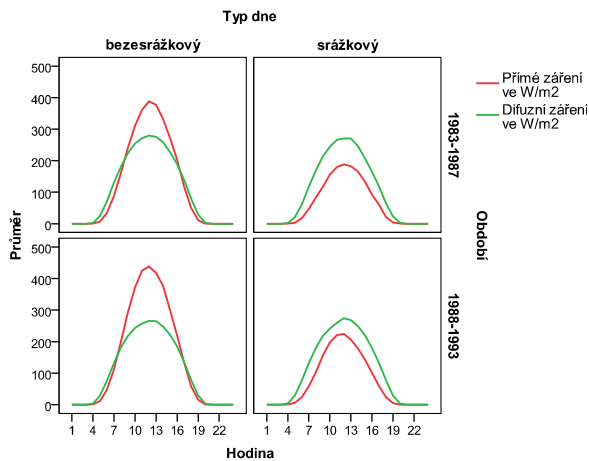
### 5.7.1. Sluneční záření a teplota vzduchu

Množství dopadající sluneční energie a množství přímé sluneční radiace na Mokřých loukách i v celé Evropě v posledních letech stoupá (Kovářová a Pokorný, 2009; Kovářová *et al.*, 2011). Teplota vzduchu a zvláště maximální teplota vzduchu kopíruje tento růst dopadající energie a stoupá též. Závislostní graf denních úhrnů přímého a rozptýleného záření, maximální a minimální denní teploty vzduchu a denní teplotní amplitudy je znázorněn na obrázku 121. Nižší závislost mezi teplotními a radiačními charakteristikami lze vysvětlit vlivem dalších procesů určujících teplotu vzduchu jako je například přenos tepla způsobený pohybem vzdušných mas, aktuální teplota půdy a podobně.

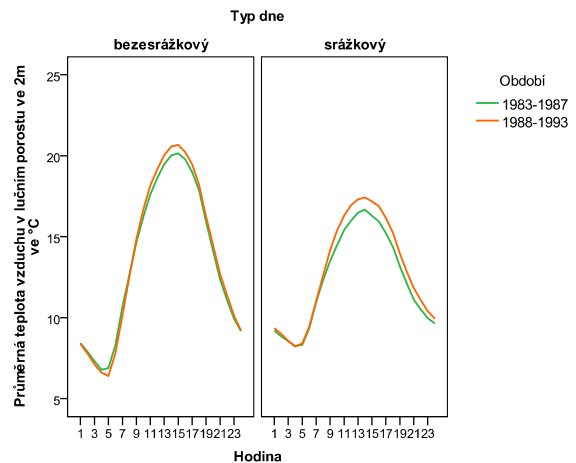


Obr. 121: Závislost mezi přímým a difúzním zářením v kW za den, maximální a minimální denní teplotou vzduchu a denní teplotní amplitudou v lučném porostu ve 2 m ve °C ve vegetační sezóně

Radiačně teplotní závislost můžeme zkoumat také v hodinových intervalech (obr. 123, obr. 122). Z předchozích kapitol plyne, že denní teplotní maxima nastávají kolem 14 hodiny, s přibližně dvouhodinovým zpožděním za maxima celkové radiace dosahovanými v poledne. V tomto časovém úseku 2 hodin a na základě toku dopadající sluneční energie je třeba hledat vysvětlení procesů určujících teplotu. Pro podrobnější studii problému by bylo třeba mít k dispozici data měřená v kratších časových intervalech. Na otázku o vztahu záření a teploty je možné stručně odpovědět asi tak, že určitou dobu trvá než energie přicházející ze Slunce zahřeje zem a následně i vzduch ve dvou metrech, tak jako naopak určitou dobu trvá než Země v noci vyzáří energii, kterou získala během dne ze Slunce. Dá se očekávat, že změny v radiaci se projeví změnami teploty a to se skutečně děje. Je asi shoda okolností, že průsečík hodinové teploty vzduchu v bezsrážkových dnech za období 1983 – 1987 a 1988 – 1993 nastává právě o deváté (obr. 122). Na druhou stranu je zřejmé, že v období 1988 – 1993 se už nějaký čas před devátou nevyskytují na Mokřých loukách mlhy, které by snižováním přísunu sluneční energie snižovaly následný nárůst teploty (obr. 30).



Obr. 123: Přímé a difúzní záření ve  $W/m^2$  během dne rozdělené podle typu dne a období

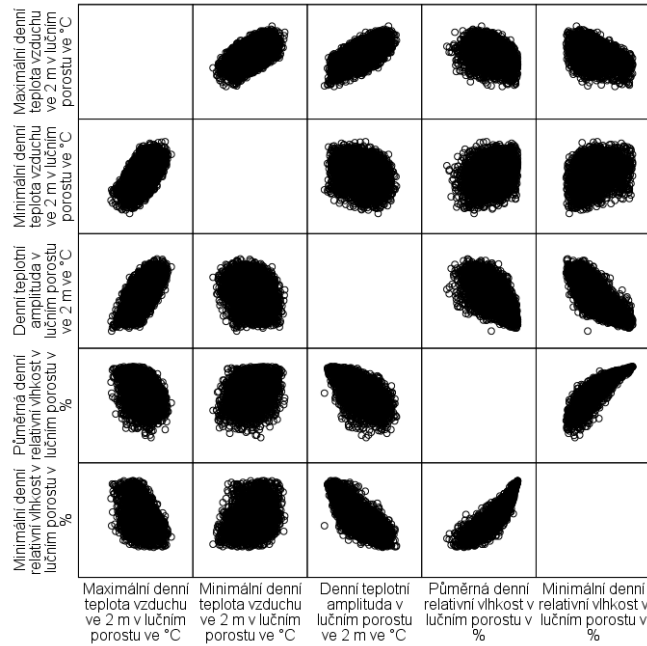


Obr. 122: Průměrná teplota vzduchu v lučním porostu ve 2 m ve  $^{\circ}C$  během dne rozdělená podle typu dne a období

## 5.7.2. Teplota a vlhkost vzduchu

Pokles relativní vzdušné vlhkosti s růstem teploty plyne přímo z definice relativní vzdušné vlhkosti definované jako poměr aktuálního množství vodních par ku maximálnímu množství vodních par při dané teplotě a tlaku.

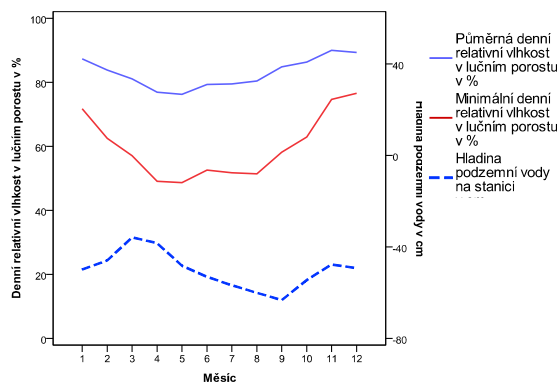
Na závislostním grafu (obr. 124) vidíme vysokou kladnou lineární závislost mezi maximální a minimální teplotou vzduchu, mezi maximální teplotou vzduchu a denní teplotní amplitudou a mezi průměrnou a minimální vlhkostí. Závislost vlhkosti a denní teplotní amplitudy je záporná. Minimální teplota vzduchu a denní teplotní amplituda jsou slabě záporně závislé. Závislost minimální teploty a vlhkosti je rovněž slabá, avšak kladná.



Obr. 124: Závislost maximální a minimální denní teploty a denní teplotní amplitudy v lučním porostu ve °C a průměrné a minimální denní relativní vlhkosti v lučním porostu v %

### 5.7.3. Srážky, vlhkost vzduchu a hladina podzemní vody

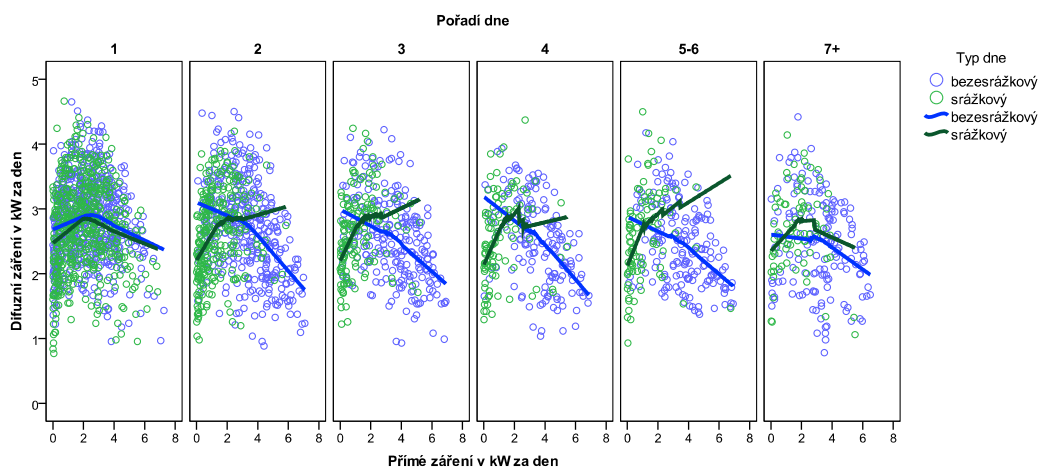
Relativní vlhkost vzduchu i hladina podzemní vody závisí podle očekávání na předchozích srážkách, na Mokřých loukách navíc někdy i na aktuální hladině rybníka Rožmberk. Zajímavý je protichůdný trend v měsíčním průběhu relativní vlhkosti vzduchu a hladiny podzemní vody (obr. 125). Relativní vlhkost vzduchu, jak bylo ukázáno výše, nabývá svého minima na jaře a pak v průběhu vegetačního období stoupá. Hladina podzemní vody je naopak na jaře maximální a v průběhu vegetačního období klesá. Tento jev lze vysvětlit vlivem vegetace, která počátkem jara ještě netransportuje podzemní vodu do vzduchu, zatímco koncem léta je čerpání podzemní vody do vzduchu vysoké. Vysoké množství dopadající radiace na jaře a nižší množství příkonu sluneční radiace na podzim tento proces jen umocňují.



Obr. 125: Průměrná a minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v % a hladina podzemní vody na stanici v cm v měsících

## 5.7.4. Závislost slunečního záření a teploty vzduchu na pořadí dne

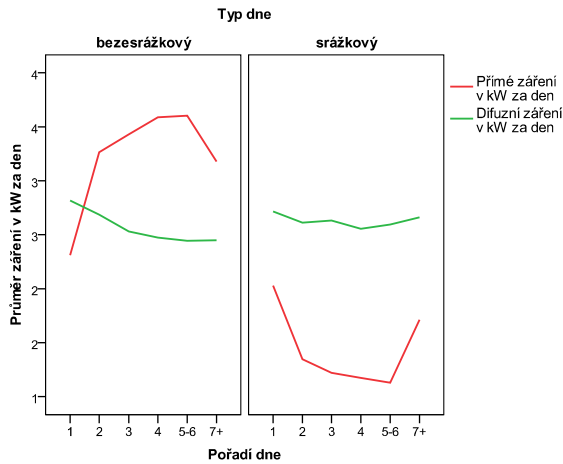
Závislostní grafy přímého a rozptýleného záření, maximální a minimální teploty a denní teplotní amplitudy v závislosti na pořadí bezsrážkového a srážkového dne podávají komplexní informaci o závislostech mezi jednotlivými proměnnými a jejich změnách v průběhu srážkového cyklu. Na obrázku 126 je znázorněna závislost denního úhrnu přímé a rozptýlené radiace ve vztahu k pořadí srážkového a bezsrážkového dne. Obecně nelineární vztah přímé a rozptýlené radiace je dán tím, že ve dnech s velkou oblačností, ať už srážkových nebo bezsrážkových, je celková radiace nízká. Jinak vidíme, že s rostoucí vzdáleností od výskytu srážkového dne při rostoucím úhrnu přímého záření úhrn difúzního záření klesá. Ve srážkových dnech s rostoucími úhrny přímého záření úhrny rozptýleného záření zpočátku rostou a pak zůstávají zhruba stabilní.



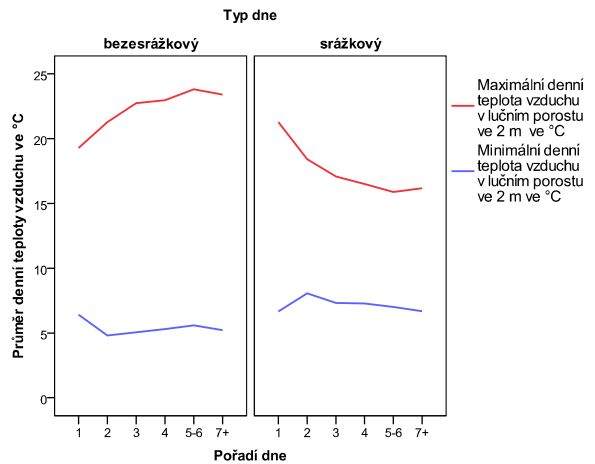
Obr. 126: Závislost přímého a difúzního záření v kW za den podle typu dne

Závislost přímé a rozptýlené radiace a závislost maximální a minimální teploty na pořadí srážkového a bezsrážkového dne jsou znázorněny na obr. 127 a obr. 128. V obou případech vidíme růst přímého záření a maximální teploty vzduchu v bezsrážkovém období v závislosti na pořadí bezsrážkového dne a pokles těchto veličin ve srážkovém období. Hodnoty v kategorii 7 a více dnů jsou při nízké četnosti dlouhodobých cyklů ovlivněny občasným výskytem dlouhých bezsrážkových cyklů vyskytujících se spíše v chladnějším období a dlouhých srážkových cyklů vyskytujících se spíše v teplejším období vegetační sezóny. Průměrné hodnoty rozptýleného záření v bezsrážkovém období vegetační sezóny v závislosti na pořadí bezsrážkového dne klesají, zatímco ve srážkovém období jsou v závislosti na pořadí srážkového dne více konstantní.

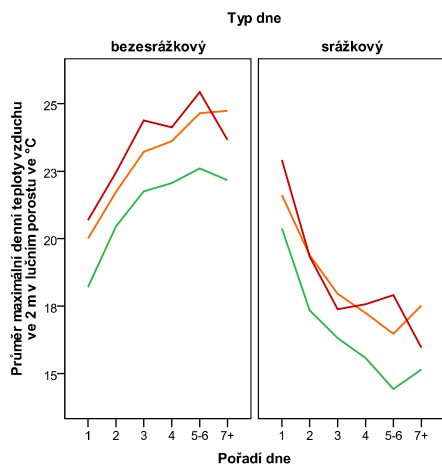
Maximální teplota vzduchu v závislosti na pořadí dne v bezsrážkových dnech stoupá a ve srážkových dnech klesá. Nárůst maximální teploty přes dekády souvisí se změnami v radiaci (obr. 129). Minimální teplota vzduchu je na Mokřích loukách obecně poměrně stabilní. Při rozkladu podle časového období v posledním období minimální teplota vzduchu pro delší srážkové cykly stoupá, což vypovídá o transportu tepla přenášeného do oblasti Mokřích luk prostřednictvím srážek (obr. 130).



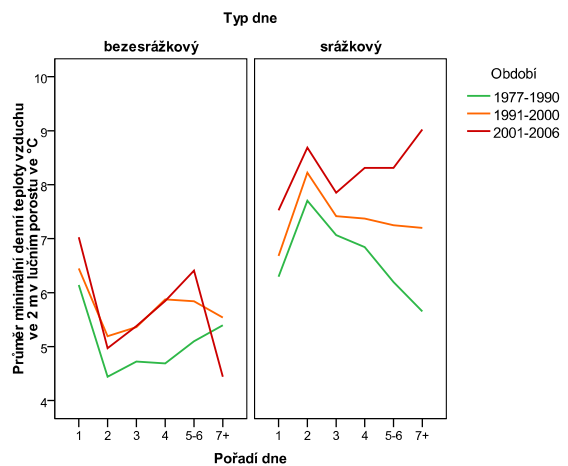
Obr. 127: Přímé a difúzní záření v kW za den pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně



Obr. 128: Maximální a minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučném porostu ve °C pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně



Obr. 129: Průměr maximální denní teploty vzduchu ve 2 m v lučném porostu ve °C pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně



Obr. 130: Průměr minimální denní teploty vzduchu ve 2 m v lučném porostu ve °C pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně

## 5.8. Porovnání stanovišť v lučním a vrbovém porostu

V letech 1978 – 1991 probíhala souběžná měření meteorologických prvků na stanovištích v lučním a vrbovém porostu v denních intervalech, v letech 1983–1991 i v hodinových intervalech. Přestože byla tato měření v roce 1991 ukončena, poskytují velice cennou informaci o vlivu vegetace na lokální klima.

Minimální, maximální a průměrné hodnoty měřených proměnných a směrodatná odchylka průměru jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8: Hodnoty klimatologických proměnných v lučním a vrbovém porostu v letech 1978 – 1991

	Minimum	Maximum	Průměr	Směrodatná odchylka
Denní srážkové úhrny v mm	0,0	61,2	1,6	4,0
Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	-25,0	24,6	7,1	7,8
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	-17,5	37,2	12,7	9,2
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	-30,9	17,4	1,3	7,3
Minimální denní teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C	-34,5	16,9	-0,7	7,6
Průměrná denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	49,0	99,0	83,3	9,2
Minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	17,0	99,0	59,9	18,9
Teplota půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu °C	0,4	14,6	6,8	4,1
Teplota půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C	-1,8	16,8	6,7	5,0
Teplota půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C	-5,8	17,4	6,5	5,1
Teplota půdy v hloubce 0 cm v lučním porostu ve °C	-6,4	19,8	6,5	5,5
Teplota detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C	-10,8	24,0	6,3	6,1
Teplota detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C	-12,9	28,3	6,5	6,8
Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	-24,1	23,3	7,1	7,7
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	-16,9	32,9	12,2	8,8
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	-29,3	18,4	2,0	7,3
Minimální denní teplota vzduchu v 5 cm ve vrbině ve °C	-30,2	19,0	2,2	7,5
Průměrná denní relativní vlhkost ve vrbině v %	31,4	99,0	86,0	8,9
Minimální denní relativní vlhkost ve vrbině v %	19,0	99,0	66,6	17,9
Teplota půdy v hloubce 30 cm ve vrbině ve °C	0,0	15,6	7,9	4,4
Teplota půdy v hloubce 10 cm ve vrbině ve °C	-0,5	17,6	7,7	5,2
Teplota půdy v hloubce 5 cm ve vrbině ve °C	-1,9	18,0	7,6	5,4
Teplota půdy v hloubce 0 cm ve vrbině ve °C	-5,5	20,6	7,3	5,8
Hladina podzemní vody na stanici v cm	-110,0	83,5	-53,0	21,6
Hladina podzemní vody na louce v cm	-110,0	65,5	-54,1	20,4
Hladina podzemní vody ve stoce v cm	-99,0	96,0	-34,9	20,4
Hladina podzemní vody ve vrbině v cm	-94,0	55,0	-47,8	11,7



Z tabulky si lze učinit základní představu o průměrných a okrajových hodnotách jednotlivých veličin. Již z této základní tabulky plyne, že vrbový porost má v porovnání s lučním porostem mírnější klima. Dále lze například zjistit, že teplota půdy v hloubce 30 cm neklesá pod nulu.

Tabulka 9 udávající průměrné hodnoty pozorovaných meteorologických proměnných za celou dobu souběžného měření pro vegetační a nevegetační sezónu a pro celý rok ukazuje, že dlouhodobá průměrná denní teplota ve 2 m na dvou blízkých stanovištích je podle očekávání téměř stejná a sice 7,1 °C pro celý rok, 12,9 °C resp. 12,8 °C pro vegetační sezónu a 1,2 °C pro nevegetační sezónu.

Tabulka 9: Hodnoty klimatologických proměnných v lučním a vrbovém porostu v letech 1978 – 1991 podle sezóny

	Sezóna		
	nevegetační	vegetační	celý rok
Denní srážkové úhrny v mm	1,0	2,1	1,6
Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	1,2	12,9	7,1
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	5,8	19,4	12,7
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C	-3,5	6,0	1,3
Minimální denní teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C	-5,5	3,6	-0,7
Průměrná denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	86,4	80,3	83,3
Minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v %	67,6	52,3	59,9
Teplota půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu °C (v okamžiku odečtu)*	3,7	9,6	6,8
Teplota půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C	2,5	10,2	6,7
Teplota půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C	2,2	10,3	6,5
Teplota půdy v hloubce 0 cm (na povrchu půdy) v lučním porostu ve °C	1,8	10,6	6,5
Teplota detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C	1,2	10,7	6,3
Teplota detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C	0,9	11,4	6,5
Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	1,2	12,8	7,1
Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	5,4	18,7	12,2
Minimální denní teplota vzduchu ve 2 m ve vrbině ve °C	-3,0	6,8	2,0
Minimální denní teplota vzduchu v 5 cm ve vrbině ve °C	-3,1	6,9	2,2
Průměrná denní relativní vlhkost ve vrbině v %	88,4	83,7	86,0
Minimální denní relativní vlhkost ve vrbině v %	73,1	60,3	66,6
Teplota půdy v hloubce 30 cm ve vrbině ve °C (v okamžiku odečtu)*	4,4	10,8	7,9
Teplota půdy v hloubce 10 cm ve vrbině ve °C	3,4	11,5	7,7
Teplota půdy v hloubce 5 cm ve vrbině ve °C	3,0	11,5	7,6
Teplota půdy v hloubce 0 cm (povrchu půdy) ve vrbině ve °C	2,3	11,6	7,3
Hladina podzemní vody na stanici v cm	-51,2	-54,5	-53,0
Hladina podzemní vody na louce v cm	-52,9	-55,1	-54,1
Hladina podzemní vody ve stoce v cm	-32,6	-36,9	-34,9
Hladina podzemní vody ve vrbině v cm	-46,9	-48,4	-47,8

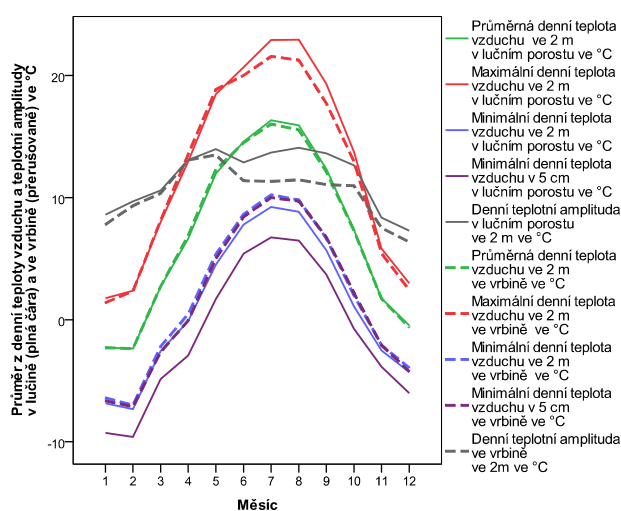
\* odečet denních údajů byl prováděn ráno

Co platí pro průměrnou denní teplotu neplatí pro denní maximum a denní minimum. Maximální denní teplota vzduchu ve 2 m je vyšší v lučním porostu než ve vrbíně a to za celý rok o 0,5 °C, ve vegetační sezoně o 0,7 °C. Naopak minimální denní teplota vzduchu ve 2 m je vyšší ve vrbíně než v lučním porostu, za celý rok o 0,7 °C, ve vegetační sezoně o 0,8 °C. Rozdíl v přízemní minimální denní teplotě vzduchu v 5 cm je ještě výraznější a dosahuje téměř 3 °C za celý rok a 3,4 °C ve vegetační sezoně.

Graf průměrných hodnot průměrné, maximální, minimální denní teploty vzduchu ve 2 m, minimální denní teploty vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplitudy pro jednotlivé měsíce ukazuje názorně rozdíly v hodnotách těchto proměnných projevující se především v letních měsících (obr. 131). Z obrázku lze dojít ke stejným závěrům, ke kterým jsme se dostali výše na základě tabulky. Denní teplotní amplituda je ve vrbíně přibližně v době, kdy mají vrby listy výrazně nižší než denní teplotní amplituda v lučním porostu, průměrně o 3 °C. Z obrázku je vidět, že doba olistění vrbiny je zhruba o měsíc posunutá oproti vegetační sezoně určenému pro luční porost na období od května do října.

Maximální denní teplota je pro stejné období ve vrbíně nižší přibližně o 1 °C než v lučním porostu, průměrná denní teplota dosahuje v lučním i vrbovém porostu přibližně stejných hodnot, minimální denní teplota je naopak vyšší ve vrbovém porostu. Zejména stojí za povšimnutí, že minimální teplota ve vrbovém porostu ve 2 m i v 5 cm dosahuje téměř stejných hodnot, zatímco v lučním porostu je celoročně minimální teplota v 5 cm přibližně o 3 °C nižší než ve 2 m.

Celkově lze říci, že vrbina má v porovnání s lučním porostem mírnější klima.



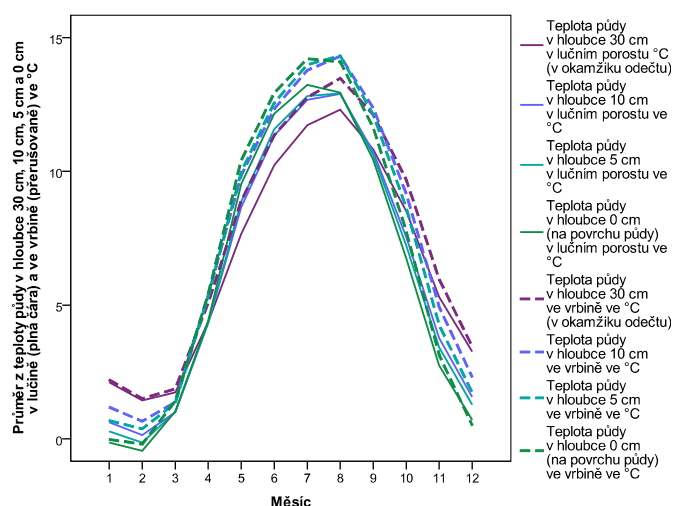
Obr. 131: Průměrná, maximální a minimální teplota vzduchu ve 2 m, minimální denní teplota vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplituda ve 2 m ve °C v lučním porostu a ve vrbíně přes měsíce

Zajímavé je i porovnání půdní teploty měřené na těchto dvou blízkých stanovištích lišících se pouze ve vegetačním krytu. Průměrné hodnoty teploty půdy v různých hloubkách pro jednotlivé měsíce, uvedené v tabulce 10, ukazují, že teplota půdy ve vrbíně je vyšší než v lučním porostu. Rozdíl je největší koncem léta a začátkem podzimu, kdy v září hloubce 10 cm dosahuje až 1,7 °C.

Tabulka 10: Teploty půdy v lučném porostu a ve vrbině pro jednotlivé měsíce

	Měsíc												celý rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Teplota půdy v hloubce 30 cm v lučném porostu °C	2,0	1,4	1,7	4,3	7,6	10,2	11,7	12,3	10,8	8,5	5,3	3,2	6,8
Teplota půdy v hloubce 10 cm v lučném porostu ve °C	0,6	0,1	0,9	4,4	8,6	11,3	12,7	12,9	10,7	7,5	3,8	1,5	6,7
Teplota půdy v hloubce 5 cm v lučném porostu ve °C	0,2	-0,2	0,9	4,3	8,8	11,6	12,8	12,9	10,6	7,1	3,3	1,2	6,5
Teplota půdy v hloubce 0 cm v lučném porostu ve °C	-0,2	-0,4	0,9	4,5	9,4	12,2	13,3	12,9	10,4	6,7	2,8	0,6	6,5
Teplota půdy v hloubce 30 cm ve vrbině ve °C	2,2	1,5	1,9	5,1	8,9	11,4	12,8	13,5	12,1	9,7	6,0	3,4	7,9
Teplota půdy v hloubce 10 cm ve vrbině ve °C	1,1	0,6	1,4	5,5	9,7	12,3	13,8	14,3	12,4	9,1	4,9	2,2	7,7
Teplota půdy v hloubce 5 cm ve vrbině ve °C	0,6	0,3	1,4	5,4	9,9	12,6	14,0	14,3	12,1	8,6	4,2	1,6	7,6
Teplota půdy v hloubce 0 cm ve vrbině ve °C	-0,1	-0,2	1,4	5,5	10,3	12,9	14,2	14,1	11,6	7,7	3,1	0,5	7,3

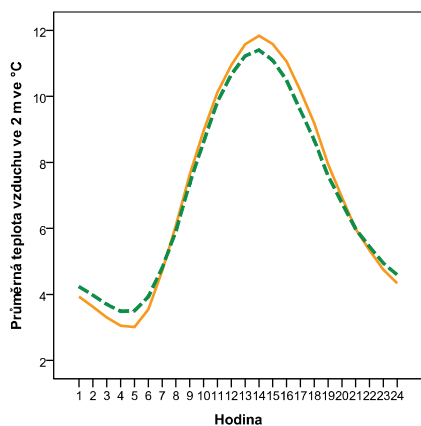
Pro lepší názornost je opět vhodné grafické znázornění, z kterého je dobře patrné postupné prohřívání a ochlazování půdy v průběhu roku a větší teplotní stabilita hlouběji položených vrstev. Půdní teplota dosahuje maximálních hodnot koncem léta, kdy půda postupně naakumulovala teplo dopadající sluneční radiace a reaguje tak na změny ve sluneční radiaci se zpožděním řádově v měsících (obr. 132).



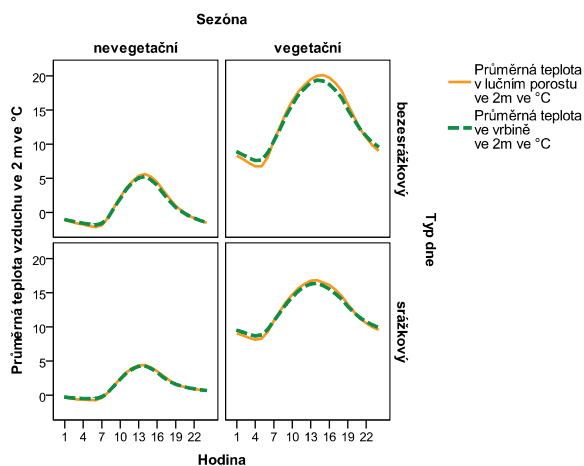
Obr. 132: Teplota půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm a 0 cm v lučném porostu a ve vrbině ve °C v okamžiku odečtu přes měsíce

Mírnější lokální klima ve vrbině lze vysvětlit ochranným vlivem vegetačního krytu, který v průběhu dne snižuje teplotu na stanovišti v důsledku větší evapotranspirace a většího vedení dopadajícího tepla do půdy a zároveň v nočních hodinách brání úniku tepla, jak je vidět z obrázku porovnávacího průměrnou hodinovou teplotu v lučném porostu a ve vrbině

obr. 134. Největší rozdíl mezi hodinovou teplotou v lučině a ve vrbíně lze pozorovat v bezsrážkových dnech vegetační sezóny, kdy je teplota v lučním porostu v odpoledních hodinách průměrně o 1 °C vyšší a v časných ranních hodinách průměrně o 1 °C nižší než ve vrbíně obr. 133.

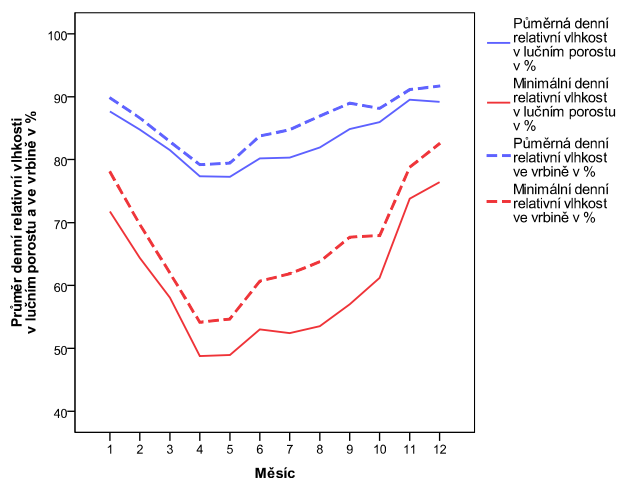


Obr. 134: Průměrná teplota vzduchu v lučním porostu a ve vrbíně ve 2 m ve °C během dne



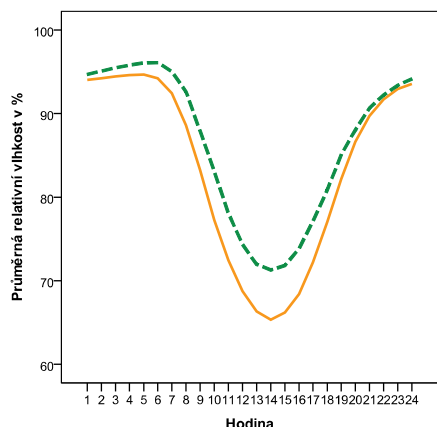
Obr. 133: Průměrná teplota vzduchu v lučním porostu a ve vrbíně ve 2 m ve °C během dne rozdělena podle sezóny a podle typu dne

Průměrná i minimální relativní vlhkost vzduchu ve vrbíně je vyšší (tabulka 9) než v lučním porostu. Průměrná o 2,7 % pro celý rok a o 3,4 % ve vegetační sezóně, minimální o 6,7 % pro celý rok a o 8 % ve vegetační sezóně. Graf průměrných hodnot průměrné a minimální relativní vlhkosti vzduchu ve 2 m pro jednotlivé měsíce znázorňuje změnu v hodnotách relativní vlhkosti vzduchu v průběhu roku, kdy minimum obou proměnných na obou stanovištích nabývané v dubnu je následováno postupným nárůstem hodnot relativní vlhkosti vzduchu. Nejvyšší měsíční průměrná i minimální relativní vlhkost vzduchu se vyskytuje v pozdním podzimu a počátkem zimy, což souvisí s nízkou teplotou a nízkou radiací vyskytující se v tomto období (obr. 135).

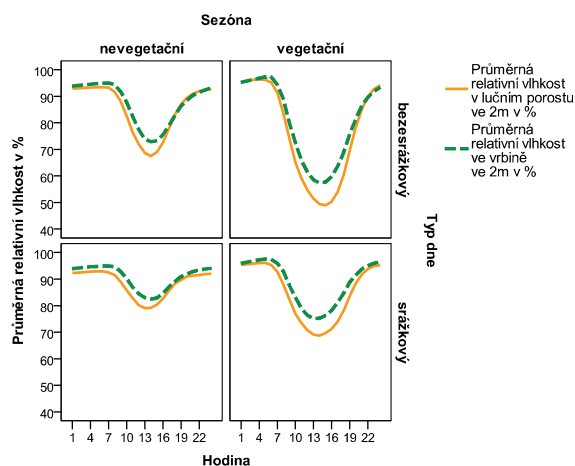


Obr. 135: Průměrná a minimální relativní vlhkost vzduchu v % v lučním porostu a ve vrbíně přes měsíce

Největší rozdíl mezi relativní vlhkostí vzduchu v lučině a ve vrbině nastává stejně jako u teploty v bezesrážkových dnech vegetační sezóny, typicky ve 14 hodin, tj. v čase, kdy relativní vlhkost nabývá svého minima zatímco teplota vzduchu dosahuje svého maxima – viz obr. 137. Průměrná relativní vlhkost vzduchu ve vrbině ve 14 hodin je v průměru o 8 % vyšší než průměrná relativní vlhkost vzduchu v lučním porostu obr. 136.

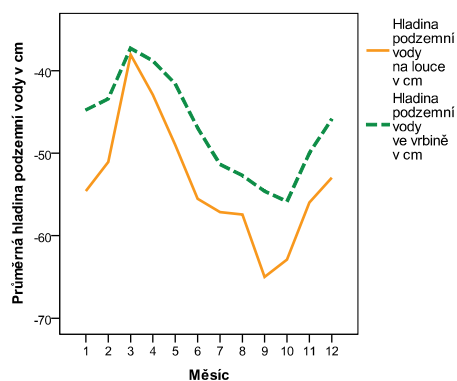


Obr. 136: Průměrná relativní vlhkost vzduchu v lučním porostu a ve vrbině ve % během dne



Obr. 137: Průměrná relativní vlhkost vzduchu v lučním porostu a ve vrbině ve % během dne rozdělená podle sezóny a podle typu dne

Průměrné hodnoty hladiny podzemní vody na louce a ve vrbině v jednotlivých měsících jsou znázorněny na obr. 138. Hladina podzemní vody na louce a ve vrbině dosahuje maximálních hodnot v březnu, pak postupně klesá k minimu nabývanému v podzimních měsících září a říjen. Průměrné hodnoty hladiny podzemní vody ve vrbině jsou v porovnání s průměrnými hodnotami hladiny podzemní vody na louce nižší.



Obr. 138: Hladina podzemní vody v cm na louce a ve vrbině přes měsíce

Uvedené závěry jsou v souladu s teorií, že porost aktivně ovlivňuje okolní prostředí, zmírňuje lokální klima, udržuje větší relativní vlhkost vzduchu, snižuje denní teplotní amplitudu a vytváří si tak podmínky vhodné pro svoji existenci (Rejšková, 2009).

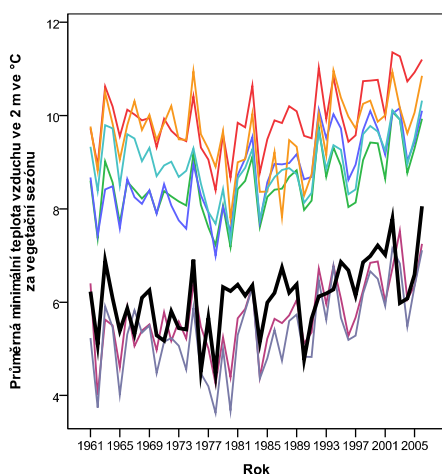
## 5.9. Porovnání Mokrých luk s jinými stanicemi

### 5.9.1. Porovnání Mokrých luk se stanicemi v ČR

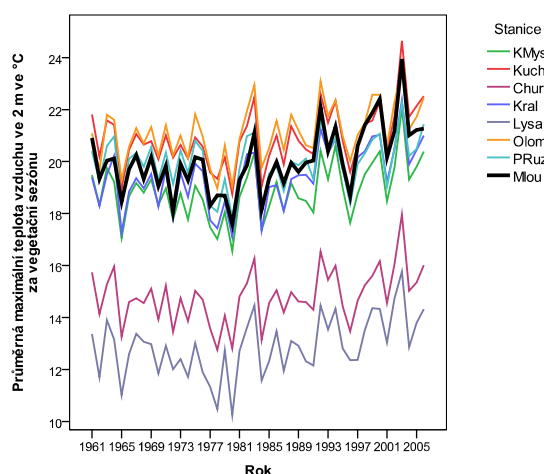
Studie publikovaná v Meteorologických Zprávách (Kovářová a Pokorný, 2005a) upozornila na velký nárůst maximální teploty vzduchu, který dosáhl na Mokrých loukách ve vegetační sezóně (od dubna do září) mezi osmým a devátým desetiletím 1 °C. Porovnání s několika dalšími stanicemi Českého hydrometeorologického ústavu ukázalo, že tento růst je výrazně větší než na jiných stanicích v České republice. Současně na Mokrých loukách klesl počet srážkových dní a vyskytlo se zde méně časté střídání srážkových a bezsrážkových období.

Předmětem dalšího zkoumání bylo porovnáním klimatologických údajů z Mokrých luk s údaji z několika jiných stanic během delšího období 1961 – 2006, objasnění příčin většího růstu maximální teploty vzduchu na Mokrých loukách v porovnání s jinými stanicemi a nalezení souvislosti mezi teplotními a hydrologickými změnami. Jinak řečeno, cílem bylo ukázat, že změny ve výskytu srážek jsou schopny ovlivnit teplotu vzduchu. Po získání údajů od Českého hydrometeorologického ústavu se souvislost mezi hydrologickými a teplotními změnami podařila nalézt relativně brzo (Kovářová a Pokorný, 2010).

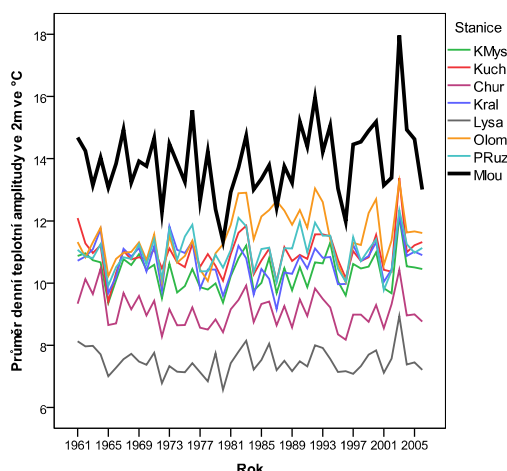
Průběh minimální a maximální teploty vzduchu během vegetační sezóny pro období 1961 – 2006 je znázorněn na obr. 139 a obr. 140. Z obrázku zřetelně vidíme, že maximální teplota vzduchu na Mokrých loukách ve vegetační sezóně, relativně nízká v porovnání s ostatními stanicemi v průběhu šedesátých let, stoupá v devadesátých letech a počátkem třetího tisíciletí na úroveň nejteplejších stanic. Ačkoliv je růst maximální teploty vzduchu statisticky významný na všech stanicích, růst maximální teploty vzduchu na stanici Mokré louky je větší.



Obr. 139: Průměrná minimální teplota vzduchu ve 2 m ve °C za vegetační sezónu v průběhu let na jednotlivých stanicích



Obr. 140: Průměrná maximální teplota vzduchu ve 2 m ve °C za vegetační sezónu v průběhu let na jednotlivých stanicích

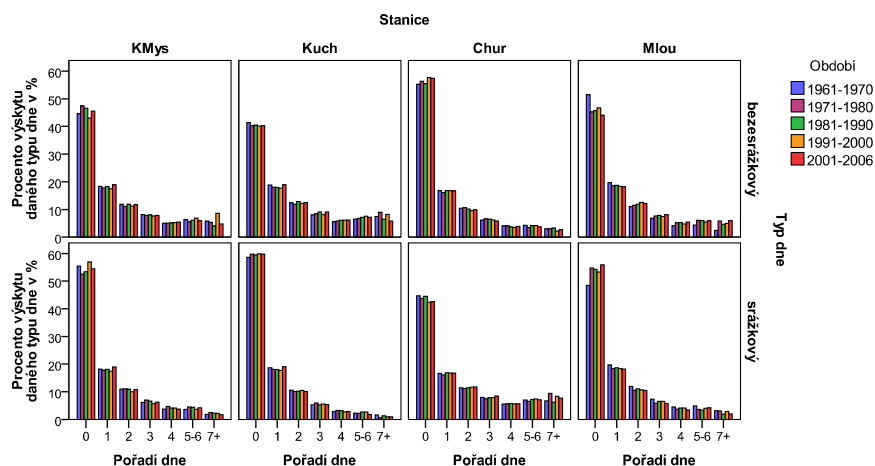


Obr. 141: Průměrná denní teplotní amplituda ve 2 m ve °C za vegetační sezónu v průběhu let na jednotlivých stanicích

Minimální teplota vzduchu dosahuje na Mokřých loukách v porovnání s ostatními stanicemi velice nízkých hodnot srovnatelných v měsíčním průměru s mnohem výše položenými stanicemi, jako například Churáňov (1 118 m). Mokřé louky jsou tak typická mrazová kotlina s vysokou teplotní amplitudou při současné vysoké relativní vlhkosti vzduchu.

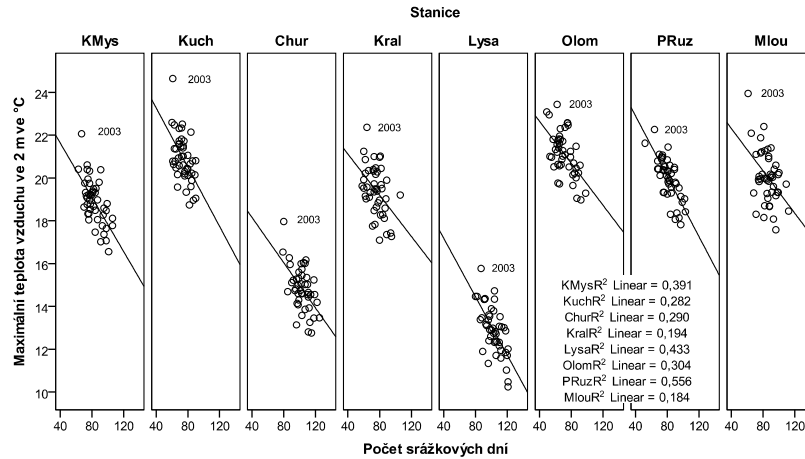
Průměrná denní teplotní amplituda je na Mokřých loukách v porovnání s ostatními stanicemi vysoká, což je způsobeno relativně nízkými hodnotami minimální teploty vzduchu.

Růst maximální teploty vzduchu na Mokřých loukách během období 1961 – 2006 je doprovázen výrazným poklesem četnosti srážek, který je pro delší časové období od roku 1961 na Mokřých loukách statisticky významný. Tento fakt se zřetelně projevil i na grafu zobrazujícím četnost výskytu vícedenních srážkových a bezsrážkových cyklů (obr. 142) pro období 1961 – 2006. V porovnání s obr. 89, zobrazujícím četnost výskytu vícedenních srážkových a bezsrážkových cyklů pro období 1977 – 2006, můžeme v období 1961 – 2006 pozorovat růst četnosti dlouhých bezsrážkových období a pokles četnosti dlouhých srážkových období přes desetiletí ještě výrazněji.



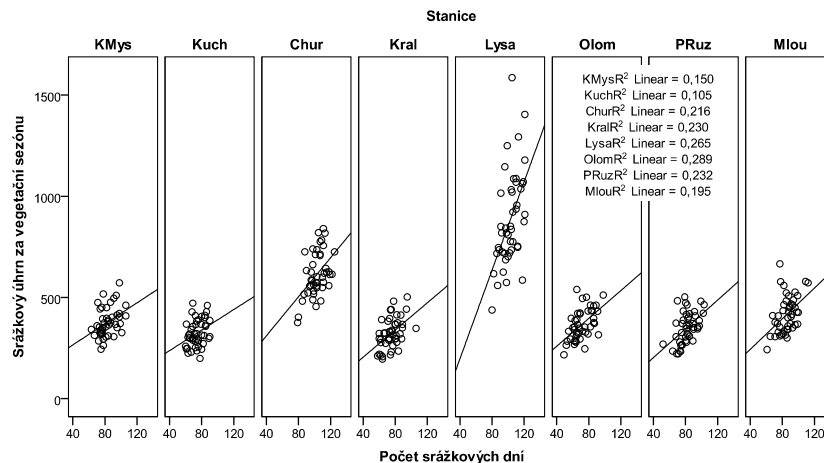
Obr. 142: Četnost výskytu *i-tého* srážkového dne podle období pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokřé louky

Srážkově teplotní závislost je možné pozorovat na obr. 143, znázorňujícím pokles průměrné maximální teploty během vegetační sezóny v závislosti na častějším výskytu srážkových dní. Body v horní části grafu představují pro jednotlivé stanice extrémní sezónu roku 2003, kdy při nízkém počtu srážkových dní nabývala maximální teplota vzduchu vysokých hodnot.



Obr. 143: Srážkově teplotní závislost maximální denní teploty vzduchu ve 2 m ve °C na počtu srážkových dní za vegetační sezónu pro různé stanice

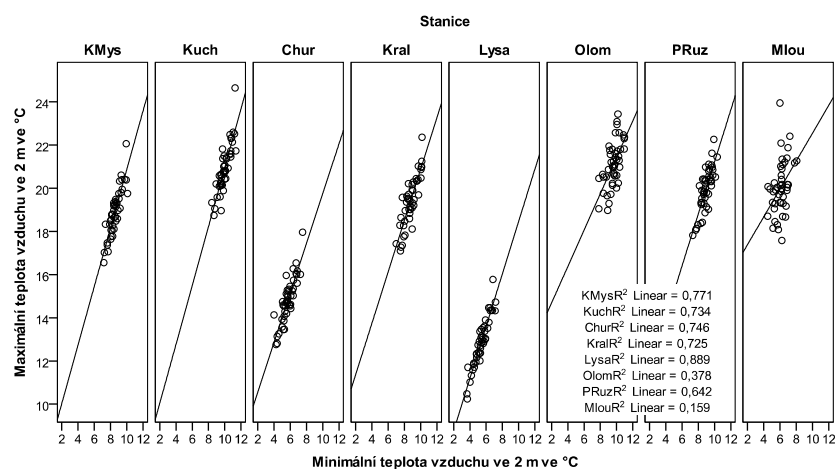
Závislost celkových srážkových úhrnů v mm za vegetační sezónu na počtu srážkových dní je znázorněna na obrázku obr. 144. Vidíme většinou nízkou kladnou závislost, tj. s rostoucím počtem srážkových dní se zvýší celkový srážkový úhrn za sezónu, přičemž vysoký počet srážkových dní nemusí nutně znamenat vysoký srážkový úhrn. Na horské stanici Lysá hora jsou sezónní srážkové úhrny v některých letech až trojnásobně vyšší než na ostatních stanicích.



Obr. 144: Závislost srážkových úhrnů za vegetační sezónu v mm na počtu srážkových dní za vegetační sezónu pro různé stanice

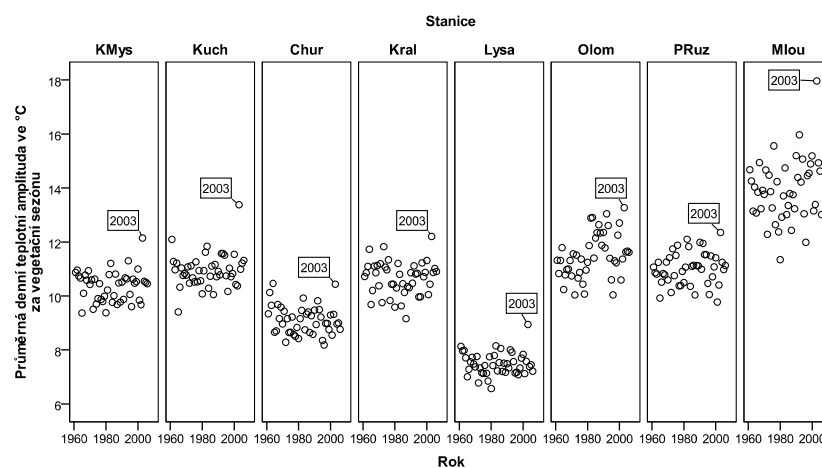


Závislost průměrné maximální a průměrné minimální teploty vzduchu (obr. 145) za vegetační období je až na stanici Mokré louky vysoká. Na Mokřích loukách často, zejména za sušších, slunných dní s poměrně vysokou maximální teplotou vzduchu, nabývá minimální teplota vzduchu nízkých hodnot.



Obr. 145: Teplotní závislost maximální denní teploty vzduchu ve 2 m ve °C na minimální denní teplotě vzduchu ve 2 m ve °C za vegetační sezónu pro různé stanice

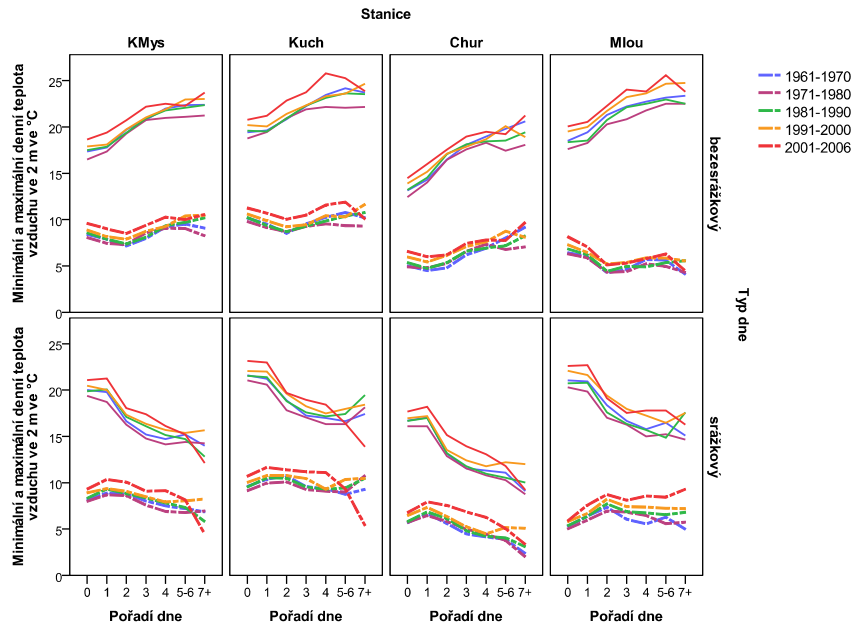
Denní teplotní amplituda je na Mokřích loukách v porovnání s ostatními stanicemi vysoká a v závislosti na čase i nejvíce roste (obr. 146). Pozorované změny teplotní amplitudy jsou v souladu s poklesem četnosti srážek a růstem maximální teploty vzduchu. Odlehlé body v horní části grafu opět představují sezónu roku 2003.



Obr. 146: Závislost průměrné denní teplotní amplitudy ve °C za vegetační sezónu a průběhu let pro různé stanice

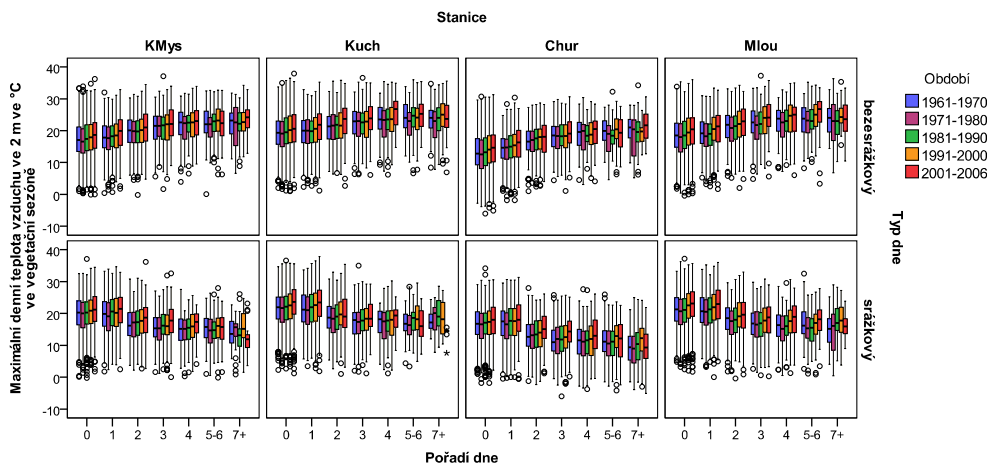
Ještě podrobnější vysvětlení srážkově teplotních souvislostí a nejdůležitější výsledek této studie poskytuje obr. 147 znázorňující průměrnou maximální a průměrnou minimální teplotu vzduchu na několika vybraných stanicích v závislosti na pořadí srážkového a bezsrážkového dne.

Měsíční maximální a minimální teplota vzduchu v průběhu desetiletí na stanicích rostla v srážkových i bezsrážkových obdobích ( $p < 0,001$ ), avšak příčiny růstu nebyly jednotné ( $p < 0,001$ ). Především kvůli velkému nárůstu maximální teploty na stanicích Kuchařovice a Mokré louky v bezsrážkových dnech, zatímco na stanici Churáňov k němu došlo během srážkových dnů.

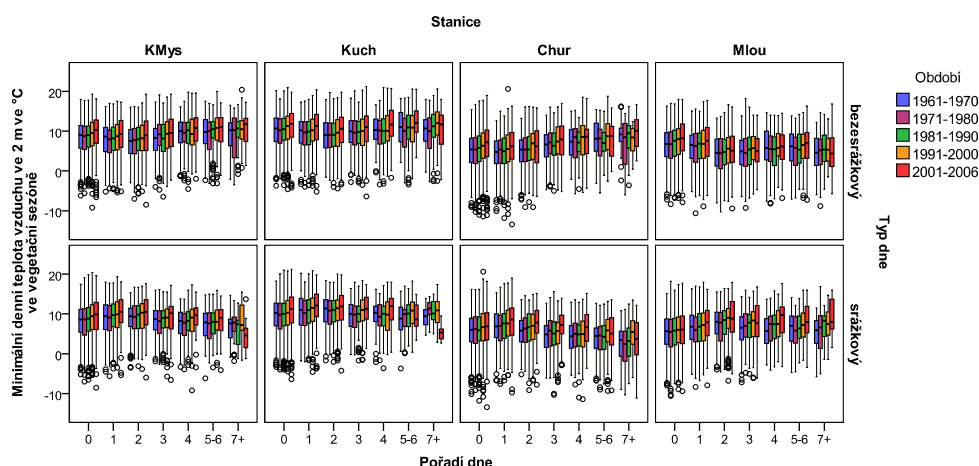


Obr. 147: Závislost minimální a maximální teploty vzduchu ve 2 m ve °C na pořadí dne pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky podle typu dne a období. Minimální teplota je zobrazena přerušovanou čarou a maximální teplota plnou čarou

Krabicový graf obr. 148, obr. 149 ukazuje ve statistice atypický pokles rozptylu při stoupajícím  $i$ ,  $i=0, \dots, 7$  a tedy klesajícím počtu výskytů, což podporuje tvrzení, že teplota vzduchu je řízena velice silným řídicím procesem.

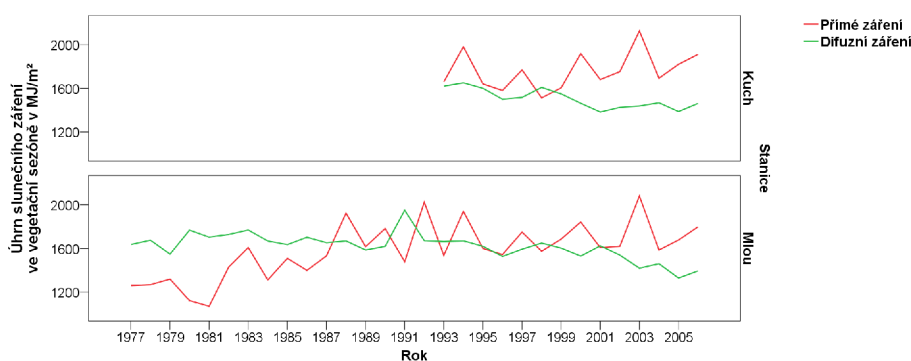


Obr. 148: Krabicový graf maximální teploty vzduchu ve 2 m ve °C ve vegetační sezóně pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky v závislosti na pořadí dne rozdělené podle typu dne a období



Obr. 149: Krabicový graf minimální teploty vzduchu ve 2 m ve °C ve vegetační sezóně pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky v závislosti na pořadí dne rozdělené podle typu dne a období

Dalším důležitým zjištěním této studie je pozorovaný signifikantní nárůst poměru přímé a rozptýlené radiace projevující se jak na stanici Mokré louky, tak i na stanici Kuchařovice (obr. 150). Pro ostatní stanice nemohl být zmíněný poměr testován, protože se na nich neměří údaje o přímém a rozptýleném slunečním záření.



Obr. 150: Úhrn přímého a difúzního záření ve vegetační sezóně v MJ/m<sup>2</sup> na stanicích Kuchařovice a Mokré louky

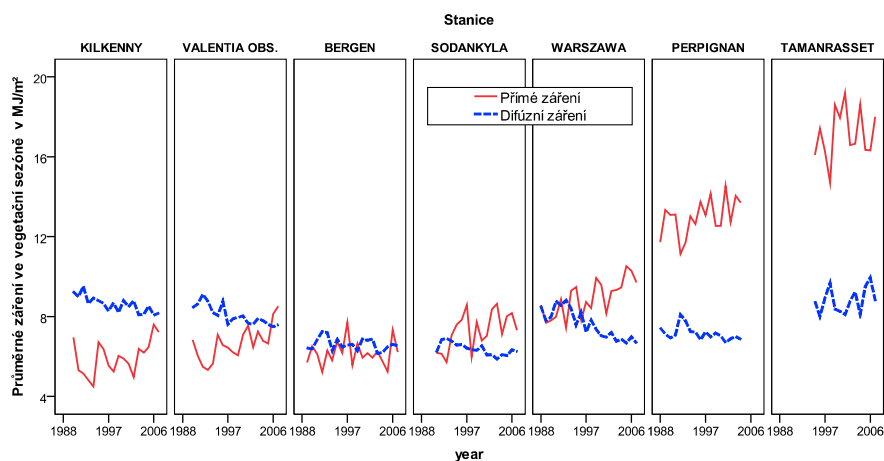
## 5.9.2. Porovnání Mokrých luk se stanicemi v Evropě a okolí

V části 5.8. a 5.9.1. byl kromě jiného studován i vliv krajiny, vegetace a vodního cyklu na teplotu vzduchu. Ukázala jsem, že změna teploty vzduchu souvisí se změnami v krajině a v hydrologickém cyklu. Změna krajiny v rámci ČR má v porovnání se změnami probíhajícími ve světě poměrně malý rozsah. Pokud budeme studovat více diverzifikované krajinné typy, projeví se změna klimatu při změně krajiny výrazněji. Proces desertifikace se projeví v klimatických proměnných úbytkem vody, s tím souvisejícím zvýšeným množstvím dopadající přímé sluneční radiace, růstem maximální teploty vzduchu, růstem denní teplotní amplitudy a snížením denních teplotní minim.

Kdykoliv jsme schopni sledovat proces desertifikace v klimatologických údajích, budou výše uvedené změny probíhat. Problém je, že klimatické údaje se měří relativně krátce, proces desertifikace je pozvolný a není explicitně zachycen v klimatických proměnných. Na probíhající proces desertifikace lze však usuzovat ze zvyšujícího se rozsahu pouští, (FAO, 2007; Abahussain *et al.*, 2002; Geist, 2005). Projevuje se i v rostoucím poměru přímé a difúzní radiace, který se v Evropě zvyšuje statisticky významně na 80 % stanic.

V této kapitole jsou hodnoceny změny v úhrnech přímé a rozptýlené sluneční radiace získané z 50-ti stanic a změny v průměrné maximální a minimální teplotě vzduchu z více než 200 klimatologických stanic v Evropě a okolí v závislosti na vegetačním typu krajiny.

Údaje o sluneční radiaci se měří od konce padesátých let minulého století (Wild *et al.*, 2005; WRDC). Wild ve svém článku (Wild *et al.*, 2008) udává počáteční pokles a následný růst globální sluneční radiace v Evropě. Tento článek, ačkoliv hojně citován, je při bližším pohledu zavádějící. Pokud rozložíme globální záření na jeho složky, přímé a rozptýlené záření, vidíme po celou dobu existence měření, nárůst úhrnů přímého záření a pokles úhrnů rozptýleného záření. Tyto změny související s postupnou změnou ve vodním režimu se v součtu v globálním záření projevují jako počáteční pokles, jedná se však především o pokles v difúzní složce a následný růst, kdy jde o růst ve složce přímého záření za trvajících mírného poklesu difúzní složky. Statisticky významný růst poměru přímého a difúzního záření se v období 1988 – 2007 projevil na více než 80 % hodnocených stanic (Kovářová, 2009; Kovářová a Pokorný, 2009; Kovářová *et al.*, 2011). Průběh průměrných sezónních úhrnů přímé a rozptýlené radiace na několika vybraných stanicích je znázorněn na (obr. 151).



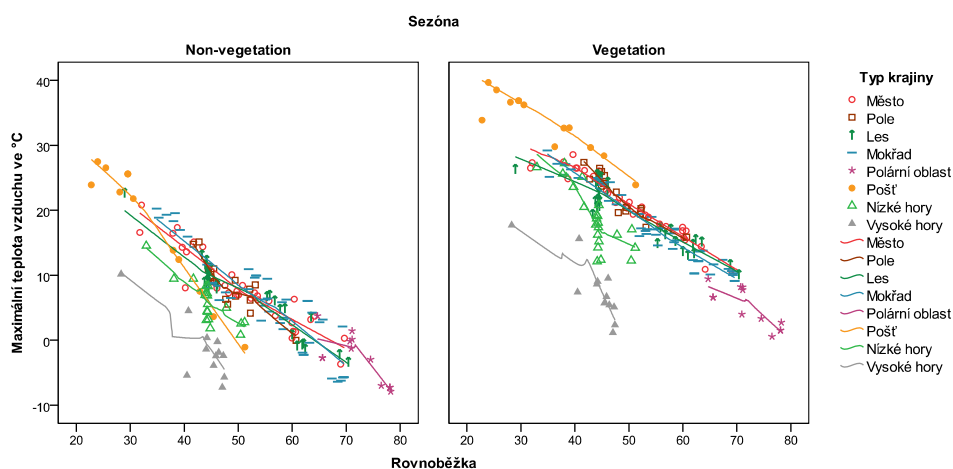
Obr. 151: Průměrné sezónní úhrny přímé a rozptýlené radiace na stanicích Kilkenny, Valentia observatory, Bergen, Sodankyla, Warszawa, Perpignan, Tamanrasset v průběhu let

Cílem této části je zhodnotit teplotu vzduchu v závislosti na typu krajiny. Klimatologické stanice jsou přiřazeny podle převažujícího typu krajiny v okolí stanice k některému z osmi krajinných typů, tj. město, pole, les, mokřad, poušť, polární oblast, nízké hory od 800 do 1 300m a vysoké hory vyšší než 1 300m. Převažující typ krajiny je klasifikován pomocí analýzy pixelů na mapě klasifikace krajinného pokryvu CORINE 2000 a v případě mokřadů též podle Ramsarského seznamu mokřadů mezinárodní důležitosti (The Ramsar List of Wetlands of International Importance). Z celkového počtu přibližně 1000 hodnocených stanic je vybráno zhruba 200 stanic, s pokud možno úplnými daty v období 1961 – 2006 s ohledem na přibližně rovnoměrné pokrytí krajinných typů. Skupiny typu krajiny poušť, polární oblast a vysoké hory jsou, jak se dá očekávat, méně četné.

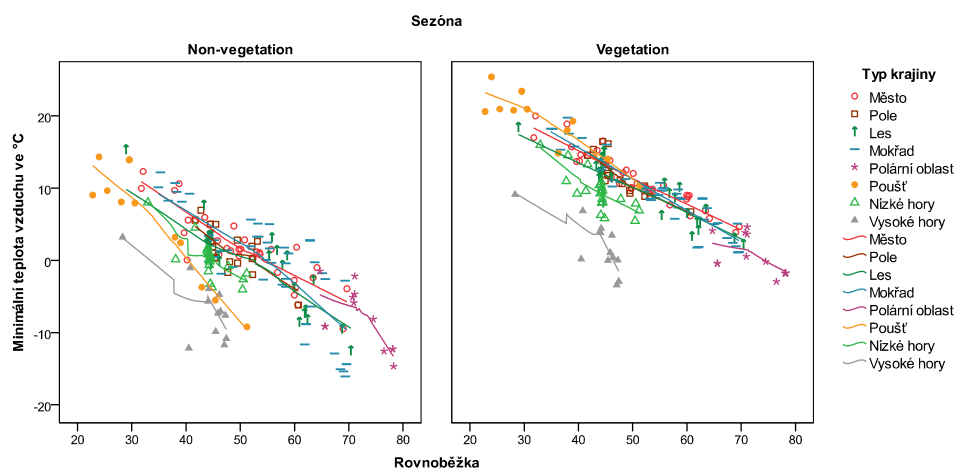
Graf průměrné maximální teploty vzhledem k zeměpisné šířce ukazuje, že průměrná maximální teplota vzduchu za celé období na poušti je přibližně o 8 °C vyšší než v krajině jiného typu nacházející se na stejné zeměpisné šířce. Rozdíl mezi ostatními krajinnými typy je menší, avšak též statisticky významný (obr. 152). Graf Průměrné minimální teploty vzduchu vzhledem k zeměpisné šířce je znázorněn na obr. 153. Hodnota průměrné minimální teploty na poušti odpovídá hodnotě průměrné minimální teploty vzduchu vzhledem k zeměpisné poloze. Tento fakt vypovídá o větší denní teplotní amplitudě na poušti v porovnání s jinými typy krajiny. Průměrná maximální teplota vzduchu je tak v krajině bez vody vyšší, protože dopadající sluneční energie není spotřebována na přeměnu vody na vodní páru. V noci naopak přítomnost vodní páry zvyšuje minimální teplotu tím, že může uvolnit teplo při přeměně vodní páry na vodu. Krajina bez vody tak vykazuje větší teplotní výkyvy, což lze pozorovat i v suchých dnech v dostatečně zavodněných oblastech při eventuálních epizodách sucha.

Při porovnání průměrné maximální teploty vzduchu na poušti a v mokřadech přes desetiletí je možné pozorovat větší růst maximální teploty vzduchu v mokřadu v porovnání s krajinou typu poušť (obr. 154). Tento jev lze vysvětlit pomocí většího úbytku vody v mokřadech v porovnání s již vysušenou pouští (Kovářová a Pokorný, 2009; Kovářová, 2009; Kovářová *et al.*, 2011).

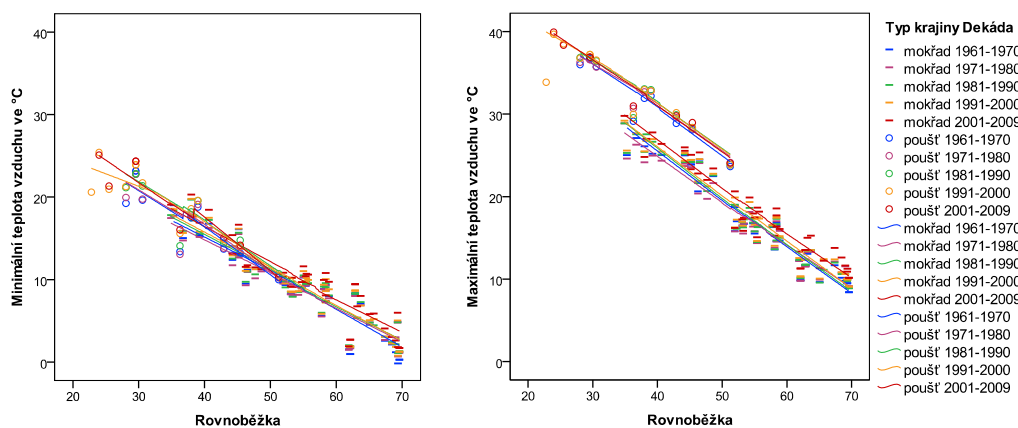
Mokrý louky svou nízkou minimální teplotou a vysokou teplotní amplitudou zůstávají jedinečné i rámci evropských stanic. Maximální teplota vzduchu je vzhledem k minimální teplotě vzduchu na Mokřých loukách v porovnání s jinými stanicemi vysoká a dále roste.



Obr. 152: Průměrná maximální teplota stanic v závislosti na jejich zeměpisné šířce rozdělených podle typu krajiny a sezóny



Obr. 153: Průměrná minimální teplota stanic v závislosti na jejich zeměpisné šířce rozdělěných podle typu krajiny a sezóny



Obr. 154: Porovnání minimální a maximální denní teploty vzduchu na poušti a v mokřadu v závislosti na jejich zeměpisné šířce přes dekády

## 6. Diskuse

Práce převážně v grafické podobě popisuje klima Mokřých luk a jeho změny pomocí údajů zaznamenaných v průběhu minulých 30-ti, v některých případech i téměř 50-ti let. Ukazuje rozdělení a vzájemnou závislost jednotlivých klimatických proměnných zaznamenaných na Mokřých loukách v denních i hodinových intervalech. Porovnáním klimatických údajů ze souběžného měření na stanici lučina a vrbina i za použití údajů z jiných meteorologických stanic poukazuje na důležitý vliv vody a vegetace na klima dané oblasti a dává do souvislosti změny proběhlé na Mokřých loukách se změnami na jiných stanicích.

Vliv vegetace na klima je podrobně popsán v kapitole 5.8. , porovnávající lokální klima dvou blízkých meteorologických stanic Mokřé louky lučina a Mokřé louky vrbina, na kterých v období 1978 – 1991 probíhala souběžná měření všech meteorologických údajů. Větší vliv vegetace a tím i mírnější místní klima ve vrbíně se projevuje v teplotních datech nižší maximální a vyšší minimální teplotou vzduchu obr. 131, obr. 133, obr. 134 a vyšší teplotou půdy obr. 132. Ve vlhkostních údajích vidíme vyšší relativní vlhkost vzduchu ve vrbíně, především kolem 14-té hodiny obr. 135, obr. 136, obr. 137.

Hodnocení meteorologických údajů z Mokřých luk a dalších stanic ukazuje, že teplota vzduchu roste v období 1961 – 2006 významně na všech hodnocených stanicích, což je v souladu se závěry IPCC (2007). Zároveň však nachází rozdíly v růstu maximální teploty vzduchu na různých stanicích, s největším pozorovaným růstem na stanici Mokřé louky, který je spojen s významným poklesem počtu srážkových dní a se změnami v seskupení srážkových a bezsrážkových dní. Rozdíly mezi jednotlivými stanicemi lze pozorovat i v dalších proměnných. Pokles četnosti dlouhých srážkových období a růst četnosti dlouhých bezsrážkových období přes desetiletí pozorovaný na Mokřých loukách se na horské stanici Churáňov projeví opačně, poklesem četnosti dlouhých bezsrážkových období a růstem četnosti dlouhých srážkových období (obr. 142).

Metoda přeuspořádání dní v závislosti na srážkovém cyklu poskytuje významnou informaci o závislosti teploty na hydrologickém cyklu a zároveň podstatným způsobem přispívá k objasnění příčiny růstu teploty vzduchu (obr. 147, obr. 148). Maximální teplota vzduchu v bezsrážkovém období v závislosti na vzdálenosti od posledního srážkového dne roste, zatímco ve srážkovém období tato teplota v závislosti na vzdálenosti od posledního bezsrážkového dne klesá (obr. 147). Změny v četnosti a seskupení bezsrážkových a srážkových dní tak přímo ovlivní maximální teplotu vzduchu. Růst maximální teploty vzduchu přes desetiletí je způsoben změnami v množství a skladbě na povrch země dopadající sluneční radiace (obr. 18, obr. 150 a obr. 151), která je, jak lze snadno ukázat (obr. 151), ovlivněna typem krajiny, především stavem vegetace a vody. Minimální teplota vzduchu obvykle, stejně jako maximální teplota vzduchu, v závislosti na vzdálenosti od posledního bezsrážkového dne ve srážkových dnech klesá a v bezsrážkových dnech v závislosti na vzdálenosti od posledního srážkového dne roste. Opačný trend projevující se ke konci sledovaného období 1961 – 2006 na Mokřých loukách růstem minimální teploty vzduchu ve srážkových dnech v závislosti na vzdálenosti od bezsrážkového dne lze vysvětlit transportem tepla přicházejícího do oblasti Mokřých luk se srážkami.

Původní Köppenova (Köppen, 1936) klasifikace klimatických oblastí považuje, kromě zeměpisné polohy a nadmořské výšky, vodu a vegetaci za hlavní faktory určující typ podnebí.

Odvodnění krajiny a pokles vegetačního krytu se bezprostředně projeví výraznými změnami v klimatických proměnných. Ve srážkových datech se nižší obsah vody v krajině projeví nižší četností srážek, nižšími ročními srážkovými úhrny, méně častým střídáním srážkových a bezesrážkových cyklů (obr. 86, obr. 87, obr. 88, obr. 144; Kovářová a Pokorný, 2009). V radiačních datech lze téměř v celé Evropě pozorovat významný růst úhrnů přímé sluneční radiace za současného poklesu rozptýlené radiace (obr. 18, obr. 150, obr. 151). V teplotních údajích se projeví růstem maximální teploty vzduchu a růstem denní teplotní amplitudy (obr. 52, obr. 140). Závislost složek slunečního záření na vodě je názorně vyjádřena na obr. 19 a obr. 127.

Klima daného místa souvisí se stavem krajiny, vegetace a vody v tomto místě. Každá změna v krajině a vegetaci se okamžitě projeví změnou klimatologických charakteristik (Shaver *et al.*, 2000; McPherson, 2007). Existují poměrně dlouhodobé záznamy teploty a dalších klimatologických parametrů, problém je však tom, že nejsou k dispozici odpovídající záznamy o změnách proběhlých v krajině. Přítomnost vegetace a vody v krajině aktivně ovlivňuje přeměnu dopadající sluneční energie a zmírňuje klima. V místech, kde by bylo možné sledovat proces desertifikace, by bylo možné sledovat i proces teplotních změn. Zdánlivě paradoxně tak největší teplotní růst lze v současné době, v době již značně pokročilého procesu desertifikace kontinentů v důsledku zásahů člověka do krajiny odvodňováním, ať už úmyslným nebo jako vedlejší efekt jiné lidské činnosti, pozorovat v mokřadech a dobře zavodněných oblastech (obr. 154). Teplota v krajině bez vegetace dosahuje v závislosti na zeměpisné poloze svého maxima a nemůže již příliš růst.

Vztah vody a teploty lze, jak plyne z výše uvedených hodnocení, vyjádřit zhruba následovně. Odvodnění krajiny způsobí zvýšení dopadající přímé sluneční radiace, což vede k růstu maximální teploty vzduchu. Vztah vody a minimální teploty vzduchu je složitější. Minimální teplota vzduchu při odvodnění krajiny spíše klesá. Na druhou stranu zvýšené množství dopadající sluneční energie vede současně i k růstu minimální teploty vzduchu, jak je vidět z poměrně vysoké kladné korelace mezi minimální a maximální teplotou vzduchu (obr. 53, obr. 145). Tvrzení, že vysoký obsah vody ve vzduchu zmírňuje klima, to znamená snižuje denní teplotní amplitudu i denní teplotní maxima zatímco denní teplotní minima zvyšuje, plyne z mnoha hodnocení uvedených výše (porovnání lučina vrbina, růst minimální teploty vzduchu na Mokřých loukách v závislosti na pořadí srážkového dne, relativně vzhledem k zeměpisné poloze vyšší minimální teplota vzduchu v dobře zavodněných oblastech, vysoká maximální teplota vzduchu na pouštích). Větší nezávislost vztahu minimální a maximální teploty vzduchu na Mokřých loukách ukazuje, že voda dokáže efektivně regulovat množství dopadající sluneční radiace i množství zpětně vyzářeného tepla.

Model vztahu vody a teploty je téměř nemožné hledat na základě denních nebo i hodinových údajů. Voda reguluje množství dopadající sluneční energie v daleko kratších intervalech, dá se říci spojitě, jak lze vidět například při pozorování rychlosti změn ranní mlhy v krajině (Foto 19, Foto 20).



Foto 19: Mlha nad loukou



Foto 20: Mlha v údolí



Voda svým neustálým koloběhem řízeným dopadající sluneční energií ovlivňuje množství této dopadající energie (obr. 19) a tím i teplotu vzduchu. Je to právě rychlost a bezprostřednost vztahu vody a teploty, které způsobují těžkosti při zabudování vlivu vody do klimatických modelů.

Vliv vody a vegetace na klima je probrán v disertační práci (Rejšková, 2009). Celkově je možné říci, že vegetace dokáže hospodařit s vodou tak, aby si zajistila co nejvýhodnější podmínky pro svůj život. Vegetace tak velice významným způsobem přispívá ke zmírnění klimatických výkyvů tím, že udržuje rovnoměrné množství vody v krajině a posiluje tak zmírňující účinky vody na podnebí.

Důkazy o vlivu vegetace na klima je možné nalézt ve světě téměř kdekoliv. Na Sahaře, v povodí Nigeru, vegetace zvyšuje množství zadržené vody a prostřednictvím evapotranspirace ovlivňuje klima (Mougin *et al.*, 2009). Rozsáhlé odlesnění vedlo ke snížení množství zadržované vody a k projevům sucha v oblasti Mau forest v Africe (Hesslerová a Pokorný, 2010) a vytvořilo ostrůvky nestability v jinak velice stabilním klimatu deštných pralesů Amazonie (Wanga *et al.*, 2009).

Vypařování je nejdůležitější hydrologická funkce vody na Zemi, vypařování totiž zajišťuje dešť. Tím, že odlesňování a urbanizace snižují plochu pokrytou rostlinami a tedy i schopnost evapotranspirace v těchto oblastech, je více krátkovlnného slunečního záření přeměněno na dlouhovlnné tepelné emise a pocitové teplo. Vyšší povrchové teploty vytvářejí efekt tepelných ostrovů přispívajících k lokální a nakonec i globální změně klimatu. Zachytávání dešťové vody je proto klíčová strategie proti zvyšování teplot a vysychání (Schmidt, 2010).

Intenzivní kondenzace spojená s vysokou evapotranspirací z pralesů vytváří regiony s nízkým atmosférickým tlakem. To způsobuje tok vlhkého vzduchu proudícího z oceánů nad kontinent a nahrazujícího ztráty vody způsobené odtokem řek. Naopak, odlesnění způsobuje vysychání v důsledku opačného toku vlhkého vzduchu. Zachování a udržení lesů je základní strategie jak pro ochranu vody, tak pro zabezpečení plochy kontinentů proti klimatickým extrémům jako jsou povodně, sucha, hurikány a tornáda (Ripl, 2010).

Ekosystémy využívají sluneční energii na samoorganizaci a ochlazování sebe sama, přičemž vzniklou entropii odevzdají do atmosféry ve formě tepla. Tohoto energetického přenosu je dosaženo pomocí evapotranspirace rostlinami. Zatímco globální oteplování je běžně připisováno atmosférickému CO<sub>2</sub>, výzkumy ukazují, že vodní pára má koncentraci o dva řády vyšší než ostatní skleníkové plyny. Je třeba, aby hospodaření v krajině chránilo vodní cyklus s jeho schopností disipace příchozí sluneční energie (Pokorný *et al.*, 2010).

Práce prezentuje analýzu teplotních změn spojenou se změnami v hydrologickém cyklu v mokřadu v porovnání se změnami na jiných stanicích. Mokřady jsou známy svým silným vlivem na hydrologický cyklus (Bullock a Acreman, 2003). Změny v množství zdrojů, z kterých se mokřad obnovuje, mohou být pro budoucí vývoj mokřadu alespoň stejně důležité jako změny v srážkových úhrnech a výparu vody z mokřadu (Woo *et al.*, 1993). Vliv klimatické změny na mokřady je důležité studovat (Jolly *et al.*, 2008; Acreman *et al.*, 2009). Dlouhodobé klimatické záznamy z mokřadů a vodních rezervoárů (Moran *et al.*, 2008) jsou užitečným prostředkem pro porozumění příčinám klimatické změny.

Klimatická změna je v této práci prezentována jako důsledek činnosti lidí. Změna podnebí však není dávana do souvislosti se zvýšeným obsahem skleníkových plynů, ale je vysvětlována jako následek lidmi způsobeného narušení biosférické rovnováhy, které vede k narušení hydrologického cyklu.

Předpovědi změny klimatu na základě zvýšené koncentrace skleníkových plynů hovoří o zvýšení teploty o zhruba 4°C v příštích 100 letech. Maximální teplota vzduchu na poušti je o 4 °C – 8 °C vyšší než teplota vzduchu vzhledem k zeměpisné poloze odpovídajících oblastí (obr. 152). Lze oprávněně předpokládat, že eventuální přeměnou kontinentů na vyprahlé pustiny stoupne teplota vzduchu na kontinentech o zmíněných 4 °C – 8 °C. Růst teploty vzduchu v dostatečně zavodněných oblastech lze vysvětlit zvýšeným množstvím transportovaného tepla do těchto oblastí ve formě srážek.

Pro důkaz úbytku vody není třeba chodit daleko do minulosti. Ještě před přibližně 30-ti lety platilo pravidlo jedenáctá rozhodne, tradující se v našich končinách po staletí. Pravidlo jedenáctá rozhodne znamená, že teprve krátce před polednem, v 11 hodin, lze předpovědět, zda vodní pára obsažená v přízemním vzduchu klesne a bude slunečno nebo vystoupá a obloha se zatáhne mraky. V současnosti se výskyt ranních mlh omezil nanejvýš na vlhčí a chladnější podzimní měsíce. V letních měsících často od časného rána svítí slunce, což lze pozorovat i v datech slunečního záření.

Dva miliony let se člověk živil lovem a sběrem, teprve v průběhu posledních několika tisíců let, od časů prvních zemědělců, začal mýcením a vypalováním lesů, regulováním vodních toků, pěstitelstvím a chovem dobytka postupně vysušovat a odvodňovat krajinu a neustále působit proti přirozenému trendu přírody. Vysušování krajiny jako následek špatného hospodaření probíhalo zpočátku nenápadně. Již Aristoteles ve svém díle *Meteorologica* (Aristoteles, 350 př. n. l.) zmiňuje pozvolný ústup úrodné nížiny Nilu a rozšiřování pouště, který však byl v té době natolik pomalý, že ho lidé během svého života vůbec nezaznamenali. Zmínky o změně podnebí v důsledku kácení lesů lze nalézt i v díle o životě mořeplavce Kolumba (Colón, 1960). Děje, které v minulosti probíhaly pouze lokálně a vedly k zániku starověkých civilizací, mají v současnosti vzhledem k sílící globalizaci celosvětový dopad.

Odvodňování, odstraňování vegetačního krytu (Cotton a Pielke, 2007) a následný rostoucí výskyt sucha (Briffa *et al.*, 2009; Trnka *et al.*, 2009) se projevuje po celém světě. Rozšiřování pouští (Le Houérou, 1996; Liu *et al.*, 2004; Geist, 2005), vysychání řek (Hisdal *et al.*, 2001; Shiklomanov, 2007; Dai *et al.*, 2009), intenzivní odlesňování (Wright, 2005; Miles *et al.*, 2006; Betts *et al.*, 2008), zvyšující se podíl zastavěné plochy (Arnfield, 2003), degradace krajiny (Turnbull *et al.*, 2008), zemědělství (Ramankutty *et al.*, 2006) a mnoho dalších činností člověka se v současnosti stejně jako v minulosti (Ponting, 1993; Williams a Balling, 1996; Haug *et al.*, 2003; Diamond, 2005; Fagan, 2008) podílí na poklesu vody v krajině a přispívá ke změně klimatu.

## 7. Závěr

Změna hydrologického režimu se na Mokřých loukách projevuje významněji než na jiných stanicích v České republice. Navržená metoda zkoumání srážkově teplotních souvislostí potvrzuje silnou závislost na povrch země dopadajícího slunečního záření a následně i teploty vzduchu na srážkovém cyklu. Představuje tak nový pohled na příčinu změny klimatu, kde změna klimatu je přisuzována postupnému úbytku trvalé funkční vegetace a probíhající globální desertifikaci kontinentů.

Změny probíhající na Mokřých loukách jsou jen příkladem změn probíhajících na mnoha místech světa. Ztráta vegetace a odvodňování pevniny se projeví rostoucím poměrem přímé a difuzní radiace, klesajícím počtem srážkových dní a prodlužující se délkou bezesrážkových období a růstem teploty vzduchu.

Porovnání teploty vzduchu v závislosti na typu krajiny upozorňuje na nepřekvapující fakt, že maximální teplota vzduchu stejně jako denní teplotní amplituda je na poušti vyšší než v jiných typech krajiny, zatímco tato teplota je v mokřadech a lesích nižší.

Krajina a podnebí jsou ve vzájemné dynamické rovnováze. Všude, kde lze sledovat proces desertifikace v teplotních datech je možné pozorovat teplotní růst. Teplota stoupá v oblastech, kde lze zaznamenat odvodnění, jako důsledek uvolnění velkého množství energie spotřebované dříve na odpar vody. Stoupá však i v dostatečně zavodněných místech jako následek transportu tepla do těchto oblastí ve formě srážek.

Změna krajiny se projeví změnou lokálního klimatu. Rozsáhlá změna krajiny může ovlivněním proudění vzdušných mas měnit podnebí vzdálených míst a následně i krajinu v těchto místech. Práce ukazuje, že klima je ovlivňováno postupnou změnou hydrologických poměrů, kdy mírné podnebí vlhkých lesů se v důsledku odlesnění a odvodnění může změnit v suché kontinentální klima vyprahlých pustin.

Voda v každém stavu je důležitá pro zemský klimatický systém. Odvodňování, odlesňování, zemědělství i výstavba přispívají ke klimatické změně. Návrat vegetace a vody do krajiny jsou hlavní prostředky na snižování nepříznivých účinků klimatické změny.

# Literatura

- Acot P. 2006. *Historie a změny klimatu*. Karolinum: Praha. 240 stran. ISBN 8024608693
- Acreman MC, Blake JR, Booker DJ, Harding RJ, Reynard N, Mountford JO, Stratford CJ. 2009. A simple framework for evaluating regional wetland ecohydrological response to climate change with case studies from Great Britain. *Ecohydrology* 2: 1–17.
- Adamec L, Kovářová M. 2006. Field growth characteristics of two aquatic carnivorous plants, *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 41: 395–406.
- Adams J, Maslin M, Thomas E. 1999. Sudden climate transitions during the Quaternary. *Progress in Physical Geography* 23: 1, 1–36. DOI: 10.1177/030913339902300101.
- Arguez A, Vose RS. 2011. The Definition of the Standard WMO Climate Normal: The Key to Deriving Alternative Climate Normals. *Bulletin of the American Meteorological Society* 92: 699–704. DOI: 10.1175/2010BAMS2955.1
- Aristoteles, kolem 350 př. n. l.; *Meteorology*, By Aristotle Written 350 B.C.E Translated by E. W. Webster, <http://classics.mit.edu/Aristotle/meteorology.html>
- Aristotle. 1952. *Meteorologica*. ISBN-10: 9780674994362.
- Arnfield AJ. 2003. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology* 23: 1–26.
- Arrhenius S. 1896. On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science Ser 5* 41 (251): 237–276.
- Boucher O, Myhre A, Myhre G. 2004. Direct human influence of irrigation on atmospheric water vapour and climate. *Climate Dynamics* 22: 597–603.
- Briffa KR, Jones PD, Schweingruber FH, Shiyatov SG, Cook ER. 1995. Unusual twentieth-century summer warmth in a 1,000-year temperature record from Siberia. *Nature* 376: 156–159.
- Briffa KR, van der Schrier G, Jones PD. 2009. Wet and dry summers in Europe since 1750: evidence of increasing drought. *International Journal of Climatology* 29: 1894–1905. DOI:10.1002/joc.1836.
- Broecker W. 1975. Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? *Science* 189: 460–463.

Bullock A, Acreman M. 2003. The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences* 7: 358–389.

Camp CD, Tung KK. 2007. Surface warming by the solar cycle as revealed by the composite mean difference projection. *Geophysical research letters* 34, L14703, DOI:10.1029/2007GL030207

Capra F. 2004. *Tkán života: nová syntéza mysli a hmoty*. Academia: Praha. ISBN 80-200-1169-2

Cess RD, Potter GL, Blanchet JP, Boer G, Ghan SJ, Kiehl JT, Liang X-Z, Mitchell JFB, Morcrette J-J, Randall DA, Riches MR, Roeckner E, Schlese U, Slingo A, Taylor KE, Washington WM, Wetherald RT, Yagai I. 1989. Intercomparison and interpretation of cloud-climate feedback as produced by fourteen atmospheric general circulation models. *Science* 245: 513–516.

Cílek V. 2011. *Krajiny vnitřní a vnější*. Dokořán: Praha. 272 stran. ISBN 80-7363-042-7

Colón F. 1960. *The Life of the Admiral Christopher Columbus, by His Son, Ferdinand*. Folio Society: London. 400 stran. ISBN-10: 0813518016.

Cotton WR, Pielke RA. 2007. *Human Impacts on Weather and Climate*. Cambridge University Press: Cambridge. 320 stran. ISBN:9780521840866. DOI: 10.2277/0521840864

Čížková H, Pechar L, Husák Š, Květ J, Bauer V, Radová J, Edwards K. 2001. Chemical characteristics of soils and pore waters of three wetland sites dominated by *Phragmites australis*: relation to vegetation composition and reed performance. *Aquatic Botany* 69: 235–249.

Dai A, Qian T, Trenberth KE, Milliman JD. 2009. Changes in continental freshwater discharge from 1948-2004. *Journal of Climate* 22: 2773–2792.

Dalrymple GB. 2001. *The age of the Earth in the twentieth century: a problem (mostly) solved*. Geological Society, London, Special Publications 190: 205–221. DOI:10.1144/GSL.SP.2001.190.01.14.

DeFries RS, Houghton RA, Hansen MC, Field CB, Skole D, Townshend J. 2002. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99 (22): 14256–14261

Diamond JM. 2005. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Press: New York.

Dirmeyer PA, Niyogi D, de Noblet-Ducoudré N, Dickinson RE, Snyder PK. 2010. Impacts of land use change on climate. *International Journal of Climatology Special Issue* 30, 13: 1905–1907.

- Dušek J, Čížková H, Czerný R, Taufarová K, Šmídová M, Janouš D. 2009. Influence of summer flood on the net ecosystem exchange of CO<sub>2</sub> in a temperate sedge-grass marsh. *Agricultural and Forest Meteorology* 149: 1524–1530.
- Dykyjová D. 2000. *Třeboňsko: příroda a člověk v krajině pětileté růže*. Carpio: Třeboň. 111 stran.
- Fagan B. 2008. *The great warming: climate change and the rise and fall of civilizations*. Bloomsbury Press: New York.
- FAO. 2007. *State of the World's Forests 2007*. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.
- Flannery T. 2007. *Měníme podnebí - Minulost a budoucnost klimatických změn*. 272 stran. ISBN 978-80-7363-121-5
- Foley JA, Costa MH, Delire C, Ramankutty N, Snyder P. 2003. Green Surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1 (1): 38-44
- Foley JA, DeFries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, Chapin FS, Coe MT, Daily GC, Gibbs HK, Helkowski JH, Holloway T, Howard EA, Kucharik ChJ, Monfreda Ch, Patz JA, Prentice IC, Ramankutty N, Snyder PK. 2005. Global Consequences of Land Use. *Science* 309: 570–574.
- Geeson N, Brandt CJ, Thornes JB. 2002. *Mediterranean desertification: a mosaic of processes and responses*. John Wiley & Sons. 58 stran. ISBN 9780470844489.
- Geist H. 2005. *The Causes and Progression of Desertification*. Ashgate Publishing, Ltd: Aldershot England.
- Grotzinger J, Jordan TH, Press F, Siever R. 2007. *Understanding Earth*. W. H. Freeman: New York. ISBN-10: 07167-6682-5
- Haug GH, Günther D, Peterson LC, Sigman DM, Hughen KA, Aeschlimann B. 2003. Climate and the collapse of Maya civilization. *Science* 299: 1731–1735.
- Hayden B.P., 1998. Ecosystem feedbacks on climate at the landscape scale. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 353: 5–18.
- Hesslerová P. 2008. Landscape functioning assessment based on radiation temperature distribution. *Acta Universitatis Carolinae. Geographica*. ISSN 0300-5402
- Hesslerová P, Pokorný J. 2010. Forest clearing, water loss, and land surface heating as development costs. *International Journal of Water* 5(4): 401–418.

Hesslerová P, Pokorný J. 2011. Effect of Mau Forest Clear Cut on Temperature Distribution and Hydrology of Catchment of Lakes Nakuru and Naivasha: Preliminary Study. In *Water and Nutrient Management in Natural and Constructed Wetlands*, Vymazal J, et al (eds). Springer: Dordrecht, Heidelberg, London, New York; 263–273. DOI: 10.1007/978-90-481-9585-5\_19.

Holtanová E, Kalvová J, Mikšovský J, Pišoft P, Motl M. 2010. Analysis of uncertainties in regional climate model outputs over the Czech Republic. *Studia Geophysica et Geodaetica* 54, 513-528.

Holubičková B. 1959. Příspěvek ke studiu rašeliništní vegetace. I. Mokré louky u Třeboně. *Sborník Vysoké školy zemědělské v Praze*. 245–258.

Hopkinson L, Wynn T. 2009. Vegetation impacts on near bank flow. *Ecohydrology* 2: 404–418. DOI: 10.1002/eco.87

IPCC. 2007. International Panel of Climate Change: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva. 104 stran.

Jankovská V. 1987. Entwicklung des Moores Mokré Louky bei Třeboň im Postglazial (Paläoökologische Studie). *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 22: 199–216.

Jankovská V. 2002. Late Glacial and Holocene landscapes of the Třeboň basin. In *Freshwater wetlands and their sustainable future. A case study of Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czech Republic*. Květ J, Jeník J, Soukupová L (eds.) Man and the Biosphere series, vol.28, UNESCO, Paris: 393–398.

Jeník J, Květ J. 1984. Long-term research in the Třeboň Biosphere Reserve, Czechoslovakia. In *Ecology in Practice, part.1*. Di Castri F, Baker FWG, Hadley M (eds). Tycooly International Publishing Limited, Dublin/UNESCO, Paris: 437–459

Jeník J, Květ J. 2002. Human impacts on the Třeboň Basin Biosphere Reserve. In *Freshwater wetlands and their sustainable future. A case study of Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czech Republic*. Květ J, Jeník J, Soukupová L (eds.) Man and the Biosphere series, vol.28, UNESCO, Paris: 3–9.

Johnston JS. 2010. *Global Warming Advocacy Science: a Cross Examination*. Research paper No. 10-08. University of Pennsylvania Law School. ILE Institute for law and economics.

Jolly ID, McEwan KL, Holland KL. 2008. A review of groundwater–surface water interactions in arid/semi-arid wetlands and the consequences of salinity for wetland ecology. *Ecohydrology* 1: 43–58.

Kleczek J. 2011. *Život se Sluncem a ve vesmíru*. Paseka: Praha, Litomyšl. 289 stran. ISBN: 978-80-7432-075-0

Klein Tank AMG, Wijngaard JB, Können GP, Böhm R, Demarée G, Gocheva A, Mileta M, Pashiardis S, Hejkrlik L, Kern-Hansen C, Heino R, Bessemoulin P, Müller-Westermeier G, Tzanakou M, Szalai S, Pálsdóttir T, Fitzgerald D, Rubin S, Capaldo M, Maugeri M, Leitass A, Bukantis A, Aberfeld R, van Engelen AFV, Forland E, Miletus M, Coelho F, Mares C, Razuvaev V, Nieplova E, Cegnar T, López Antonio J, Dahlström B, Moberg A, Kirchhofer W, Ceylan A, Pachaliuk O, Alexander LV, Petrovic P. 2002. Daily dataset of 20th-century air temperature and precipitation series for European Climate Assessment. *International Journal of Climatology* 22: 1441-1452.

Klein Tank AMG, Können GP. 2003. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–1999. *Journal of Climate* 16: 3665–3680.

Klimadata Bot. Inst. Ac. Sci. 2003. *Klimatologická data Mokrý Louky u Třeboně 1977 – 2002*. Botanický ústav AV ČR, hydrobotanické oddělení.

Kociánová M, Jankovská V, Štursová H. 2010. Palsy a lithalsy, proč ano, proč ne v minulosti v Krkonoších. *Opera Corcontica* 47: 83–110.

Köppen W. 1936. Das geographische System der Klimate. In: Köppen W, Geiger G (eds.). *Handbuch der Klimatologie* 1. C. Gebr, Borntraeger, Berlin: 1–44.

Kosmova kronika. 1120.

Kovářová M. 2004a. Databáze klimatologických údajů - Mokrý Louky. *III. seminář z ekologie mokřadů a hydrobotaniky, pořádaný na paměť Slavomila Hejného*. Třeboň, Czech Republic.

Kovářová M. 2004b. Projevy globální změny v biosférické rezervaci Třeboňsko. In: *ROBUST 2004. Sborník prací 13. letní školy JČMF*. Antoch J, Dohnal G (eds). JČMF, Praha: 217-224. ISBN 80-7015-972-3, JČFM 57-552-04.

Kovářová M. 2004c. Hodnocení dlouhodobých dat teploty, vlhkosti a srážek z mokřadního ekosystému Mokrý Louky u Třeboně. *Klimatické změny a modelování atmosférických procesů*. Seminář České meteorologické společnosti, Radostovice u Mladé Vožice.

Kovářová M, Pokorný J. 2005a. Hodnocení dlouhodobých dat teploty, vlhkosti vzduchu a srážek z Mokrých Luk u Třeboně. *Meteorologické Zprávy* 58 (2): 51–60. ISSN 0026-1173.

Kovářová M, Pokorný J. 2005b. Dlouhodobé změny místního klimatu na Mokrých Loukách u Třeboně. *IV. seminář z ekologie mokřadů a hydrobotaniky, pořádaný na paměť Slavomila Hejného*. Třeboň, Czech Republic.

Kovářová M. 2006a. Změny denních maxim a minim teploty vzduchu. In *ROBUST 2006. Sborník prací 14. zimní školy JČMF*. Antoch J, Dohnal G (eds). JČMF, Praha: 175–179. ISBN 80-7015-073-4, JČMF 57-554-06

Kovářová M. 2006b. Extrémní meteorologické jevy pozorované na Mokrých loukách. *Seminář České meteorologické společnosti*. Labská bouda, Czech Republic.



Kovářová M, Pokorný J. 2006. Long term meteorological monitoring on Wet Meadows in Třeboň Biosphere Reserve. *Compstat 2006*. Rome, Italy.

Kovářová M, Pokorný J. 2007a. Meteorological measurements on Mokré Louky wetland by Třeboň related to the change of hydrological cycle. *2<sup>nd</sup> annual Meeting of the Society of Wetland Scientists Europe "Linking Wetland Science and Scientists from Eastern and Western Europe"*. Třeboň, Czech Republic.

Kovářová M, Pokorný J. 2007b. Long term meteorological monitoring on Wet Meadows in relationship with global change. *18<sup>th</sup> annual meeting of the International Environmetrics Society*. Mikulov, Czech Republic.

Kovářová M. 2009. The causes of climate change. *19<sup>th</sup> annual meeting of the International Environmetrics Society*. Bologna, Italy.

Kovářová M, Pokorný J. 2009. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? *WCC3 World Climate Conference*. Geneva, Switzerland.

Kovářová M, Pokorný J. 2010. Comparison of long-term monitoring of temperature and precipitation between wetland and other ecosystems. *Ecohydrology* 3(4): 445–456.

Kovářová M. 2011. Long term meteorological monitoring on Wet Meadows in Třeboň Biosphere Reserve. *X. seminář z ekologie mokřadů a hydrobotaniky, pořádaný na paměť Slavomila Hejného*. Třeboň, Czech Republic.

Kovářová M, Pokorný J, Štys D. 2011. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? *ISI International Statistical Institute*. Dublin, Ireland.

Kravčík M, Pokorný J, Kohutiar J, Kováč M, Tóth E. 2008. *Water the Recovery of the Climate – A New Water Paradigm*. Krupa Print: Žilina.

Krška K, Šamaj F. 2001. *Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku*. Karolinum ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem: Praha. 565 stran. ISBN 80-7184-951-0

Kuneš P, Pokorný P, Šída P. 2008. Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data. *Vegetation history and Archaeobotany* 17: 269–287.

Kutílek M. 2008. *Racionálně o globálním oteplování*. ISBN:978-80-7363-183-3.

Květ J, Jeník J, Soukupová L (eds). 2002. *Freshwater wetlands and their sustainable future. A case study of Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czech Republic*. Man and the Biosphere series, vol.28, UNESCO, Paris. 495 stran.

Labitzke K, Matthes K. 2003. Eleven-year solar cycle variations in the atmosphere: observations, mechanisms and models. *The Holocene* 13(3): 311–317. DOI:10.1191/0959683603hl623rp

Le Houérou HN. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environment* 34: 133–185.

- Lepičovská V, Dostálek C, Kovářová M. 1988. The influence of hathayogic exercise Jalandhara bandha upon the cardiovascular system. *Acta Nervosa Superior*. 30(2): 147-149.
- Lepičovská V, Dostálek C, Kovářová M. 1990. Hathayogic exercise jalandharabandha in its effect on cardiovascular response to apnoea. *Acta Nervosa Superior* 32(2): 99-114.
- Lisiecki LE, Raymo ME. 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. *Paleoceanography* 20: PA2007. DOI:10.1029/2005PA001164
- Liu S, Wang T, An P. 2004. Study on Human Activities in the Process of Land Desertification. *Arid Land Geography*. ISSN:1000-6060.0.2004-01-009
- Lukavcová M. 1980a. On Computable Real Functions, *Kybernetika* 16: 340-347. Academia Praha
- Lukavcová M, 1980b. Basic information about the BMDP computer program. *Československá, Fysiologie*.;29(6): 541-545
- Maiestas Carolina. 1353. In *ARCHIV ČESKÝ III* 1884. Palacký F (eds). Praha: 68–180.
- Makarieva AM, Gorshkov VG. 2007. Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1013–1033.
- Mares MA.(ed). 1999. *Encyclopedia of deserts*. University of Oklahoma Press. 672 stran. ISBN 978-0806131467.
- McPherson RA. 2007. A review of vegetation–atmosphere interactions and their influences on mesoscale phenomena. *Progress in Physical Geography* 31(3): 261–285.
- Milankovič M. 1941. *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*. Královská srbská akademie, Bělehrad. 636 stran. (*Canon of Insolation and the Ice Age Problem*.1998. ISBN 8617066199).
- Miles L, Newton AC, DeFries RS, Ravilious C, May I, Blyth S, Kapos V, Gordon JE. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491–505.
- Moberg A, Jones PD. 2005. Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation in central and western Europe, 1901–99. *International Journal of Climatology* 25: 1149–1171. DOI:10.1002/joc.1163.
- Moon D. 2010. The Debate over Climate Change in the Steppe Region in Nineteenth-Century Russia. *The Russian Review* 69: 251–75.
- Moore GW, Heilman JL. 2011. Proposed principles governing how vegetation changes affect transpiration. *Ecohydrology* 4: 351–358.
- Moran MS, Peters DPC, McClaran MP, Nichols MH, Adams MB. 2008. Long-term data collection at USDA experimental sites for studies of ecohydrology. *Ecohydrology* 1: 377–393.

Mougin, E, Hiernaux P, Kergoat L, Grippa M, de Rosnay P, Timouk F, Dantec VL, Demarez V, Lavenu F, Arjounin M, Lebel T, Soumaguel N, Ceschia E, Mougenot B, Baup F, Frappart F, Frison PL, Gardelle J, Gruhie C, Jarlan L, Mangiarotti S, Sanou B, Tracol Y, Guichard F, Trichon V, Diarra L, Soumaré A, Koité M, Dembélé F, Lloyd C, Hanan NP, Damesin C, Delon C, Serça D, Galy-Lacaux C, Seghieri J, Becerra S, Dia H, Gangneron F, Mazzega P. 2009. The AMMA-CATCH Gourma observatory site in Mali: Relating climatic variations to changes in vegetation, surface hydrology, fluxes and natural resources. *Journal of Hydrology* 375: 14–33.

Munzar J. 1985. *Medardova kápě aneb Pranostiky očima meteorologa*. Horizont: Praha.

Murton JB, Bateman MD, Dallimore SR, Teller JT, Yang Z. 2010. Identification of Younger Dryas outburst flood path from Lake Agassiz to the Arctic Ocean. *Nature* 464, 740–743. DOI:10.1038/nature08954.

Nahal I. 1987. *Desertification in the Arab world*. Arab Development Institute, Beirut, Libanon.

Neuhäslová Z, Blažková D, Grulich V, Husová M, Chytrý M, Jeník J, Jirásek J, Kolbek J, Kropáč Z, Ložek V, Moravec J, Prach K, Rybníček K, Rybníčková E, Sádlo J. 1998. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Academia: Praha: 341 stran. ISBN 80-200-0687-7.

Nováková E. 1971. Příspěvek ke srážkovým poměrům v jižních Čechách. *Meteorologické Zprávy* 24(3–4): 94–97. ISSN 0026–1173.

Pauling A, Paeth H. 2007. On the variability of return periods of European winter precipitation extremes over the last three centuries. *Climate of the Past* 3: 65–76.

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 4(2): 439–473. DOI:10.5194/hessd-4-439-2007.

Petit JR, Jouzel J, Raynaud D, Barkov NI, Barnola JM, Basile I, Benders M, Chappellaz J, Davis M, Delayque G, Delmotte M, Kotlyakov VM, Legrand M, Lipenkov VY, Lorius C, Pépin L, Ritz C, Saltzman E, Stievenard M. 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399: 429–436.

Pidwirny M. 2006. The Hydrologic Cycle. *Fundamentals of Physical Geography, 2<sup>nd</sup> Edition*.

Pokorný J. 1997. Opomíjená makroenergetika krajiny. *Ekologie a společnost* VII(6): 5–7.

Pokorný J. 2001. Dissipation of solar energy in landscape – controlled by management of water and vegetation. *Renewable Energy, Amsterdam*, 24: 641–645.

Pokorný J, Kučerová A. 2000. Monitoring klimatu a atmosferických depozic v CHKO Třeboňsko. In *Třeboňsko 2000 - ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech. Sborník přednášek*. Pokorný J, Šulcová J, Hátle M, Hlásek J. ENKI o.p.s.: p. 87-99, Třeboň.

Pokorný J, Šulcová J, Hátle M, Hlásek J. 2000. *Třeboňsko 2000 - ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech. Sborník přednášek*. ENKI o.p.s.: Třeboň. 344 stran.

Pokorný J, Kovářová M, Lhotský R. 2007. Strategy of Restoring the Short Hydrological Cycles in the Czech Elbe River Basin. *International Conference on Climate Change Impacts in the Czech-German Elbe River Basin 5.-6.11.2007*. Ústí nad Labem, Czech Republic.

Pokorný J, Brom J, Čermák J, Hesslerová P, Huryňa H, Hadyezhdina N, Rejšková A. 2010. Solar energy dissipation and temperature control by water and plants. *International Journal of Water* 5(4): 311–336.

Pokorný P. 2005. Role of man in the development of Holocene vegetation in Central Bohemia. *Preslia* 77: 113–128.

Ponting C. 1993. *A green history of the world. The environment and the collapse of great civilizations*. Penguin Books: New York.

Prach K. 1993. Vegetational changes in a wet meadow complex, South-Bohemia, Czech Republic. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 28: 1–13.

Prach K. 2008. Vegetation changes in a wet meadow complex during the past half-century. *Folia Geobotanica* 43: 119–130.

Přibáň K. 1978. Ekologické aspekty třeboňského klimatu. In *Ekologie a ekonomika Třeboňska*. Jeník J, Květ J (eds). Třeboň: 71–76.

Přibáň K, Ondok JP. 1980. The daily and seasonal course of evapotranspiration from a Central European sedge-grass marsh. *Journal of Ecology* 68: 547–559.

Přibáň K. 1983. Mezoklimatické měření Mokřých luk v roce 1978. In *Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboňe*. Jeník J, Květ J (eds). Studie Československé Akademie Věd. Praha: 25–32.

Přibáň K, Jeník J, Ondok JP, Popela P. 1992. *Analysis and Modelling of Wetland Microclimate. The Case Study Třeboň Biosphere Reserve*. Československé Akademie Věd: Praha. 168 stran. ISBN 80-200-0227-8.

Přibáň K, Jeník J. 2002. Climatic and hydrologic setting. In *Freshwater wetlands and their sustainable future. A case study of Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czech Republic*. Květ J, Jeník J, Soukupová L (eds.). Man and the Biosphere series, vol.28, UNESCO, Paris: 231–241

Přibáň K, Ondok JP. 2002. Evapotranspiration from sedge-grass marsh and willow carr. In *Freshwater wetlands and their sustainable future. A case study of Třeboň Basin Biosphere Reserve, Czech Republic*. Květ J, Jeník J, Soukupová L (eds.) Man and the Biosphere series, vol.28, UNESCO, Paris: 305–314.

Puchmajerová M, Jankovská V. 1978. Pylové diagramy z Třeboňské pánve. *Preslia* 50: 259–276.

- Ramankutty N, Delire Ch, Snyder P. 2006. Feedbacks between agriculture and climate: An illustration of the potential unintended consequences of human land use activities. *Global and Planetary Change* 54: 79–93.
- Randerson JT, Liu H, Flanner MG, Chambers S.D, Jin Y, Hess PG, Pfister G, Mack MC, Treseder KK, Welp LR, Chapin FS, Harden JW, Goulden ML, Lyons E, Neff JC, Schuur EAG, Zender CS. 2006. The impact of Boreal Forest Fire on Climate Warming. *Science* 314: 1130–1132.
- Rejšková A. 2009. *Non-metabolic use of solar energy in plants*. PhD thesis. The University of South Bohemia Institute of Physical Biology, Nové Hradý.
- Ripl W, Hildmann Ch. 2000. Dissolved load transported by rivers as an indicator of landscape sustainability. *Ecological Engineering* 14(4): 373–387.
- Ripl W. 2003. Water: the bloodstream of the biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 358: 1921–1934.
- Ripl W. 2004. Funktionale Landschaftsanalyse im Albert Rothschild Wildnisgebiet Rothwald. *Study*. System Institut Aqua Terra, TU-Berlin, Berlin.
- Ripl W. 2010. Losing fertile matter to the sea: How landscape entropy affects climate. *International Journal of Water* 5(4): 353–364.
- Shaver GR, Canadell J, Chapin III FS, Gurevitch J, Harte J, Henry G, Ineson P, Jonasson S, Melillo J, Pitelka L, Rustad L. 2000. Global Warming and Terrestrial Ecosystems: A conceptual framework for analysis. *BioScience* 50(10): 871-882.
- Shiklomanov, A.I., Lammers, R.B., Rawlins, M.A., Smith, L.C., Pavelsky, T.M., 2007. Temporal and spatial variations in maximum river discharge from a new Russian data set. *Journal of Geophysical Research* 112: 1–14.
- Schlesinger WH, Reynolds JF, Cunningham GL, Huenneke LF, Jarrell WM, Virginia RA, Whitford WG. 1990. Biological Feedbacks in Global Desertification. *Science* 247 (4946 ): 1043–1048. DOI:10.1126/science.247.4946.1043
- Schmidt M. 2010. Ecological design for climate mitigation in contemporary urban living. *International Journal of Water* 5(4): 337–352.
- Schrøder N, Pedersen LH, Bitsch RJ. 2004. 10,000 Years of Climate Change and Human Impact on the Environment in the Area Surrounding Lejre. *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies* 3(1):1-27.
- Sigman DM, Boyle EA. 2000. Glacial/interglacial variations in atmospheric carbon dioxide. *Nature* 407 (6806): 859–869. DOI:10.1038/35038000
- Sivakumar MVK. 2007. Interactions between climate and desertification. *Agricultural and Forest Meteorology* 142: 143–155.
- Souhrnná zpráva o povodni v srpnu 2002 za povodí Vltavy, státní podnik. 2003.

- Soukupová L. 1988. Short life-cycles in two wetland sedges. *Aquatic Botany* 30: 49–62.
- Staněk J, Balek J, Bednařík J, Binek B, Bubeníčková L, Červený J, Hladný J, Krejsa J, Křivancová S, Nekovář J, Pavlík J, Pospíšil J, Předota M, Roubal Z, Spurný P, Strnad E, Szpuk R, Tesař M, Vavruška F, Vojvodík A, Wolek M. 2002. *50 let meteorologické stanice Churáňov*. Český hydrometeorologický ústav: Praha. 105 stran. ISBN 80-85813-98- X.
- Stephens GL. 2005. Cloud feedbacks in the climate system: A critical review. *Journal of Climate* 18: 237–273.
- Stern N. 2006. What is the Economics of Climate Change? *World Economics* 7(2).10 stran.
- Sullivan S. 1996. Guest Editorial: Towards a Non-Equilibrium Ecology: Perspectives from an Arid Land. *Journal of Biogeography* 23(1): 1–5.
- Svoboda J, Vašků Z, Cílek J. 2003. *Velká kniha o klimatu zemí koruny české*. Regia. 592 stran. ISBN 978-80-86367-34-7
- Štěpánová M. 1930. Studie o vývoji jihočeských rašelin. *Spisy vydávané Přírodovědeckou Fakultou Karlovy University* 109: 1–50.
- Thieler ER, Butman B, Schwab WC, Allison MA, Driscoll NW, Donnelly JP, Uchupi E. 2007. A catastrophic meltwater flood event and the formation of the Hudson Shelf Valley. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 246: 120–136.
- Tolasz R, Brázdil R, Bulíř O, Dobrovolný P, Hájková L, Halášová O, Hostýnek J, Janouch M, Kohout M, Krška K, Křivancová S, Květoň V, Lepka Z, Lipina P, Macková J, Metelka L, Míková T, Mrkvica Z, Možný M, Nekovář J, Němec L, Pokorný J, Reitschlager JD, Richterová D, Rožnovský J, Řepka M, Semerádová D, Sosna V, Stříz M, Šercl P, Škáchová H, Štěpánek P, Štěpánková P, Trnka M, Valeriánová A, Valter J, Vaníček K, Vavruška F, Voženílek V, Vráblík T, Vysoudil M, Zahradníček J, Zusková I, Žák M, Žalud Z. 2007. *Atlas podnebí Česka*. Český hydrometeorologický ústav ; Univerzita Palackého v Olomouci: Praha Olomouc : 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČCHMU). ISBN 978-80-244-1626-7 (UP).
- Trnka M, Dubrovský M, Svoboda M, Semerádová D, Hayes M, Žalud Z, Wilhite D. 2009. Developing a regional drought climatology for the Czech Republic. *International Journal of Climatology* 29: 863–883. DOI:10.1002/joc.1745.
- Turnbull L, Wainwright J, Brazier RE. 2008. A conceptual framework for understanding semi-arid land degradation: ecohydrological interactions across multiple-space and time scales. *Ecohydrology* 1: 23–34.
- Vančata V, Lukavcová M. 1980. Multivariate analysis in morphology and taxonomy (in Czech). *Biologické listy*, 45:196-208.
- Vavruška F. 1990. *Podnebí Českých Budějovic*. Český hydrometeorologický ústav, pobočka České Budějovice.

- Veizer J, Ala D, Azmy K, Bruckschen P, Buhl D, Bruhn F, Carden GAF, Diener A, Ebneh S, Godderis Y, Jasper T, Korte Ch, Pawellek F, Podlaha OG, Strauss H. 1999.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  evolution of Phanerozoic seawater. *Chemical Geology* 161: 59–88. DOI:10.1016/S0009-2541(99)00081-9
- Wanga J, Chagnon FJF, Williams ER, Betts AK, Renno NO, Machado LAT, Bisht G, Knox R, Bras RL. 2009. Impact of deforestation in the Amazon basin on cloud climatology. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 3670–3674.
- Wild M, Gilgen H, Roesch A, Ohmura A, Long ChN, Dutton EG, Forgan B, Kallis A, Russak V, Tsvetkov A. 2005. From dimming to brightening: decadal changes in solar radiation at Earth's surface. *Science* 308: 847–850.
- Wild M, Grieser J, Schaer C. 2008. Combined surface solar brightening and greenhouse effect support recent intensification of the global land-based hydrological cycle. *Geophysical Research Letters* 35: L17706. DOI:10.1029/2008GL034842.
- Williams MAJ, Balling Jr RC. 1996. *Interactions of Desertification and Climate*. Arnold: London.
- Wright SJ. 2005. Tropical forests in a changing environment. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 553–560.
- Woo MK, Rowsell RD, Clark RG. 1993. *Hydrological classification of Canadian prairie wetlands and prediction of wetland inundation in response to climatic variability*. Canadian Wildlife Service: Ottawa.
- Wunsch C. 2004. Quantitative estimate of the Milankovitch-forced contribution to observed Quaternary climate change. *Quaternary Science Reviews* 23 (9–10): 1001–1012. DOI:10.1016/j.quascirev.2004.02.014
- Xue Y, Shukla J. 1993. The influence of land-surface properties on Sahel climate. Part I: Desertification. *Journal of Climate* 6: 2232–2245.
- Zachos J, Pagani M, Thomas E, Billups K. 2001. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science* 292(5517): 686–693. DOI:10.1126/science.1059412
- Zhang X, Zwiers FW, Hegerl GC, Lambert FG, Gillett NP, Solomon S, Stott PA, Nozawa T. 2007. Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature* 448: 461–465.
- Zhang Y, Chen Z, Zhu B, Luo X, Guan Y, Guo S, Nie Y. 2008. Land desertification monitoring and assessment in Yulin of Northwest China using remote sensing and geographic information systems (GIS). *Environmental Monitoring and Assessment* 147: 327–337.
- Zveryaev I, Wibig J, Allan RP. 2008. Contrasting interannual variability of atmospheric moisture over Europe during cold and warm seasons. *Tellus* 60A: 32–41.

CORINE Krajinový pokryv. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>

ECA&D databáze. <http://eca.knmi.nl>

Evropská vodní charta. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

Globální pozorování oblačnosti a srážek. <http://www.worldweather.org/cloud>

LTER Mokré louky. <http://www.lter.cz>

Mapy ČR. <http://www.mapy.cz>

Paleoklimatologie. <http://en.wikipedia.org/wiki/Paleoclimatology>

Ramsarský seznam mokřadů mezinárodní důležitosti. <http://www.ramsar.org>



# Seznamy

## Seznam dokumentů

Dokument 1: Prohlášení školitele o rozsahu podílu studenta na publikační činnosti.....	125
Dokument 2: Abstrakt publikace Kovářová M. ROBUST Sborník prací 13. letní školy JČMF. .....	126
Dokument 3: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J. Meteorologické Zprávy.....	127
Dokument 4: Abstrakt publikace Kovářová M. ROBUST Sborník prací 14. letní školy JČMF. .....	128
Dokument 5: Abstrakt publikace Adamec L, Kovářová M. Folia Geobotanica.....	129
Dokument 6: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J. WCC3, Ženeva, Švýcarsko.....	130
Dokument 7: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J. Ecohydrology. ....	131
Dokument 8: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J, Štys D. ISI, Dublin, Irsko.....	132
Dokument 9: Publikace Kovářová M. ROBUST Sborník prací 13. letní školy JČMF.....	145
Dokument 10: Publikace Kovářová M, Pokorný J. Meteorologické Zprávy.....	154
Dokument 11: Publikace Kovářová M. ROBUST Sborník prací 14. letní školy JČMF.....	165
Dokument 12: Publikace Adamec L, Kovářová M. Folia Geobotanica.....	171
Dokument 13: Publikace Kovářová M, Pokorný WCC3, Ženeva, Švýcarsko.....	184
Dokument 14: Publikace Kovářová M, Pokorný J. Ecohydrology. ....	187
Dokument 15: Publikace Kovářová M, Pokorný J, Štys D. ISI, Dublin, Irsko.....	200
Dokument 16: Publikace Lukavcová M. 1980. Kybernetika.....	202

## Seznam fotografií

Foto 1: Luční porost.....	12
Foto 2: Mokřadní porost.....	12
Foto 3: Porost vysokých ostřic.....	12
Foto 4: Vrbový porost.....	12
Foto 5: Soutok Prostřední stoky a levého přítoku poblíž meteorologických stanic.....	13
Foto 6: Mokrý louky.....	13
Foto 7: Rybník Rožmberk.....	13
Foto 8: Seníky na Mokrých loukách.....	13
Foto 9: Záplava na Mokrých loukách.....	13
Foto 10: Meteorologická stanice Mokrý louky luční porost a její hlavní pozorovatel Karel Přibáň.....	14
Foto 11: Pozůstatky meteorologické stanice Mokrý louky vrbina.....	14
Foto 12: Pohled na novou meteorologickou stanici a její okolí.....	14
Foto 13: Rozhraní Mokrých luk a rybníku Rožmberk.....	15
Foto 14: Přístupové lávky.....	15
Foto 15: Chůze vysokými ostřicemi.....	15
Foto 16: Zlatá stoka na okraji Mokrých luk.....	15
Foto 17: Palsa.....	21
Foto 18: Letokruhy.....	21
Foto 19: Mlha nad loukou.....	96
Foto 20: Mlha v údolí.....	96

Foto 9. čerpáno z prezentace Čížková H. a Janouš D. CZECHWET: Mokrý Louky (The Wet Meadows) near Třeboň, Czech Republic.

Foto 10. čerpáno z prezentace Kučerová A. Metodika mikroklimatické, lokální a regionální klimatické studie. Současný výzkum.

Foto 17. čerpáno z článku Kociánová a kol., 2010.

## Seznam grafů

Obr. 1: Průběh maximální denní teploty ve °C na stanici Praha-Klementinum v letech 1840 – 2002 a na stanici Mokré louky v letech 1977 – 2002.....	22
Obr. 2: Rozdělení celkové radiace v nevegetační a vegetační sezóně.....	44
Obr. 3: Rozdělení přímé radiace v nevegetační a vegetační sezóně.....	44
Obr. 4: Rozdělení rozptýlené radiace v nevegetační a vegetační sezóně.....	44
Obr. 5: Rozdělení celkové radiace podle sezóny a výskytu srážek.....	45
Obr. 6: Rozdělení přímé radiace podle sezóny a výskytu srážek.....	45
Obr. 7: Rozdělení rozptýlené radiace podle sezóny a výskytu srážek.....	45
Obr. 8: Průměr přímého difuzního a globálního záření v kW za den během let podle sezóny	45
Obr. 9: Celkové záření v kW za den.....	46
Obr. 10: Celkové záření v kW za měsíc.....	46
Obr. 11: Celkové záření v kW za rok.....	46
Obr. 12: Přímé záření v kW za den.....	46
Obr. 13: Přímé záření v kW za měsíc.....	46
Obr. 14: Přímé záření v kW za rok.....	46
Obr. 15: Rozptýlené záření v kW za den.....	47
Obr. 16: Rozptýlené záření v kW za měsíc.....	47
Obr. 17: Rozptýlené záření v kW za rok.....	47
Obr. 18: Přímé a rozptýlené záření v letech 1977 – 2006.....	47
Obr. 19: Závislostní graf mezi složkami slunečního záření.....	48
Obr. 20: Rozdělení celkové hodinové radiace podle sezóny.....	49
Obr. 21: Rozdělení přímé hodinové radiace podle sezóny.....	49
Obr. 22: Rozdělení rozptýlené hodinové radiace podle sezóny.....	49
Obr. 23: Celkové záření za hodinu ve W/m <sup>2</sup> .....	49
Obr. 24: Přímé záření za hodinu ve W/m <sup>2</sup> .....	49
Obr. 25: Rozptýlené záření za hodinu ve W/m <sup>2</sup> .....	49
Obr. 26: Průměr celkového záření za hodinu ve W/m <sup>2</sup> během dne.....	50
Obr. 27: Průměr přímého záření za hodinu ve W/m <sup>2</sup> během dne.....	50
Obr. 28: Průměr rozptýleného záření za hodinu ve W/m <sup>2</sup> během dne .....	50
Obr. 29: Průměr přímého a difuzního záření ve W/m <sup>2</sup> za den během let podle sezóny.....	50
Obr. 30: Průběh přímé a difuzní hodinové radiace pro období 1983–1987 a 1988–1993 ve vegetační sezóně podle typu srážkového dne.....	50
Obr. 32: Rozdělení minimální denní teploty vzduchu ve 2 m podle sezóny.....	51
Obr. 31: Rozdělení průměrné denní teploty vzduchu ve 2 m podle sezóny.....	51
Obr. 33: Rozdělení maximální denní teploty vzduchu ve 2 m podle sezóny.....	51
Obr. 34: Rozdělení minimální denní teploty vzduchu v 5 cm podle sezóny.....	51
Obr. 35: Rozdělení denní teplotní amplitudy vzduchu ve 2 m podle sezóny.....	51
Obr. 36: Průměrná denní teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	52
Obr. 37: Průměrná roční teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	52
Obr. 38: Průměrná měsíční teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	52
Obr. 39: Denní maximální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	52
Obr. 40: Průměrná roční maximální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	52
Obr. 41: Průměrná měsíční maximální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	52
Obr. 42: Denní minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	53
Obr. 43: Průměrná měsíční minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	53
Obr. 44: Průměrná roční minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	53

Obr. 45: Rozdělení rozdílu minimální denní teploty ve 2 m a v 5 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	54
Obr. 46: Denní minimální teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C.....	54
Obr. 47: Průměrná měsíční minimální teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C.....	54
Obr. 48: Průměrná roční minimální teplota vzduchu v 5 cm v lučním porostu ve °C.....	54
Obr. 49: Denní teplotní amplituda ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	55
Obr. 50: Průměrná měsíční teplotní amplituda ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	55
Obr. 51: Průměrná roční teplotní amplituda ve 2 m v lučním porostu ve °C.....	55
Obr. 52: Průběh průměrné roční maximální, průměrné a minimální teploty vzduchu ve 2 m, minimální teploty vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplitudy ve 2 m ve °C během let podle vegetační sezóny.....	55
Obr. 53: Závislost průměrné, maximální a minimální denní teploty vzduchu ve 2 m, minimální denní teploty vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplitudy ve vegetační sezóně.....	56
Obr. 54: Rozdělení hodinové teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C podle sezóny .....	57
Obr. 55: Rozdělení hodinové teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C podle sezóny a podle denní doby.....	57
Obr. 56: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne.....	58
Obr. 57: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle jednotlivých měsíců.....	58
Obr. 58: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle sezóny a podle období let.....	58
Obr. 59: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle období let.....	58
Obr. 60: Průměr teploty vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle denní doby a podle období let.....	58
Obr. 61: Teplota vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle sezóny a podle denní doby.....	59
Obr. 62: Teplota vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle období let a podle denní doby.....	59
Obr. 63: Rozdělení teploty půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	60
Obr. 64: Rozdělení teploty půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	60
Obr. 65: Rozdělení teploty půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	60
Obr. 66: Rozdělení teploty půdy v hloubce 0 cm v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	60
Obr. 67: Rozdělení teploty detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	60
Obr. 68: Rozdělení teploty detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C podle sezóny.....	60
Obr. 69: Teplota půdy v hloubce 30 cm v lučním porostu ve °C.....	61
Obr. 70: Teplota půdy v hloubce 10 cm v lučním porostu ve °C.....	61
Obr. 71: Teplota půdy v hloubce 5 cm v lučním porostu ve °C.....	61
Obr. 72: Teplota půdy v hloubce 0 cm v lučním porostu ve °C.....	61
Obr. 73: Teplota detritu 2 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C.....	61
Obr. 74: Teplota detritu 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C.....	61
Obr. 75: Průběh teploty půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teploty detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C pro jednotlivé dny v letech 1983 a 1984 .....	61
Obr. 76: Průběh teploty půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teploty detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučním porostu ve °C přes měsíce.....	62

Obr. 77: Teplota půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teplota detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučném porostu ve °C pro jednotlivé měsíce.....	62
Obr. 78: Závislost teploty půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm, 0 cm a teploty detritu 2 cm, 8 cm nad povrchem půdy v lučném porostu ve °C ve vegetační sezóně.....	63
Obr. 79: Rozdělení nenulových denních srážkových úhrnů v mm podle sezóny.....	64
Obr. 80: Rozdělení měsíčních srážkových úhrnů v mm podle sezóny.....	64
Obr. 81: Nenulové denní srážkové úhrny v mm pro jednotlivé měsíce.....	64
Obr. 82: Měsíční srážkové úhrny v mm pro jednotlivé měsíce.....	64
Obr. 83: Roční srážkové úhrny v mm.....	64
Obr. 84: Procento srážkových dní v měsíci.....	66
Obr. 85: Procento srážkových dní v roce.....	66
Obr. 86: Procento srážkových dní v průběhu let podle sezóny.....	67
Obr. 87: Počet srážkových období za sezónu v průběhu let, počet bezsrážkových období je stejný.....	67
Obr. 88: Délka bezsrážkového a srážkového období v průběhu let podle sezóny.....	67
Obr. 89: Četnost výskytu i-tého srážkového dne podle období .....	67
Obr. 90: Rozdělení průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu v lučném porostu v %.....	68
Obr. 91: Rozdělení minimální denní relativní vlhkosti vzduchu v lučném porostu v %.....	68
Obr. 92: Průměr průměrné denní a minimální denní relativní vlhkosti v lučném porostu v % během let podle sezóny.....	68
Obr. 93: Průměrná denní relativní vlhkost v lučném porostu v %.....	69
Obr. 94: Průměrná měsíční relativní vlhkost v lučném porostu v %.....	69
Obr. 95: Průměrná roční relativní vlhkost v lučném porostu v %.....	69
Obr. 96: Minimální denní relativní vlhkost v lučném porostu v %.....	69
Obr. 97: Průměrná roční minimální relativní vlhkost v lučném porostu v %.....	69
Obr. 98: Průměrná měsíční minimální relativní vlhkost v lučném porostu v %.....	69
Obr. 99: Závislost průměrné a minimální denní relativní vlhkosti vzduchu v lučném porostu podle sezóny.....	70
Obr. 100: Rozdělení hodinové relativní vlhkosti vzduchu v lučném porostu v %.....	70
Obr. 101: Rozdělení hodinové relativní vlhkosti vzduchu v lučném porostu v % podle denní doby.....	70
Obr. 102: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne	71
Obr. 103: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle jednotlivých měsíců.....	71
Obr. 104: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C během dne rozdělený podle sezóny a podle období let.....	71
Obr. 105: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle období let.....	71
Obr. 106: Průměr relativní vlhkosti vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C v měsících rozdělený podle denní doby a podle období let.....	71
Obr. 107: Relativní vlhkost vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle sezóny a podle denní doby.....	72
Obr. 108: Relativní vlhkost vzduchu na Mokřých loukách ve 2 m ve °C rozdělená podle období let a podle denní doby.....	72
Obr. 109: Rozdělení hladiny podzemní vody na stanici v cm podle sezóny.....	73
Obr. 110: Rozdělení hladiny podzemní vody na louce v cm podle sezóny.....	73
Obr. 111: Rozdělení hladiny podzemní vody ve stoce v cm podle sezóny.....	73
Obr. 112: Denní hladina podzemní vody na stanici v cm.....	73
Obr. 113: Průměrná měsíční hladina podzemní vody na stanici v cm.....	73
Obr. 114: Průměrná roční hladina podzemní vody na stanici v cm.....	73

Obr. 115: Denní hladina podzemní vody na louce v cm.....	74
Obr. 116: Průměrná měsíční hladina podzemní vody na louce v cm.....	74
Obr. 117: Průměrná roční hladina podzemní vody na louce v cm.....	74
Obr. 118: Průměrná roční hladina podzemní vody ve stoce v cm.....	74
Obr. 119: Denní hladina podzemní vody ve stoce v cm.....	74
Obr. 120: Průměrná měsíční hladina podzemní vody ve stoce v cm.....	74
Obr. 121: Závislost mezi přímým a difúzním zářením v kW za den, maximální a minimální denní teplotou vzduchu a denní teplotní amplitudou v lučním porostu ve 2 m ve °C ve vegetační sezóně.....	75
Obr. 122: Průměrná teplota vzduchu v lučním porostu ve 2 m ve °C během dne rozdělená podle typu dne a období.....	76
Obr. 123: Přímé a difúzní záření ve W/m <sup>2</sup> během dne rozdělené podle typu dne a období.....	76
Obr. 124: Závislost maximální a minimální denní teploty a denní teplotní amplitudy v lučním porostu ve °C a průměrné a minimální denní relativní vlhkosti v lučním porostu v % .....	77
Obr. 125: Průměrná a minimální denní relativní vlhkost v lučním porostu v % a hladina podzemní vody na stanici v cm v měsících.....	77
Obr. 126: Závislost přímého a difúzního záření v kW za den podle typu dne.....	78
Obr. 127: Přímé a difúzní záření v kW za den pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně.....	79
Obr. 128: Maximální a minimální teplota vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně.....	79
Obr. 129: Průměr maximální denní teploty vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně.....	79
Obr. 130: Průměr minimální denní teploty vzduchu ve 2 m v lučním porostu ve °C pro pořadí dne podle typu dne ve vegetační sezóně.....	79
Obr. 131: Průměrná, maximální a minimální teplota vzduchu ve 2 m, minimální denní teplota vzduchu v 5 cm a denní teplotní amplituda ve 2 m ve °C v lučním porostu a ve vrbině přes měsíce.....	82
Obr. 132: Teplota půdy v hloubce 30 cm, 10 cm, 5 cm a 0 cm v lučním porostu a ve vrbině ve °C v okamžiku odečtu přes měsíce.....	83
Obr. 133: Průměrná teplota vzduchu v lučním porostu a ve vrbině ve 2 m ve °C během dne rozdělená podle sezóny a podle typu dne.....	84
Obr. 134: Průměrná teplota vzduchu v lučním porostu a ve vrbině ve 2 m ve °C během dne	84
Obr. 135: Průměrná a minimální relativní vlhkost vzduchu v % v lučním porostu a ve vrbině přes měsíce.....	84
Obr. 136: Průměrná relativní vlhkost vzduchu v lučním porostu a ve vrbině ve % během dne .....	85
Obr. 137: Průměrná relativní vlhkost vzduchu v lučním porostu a ve vrbině ve % během dne rozdělená podle sezóny a podle typu dne.....	85
Obr. 138: Hladina podzemní vody v cm na louce a ve vrbině přes měsíce.....	85
Obr. 139: Průměrná minimální teplota vzduchu ve 2 m ve °C za vegetační sezónu v průběhu let na jednotlivých stanicích.....	86
Obr. 140: Průměrná maximální teplota vzduchu ve 2 m ve °C za vegetační sezónu v průběhu let na jednotlivých stanicích.....	86
Obr. 141: Průměrná denní teplotní amplituda ve 2 m ve °C za vegetační sezónu v průběhu let na jednotlivých stanicích.....	87
Obr. 142: Četnost výskytu i-tého srážkového dne podle období pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky.....	87

Obr. 143: Srážkově teplotní závislost maximální denní teploty vzduchu ve 2 m ve °C na počtu srážkových dní za vegetační sezónu pro různé stanice.....	88
Obr. 144: Závislost srážkových úhrnů za vegetační sezónu v mm na počtu srážkových dní za vegetační sezónu pro různé stanice.....	88
Obr. 145: Teplotní závislost maximální denní teploty vzduchu ve 2 m ve °C na minimální denní teplotě vzduchu ve 2 m ve °C za vegetační sezónu pro různé stanice.....	89
Obr. 146: Závislost průměrné denní teplotní amplitudy ve °C za vegetační sezónu a průběhu let pro různé stanice.....	89
Obr. 147: Závislost minimální a maximální teploty vzduchu ve 2 m ve °C na pořadí dne pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky podle typu dne a období. Minimální teplota je zobrazena přerušovanou čarou a maximální teplota plnou čarou.....	90
Obr. 148: Krabicový graf maximální teploty vzduchu ve 2 m ve °C ve vegetační sezóně pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky v závislosti na pořadí dne rozdělené podle typu dne a období.....	90
Obr. 149: Krabicový graf minimální teploty vzduchu ve 2 m ve °C ve vegetační sezóně pro stanice Kostelní Myslová, Kuchařovice, Churáňov a Mokré louky v závislosti na pořadí dne rozdělené podle typu dne a období.....	91
Obr. 150: Úhrn přímého a difúzního záření ve vegetační sezóně v MJ/m <sup>2</sup> na stanicích Kuchařovice a Mokré louky .....	91
Obr. 151: Průměrné sezónní úhrny přímé a rozptýlené radiace na stanicích Kilkenny, Valentia observatory, Bergen, Sodankyla, Warszawa, Perpignan, Tamanrasset v průběhu let	92
Obr. 152: Průměrná maximální teplota stanic v závislosti na jejich zeměpisné šířce rozdělených podle typu krajiny a sezóny.....	93
Obr. 153: Průměrná minimální teplota stanic v závislosti na jejich zeměpisné šířce rozdělených podle typu krajiny a sezóny.....	94
Obr. 154: Porovnání minimální a maximální denní teploty vzduchu na poušti a v mokřadu v závislosti na jejich zeměpisné šířce přes dekády.....	94

## Seznam ilustrací

Ilustrace 1: Klimatický systém země a jeho složky.....	20
Ilustrace 2: Energetická bilance Země.....	23
Ilustrace 3: Koloběh vody.....	27
Ilustrace 4: Četnosti a úhrny srážek v měsíci, všechny srážkové dny soustředěny v prvních 15 dnech měsíce.....	41
Ilustrace 5: Četnosti a úhrny srážek v měsíci, výskyt srážkového a bezesrážkového dne se pravidelně střídá.....	41
Ilustrace 6: Pylový diagram Mokřých luk Vlasy Jankovské.....	136
Ilustrace 7: Odhad teploty během posledních 400 tisíc let z vrtu Vostok.....	138
Ilustrace 8: Odhad teploty na Zemi během posledních 500 milionů let pomocí různých technik určování teploty.....	138



## Seznam map

Mapa 1: Turistická mapa zobrazující Mokrý louky.....	134
Mapa 2: Satelitní mapa se zvýrazněným okrajem Mokřých luk a zobrazující .....	135
Mapa 3: Poloha Mokřých luk a stanic Českého hydrometeorologického ústavu hodnocených v této práci.....	140
Mapa 4: Globální pozorování oblačnosti a srážek spravované Světovou meteorologickou organizací.....	141
Mapa 5: Poloha stanic uvedených v databázi ECA&D (denní data jsou volně dostupná jen k některým stanicím).....	142
Mapa 6: Mapa pokryvu krajiny z projektu CORINE Land Cover 2000.....	143
Mapa 7: Mokřady zahrnuté v Ramsarském seznamu mokřadů mezinárodní důležitosti.....	144

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Množství vody v rezervoárech vodního cyklu.....	28
Tabulka 2: Údaje měřené v hodinových intervalech.....	34
Tabulka 3: Údaje měřené v denních intervalech.....	35
Tabulka 4: Detaily o umístění stanic použitých ve studii.....	36
Tabulka 5: Průměrné hodnoty vybraných klimatických proměnných měřených v lučním porostu v letech 1977 – 2006.....	43
Tabulka 6: Pearsonova korelace mezi složkami slunečního záření.....	48
Tabulka 7: Srážkové úhrny.....	65
Tabulka 8: Hodnoty klimatologických proměnných v lučním a vrbovém porostu v letech 1978 – 1991.....	80
Tabulka 9: Hodnoty klimatologických proměnných v lučním a vrbovém porostu v letech 1978 – 1991 podle sezóny.....	81
Tabulka 10: Teploty půdy v lučním porostu a ve vrbině pro jednotlivé měsíce.....	83
Tabulka 11: Mokrý louky u Třeboně v projektu CZ-LTER (Long Term Ecological Research Network).....	137
Tabulka 12: Evropská vodní charta vytvořená 6. května 1968 ve Strasbourgu.....	139

## Přehled publikovaných prací

1. **Lukavcová M.** 1980a. On Computable Real Functions, *Kybernetika* 16: 340-347. Academia Praha
2. **Lukavcová M.** 1980b. Basic information about the BMDP computer program. *Československá, Fysiologie.*;29(6): 541-545
3. Vančata V, **Lukavcová M.** 1980. Multivariate analysis in morphology and taxonomy (in Czech). *Biologické listy*, 45:196-208.
4. Lepičovská V, Dostálek C, **Kovářová M.** 1988. The influence of hathayogic exercise Jalandhara bandha upon the cardiovascular system. *Acta Nervosa Superior.* 30(2): 147-149.
5. Lepičovská V, Dostálek C, **Kovářová M.** 1990. Hathayogic exercise jalandhara bandha in its effect on cardiovascular response to apnoea. *Acta Nervosa Superior* 32(2): 99-114.
6. Klimadata Bot. Inst. Ac. Sci., 2003. Klimatologická data Mokré Louky u Třeboně, Botanický ústav AVČR, hydrobotanické oddělení 1977 – 2002.
7. **Kovářová M.** 2004. Databáze klimatologických údajů - Mokré Louky. III. seminář z ekologie mokřadů a hydrobotaniky, pořádaný na paměť Slavomila Hejného, Třeboň.
8. **Kovářová M.** 2004. Projevy globální změny v biosférické rezervaci Třeboňsko. In: *ROBUST 2004. Sborník prací 13. letní školy JČMF.* Antoch J, Dohnal G (eds). JČMF, Praha: 217-224. ISBN 80-7015-972-3, JČFM 57-552-04.
9. **Kovářová M.** 2004. Hodnocení dlouhodobých dat teploty, vlhkosti a srážek z mokřadního ekosystému Mokré Louky u Třeboně. Klimatické změny a modelování atmosférických procesů, seminář České meteorologické společnosti, Radostovice u Mladé Vožice.
10. **Kovářová M,** Pokorný J. 2005. Dlouhodobé změny místního klimatu na Mokřích Loukách u Třeboně. IV. seminář z ekologie mokřadů a hydrobotaniky, pořádaný na paměť Slavomila Hejného, Třeboň.
11. **Kovářová M,** Pokorný J. 2005. Hodnocení dlouhodobých dat teploty, vlhkosti vzduchu a srážek z Mokřích Luk u Třeboně. *Meteorologické Zprávy*, roč.58, č.2, s.51-60, ISSN 0026-1173.
12. **Kovářová M.** 2006. Změny denních maxim a minim teploty vzduchu. In *ROBUST 2006. Sborník prací 14. zimní školy JČMF.* Antoch J, Dohnal G (eds). JČMF, Praha: 175–179. ISBN 80-7015-073-4, JČMF 57-554-06

13. **Kovářová M**, Pokorný J. 2006. Long term meteorological monitoring on Wet Meadows in Třeboň Biosphere Reserve, Compstat 2006, Rome, Italy.
14. **Kovářová M**. 2006. Hodnocení meteorologických údajů z Mokrých luk u Třeboně. Seminář České meteorologické společnosti, Labská bouda
15. Adamec L, **Kovářová M**. 2006. Field growth characteristics of two aquatic carnivorous plants, *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. *Folia Geobotanica* 41: 395-406.
16. **Kovářová M**, Pokorný J. 2007. Meteorological measurements on Mokrý Louky wetland by Třeboň related to the change of hydrological cycle, 2nd Annual Meeting of the Society of Wetland Scientists Europe "Linking Wetland Science and Scientists from Eastern and Western Europe", Třeboň, Czech Republic.
17. **Kovářová M**, Pokorný J. 2007. Long term meteorological monitoring on Wet Meadows in relationship with global change. 18th annual meeting of the International Environmetrics Society, Mikulov, Czech Republic.
18. Pokorný J, **Kovářová M**, Lhotský R. 2007. Strategy of Restoring the Short Hydrological Cycles in the Czech Elbe River Basin. *International Conference on Climate Change Impacts in the Czech-German Elbe River Basin 5.-6.11.2007*. Ústí nad Labem, Czech Republic.
19. **Kovářová M**. 2009. The causes of climate change. 19th annual meeting of the International Environmetrics Society, Bologna, Italy.
20. **Kovářová M**, Pokorný J. 2009. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? WCC3 World Climate Conference, Geneva, Switzerland.
21. Correll R, **Kovářová M**. 2010. Confidence limits with small sample sizes. 21th annual meeting of the International Environmetrics Society, Margarita Island, Venezuela.
22. **Kovářová M**, Pokorný J. 2010. Comparison of long-term monitoring of temperature and precipitation between wetland and other ecosystems. *Ecohydrology* 3, 445–456
23. **Kovářová M**. 2011. Long term meteorological monitoring on Wet Meadows in Třeboň Biosphere Reserve. X. seminář z ekologie mokřadů a hydrobotaniky, pořádaný na paměť Slavomila Hejného, Třeboň.
24. **Kovářová M**, Pokorný J, Štys D. 2011. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? ISI, Dublin, Ireland.
25. Kovářová L., **Kovářová M**. 2011. Informatics view of determining the relationship between organisms. *Schola Ludus*, Nové Hrady, Czech Republic.

Prohlášení školitele o rozsahu podílu studenta na publikační činnosti

Prohlašuji, že RNDr. Milena Kovářová se podílela na společných publikacích přibližně v níže uvedeném rozsahu.

1. **Kovářová M.** 2004. Projevy globální změny v biosférické rezervaci Třeboňsko. In: *ROBUST 2004. Sborník prací 13. letní školy JČMF*. Antoch J, Dohnal G (eds). JČMF, Praha: 217-224. ISBN 80-7015-972-3, JČFM 57-552-04. **100%**
2. **Kovářová M**, Pokorný J. 2005. Hodnocení dlouhodobých dat teploty, vlhkosti vzduchu a srážek z Mokrých Luk u Třeboně. *Meteorologické Zprávy*, roč.58, č.2, s.51-60, ISSN 0026-1173. **90%**
3. **Kovářová M.** 2006. Změny denních maxim a minim teploty vzduchu. In *ROBUST 2006. Sborník prací 14. zimní školy JČMF*. Antoch J, Dohnal G (eds). JČMF, Praha: 175–179. ISBN 80-7015-073-4, JČMF 57-554-06. **100%**
4. Adamec L, **Kovářová M.** 2006. Field growth characteristics of two aquatic carnivorous plants, *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. *Folia Geobotanica*. 41: 395-406. **20%**
5. **Kovářová M**, Pokorný J. 2009. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? WCC3 World Climate Conference, Geneva, Switzerland. **90%**
6. **Kovářová M**, Pokorný J. 2010. Comparison of long-term monitoring of temperature and precipitation between wetland and other ecosystems. *Ecohydrology* 3, 445–456. **80%**
7. **Kovářová M**, Pokorný J, Štys D. 2011. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? ISI, Dublin, Ireland. **90%**

Doc. RNDr. Dalibor Štys, CsC.

*Dokument 2: Abstrakt publikace Kovářová M. ROBUST Sborník prací 13. letní školy JČMF.*

Kovářová M. 2004. Projevy globální změny v biosférické rezervaci Třeboňsko. In: ROBUST 2004. Sborník prací 13. letní školy JČMF Antoch J, Dohnal G ( eds.), JČMF, Praha 2004, s. 217-224. ISBN 80-7015-972-3, JČFM 57-552-04

***Abstrakt:***

Teplota vzduchu, především maximální teplota vzduchu, na Mokřích Loukách v období 1977-2003 stoupá. Relativní vlhkost vzduchu v tomto období klesá. Srážky, z hlediska dlouhodobých srážkových úhrnů značně stabilní, vykazují rostoucí tendenci v hodnotách velkých srážek a současně klesá srážková proměnlivost.

***Abstract:***

Air temperature, maximal air temperature in particular, has been in the years 1977-2003 rising on the Mokré louky. Relative air humidity has been declining in this period. Precipitation, rather stable viewing long term precipitation amounts, is indicating growing drifts to the area of extensive amounts of precipitation concurrently with a decline of precipitation's variability.

*Dokument 3: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J. Meteorologické Zprávy.*

Kovářová M, Pokorný J. 2005. Hodnocení dlouhodobých dat teploty, vlhkosti vzduchu a srážek z Mokřých Luk u Třeboně. Meteorologické Zprávy, roč.58, č.2, s.51-60, ISSN 0026-1173.

***Abstrakt:***

Vyhodnocení dlouhodobých měření teploty vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu a srážek v mokřadu Mokré Louky u Třeboně. Jsou vyhodnocovány denní teplota vzduchu (1977–2003), relativní vlhkosti vzduchu (1977–2003) a srážky (1961–2003) v mokřadu Mokré Louky u Třeboně, jižní Čechy. Teplota vzduchu, obzvláště maximální teplota vzduchu, stoupá na Mokřých loukách výrazněji než teplota na jiných stanicích v České republice. Rozsahy denních teplot se zvětšují a rozdělení srážek se přesouvá k vyšším srážkovým úhrnům. Je diskutována role mokřadů a trvalé vegetace v lokálním klimatu.

***Abstract:***

Evaluation of the long-term data on air temperature, relative air humidity and precipitation data in the Mokré Louky wetland by Třeboň. Daily air temperature, relative air humidity (1977–2003) and precipitation (1961–2003) in wetland ecosystem of Mokré Louky by Třeboň, South Bohemia, are evaluated. Air temperatures, especially maximal air temperatures, rise on Mokré Louky more quickly compared with temperatures on other stations in the Czech Republic. Daily temperature amplitudes increase and distribution of precipitation shifts towards higher precipitation events. Role of wetlands and permanent vegetation in local climate is discussed.

*Dokument 4: Abstrakt publikace Kovářová M. ROBUST Sborník prací 14. letní školy JČMF.*

Kovářová M. 2006. Změny denních maxim a minim teploty vzduchu. In ROBUST 2006. Sborník prací 14. zimní školy JČMF ( eds. Jaromír Antoch, Gejza Dohnal), JČMF, Praha 2006, s. 175-179. ISBN 80-7015-073-4, JČMF 57-554-06

***Abstrakt:***

Příspěvek porovnává změny denních maxim a minim teploty vzduchu na Mokřích Loukách u Třeboně s hodnotami těchto parametrů na několika vybraných stanicích v České republice. Ukazuje, že změna teploty se projevuje na různých stanicích různě a závisí na místních podmínkách a jejich proměnách.

***Abstract:***

This paper is comparing changes of maximal air temperature and minimal air temperature at Mokré louky u Třeboně with the values of these parameters on several other stations located in Czech republic. It is witnessing the change of temperature being displayed differently on different stations depending on local conditions and their changes.



Adamec L, Kovářová M. 2006. Field growth characteristics of two aquatic carnivorous plants, *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. *Folia Geobotanica* 41: 395-406.

**Abstrakt:**

Jsou zkoumány základní růstové charakteristiky dvou druhů volně plovoucích ponořených masožravých rostlin, velmi vzácné a stenotopické *Aldrovanda vesiculosa* a zcela běžné a eurotofické *Utricularia australis*, v rámci 10/11-denního růstového experimentu ve třech nylonových klecích ve dvou umělých *Aldrovanda* stanovištích v oblasti Třeboňsko, jižní Čechy, Česká republika, během vrcholu růstové sezóny. Růst *Aldrovandy* byl nejlepší v meso-eutrofickém stanovišti (čas zdvojnásobení biomasy,  $T_2$ , 8.4–10.7 dní, střední růst nových listových pupenů 0.96 pupenů za den, 1,6 vyvinutých větviček z jednoho klíčku) a pomalejší v oligo-mesotrofickém stanovišti ( $T_2$  17.2–21.5 dnů, růst pupenů 1.01 pupenů za den, 0.1–0.5 větviček z klíčku). Růst *Utriculariy* byl obdobný na obou stanovištích ( $T_2$  19.8–33.2 dnů resp. 9.1–16.8 dnů, růst pupenů 3.1 resp. 2.7 pupenů za den, 1.5–2.1 resp. 0.8–1.4 vyvinutých větviček z klíčku na prvním, resp. druhém stanovišti). Během celého experimentu oba druhy na meso-eutrofickém stanovišti věnovaly poměrně více biomasy na vývoj a růst větviček než na vývoj a růst pupenů. Výsledky prokazují, že *Aldrovanda*, ač je obvykle považována za konkurenčně slabší, může růst rychleji během sezónního vrcholu růstu nežli *Utricularia*, což je způsobeno častým větvením a následným rychlým růstem a oddělením dceřinných klíčků. Velmi rychlý růst bezkořenných vodních masožravých rostlin v prostředí chudém na živiny připouští úvahy o ekofysiologické adaptaci umožňující rostlinám získávat omezující minerální živiny. Tyto adaptace zahrnují masožravost, efektivní znovuvyužívání živin z senescentních klíčků a velmi vysokou afinitu získávání minerálních živin z vody. Porovnání rychlosti růstu vzácné a stenotopické *A. vesiculosa* a zcela běžné a eurotofické *U. Australis* prokazuje, že rozdíly v četnosti jejich výskytu se nezdají být založeny na rozdílech v rychlosti růstu.

**Abstract:**

Basic growth characteristics of two species of free-floating submerged carnivorous plants, the very rare and stenotopic *Aldrovanda vesiculosa* and the very common and eurytopic *Utricularia australis*, were investigated in a 10/11-day field growth experiment within three nylon enclosures at two artificial *Aldrovanda* sites in the Třeboň region, S Bohemia, Czech Republic, at the peak of a growing season. Growth of *Aldrovanda* was best at a meso-eutrophic site (biomass doubling time,  $T_2$ , 8.4–10.7 days, mean growth of new leaf whorls 0.96 whorls days<sup>-1</sup>, 1.6 developed branches per shoot) and slower at an oligo-mesotrophic site ( $T_2$  17.2–21.5 days, growth of whorls 1.01 whorls days<sup>-1</sup>, 0.1–0.5 branches per shoot). Growth of *Utricularia* was similar at both sites ( $T_2$  19.8–33.2 days or 9.1–16.8 days, growth of whorls 3.1 or 2.7 whorls days<sup>-1</sup>, 1.5–2.1 or 0.8–1.4 developed branches per shoot at the former or latter site, respectively). Throughout the experiment, both species at the meso-eutrophic site allocated relatively more biomass to the production and growth of branches, than to that of new whorls. The results show that *Aldrovanda*, although usually considered as competitively weaker, can grow faster during the growing season peak than *Utricularia* due to frequent branching and the subsequent rapid growth and separation of daughter shoots. Very rapid growth of rootless aquatic carnivorous plants in nutrient-poor habitats allows the consideration of ecophysiological adaptations that enable the plants to gain limiting mineral nutrients. These adaptations include carnivory, efficient nutrient reutilization from senescent shoots, and very high affinity for mineral nutrient uptake from water. Comparison of growth rates of rare and stenotopic *A. vesiculosa* and very common and eurytopic *U. australis* shows that differences in their rarity do not seem to be based on differences of growth rate.

*Dokument 6: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J. WCC3, Ženeva, Švýcarsko.*

Kovářová M, Pokorný J. 2009. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? WCC3 World Climate Conference, Geneva, Switzerland.

***Abstrakt:***

Publikace neobsahuje abstrakt

***Abstract:***

There is no abstract in this publication.

Kovářová M, Pokorný J. 2010. Comparison of long-term monitoring of temperature and precipitation between wetland and other ecosystems. *Ecohydrology* 3, 445–456

**Abstrakt:**

Změny v teplotě vzduchu a změny srážek v letech 1961-2006 na Mokřích loukách, mokřadovém ekosystému poblíž Třeboně, jižní Čechy, jsou srovnávány se změnami těchto charakteristik na jiných stanicích v České republice. Průměrná denní maximální teplota vzduchu, měřená během vegetační sezóny na Mokřích loukách, stoupla z 19,7 °C v období 1961-1970 na 21,5 °C v období 2001-2006 (tj. 1,8 °C během 40 let). Na Churáňově, lesní horské stanici, byl tento vzestup z 14,7 na 15,8 °C (1,1 °C) a v Praze Ruzyni, městské stanici, byl vzestup z 20,0 na 20,7 °C (0,7 °C) během této doby. Průměrný počet srážkových dnů se změnil na Mokřích loukách z 94,5 na 80,7 dnů za vegetační sezónu, na Churáňově z 101,2 na 105,0 za vegetační sezónu a v Praze Ruzyni z 83,9 na 83,0 za vegetační sezónu během tohoto období. Vzestup teploty na Mokřích loukách přisuzujeme kombinovanému efektu klimatické změny a místním změnám hydrologického cyklu. Poruchy v malém vodním cyklu jsou přičítány poklesu vegetační pokrývky a úbytku vody v krajině. Důsledkem je vzestup přímé přichozí sluneční radiace, což spolu se zvýšením množství tepla dostávajícího se do oblasti srážkami a též poklesem srážkových událostí a jejich redistribuce je považováno za hlavní činitele meteorologických změn, které vyústily v oteplení pozorované na Mokřích loukách.

**Abstract:**

Air temperature and precipitation changes in the decades 1961–2006 at Wet Meadows wetland ecosystem near Třeboň, South Bohemia were compared with the changes in these characteristics at other stations in the Czech Republic. Mean daily maximum air temperature measured during the vegetation growing season at wetland station Wet Meadows rose from 19.7 °C during the period 1961–1970 to 21.5 °C in the period 2001–2006 (i.e. 1.8 °C during 40 years). At Churáňov, a mountain forest station, this increase was from 14.7 to 15.8 °C (1.1 °C) and at Praha Ruzyně, a city station, the increase was from 20.0 to 20.7 °C (0.7 °C) during the same time. Mean number of precipitation days changed at Wet Meadows from 94.5 to 80.7 days per vegetation season, at Churáňov from 101.2 to 105.0 days per vegetation season and at Praha Ruzyně from 83.9 to 83.0 days per vegetation season during this time. We attribute the rise in temperature at Wet Meadows to a combined effect of climate change and a local change of the hydrological cycle. The disturbances in the short water cycle are attributed to the decrease in vegetation cover and the lack of water in the landscape. The consequent increase in the incoming direct solar radiation along with the rise in the heat coming into the area via precipitation as well as a decrease in and redistribution of precipitation events are considered major drivers of the meteorological changes that have resulted in the observed warming at Wet Meadows.

*Dokument 8: Abstrakt publikace Kovářová M, Pokorný J, Štys D. ISI, Dublin, Irsko.*

Kovářová M, Pokorný J, Štys D. 2011. Can be changes of solar radiation and climate associated to landscape drainage? ISI, Dublin, Ireland.

**Abstrakt:**

Mezinárodní panel Klimatické změny dodává důkazy globální klimatické změny, která se projevuje suchem i záplavami, nízkou předpovědatelností počasí, extrémy v teplotách a srážkách, ničivými větry v dříve klidných oblastech. Lidé pozměnili hydrologický cyklus a činí tak i nadále. Je zcela zřejmé, že oblasti mnoha starověkých civilizací jsou dnes (polo)pouštěmi. Rozšiřování pouští, v minulosti pouze místní, se změnilo v celosvětovou trvalou hrozbu. Dešťové pralesy jsou ničeny v tropech, v mírných oblastech pokračuje odlesňování, v Evropě lze pozorovat nástup sucha. Lidmi způsobené vysušování krajiny, pokles až ztráta vegetační pokrývky a úbytek vody je markantní všude a může způsobovat poruchy krátkého vodního cyklu. Voda a vegetace hrají zásadní úlohu v klimatu Země. Teplota vzduchu je relativně stabilní působením vody a výpar vody má zásadní úlohu při rozptylování sluneční energie její přeměnou v latentní teplo namísto pocitového. Změny ve využívání krajiny a zemského porostu ovlivňují biofyzikální povrchové toky. Pokud v krajině není dostatek vody, je více sluneční energie přeměněno na pocitové teplo namísto latentního tepla vypařené vody. Ohromné množství pocitového tepla je tak každoročně připočítáváno v důsledku nového odvodňování krajiny, rozšiřování měst a odlesňování. Voda ve všech svých formách je důležitá pro klimatický systém Země. Úbytek vody v krajině způsobený odlesněním, zemědělstvím a urbanizací přispívá ke klimatické změně. Vegetační pokrývky a obnova vody v krajině jsou klíčová opatření ke zmírnění důsledků klimatické změny. Lepší porozumění přírodních jevů zvýší naši schopnost je rozumně ovládat, což je zásadní, protože jednou z hlavních příčin klimatické změny je činnost lidstva. Je presentován výběr dat z evropských klimatických dat a dat krajinného pokryvu prokazujících interakci vody, vegetace a klimatu.

**Abstract:**

The Intergovernmental Panel on Climate Change has supplied evidence of global climate change, which manifests itself through drought and floods, low predictability of weather, extremes in temperature and precipitation, destructive winds frequently reported in formerly calm areas. Human had modified the hydrological cycle and continues in doing so. It is quite distinct that territories of many ancient civilizations are a (semi-)desert now. Desertification, local only in the past, has turned into a permanent challenge all over the world. Rain forests are destroyed in tropics, deforestation continues in the temperate and boreal zones too, a drought increase in Europe can be observed. The man-caused drainage of landscape, decline up to loss of vegetation cover and dewatering are to be observed everywhere and can cause the disturbances in the short water cycle. Water and vegetation play an essential role in the climate of the Earth. Air temperature is relatively stable due to water and an evaporation of water plays a principal function in the dissipation of solar energy by transforming it more into latent instead of sensible heat. Changes in land usages and land overgrowth affect biophysical surface fluxes. If there is not enough water in the land, then more of solar energy is transformed into sensible heat instead of latent heat from evaporated water. Huge amount of sensible heat is added here due to new landscape drainage, urban expansion and deforestation every year. Water in its every state is important for terrestrial climate system. Draining of water from land through deforestation, agriculture and urbanization is contributing to climate change. Vegetation cover and waters recovery in landscapes are the key measure to mitigate the impacts of climate change. Better understanding of natural processes, in order to increase our ability to sustainable manage them, is crucial if that one of the main climate change causes is anthropogenic activity. An evaluation of selected European climatological and land cover data showing an interaction of water, vegetation and climate will be presented.

Následující pasáž o rozsahu 77 stran obsahuje utajované skutečnosti a je obsažena pouze v archivovaném originále disertační práce uloženém na Ústavu fyzikální biologie Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.