

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Dominik Rubáš

BIOKLIMA LIBEREC

(THE BIOCLIMATE OF LIBEREC)

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Praha 2013

Zadání diplomové práce

Téma práce

Tématem této diplomové práce s názvem Bioklima Liberce je zpracování literární rešerše o hodnocení bioklimatologických podmínek z hlediska humánní bioklimatologie. Navržení způsobu hodnocení humánně bioklimatických poměrů Liberce s ohledem na dostupná meteorologická data. Nalezení charakteristik bioklimatu Liberce pro vybrané části roku, s důrazem na optimální vymezení školních prázdnin.

Cíle práce

Klimatologické studie z velkých měst jsou velmi důležité, jelikož s rostoucím zalidněním sídel zákonitě vzrůstá péče o jejich obyvatelstvo (GREGOR, 1968). Velká sídla mají navíc svůj svérázný charakter (např. tepelný ostrov města) a proto je nutné studovat je zvlášť.

Cílem této diplomové práce je na základě získaných dat poskytnout vybrané studie z oblasti humánní bioklimatologie. Hlavní studie je zaměřena na komplexní přístup hodnocení bioklimatu ve městě Liberec a na nalezení charakteristik bioklimatu Liberce pro vybrané části roku s důrazem na optimální vymezení školních prázdnin.

Cílem práce je i přispět k novému přístupu k biometeorologické předpovědi. NOVÁK (2007) uvádí, že současný model biometeorologické předpovědi je nevyhovující a že hlavní jeho slabinou je absence popisu komplexního působení teploty, vlhkosti a proudění vzduchu.

Charakter zpracovávaných dat a metody práce

Důležitým aspektem při zpracovávání klimatického obrazu velkého města je reprezentativnost polohy meteorologické stanice, která slouží jako zdroj datových informací. Tento aspekt v sobě zahrnuje reliéf krajiny, ale i zachování zásad umístění přístrojů, homogenity dat, kvality vizuálního měření pozorovatelů aj. (GREGOR, 1968).

Z tohoto pohledu lze zpracovávaná data hodnotit jako kvalitní a důvěryhodná, neboť liberecká meteorologická stanice patří do profesionálních stanic sítě Českého hydrometeorologického ústavu s vyškolenými pracovníky. Během zpracovávaného období

nebyly přístroje přemístěny. Problematická zůstává pouze délka zpracovávaného období. 10 let je z hlediska výzkumů klimatologie doba velmi krátká. Získání delších datových řad je však v dnešní době finančně velmi nákladné.

Pro vypracování diplomové práce byla použita klimatologická data z liberecké meteorologické stanice poskytnutá Českým hydrometeorologickým ústavem (dále jen ČHMÚ), data imisního monitoringu ze stanice Liberec-město (též ČHMÚ) a data s počtem hospitalizovaných pacientů s diagnózou I21 (akutní infarkt myokardu) v jednotlivých dnech z Krajské nemocnice Liberec za období 2006 až 2010.

Vzhledem k tomu, že diplomová práce obsahuje více jednotlivých bioklimatologických studií, jsou u každé z nich metody práce popsány zvlášť. Obecně však lze říci, že práce vychází z literární rešerše a jsou v ní užity metody statistické matematiky a metody zpracování klimatologických dat.

.....
RNDr. Ivan Sládek, CSc.

(jméno vedoucího práce)

.....
Bc. Dominik Rubáš

(jméno studenta)

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Bioklima Liberce vypracoval pod vedením vedoucího diplomové práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato diplomová práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Český Dub
15.8.2013

.....
Bc. Dominik Rubáš

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu mé diplomové práce RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc. za pomoc při psaní práce. Dále děkuji za vstřícnost a poskytnuté informace Vladimíru Svátkovi (meteorologická stanice Liberec) a Ing. Dáše Richterové z ČHMÚ za dodaná klimatická data. Poděkování patří i primáři MUDr. Davidu Horákovi a Ing. Janu Steyerovi za poskytnutí dat o počtu hospitalizovaných pacientů v Krajské nemocnici Liberec. V neposlední řadě děkuji celé mé rodině za psychickou podporu při psaní práce.

Abstrakt

Diplomová práce přináší vybrané studie z oblasti humánní bioklimatologie. Zpracovány jsou desetileté řady (2001-2010) těchto meteorologických prvků: průměrné denní teploty vzduchu, průměrné denní rychlosti větru, denní trvání slunečního svitu, trvání padajících srážek, mlhy a kouřma a měsíční úhrny srážek. Hlavní studie je zaměřena na zhodnocení komplexního působení vybraných meteorologických prvků na člověka. V práci byla nalezena období v roce nejvíce a naopak nejméně vhodná pro venkovní aktivity člověka včetně optimálního vymezení letních prázdnin. Další studie se týkají problematiky znečištění ovzduší v závislosti na synoptické situaci, prostor je dán i studiím o pocitové teplotě či o vztazích mezi jednotlivými meteorologickými prvky, které mohou být přínosné při předpovědi počasí. S použitím dat z liberecké nemocnice byla zjištěna závislost mezi počty pacientů s určitou diagnózou a změnami vybraných meteorologických prvků.

KLÍČOVÁ SLOVA: bioklima, humánní bioklimatologie, metody hodnocení bioklimatu, životní prostředí

Abstract

The diploma thesis provides special studies from the human bioclimatology sector. Ten year sequences (2001-2010) of many meteorological components are processed here. The meteorological components are as follows: average daily air temperature, average daily wind speed, time of sunshine per day, duration of rainfalls, fogs and fumes and also monthly aggregate rainfall. The main study aims attention to evaluation of complex effects of selected elements on humans. The most and the least suitable season of the year for performing outdoor activities for a human were found, including optimal definition of summer holidays. Further studies concern the problems of air pollution related with synoptic situation. Sufficient space has been also given to more studies relating to wind chill or relations among individual meteorological elements, which can be helpful while forecasting the weather. With the help of particular data provided by Liberec hospital, the correlation between amounts of patients with particular diseases and changes of selected meteorological elements has been discovered.

KEY WORDS: bioclimate, human bioclimatology, methods of bioclimate evaluation, environment

Obsah

Seznam grafů a tabulek v textu.....	8
1 Úvod.....	9
2 Představení vědního oboru humánní bioklimatologie.....	10
2.1 Charakteristika humánní bioklimatologie.....	10
2.2 Meteorologické prvky významné pro humánní bioklimatologii.....	11
2.3 Historický a současný stav humánní bioklimatologie v Československu a České republice.....	12
3 Fyzickogeografická charakteristika zájmového území.....	14
3.1 Geologické poměry.....	15
3.2 Geomorfologické poměry.....	15
3.3 Klimatické poměry.....	16
3.4 Hydrologické poměry.....	17
3.5 Pedologické poměry.....	17
3.6 Biogeografické poměry.....	18
4 Meteorologická stanice v Liberci.....	19
4.1 Historie a základní informace o meteorologické stanici.....	19
4.2 Přístrojové vybavení na meteorologické stanici.....	19
5 Studie o bioklimatu Liberce.....	20
5.1 Průběh vybraných základních klimatických prvků.....	20
5.2 Zhodnocení teplot vzduchu na základě interpentádových rozdílů.....	31
5.3 Vliv změn teplot vzduchu na případy akutních infarktů myokardu v Krajské nemocnici Liberec.....	35
5.4 Vliv synoptických situací na koncentrace látek znečišťujících ovzduší ve městě Liberec.....	37
5.5 Zhodnocení klimatu na základě Gregorovy klasifikace počasí podle počtu bodů.....	44
5.6 Vztahy mezi vybranými meteorologickými prvky.....	49
5.7 Optimální vymezení letních prázdnin.....	50
6 Doplnkové studie týkající se klimatu Liberce.....	54
6.1 Pranostiky a klima Liberce.....	54
6.2 Období „drsného“ a „sychravého“ počasí v Liberci.....	57
6.3 Pocitová teplota a zchlazování v průběhu roku.....	59
6.4 Určení nástupu, ukončení a trvání určitých teplot.....	61
7 Závěry a diskuze.....	64
Použité informační zdroje.....	66
Literatura.....	66
Internetové zdroje.....	71
Přílohy.....	72
Seznam příloh.....	72

Seznam grafů a tabulek v textu

Graf 1: Chod průměrných denních teplot vzduchu.....	21
Graf 2: Průměrné měsíční úhrny srážek.....	24
Graf 3: Průměrné trvání srážkové činnosti (v hodinách) v průběhu roku.....	25
Graf 4: Procentuální vyjádření průměrných měsíčních úhrnů srážek a měsíčního trvání srážkové činnosti.....	25
Graf 5: Průměrné denní trvání slunečního svitu v průběhu roku.....	29
Graf 6: Průměrné denní doby trvání mlhy a kouřma v průběhu roku.....	30
Graf 7: Rozdíly mezi interpentádovými hodnotami průměrné teploty vzduchu.....	33
Graf 8: Kumulované odchylky absolutních hodnot rozdílů mezi interpentádovými hodnotami průměrných teplot vzduchu od střední hodnoty.....	34
Graf 9: Absolutní hodnoty průměrných měsíčních odchylek interpentádových rozdílů teplot od střední hodnoty.....	34
Graf 10: Počty akutních infarktů myokardu a průměrná teplota vzduchu v jednotlivých měsících.....	36
Graf 11: Znečištění ovzduší při synoptických situacích.....	43
Graf 12: Denní průměrné koncentrace SO ₂ v období 12.1 až 19.1. 2007.....	43
Graf 13: Průměrné měsíční koncentrace znečišťujících látek a četnost výskytu situací způsobující jejich koncentraci či přispívající k jejich rozptylu.....	44
Graf 14: Roční průběh komplexu vybraných meteorologických prvků.....	47
Graf 15: Vhodnost jednotlivých dekád v roce pro trávení času ve volné přírodě.....	48
Graf 16: Vymezení období sychravého počasí (jeho jádra - J a periferie - P) v průběhu roku.....	58
Graf 17: Vymezení období drsného počasí (jeho jádra - J a periferie - P) v průběhu roku.....	59
Graf 18: Průměrné rozdíly mezi skutečnou teplotou vzduchu a pocitovou teplotou vzduchu pro část roku s průměrnými denními teplotami vzduchu pod 10 °C.....	61
Tabulka 1: Průměrné roční teploty vzduchu.....	22
Tabulka 2: Průměrné měsíční teploty vzduchu.....	22
Tabulka 3: Roční úhrny srážek.....	23
Tabulka 4: Měsíční úhrny srážek.....	23
Tabulka 5: Průměrné trvání srážkové činnosti v jednotlivých měsících.....	26
Tabulka 6: Průměrné trvání srážkové činnosti ve vybraných obdobích.....	26
Tabulka 7: Průměrné roční rychlosti větru.....	27
Tabulka 8: Průměrné měsíční rychlosti větru.....	27
Tabulka 9: Měsíční trvání slunečního svitu.....	28
Tabulka 10: Měsíční doby trvání mlhy a kouřma.....	30
Tabulka 11: Koncentrace škodlivin při synoptických situacích.....	42
Tabulka 12: Nejvhodnější a nejméně vhodná období pro venkovní aktivity v průběhu roku.....	47
Tabulka 13: Vztahy mezi vybranými meteorologickými prvky.....	50
Tabulka 14: Optimální počátky letních prázdnin pro jednotlivé meteorologické prvky.....	52
Tabulka 15: Srovnání vybraných klimatických prvků v posledních červnových a srpnových dekádách.....	53
Tabulka 16: Kalendář trvání určitých průměrných denních teplot vzduchu.....	62

1 Úvod

Při hodnocení klimatických (resp. bioklimatických) poměrů Liberce vycházíme z toho, že klimatem se rozumí dlouhodobý režim počasí. Ten je určený především sluneční radiací, rázem zemského povrchu a jimi podmíněnou cirkulací atmosféry (PETROVIČ, 1970). Pro jakoukoliv bioklimatologickou studii je tedy nutné zhodnotit i jiné fyzickogeografické charakteristiky místa, než pouze ty klimatologické a tím docílit komplexnosti ve studované problematice. Fyzickogeografické charakteristiky jsou totiž důležitou součástí klimatického systému a mají na něj přímý vliv (TOLASZ et al., 2007). Proto práce obsahuje kapitolu o fyzickogeografických charakteristikách města Liberce.

Studie v této práci jsou zaměřeny na mezoklimatické poměry lokality. Kromě klasického klimatologického zpracování vybraných meteorologických prvků práce obsahuje i komplexní klimatologické hodnocení místa včetně výsledků, které by mohly přispět k diskuzi o nové biometeorologické předpovědi. Část práce je zaměřena na vymezení letních prázdnin, což má být období v roce nejvíce příznivé pro venkovní aktivity. Počasí má výrazný vliv na zdravotní stav obyvatelstva. S použitím dat z liberecké nemocnice je v práci také hodnocena závislost mezi počty pacientů s infarkty myokardu a změnami průměrných denních teplot vzduchu. Část práce se věnuje problematice znečištění ovzduší, jakožto důležitému bioklimatologickému tématu. V práci jsou dále vymezena různě dlouhá období vhodná, resp. nevhodná pro pobyt člověka ve venkovním prostředí, včetně vymezení období s převládajícími vybranými typy počasí, které mohou být pro určitou skupinu populace rizikové.

2 Představení vědního oboru humánní bioklimatologie

2.1 Charakteristika humánní bioklimatologie

BARCAL, MATOUŠEK in Kolektiv (1980) píše o humánní bioklimatologii jako o vědě, předmětem jejíhož studia jsou vztahy mezi klimatem a člověkem. Tyto vztahy můžeme sledovat z hlediska biologického (reakce lidského organismu na vlivy atmosférického prostředí) a hlediska fyzikálního (změny atmosférického prostředí vlivem antropogenní činnosti).

Jedná se o vědu transdisciplinární a aplikovanou, ve které se snoubí poznatky z klimatologie, meteorologie, medicíny, biologie, chemie a dalších vědních oborů. Krom jiného lidem radí, jak se v průběhu daného typu počasí mají chovat, kterým povětrnostním situacím¹ se mají vyhýbat či které vyhledávat. Z hlediska tohoto krátkodobějšího pojetí by bylo vhodnější používat termín humánní biometeorologie. KRŠKA, ŠAMAJ (2001) řadí humánní biometeorologii a bioklimatologii na hranici mezi meteorologií (resp. klimatologií) a medicínou.

Humánní biometeorologie totiž zjišťuje okamžitý stav ovzduší, včetně jeho změn a sleduje jeho vliv na lidské zdraví, lidskou výkonnost či adaptační schopnosti. Též se zabývá vhodnými způsoby ochrany před těmi meteorologickými faktory, které mají na zdraví člověka neblahý účinek (MATOUŠEK, 1988). Naproti tomu humánní bioklimatologie se zabývá déletrvajícím měřením klimatických veličin a dává tak mj. podklady pro využití příhodného podnebí k pobytu lidí. Kromě toho tato vědní disciplína studuje problematiku aklimatizace člověka, mikroklima uzavřených prostor či klimatické poměry města (MATOUŠEK, 1988; GREGOR, 1968; KONČEK et al., 1979). A právě klimatickým poměrům města se bude věnovat tato diplomová práce.

V literatuře je někdy obecně humánní bioklimatologie označována jako bioklimatologie člověka, lékařská bioklimatologie či lékařská meteorologie (MATOUŠEK, 1988). Silná interakce fyzickogeografického prostředí a člověka vytváří z této vědy vědu moderní a nanejvýš užitečnou a přínosnou.

¹ Povětrnostní situace - průběh počasí v určitém časovém intervalu (Kolektiv, 1980).

2.2 Meteorologické prvky významné pro humánní bioklimatologii

Mezi meteorologické prvky, které mají na člověka největší vliv, patří teplota vzduchu, atmosférické srážky, sluneční záření, vlhkost vzduchu, proudění vzduchu (vítr) a tlak vzduchu.

MATOUŠEK (1988) pojmenovává faktory atmosférického prostředí, které ovlivňují tepelnou bilanci organismu tepelným komplexem a řadí do něho vliv teploty, vlhkosti a proudění vzduchu.

Teplota vzduchu ovlivňuje lidskou činnost pravděpodobně nejvýrazněji (SPINNEY, MILLWARD, 2011). Nebezpečí nastává při nízkých teplotách (pod bodem mrazu), ale i při teplotách vysokých (při teplotách nad 28 °C se průměrný člověk začíná potit i je-li v klidu). Jako ochrana proti horku či chladu slouží člověku schopnost termoregulace. Literatura uvádí termoregulaci chemickou, fyzikální a termoregulaci chováním. MATOUŠEK (1988) přichází s pojmem *tepelná pohoda organismu*. Ta nastává tehdy, je-li tvorba a výdej tepla z organismu v rovnováze.

Na vlhkosti vzduchu závisí především odpařování vody z povrchu těla. Např. při 20 % relativní vlhkosti vzduchu dochází k pocení až při teplotě 38 °C, oproti tomu při vlhkosti 60 % již při teplotě 25 °C. Nebezpečná pro člověka je nízká vlhkost vzduchu (vysoušení sliznic dýchacích cest v suchém vzduchu), ale i příliš vysoká vlhkost vzduchu (výrazné pocení, poruchy v termoregulaci). Např. podle teplotního indexu (Heat Index, NOAA's National Weather Service) je pocitová teplota při teplotě vzduchu 30 °C a relativní vlhkost 100 % stejná, jako při teplotě vzduchu 40 °C a relativní vlhkosti 32 %.

Hlavní humánně bioklimatologický význam proudění vzduchu (větru) je ovlivnění tepelného stavu organismu. Negativní účinek vysokých rychlostí větru spočívá ve zvýšení fyzické námahy při překonávání odporu větru a také ve ztěžování dýchání. Prokázané jsou též negativní účinky některých větrů na lidskou psychiku - např. padavých větrů (FLETCHER, 1988). Proudění vzduchu ovlivňuje i kvalitu ovzduší (dobré rozptylové podmínky při vyšších rychlostech větru) a uplatňuje se také jako transportér alergenů všeho druhu (MATOUŠEK, 1988).

Atmosférické srážky, jejich trvání, úhrn a intenzita jsou společně s teplotou vzduchu nejdůležitějším prvkem z hlediska pobytu člověka ve volné přírodě (SPINNEY, MILLWARD, 2011). Primární roli pro běžné aktivity ve venkovním prostředí hraje trvání srážek.

Sluneční záření můžeme rozdělit na tři složky. Ultrafialové a infračervené záření a viditelné světlo. Jako celek sluneční záření ovlivňuje procesy ve tkáních, zvyšuje či snižuje přeměnu bílkovin a urychluje spalování tuků. MATOUŠEK (1988) uvádí, že následkem slunečního záření se zvyšuje počet erytrocytů a leukocytů, vzrůstá též množství hemoglobinu. U dětí má sluneční záření podstatný vliv na růstové pochody a na rezistenci vůči infekci.

Tlaku vzduchu (především jeho změnám) se podle MATOUŠKA (1988) dříve přisuzoval hlavní význam vlivu počasí na zdraví člověka. Některé studie potvrzují určitou spojitost mezi tlakem vzduchu a počtem sebevražd (HILTUNEN et al., 2011). Většina novějších studií však prokazuje, že vliv změn tlaku vzduchu na zdravého člověka není tolik významný. Četné diskuze se vedou o vlivu změn atmosférického tlaku na pacienty s kardiovaskulárními problémy (MOLACEK et al., 2012). TOLASZ et al. (2007) uvádí, že v podmínkách České republiky kolísá v průměru tlak vzduchu redukováný na hladinu moře mezi 967 hPa a 1 057 hPa, což odpovídá výškovému rozdílu necelých 1 000 metrů. Proto v této diplomové práci není této problematice věnována větší pozornost.

2.3 Historický a současný stav humánní bioklimatologie v Československu a České republice

KRŠKA, ŠAMAJ (2001) kladou začátek bioklimatologického výzkumu do 80. let 19. století, kdy začínaly první snahy o využití některých lokalit ve Vysokých Tatrách k léčebným účelům. Roku 1876 založil Mikuláš Szontagh st. první léčebný klimatický ústav tuberkulózy v Novém Smokovci a jako první začal využívat výsledky meteorologických pozorování v léčebném procesu. Jeho práce podnítily bioklimatologický výzkum i v jiných lázeňských místech. GREGOR in Kolektiv (1963) uvádí, že průkopníkem humánní bioklimatologie na našem území byl geograf doktor Josef Mrkos. Během svého zdravotního pobytu v Dolním Smokovci po roce 1920 začal studovat vztah mezi počasím a léčbou. KRŠKA a ŠAMAJ (2001) píší o velmi úzké vazbě mezi československou humánní bioklimatologií a tatranskou oblastí a přidávají další jména průkopníků bioklimatologie. Jimi jsou např. František Berkovský, Antonín Bečvář či vynikající postava dějin české geografie prof. František Vitásek.

Doktor Mrkos pokračoval ve studiích vztahů počasí a léčby i v dalších místech svých léčebných pobytů - Prosečnici a Jevíčku. Díky němu byly v těchto místech zakládány

meteorologické stanice a prováděna pozorování. Jejich potřebu pro zjišťování vztahů mezi nemocemi a počasím uznali i samotní lékaři. Po studijní cestě k profesorovi Dornovi do Davosu zřídil doktor Mrkos odbornou a skutečně již bioklimatologickou stanici v Luhačovicích, kterou zpočátku řídil osobně, později byla svěřena profesorovi Gregorovi. Ten se později také chopil myšlenky pozvednout zájem o turistiku a sport na horách pomocí meteorologického hlášení o četných případech mnohem příznivějšího počasí na horách než v nížinách především na podzim a v zimě. Díky této iniciativě také vznikla Gregorova bodovací metoda, která hodnotila stav počasí v jednotlivých dnech podle stupnice - max. 30 bodů pro ideální den (GREGOR, 1932). Tato stupnice posloužila ke zvýšení rekreace v horských oblastech, neboť na základě ní byly rozšířeny pololetní prázdniny.

Další osobností, která měla velmi vřelý vztah k meteorologickým měřením, jež využívali lékaři, byl profesor Eduard Cmunt či doktor Josef Stibor, který zpracoval klimatickou léčebnou komponentu v lázeňství. Humánní bioklimatologii se dále zabývali např. docent Hruďička (později umučený v Mauthausenu), lékař doktor Brychta, který založil v Hradci Králové bioklimatologickou observatoř a dále se snažil uvést do praxe biometeorologickou předpověď, doktor Stružka, který vyvíjel přístroje pro terénní měření či prof. MUDr. Dvořák, jenž zrevidoval Gregorovu bodovací metodu.

KRŠKA, ŠAMAJ (2001) dále uvádějí, že důležité pro humánní bioklimatologii bylo založení Balneologické společnosti československé v Praze roku 1920. Předsedou se v ní stal profesor Vladislav Mladějovský, který v roce 1932 sepsal první příručku lékařské bioklimatologie. Společnost organizovala meteorologická měření u léčebných ústavů (např. v Prosečnici nad Sázavou). Jak už bylo řečeno, velká pozornost v té době byla zaměřena na Vysoké Tatry, kde vznikalo množství lázeňských zařízení. Odtud přicházejí nejrůznější sdělení o klimatických léčeních např. od M. Guhra, J. Švamberka, V. Mladějovského, P. Viskupa, E. Graubnera a dalších.

Po roce 1945 se v humánní bioklimatologii setkáváme s dvěma přístupy ke studiu tohoto oboru. Představitelé prvního směru jsou odborní lékaři, kteří pozorovali působení klimatu na pacienty. Za všechny můžeme zmínit již jmenovaného J. Brychtu, propagátora bioklimatologie v lékařských kruzích. Významné pro rozvoj tohoto vědního oboru byly studie lékařských fakult v Praze, Brně a Plzni, Výzkumného ústavu balneologického v Mariánských Lázních, Institutu hygieny v Praze či výzkumného ústavu humánní

bioklimatologie v Bratislavě. Meteorotropními nemocemi se zabývali R. Barcal, K. Bobek, J. Matoušek, J. Sova a mnozí další.

Představitelé druhého směru jsou klimatologové. Opět jmenujme A. Gregora s jeho bodovací metodou, při níž vliv počasí při pobytu v přírodě ocenil počtem bodů. Jeho práce tedy spadá do komplexní klimatologie. V roce 1953 bylo profesorem K. Symonem založeno oddělení biometeorologie v Ústavu hygieny v Praze. Z dalších klimatologů se humánní bioklimatologií zabývali V. Stružka, E. Veselý aj. Důležitým aspektem byly studie vznikající na oddělení bioklimatologie Výzkumného ústavu balneologického v Mariánských Lázních. Koncem 70. let se začalo pracovat na metodice biometeorologické předpovědi pro kardiovaskulární choroby. NOVÁK (2007) uvádí, že v 80. letech probíhaly ve spolupráci plzeňské nemocnice a ČHMÚ statistické práce, jejichž výsledkem byl model bodové biometeorologické předpovědi. Roku 1993 začal ČHMÚ vydávat pravidelné biometeorologické předpovědi pro celou Českou republiku.

V roce 1965 byla vytvořena Československá bioklimatologická společnost, jejímž předsedou se stal profesor V. Novák a o rok později byla ustanovena Sekce bioklimatologie člověka (humánní bioklimatologie). BARCAL, EMMEROVÁ, MARKOVÁ uvádějí, že v čele této sekce stál po dobu 15 let doktor J. Matoušek, který se do povědomí širší veřejnosti zapsal svojí knihou Počasí, podnebí a člověk (1988). MUDr. Matoušek v ní populárně-odbornou formou popisuje účinky počasí na fyziologické funkce člověka, meteorotropní choroby či léčbu klimatem. Sekce humánní bioklimatologie se po celou dobu své činnosti mj. podílí na řadě odborných konferencí, což trvá do současné doby.

3 Fyzickogeografická charakteristika zájmového území

Krajské město Liberec (k 1.1.2013 mělo dle údajů Českého statistického úřadu 102 113 obyvatel) leží v severních Čechách (50°43' severní šířky a 15°04' východní délky) na ploše 106 km². Při letním slunovratu zde vrcholí Slunce v poledne v úhlu 62°39' nad obzorem. Při zimním slunovratu pak v úhlu 14°30', tedy nejnižší ze všech krajských měst České republiky. Naopak ze všech krajských měst je v Liberci Slunce v létě nejdelší dobu nad obzorem. O letním slunovratu by to dle zeměpisné šířky mělo být 16 hodin 31 minut. Skutečnost je ovšem jiná. Vzhledem ke kotlinové poloze Liberce s relativně

vysokými pohořími téměř na všech stranách je Slunce pozorovatelné kratší dobu.

Důležitým klimatologickým faktorem je kromě zeměpisné šířky vzdálenost od oceánu. Nejbližší je z Liberce ke Štětínskému zálivu Baltského moře (Atlantský oceán) a to 320 km. Město má klima oceánicko-kontinentální². Nadmořská výška nejvyššího bodu obce (vrcholu Ještědu) je 1 012 m, naopak nejnižší část leží 305 m n. m. Rozdíl nadmořské výšky 707 metrů dává průměrný rozdíl tlaku vzduchu cca 70 hPa a průměrný rozdíl teploty vzduchu 4,5 °C.

Průběh klimatických prvků je též ovlivněn krajinným pokryvem. V obci Liberec se podle údajů Českého statistického úřadu setkáme s následujícími druhy pozemků: zemědělská půda (na 35 % celkové plochy obce), lesní půda (40 %), vodní plochy (1 %), zastavěné plochy (6 %) a ostatní (18 %).

3.1 Geologické poměry

Dle KLOMÍNSKÉHO et al. (2004) město Liberec leží v západosudetské (lugické) oblasti, která se považuje za pokračování sasko-durynské zóny středoevropských variscid. Oblast je součástí krkonošsko-jizerského krystalinika (svrchnoproterozoické a staro-paleozoické horniny). Geologicky mladší jsou granitoidy krkonošsko-jizerského masivu, přičemž nejrozšířenější horninou je zde liberecký granit. Významná pro sledovanou oblast je soustava zlomů, které mají severozápadní-jihovýchodní a severovýchodní-jihozápadní směr. Ve zlomech severozápadního směru se vyskytují žíly permských melafyrů. Z mladších magmatitů jmenujme terciérní bazaltoidy vázané hlavně na trhliny severovýchodního směru. Ty jsou pokračováním obdobných těles z oblasti české křídové pánve (Čertovy zdi...). Mezi sedimenty platformního pokryvu patří povětšinou pohřbené miocenní sedimenty a dále holocenní a pleistocenní fluviální, aluviální, eolické či deluviální sedimenty rozšířené převážně na úbočí Ještědského hřbetu a v údolí Lužické Nisy.

2 Oceanita a kontinentalita - souhrn podnebných charakteristik, které jsou výsledkem působení oceánu (resp. pevniny) na utváření podnebí (Kolektiv, 1980).

3.2 Geomorfologické poměry

Podle DEMKA a MACKOVČINA (2006) město Liberec leží z větší části v geomorfologickém celku Žitavská pánev (podcelek Liberecká kotlina), tedy v Krkonošské oblasti Krkonošsko-jesenické subprovincie. Ta je součástí provincie Česká vysočina. Jen jihozápadní a severovýchodní části Liberce zasahují do celků Ještědsko-kozákovský hřbet respektive Jizerské hory. Liberecká kotlina je mezihorskou sníženinou mezi Ještědským hřbetem na jihozápadě a Jizerskými horami na severovýchodě. Kotlina má sudetský směr a střední nadmořskou výšku 424 metrů. Georeliéf je zde pahorkatinný, erozně denudační. Povrch je zarovnaný, se strukturně denudačními a hrást'ovými hřbety. Kromě toho je oblast protkána hustou sítí povětšinou mělce zahloubených údolí.

V předchozí kapitole popisovaná geologická rozmanitost je zákonitě příčinou pestrosti geomorfologické. Ve sledované oblasti (resp. v jejím blízkém okolí) se tudíž lze setkat s mnohými geomorfologicky hodnotnými tvary reliéfu. Nedaleko od meteorologické stanice - na Ještědském hřbetu leží četné geomorfologicky hodnotné lokality v podobě kryoplanačních teras, mrazových srubů a srázů, kamenných moří, kvarcitových torů aj., které se zde vyvíjely v předpolí pleistocénních ledovců. Elesterský a sálský ledovec se zastavil pouhých několik kilometrů severozápadně od dnešního Liberce a zanechal zde relikty bazálních a čelních morén či glacifluviální sandry (KRÁLÍK, 1989). Na Ještědském hřbetu se setkáme také s mnohými krasovými jeskyněmi a dalšími krasovými tvary, které se zde vyvinuly ve vložkách krystalických vápenců (HROMAS et al., 2009).

3.3 Klimatické poměry

Z mapy Klimatické oblasti Česka (KVĚTOŇ, VOŽENÍLEK, 2011) je patrné, že převážná část Liberce leží v mírně teplé oblasti MW2, která je charakteristická krátkým, mírným až mírně chladným létem, které je mírně vlhké. Přejídné období v této oblasti je krátké s mírným jarem a mírným podzimem a zima normálně dlouhá s mírnými teplotami, suchá s normálně dlouhým trváním sněhové pokrývky. Jihozápad (Ještědský hřbet) a severovýchod (Jizerské hory) města leží v mírně teplé oblasti MW1, která se od předchozí liší nižšími teplotami a vyššími úhrny srážek (a tedy i větší délkou trvání sněhové pokrývky). Podle JETELA et al. (1986) je území do 500 m n. m. mírně vlhké až vlhké, výše je vlhké až velmi vlhké.

Průměrná roční teplota za období 2001-2010 činila na meteorologické stanici v Liberci 8,1 °C. Průměrný roční úhrn srážek v témže období byl 890 mm, doba trvání padajících srážek byla v průměru 4 hodiny denně a doba trvání mlhy a kouřma 6,3 hodiny denně. Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu činil 1 619 hodin (4,4 hodiny denně). Průměrná rychlost větru dosahovala v Liberci 3,3 m/s.

3.4 Hydrologické poměry

Nejvýznamnějším vodním tokem, který protéká městem Liberec je Lužická Nisa, která tvoří hlavní erozní bázi pro město i okolí. Průměrný roční průtok v Liberci má dle dat ČHMÚ hodnotu 2,2 m³/s. Jakost vody v Lužické Nise ve městě v období 2005-2006 dosahovala III. stupně, což značí znečištěnou vodu (KOŠKOVÁ, MODRÝ, ŠMÍDA, 2008). Z dalších místních vodních toků jmenujme Harcovský potok, který se do Lužické Nisy vlévá zprava v centru Liberce (v těchto místech je však zatrubněn) či Černou Nisu. Jedná se o toky o relativně malém průtoku, který se však v době jarního tání a letních přívalových dešťů může nebezpečně zvýšit. Především proto (jako ochrana před povodněmi) byla v Liberci na počátku 20. století vystavěna Harcovská přehrada s 20,5 metru vysokou hrází. Liberec spadá do povodí řeky Odry (tedy úmoří Baltského moře).

Liberec s okolím má význam i vodohospodářský. Nachází se totiž alespoň z části ve dvou Chráněných oblastech přirozené akumulace vod³ (CHOPAV). Jedná se o CHOPAV Severočeská křída (chráněna podzemní voda) a CHOPAV Jizerské hory (v zájmu ochrany je voda povrchová).

3.5 Pedologické poměry

Z půdních jednotek (podle taxonomického klasifikačního systému půd ČR) jsou na území města Liberec nejrozšířenější pseudogleje, které se zde vyvinuly z luvizemí a kambizemě, což jsou půdy vyvinuté převážně v souvrství svahovin magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin. Tato půda se vyvíjí hlavně ve svažitéch podmínkách ještědského krystalinika, což podmiňuje její velkou rozmanitost. Podél říčních

³ CHOPAV jsou oblasti, jejichž přírodní podmínky vytváří významnou přirozenou akumulaci vod (KOŠKOVÁ, MODRÝ, ŠMÍDA, 2008).

toků - v jejich nivách se zde z povodňových sedimentů vyvinuly fluvizemě. V centrální části Liberce - v pruhu mezi Machnínem a Minkovicemi se vyskytují půdy hluboké, které ve východní a západní části města přecházejí do půd středně hlubokých. V okrajových částech Liberce (směrem do Jizerských hor a Ještědského hřbetu) se setkáme s půdami mělkými. Bonitně nejcennější půdy ve městě se nacházejí v Nových Pavlovicích a Rochlicích. V centrální a severní části města převládají nadprůměrně produkční půdy, na západě (směrem k Ještědskému hřbetu) dominují půdy podprůměrně produkční a v okrajových oblastech (Jizerské hory, Ještědský hřbet) jsou pouze půdy velmi málo produkční.

3.6 Biogeografické poměry

Liberec a jeho okolí leží podle MACKOVČINA, SEDLÁČKA, KUNCOVÉ (2002) ve dvou fytogeografických oblastech (Skalického fytogeografické členění). Většina lokality spadá do mezofytika, severovýchod (Jizerské hory) a vrchol Ještědu pak do oreofytika. Pestrost geologických, geomorfologických, klimatických a hydrologických faktorů podmiňuje velké bohatství flóry v této oblasti. Z potenciální přirozené vegetace na Liberecku převládají květnaté bučiny, acidofilní bučiny a jedliny a dubohabřiny a lipové doubravy. Z krajinného pokryvu se zde kromě městské zástavby vyskytují převážně zemědělské areály s výrazným podílem přirozené vegetace, dále nezavlažovaná orná půda a především jehličnaté a smíšené lesy.

Z hlediska ochrany přírody na území města Liberce a jeho nejbližšího okolí zasahuje Chráněná krajinná oblast Jizerské hory a dále několik maloplošných zvláště chráněných území, jako je Národní přírodní rezervace Karlovské bučiny, přírodní památky Pod Dračí skálou, Fojtecký mokřad, Panský lom, Lukášov a Terasy Ještědu či Přírodní rezervace Hamrštejn. V blízkosti Liberce - na severovýchodě a jihozápadě (Jizerské hory resp. Ještědský hřbet) dále prochází nadregionální biokoridory Územního systému ekologické stability⁴ (ÚSES).

4 ÚSES je systém, jehož hlavním cílem je trvalé zajištění biologické rozmanitosti a ekologické stability krajiny (KOŠKOVÁ, MODRÝ, ŠMÍDA, 2008).

4 Meteorologická stanice v Liberci

4.1 Historie a základní informace o meteorologické stanici

Profesionální meteorologická stanice, ze které byla získána data pro většinu studií v této diplomové práci, se nachází na libereckém letišti - 2,5 km západně od centra města (50°46'N, 15°01'E). Jedná se o leteckou meteorologickou stanici v nadmořské výšce 398 m n. m. Podle SKŘIVÁNKA (2001) zde bylo meteorologické pozorování zahájeno v červenci roku 1946. Do roku 1952 sloužili jako pozorovatelé na stanici vojáci, poté již stanici provozovali civilní zaměstnanci.

V období mezi roky 1949 a 1980 byla meteorologická stanice zařazena pod odbor letecké meteorologie na letišti v Ruzyni v Praze⁵. V roce 1980 byla stanice převedena do podřízenosti pobočky ČHMÚ v Ústí nad Labem, aby v roce 1990 byla opět zařazena k odboru letecké meteorologie v Praze - Ruzyni.

Od roku 1948 do roku 1989 byla stanice umístěna v přístavku hangáru a meteorologická zahrádka ležela 150 metrů od ní. V roce 1989 byla stanice přestěhována asi o 80 metrů na sever - do mobilní buňky, kde museli pozorovatelé pracovat v nelehkých podmínkách až do roku 1992. V tomto roce došlo k dalšímu přestěhování stanice. Tentokrát zpět do přízemí budovy Air-Speciálu. V roce 2001 byla vystavěna nová budova meteorologické stanice (obrázek 1 v přílohách) cca 200 metrů severozápadně od předchozího umístění. Meteorologická zahrádka byla zřízena 30 metrů od této nové budovy. Provoz stanice na tomto místě trvá i v současné době.

4.2 Přístrojové vybavení na meteorologické stanici

Místní meteorologická stanice patří mezi stanice profesionální, s nepřetržitým provozem, o který se v současné době stará několik zaměstnanců ČHMÚ.

K výraznějším inovacím na stanici došlo v 70. letech 20. století. V roce 1971 byl uveden do provozu počítač blesků z EGÚ⁶ Brno. O šest let později zde byl instalovaný mrakoměr TNS, který však sloužil pouhé 3 roky. V roce 1982 byl na stanici zaveden nový

5 dnešní Letiště Václava Havla, Praha - Ruzyně

6 EGÚ - Energetický ústav v Brně

kód SYNOP⁷. V témže roce byl uveden do provozu pluviograf⁸ a také byly dodány půdní teploměry. Následující rok byla instalována distanční stanice, a také byl do provozu uveden ceilometr⁹. V roce 1985 byla zahájena počítačová kontrola SYNOPů a též byl instalován měřič výšky oblačnosti IVO. Roku 1987 byl do provozu uveden mrazoměr, následující rok pak anemograf¹⁰ SIAP. Další rok došlo k zahájení provozu elektrického psychrometru¹¹. V roce 1990 byl instalován tříšložkový anemometr T-01. O dva roky později zde byl nainstalován anemograf Fuess s čidlem ve výšce 10 metrů. Další dva roky poté byla vystavena nová meteorologická budka z umělé hmoty a také bylo instalováno měření radiačního příkonu. K automatizaci dat na stanici došlo v roce 1996. Tentýž rok byl instalovaný ceilometr Vaisala. Roku 1988 byl na stanici uveden do provozu nový anemometr AMET. O rok později zde bylo zahájeno předávání zprávy CLIMAT. V roce 2000 došlo k výměně pluviografu. Rok poté byl instalován výparoměr EWM. Rok 2005 přinesl zahájení činnosti záložního anemometru a nového přístroje pro měření dohlednosti. Za další rok byl uveden do provozu slunoměr SD-5. V roce 2007 zde začal měřit ceilometr CT-25 a elektrický mrazoměr MRZ. O tři roky později byla stanice obohacena o váhový srážkoměr.

5 Studie o bioklimatu Liberce

5.1 Průběh vybraných základních klimatických prvků

5.1.1 TEPLOTA VZDUCHU

Teplota vzduchu je stěžejním činitelem klimatických podmínek pro organický život (GREGOR, 1968). Společně se srážkami je označována jako nejdůležitější klimatologický činitel (PETROVIČ, 1970). Má zásadní význam pro mnoho lidských aktivit (produktivita práce...) a může způsobit problémy v mnoha oblastech - úrazovost, nehodovost, nemoci z tepla, podchlazení aj. (TOLASZ et al., 2007).

Graf 1 přibližuje průměrné denní teploty ve sledovaném desetiletém období

7 SYNOP - meteorologický kód na šifrování synoptických pozorování na meteorologických stanicích (SOBÍŠEK et al., 1993)

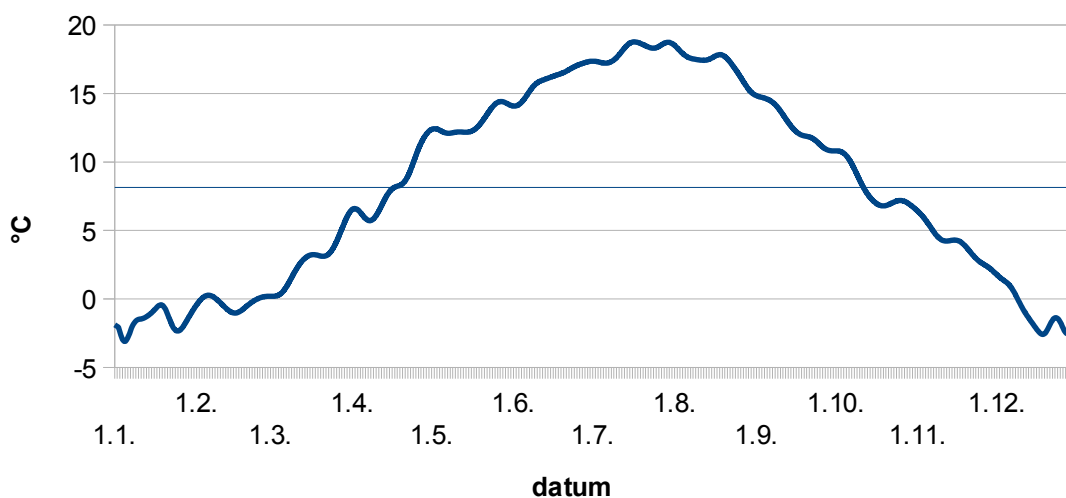
8 pluviograf - přístroj měřící množství a intenzitu srážek (SOBÍŠEK et al., 1993)

9 ceilometr - přístroj měřící výšku základny oblaků (SOBÍŠEK et al., 1993)

10 anemograf - přístroj měřící a zaznamenávající rychlost a směr větru (SOBÍŠEK et al., 1993)

11 psychrometr - přístroj měřící tlak vodní páry a relativní vlhkost vzduchu (SOBÍŠEK et al., 1993)

v Liberci. Dnem v roce s průměrně nejnižší teplotou vzduchu je 23. leden (-4 °C). Průměrně nejteplejší den v roce je 15. červenec (19,9 °C). V průběhu roku si můžeme povšimnout relativně výrazných výkyvů. Mezi ty záporné patří průměrné ochlazení v první a poslední lednové dekádě, v polovině února či v první dubnové dekádě. Mezi výraznější kladné odchylky můžeme zařadit oteplení v poslední říjnové dekádě či tzv. vánoční oblevu v druhé polovině prosince.



Graf 1: Chod průměrných denních teplot vzduchu (modrá přímka = střední hodnota). Liberec 2001-2010.

V tabulce 1 jsou zobrazeny průměrné roční teploty vzduchu a v tabulce 2 průměrné měsíční teploty vzduchu. Bez překvapení jsou nejteplejšími měsíci červenec a srpen, naopak nejchladnějšími měsíci leden a prosinec. Nejteplejším rokem ve sledovaném období byl rok 2007, kdy průměrná roční teplota dosáhla hodnoty 8,8 °C. Nejchladnějším rokem byl rok 2010 (průměrná teplota 6,9 °C). Průměrná teplota vzduchu za celé sledované období byla v Liberci 8,1 °C. Absolutní maximum průměrné denní teploty vzduchu v tomto desetiletém období bylo zaznamenáno 29. července 2005: 27,9 °C v souvislosti s advekcí velmi teplého vzduchu od jihozápadu během povětrnostní situace SWc2 (Jihozápadní cyklonální situace č. 2). Absolutní minimální průměrná denní teplota vzduchu byla neměřena 23. ledna 2006: -18,1 °C a byla spojena s advekcí chladného vzduchu ze severovýchodu během povětrnostní situace NEa (Severovýchodní anticyklonální situace).

Tabulka 1: Průměrné roční teploty vzduchu. Liberec 2001-2010.

rok	teplota [°C]
2001	7,8
2002	8,3
2003	8,1
2004	8,0
2005	8,0
2006	8,6
2007	8,8
2008	8,7
2009	8,1
2010	6,9
průměr	8,1

Tabulka 2: Průměrné měsíční teploty vzduchu. Liberec 2001-2010.

měsíc	teplota [°C]
leden	-1,7
únor	-0,3
březen	2,7
duben	8,2
květen	13,0
červen	16,0
červenec	18,2
srpen	17,2
září	12,7
říjen	8,1
listopad	4,1
prosinec	-1,1

Dalším ukazatelem, důležitým z hlediska klimatologie, je určení období převládajících průměrných denních teplot vzduchu nad určitou teplotní hranicí (použity metody z kapitoly 6.4.). V našem případě byla vybrána hodnota 10 °C respektive 15 °C a více. Vymezení období s denními průměry teplot vzduchu 15 °C a více je též vhodným ukazatelem pro vymezení letních prázdnin. Průměrný nástup období s denními průměry teplot vzduchu 10 °C a více je v Liberci 27. dubna. Konec tohoto období pak 4. října. Období s teplotními průměry 15 °C a více nastává 5. června a končí 31. srpna.

Poslední studie v této podkapitole je zaměřena na vypočítání termického kontinentality podnebí Liberce podle Gorczyńského. Gorczyńského index¹² se udává v procentech. 0 % je oceánské a 100 % kontinentální klima. Pro Liberec má tento index hodnotu 26,7, což značí oceánsko-kontinentální klima.

5.1.2 SRÁŽKY

Údaje o srážkách patří vedle teploty vzduchu k hlavnímu znaku podnebí daného místa. TOLASZ et al. (2007) uvádí, že v zimních měsících je srážková činnost vázána především na frontální (cyklonální) systémy a vrstevnatou oblačnost. Srážky mají zpravidla menší intenzitu a delší trvání. Naproti tomu v měsících letních převládají srážky

12 $GI = 1,6 * (\text{průměrná teplota nejteplejšího měsíce} - \text{průměrná teplota nejchladnějšího měsíce}) / \sin(\text{stupeň zeměpisné šířky}) - 14,4$ (TOLASZ et al., 2007).

vázané na konvektivní procesy¹³ v atmosféře a kupovitou oblačnost, mají větší intenzitu a kratší trvání. Srážky mají klíčový význam pro mnohé oblasti lidské činnosti. Jejich přebytek může vést k povodním, naopak jejich dlouhodobější nedostatek ke vzniku sucha.

Průměrný roční úhrn srážek za celé sledované období je v Liberci 890,3 mm. V tabulce 3 jsou zobrazeny celkové roční úhrny srážek a v tabulce 4 průměrné měsíční úhrny za celé desetileté období.

V grafu 2 jsou zobrazeny průměrné měsíční úhrny srážek ve sledovaném období. Vidíme tedy, že minimální srážkové úhrny jsou zaznamenávány v měsíci dubnu a dále v zimních a podzimních měsících. Naopak nejvyšší úhrny srážek (především konvektivního charakteru) jsou vázány na letní měsíce - srpen a červenec. Celkem za tyto dva měsíce v průměru spadne téměř 26 % celkového ročního úhrnu srážek.

Tabulka 3: Roční úhrny srážek. Liberec 2001-2010. Tabulka 4: Měsíční úhrny srážek. Liberec 2001-2010.

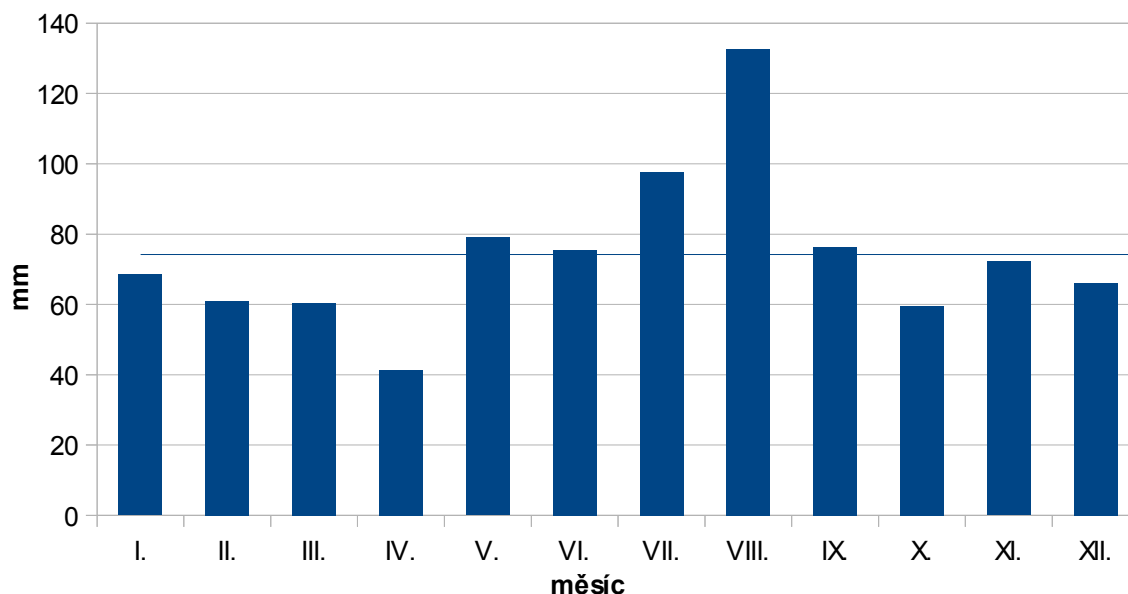
rok	celkový úhrn srážek [mm]	měsíc	průměrný úhrn srážek [mm]
2001	936,3	leden	68,5
2002	1003,7	únor	61,0
2003	542,8	březen	60,4
2004	793,2	duben	41,4
2005	811,5	květen	79,0
2006	873,6	červen	75,5
2007	869,9	červenec	97,5
2008	850,0	srpen	132,7
2009	911,2	září	76,4
2010	1301,2	říjen	59,5
průměr	890,3	listopad	72,2
		prosinec	66,1

Zaměříme-li se na průměrné měsíční počty dnů se srážkami, zjistíme, že nejméně deštivých dnů je v dubnu (v průměru 14,9), což odpovídá nejmenším úhrnům srážek. Ovšem nejvíce deštivých dnů vychází na zimní měsíce (prosinec 22,2, leden 21,9), kdy jsou však srážkové úhrny téměř nejnižší. To svědčí o tom, že v zimních měsících jsou srážky vázané především na vrstevnatou oblačnost a vyznačují se menšími úhrny.

Pro srovnání jsou v grafu 3 zobrazeny společně procentuální údaje měsíčních srážkových úhrnů a měsíčních dob trvání srážkové činnosti. Tento graf potvrzuje již

13 Konvekce je systém uspořádaných výstupných a sestupných proudů, který přispívá k promíchávání atmosféry (Kolektiv, 1980).

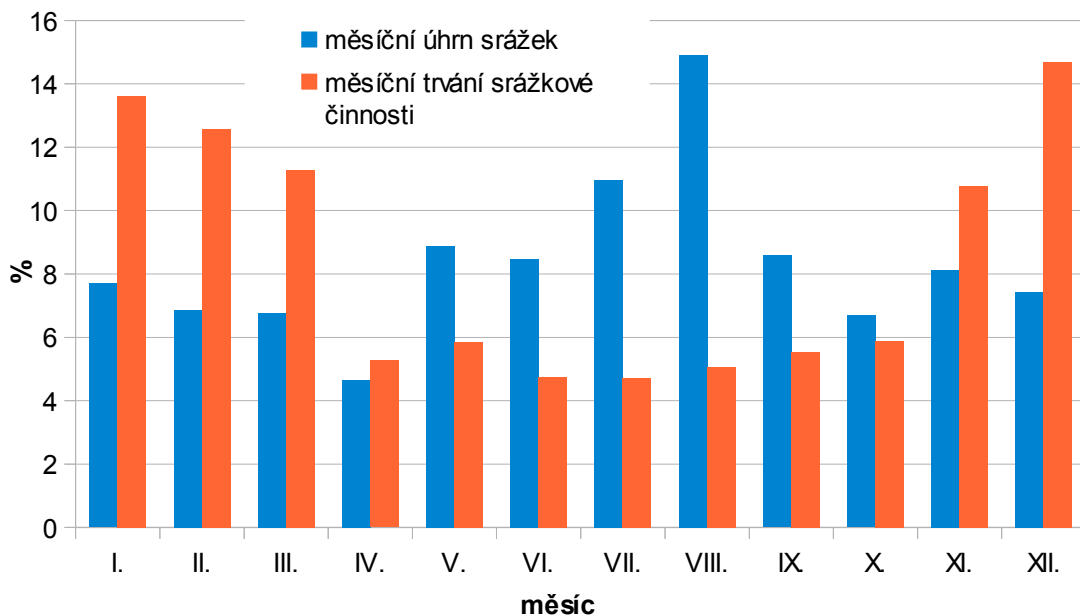
zmíněný fakt, že v letních měsících jsou srážkové úhrny nejvyšší, ale doby trvání srážek nejnižší (intenzivní srážky konvektivního charakteru). Naopak v měsících zimních jsou srážkové úhrny téměř nejmenší, naopak doby trvání srážek největší (málo intenzivní srážky vázané na vrstevnatou oblačnost).



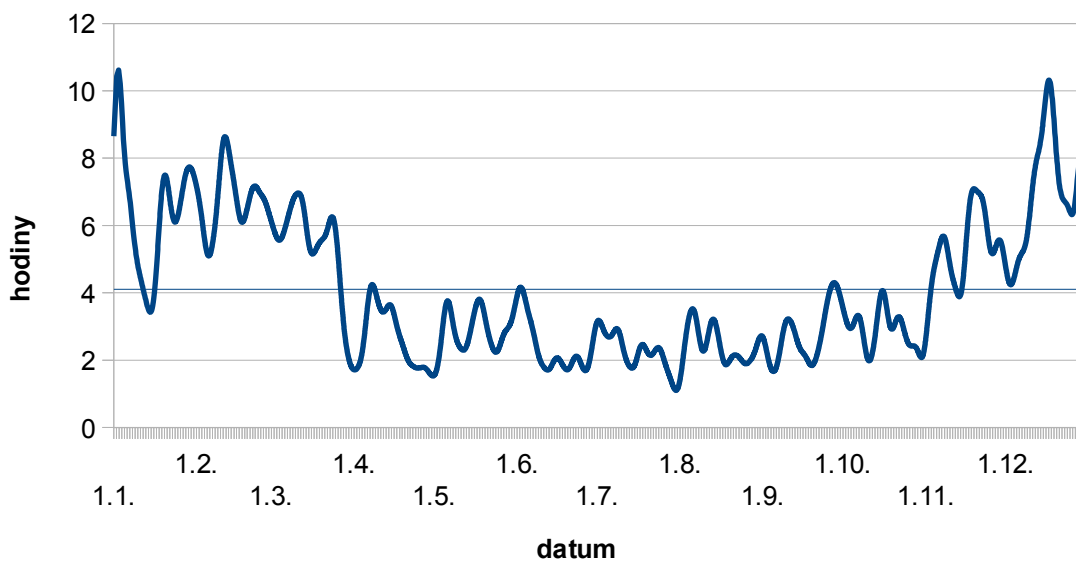
Graf 2: Průměrné měsíční úhrny srážek (modrá přímkva = střední hodnota). Liberec 2001-2010.

Důležitým aspektem je také průměrná denní doba padajících srážek. Pro pobyt v přírodě tolik nevádí krátká intenzivní srážková epizoda konvektivního charakteru, jako déletrvající, ne tolik intenzivní, srážková činnost spojená povětšinou s frontálními rozhraními.

Graf 4 ukazuje průměrné trvání srážkové činnosti během roku za sledované desetileté období. Střední hodnota je cca 4 hodiny, tedy průměrně každý den v roce trvá srážková činnost přibližně 4 hodiny. Z grafu 4 je patrné, že z pohledu délky trvání srážek je výrazně nadprůměrné období od listopadu do března (maximum v prosinci), naopak nejkratší srážkové epizody zaznamenáváme od dubna do října (minimum v červenci). V tabulkách 5, 6 je zaznamenáno průměrné trvání srážkové činnosti v měsících a vybraných obdobích.



Graf 3: Procentuální vyjádření průměrných měsíčních úhrnů srážek a měsíčního trvání srážkové činnosti. Liberec 2001-2010.



Graf 4: Průměrné trvání srážkové činnosti (v hodinách) v průběhu roku (modrá příčka = střední hodnota). Liberec 2001-2010.

Tabulka 5: Průměrné trvání srážkové činnosti v jednotlivých měsících. Liberec 2001-2010.

měsíc	doba trvání srážek [hodiny]
leden	204,0
únor	188,2
březen	169,0
duben	79,0
květen	87,6
červen	71,1
červenec	70,6
srpen	75,7
září	82,8
říjen	88,0
listopad	161,3
prosinec	220,1

Tabulka 6: Průměrné trvání srážkové činnosti ve vybraných obdobích. Liberec 2001-2010.

vybrané období	doba trvání srážek [hodiny]
III., IV., V.	335,5
VI., VII., VIII.	217,4
IX., X., XI.	332,1
XII., I., II.	612,3

Na závěr této podkapitoly byl vypočítán Langův dešťový faktor¹⁴ pro město Liberec, který vyšel 109,5, což značí humidní klima a dále byla spočítána ombrická kontinentalita¹⁵. Ta byla stanovena podle Hrudického vzorce¹⁶ (NOSEK, 1972). Index kontinentality za celé desetileté období vyšel pouhých 13,1 %.

5.1.3 VÍTR

Charakter větru (jeho směr a především rychlost) ovlivňuje lidskou činnost velmi zásadně. Kromě meteorosenzibility¹⁷ (např. pocitová teplota¹⁸) mají větrné poměry zásadní roli v oblasti znečištění ovzduší. Malé rychlosti větru při stabilním zvrstvení atmosféry a subsidenčních pohybech v atmosféře přispívají ke špatným rozptylovým podmínkám, což se odráží ve zvýšené koncentraci látek znečišťujících ovzduší (viz studie 5.4 v této práci).

14 Langův dešťový faktor se počítá jako podíl průměrného ročního úhrnu srážek a průměrné roční teploty vzduchu (TOLASZ et al., 2007).

15 Ombrická kontinentalita je charakteristika podnebí vyjadřovaná množstvím srážek, popř. i jejich ročním chodem (Kolektiv, 1980).

16 Index ombrické kontinentality $k = 12(1-35)/s^{0.5}$, kde 1 jsou srážky teplého pololetí v procentech ročního úhrnu, s je absolutní množství srážek chladného pololetí v mm (NOSEK, 1972).

17 Meteorosenzibilita - citlivost, vnímavost na počasí (MATOUŠEK, 1988).

18 Pocity teplota - subjektivní pocit daný především teplotou vzduchu, relativní vlhkostí, slunečním zářením, rychlostí větru (Kolektiv, 1980).

Naopak vysoké rychlosti větru spojené povětšinou s přechody frontálních systémů podmiňují dobré podmínky pro rozptyl a koncentrace nežádoucích látek v ovzduší se během těchto situací snižují.

Charakter větru závisí v přízemní vrstvě do značné míry na tvarech reliéfu (PETROVIČ, 1970). Jelikož město Liberec leží v kotlině, jež má směr od severozápadu k jihovýchodu, převládající směr větru je s tímto směrem totožný. TOLASZ et al. (2007) uvádí, že v Liberci v dlouhodobém průměru dominují větry jihovýchodní (relativní četnost větru z tohoto směru je 20 %) a severozápadní (19 %). Naopak větry severovýchodní a jihozápadní (tedy ze směrů, kde leží okolní pohoří) jsou zastoupeny celkem pouhými 6 %. Liberec je tedy příkladem města, ve kterém je převládající zonální cirkulace silně modifikována terénem.

V tabulce 8 si můžeme všimnout, že největřním měsícem v Liberci je leden (4,1 m/s). Naopak nejmenší rychlosti větru zaznamenáváme v srpnu (2,6 m/s). Obecně jsou však průměrné měsíční rychlosti větru velmi vyrovnané. Tato vyrovnanost platí ještě více u průměrných ročních rychlostí větru (viz tabulka 7). Ve sledovaném desetiletém období kolísají tyto hodnoty mezi 3,1 m/s a 3,7 m/s. Průměrná rychlost větru v desetiletém období byla v Liberci 3,3 m/s.

Tabulka 7: Průměrné roční rychlosti větru. Liberec 2001-2010.

rok	rychlost větru [m/s]	měsíc	rychlost větru [m/s]
2001	3,4	leden	4,1
2002	3,1	únor	3,8
2003	3,2	březen	3,6
2004	3,1	duben	2,9
2005	3,3	květen	3,0
2006	3,5	červen	2,9
2007	3,7	červenec	2,9
2008	3,5	srpen	2,6
2009	3,3	září	2,9
2010	3,3	říjen	3,3
průměr	3,3	listopad	3,9
		prosinec	3,9

Tabulka 8: Průměrné měsíční rychlosti větru. Liberec 2001-2010.

5.1.4 SLUNEČNÍ SVIT A OBLAČNOST

PETROVIČ (1970) uvádí, že sluneční záření (elektromagnetické záření vyzařované Sluncem) je rozhodující meteorologický a klimatologický činitel. Formuje globální klima a ovlivňuje životní prostředí. Sluneční svit (neboli doba trvání slunečního svitu) je klimatologický parametr, který zároveň charakterizuje i výskyt oblačnosti (TOLASZ et al., 2007). Oblačnost je spojena především s frontálními přechody, má na ni vliv členitost terénu (orografická či inverzní oblačnost) a též znečištění atmosféry (aerosoly v atmosféře).

Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu ve sledovaném období je 1 619 hodin, což znamená 4,4 hodiny denně. V porovnání s jinými krajskými městy České republiky se jedná o průměrnou až podprůměrnou hodnotu. Tento fakt je nevýhodou pro město Liberec, jelikož slunečnost je klimatický faktor, jež znamená velké hygienické a biologické přednosti (GREGOR, 1968). V tabulce 9 jsou dále uvedeny hodnoty průměrných měsíčních úhrnů doby trvání slunečního svitu. Maxima připadají do letních měsíců (Slunce je nejdéle nad obzorem), konkrétně do července, naopak minima do měsíců zimních a podzimních (Slunce je krátkou dobu nad obzorem, četné podzimní mlhy...).

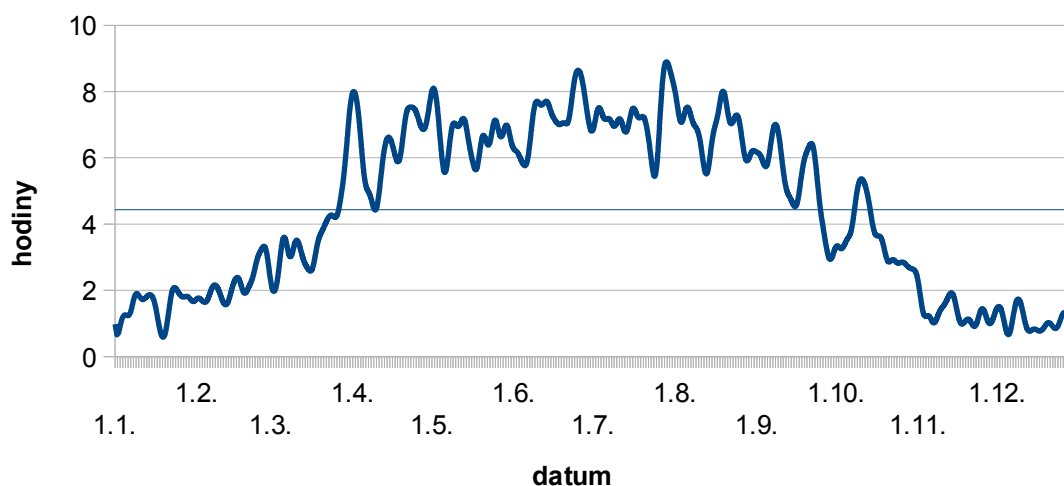
Tabulka 9: Měsíční trvání slunečního svitu. Liberec 2001-2010.

měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
trvání [h]	46,3	62,3	113	193	207,6	216,7	223,1	213,7	159,4	111,3	39,8	33	1619,2
trvání [%]	2,9	3,8	7	11,9	12,8	13,4	13,8	13,2	9,8	6,9	2,5	2	100

Dnem ve sledovaném období, kdy bylo slunečního svitu v průměru nejvíce, byl 27. červenec (9,8 hodin). Naopak průměrně nejméně slunečního svitu bylo registrováno 5. prosince (0,1 hodin). Absolutní maximum délky slunečního svitu připadá na 27. května 2005 (15,3 hodin). Bezoblačné počasí toho dne bylo dle kalendáře synoptických situací ČHMÚ vázáno na synoptickou situaci A (Anticyklóna nad střední Evropou).

V grafu 5 jsou zaznamenána průměrná denní trvání slunečního svitu (v hodinách) v průběhu roku. Kromě toho, že tento graf graficky potvrzuje tabulku 9, můžeme si všimnout velmi prudkého nárůstu denního trvání slunečního svitu v posledních dvou březnových dekádách. Ty vykazují vzestupný trend s hodnotou směrnice regresní přímky 0,24 (průměrné denní trvání slunečního svitu je v tomto období o 0,24 hodiny vyšší, než

v předchozím dnu). Dále si povšimněme nárůstu slunečního svitu v první polovině října (vysoké trvání slunečního svitu spjaté s tzv. babím létem), kdy směrnice regresní přímky má hodnotu 0,17. Naopak druhá polovina října a začátek listopadu je ve znamení výrazného úbytku slunečního svitu (v průměru o 0,12 hodin za 1 den).



Graf 5: Průměrné denní trvání slunečního svitu v průběhu roku (modrá přímka = střední hodnota). Liberec 2001-2010.

5.1.5 MLHA A KOUŘMO

Mlha a kouřmo sice nepatří do základních meteorologických prvků, pro bioklimatologickou charakteristiku daného místa jsou však tyto ukazatele relativně důležité (letecká doprava aj.). Mlha je jev náležející k oblačnosti, neboť je to produkt kondenzace vodní páry (PETROVIČ, 1970). O mlze mluvíme tehdy, je-li vodorovná dohlednost při zemi zmenšena alespoň v jednom směru pod 1 km (TOLASZ et al., 2007). Kouřmem se rozumí zmenšená dohlednost 1 - 10 km.

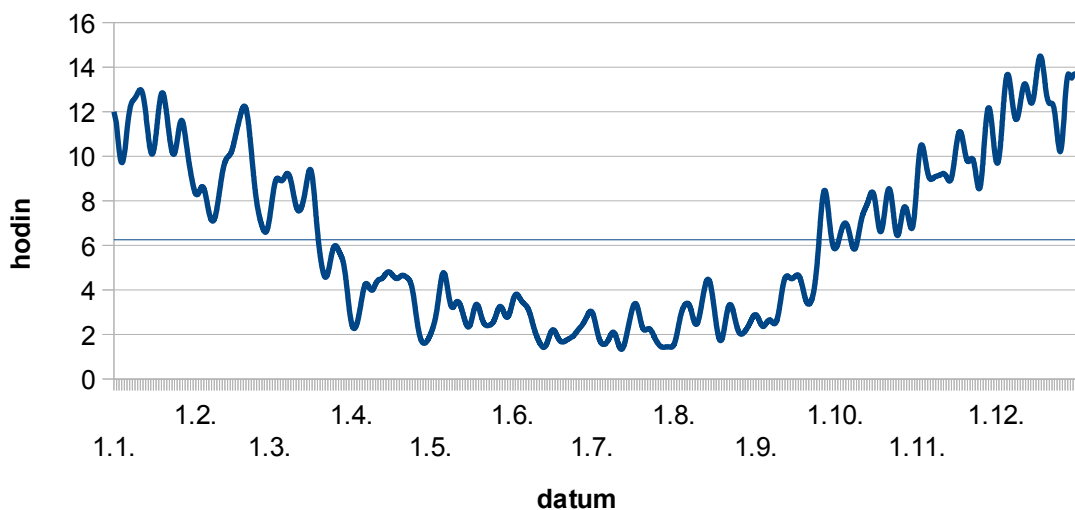
Měsícem s nejdelším výskytem mlhy a kouřma (včetně přízemní, zmrzlé a vzdálené mlhy) je prosinec. Ve sledovaném období se popisované meteorologické jevy vyskytovaly v tomto měsíci v průměru 387 hodin, což je průměrně 12,5 hodiny denně. Kromě zimních měsíců se mlhy a kouřmo často vyskytovaly na podzim, což odpovídá podzimnímu stabilnímu zvrstvení atmosféry. To je dáno tím, že v tomto ročním období ještě relativně teplé vzduchové hmoty postupují nad již rychle prochládající povrch. Vznik přízemních mlh a kouřma je důsledek často inverzního zvrstvení atmosféry při těchto situacích.

Naopak měsíce s nejkratším výskytem mlh a kouřma byly červenec, červen a srpen, tedy měsíce letní. Celkově je v červnu, červenci a srpnu v Liberci registrováno pouhých necelých 10 % z celkové roční doby výskytu mlhy a kouřma. Naopak v prosinci, lednu a únoru je to 43,3 %.

Roční průběh doby trvání mlhy a kouřma je znázorněn v grafu 6, měsíční doby trvání pak v tabulce 10. Průměrná roční doba trvání těchto meteorologických jevů je v Liberci 2 283 hodin, což je 6,3 hodiny denně.

Tabulka 10: Měsíční doby trvání mlhy a kouřma. Liberec 2001-2010.

měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
doba trvání [h]	348	252	223	110	95	72	64	86	129	217	299	387	2283
doba trvání [%]	15,2	11,1	9,8	4,8	4,1	3,2	2,8	3,8	5,6	9,5	13,1	17	100



Graf 6: Průměrné denní doby trvání mlhy a kouřma v průběhu roku (modrá přímka = střední hodnota). Liberec 2001-2010.

5.2 Zhodnocení teplot vzduchu na základě interpentádových rozdílů

5.2.1 ÚVOD

Výrazné změny teploty představují pro lidský organismus velkou zátěž (MATOUŠEK, 1988). Negativní reakce organismu jsou především na krátko a střednědobé výrazné změny teplot. Na toto téma existuje mnoho studií (např. SCHEIDT et al., 2013 zjistil, že při náhlém zvýšení teploty vzduchu o 5 °C narůstá počet migrén v Německu o 20 %). Zhodnocení teplot vzduchu na základě interpentádových rozdílů však dosud prováděno nebylo a zdá se velmi zajímavou možností.

5.2.2 METODY PRÁCE

Metody této studie spočívají ve spočítání průměrných hodnot teplot vzduchu za pětidenní období (pentády), kdy průměrná hodnota je přiřazena vždy prostřednímu dni dané pentády. Dále byly spočítány hodnoty rozdílů mezi interpentádovými průměry teplot vzduchu (např. mezi 7.1. a 3.1.) a ty opět přiřazeny prostřednímu dni v daném období (např. 5.1.). Z těchto hodnot již byl sestaven graf ročního chodu interpentádových rozdílů (viz graf 7).

5.2.3 VÝSLEDKY

Z grafu 7 je patrné, že ve sledovaném desetiletém období dochází během roku k relativně pravidelnému střídání krátkodobých období oteplování a ochlazování, přičemž v první polovině roku (cca do července) převládá oteplování, naopak od srpna do prosince dominuje ochlazování. Ve zmíněném oteplování v první části roku si lze povšimnout několika výrazných výkyvů, a to především na začátku třetí dekády v lednu a na začátku dubna, kdy v obou případech dochází k ochlazení přes 2 °C (v prvním případě téměř 3 °C). Naopak nejvýraznější pentádové oteplení (až + 3 °C) nastává v průměru v poslední dubnové dekádě. Z převládajícího ochlazování v druhé polovině roku výrazněji vybočuje začátek třetí prosincové dekády, kdy dochází k pentádovému oteplení až přes 1,5 °C. Tento výkyv je typický pro tzv. vánoční oblevu.

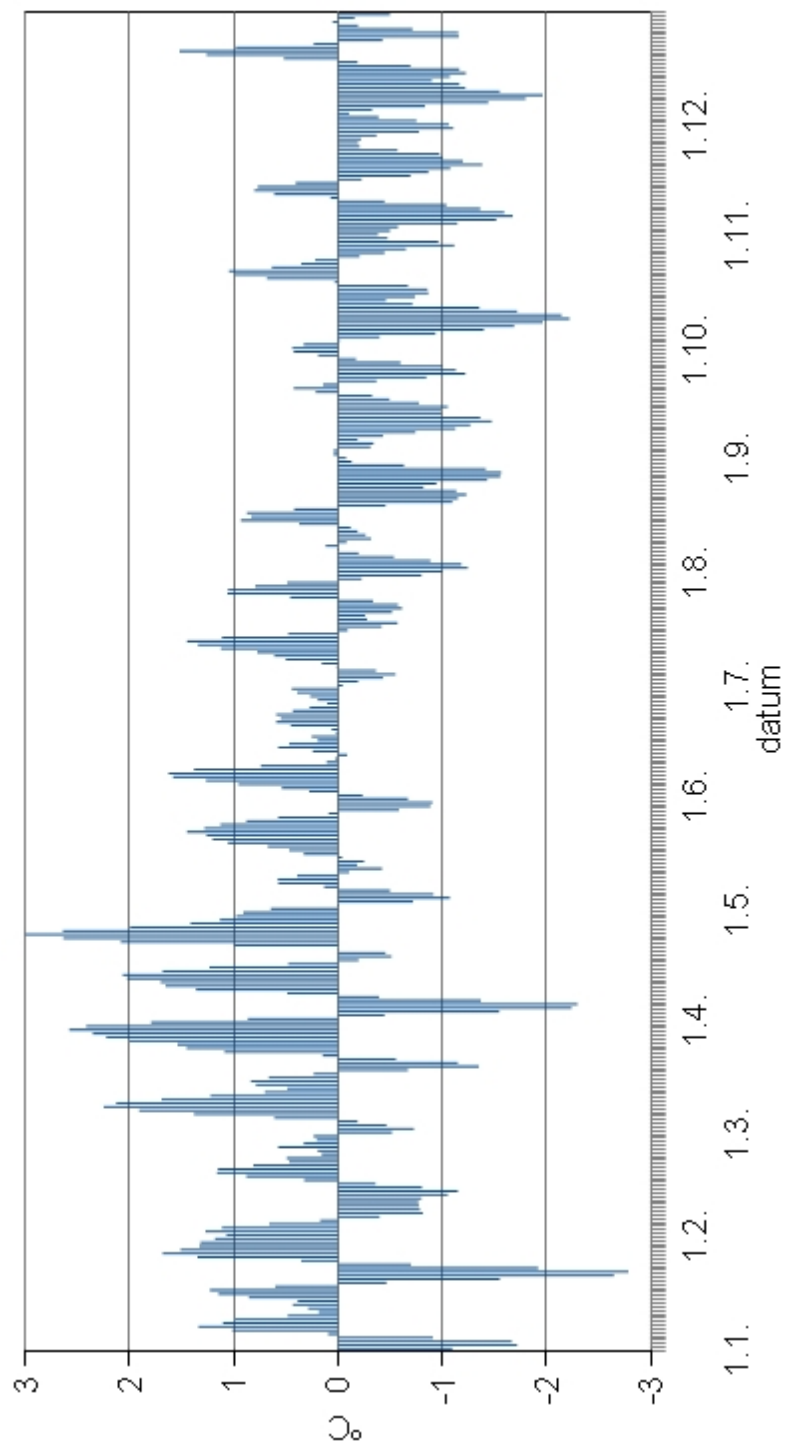
Jak už bylo zmíněno, lidský organismus je citlivý na jakékoliv výrazné změny teplot (ať už kladné nebo záporné). Z grafu 7 je vidět, že v rámci roku je z tohoto pohledu nejkritičtějšími obdobími jaro, především konec dubna, kdy průměrné rozdíly teplot vzduchu mezi blízkými pentádami činí až 3 °C. Výrazné záporné změny teplot vzduchu

nastávají především v podzimních a zimních měsících. Zde dominuje především druhá lednová pentáda (změny teplot až $-2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$).

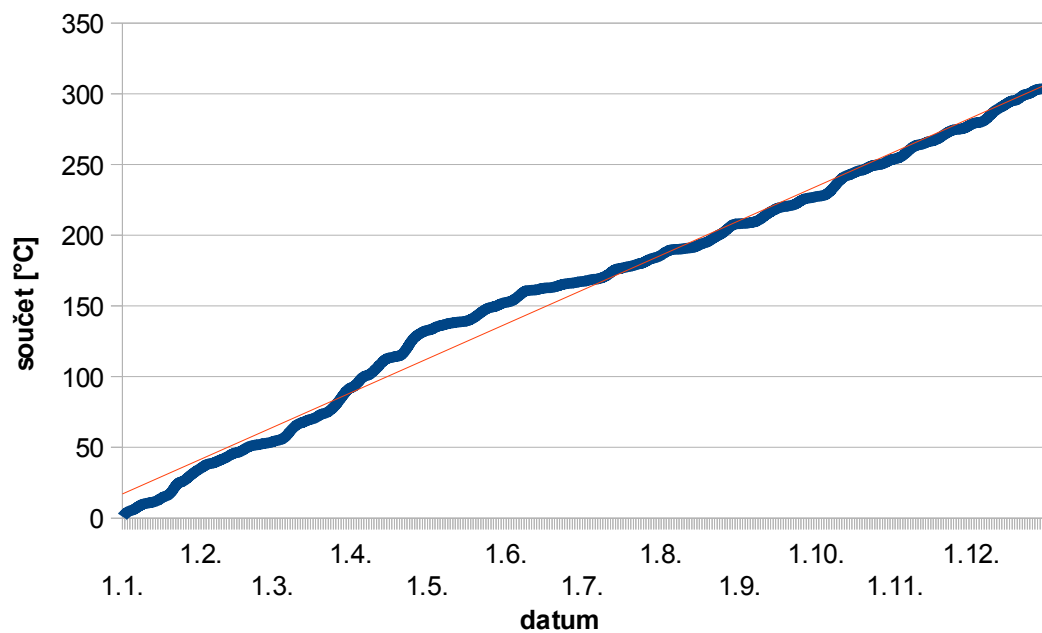
Graf 8 dále přibližuje kumulované odchylky absolutních hodnot rozdílů mezi interpentádovými hodnotami průměrných teplot vzduchu od střední hodnoty vyjádřené součtovou řadou. Je patrné, že nejvýraznější interpentádové rozdíly teplot zaznamenáváme v měsících lednu, březnu a dubnu, kdy má součtová řada velmi strmý průběh. Naopak měsíce červen a červenec se vyznačují relativní vyrovnaností. Tento fakt potvrzuje graf 9, který udává absolutní hodnoty průměrných měsíčních odchylek interpentádových rozdílů teplot od střední hodnoty.

5.2.4 ZÁVĚRY

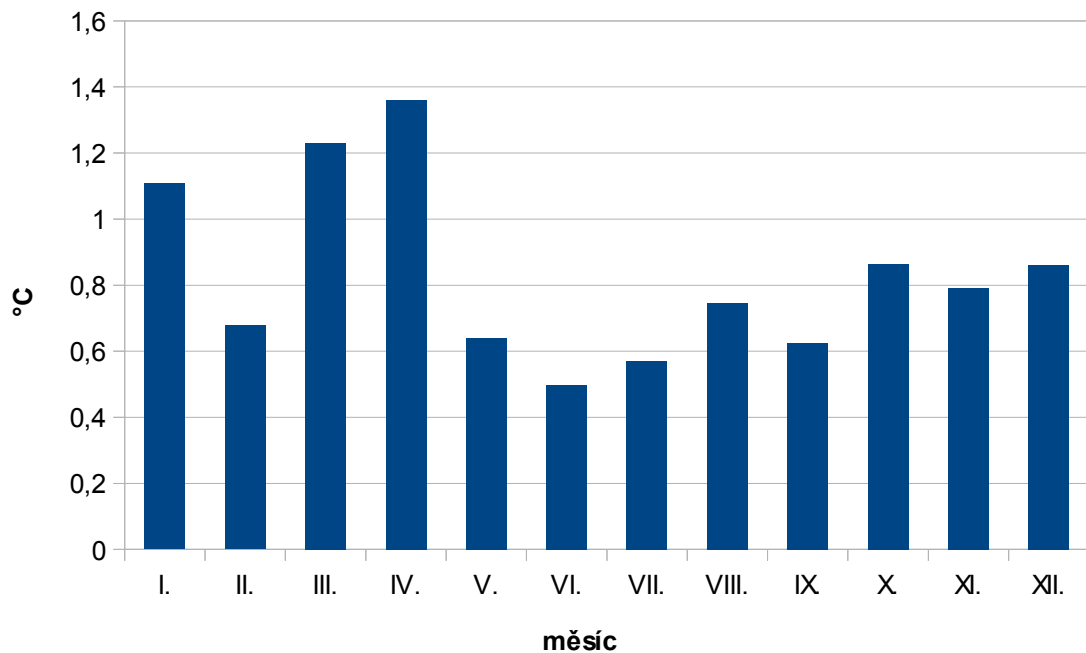
Jak vyplývá z této studie, v průběhu roku dochází k relativně pravidelnému střídání období oteplování a ochlazování. Nejvýraznější absolutní interpentádové rozdíly teplot vzduchu jsou zaznamenávány v měsících lednu, březnu a dubnu (v průměru více než $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ na den). Tato období tedy mohou přinášet zvýšená zdravotní rizika u lidí, kteří na změny teplot výrazněji trpí. Naopak nejmenší interpentádové rozdíly teplot vzduchu přicházejí v červnu a červenci (v průměru do $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ na den). Tyto měsíce jsou však pro citlivé lidi nebezpečné sice relativně vyrovnanými, ovšem vysokými teplotami vzduchu.



Graf 7: Rozdíly mezi interpentadovými hodnotami průměrné teploty vzduchu. Liberec 2001-2010.



Graf 8: Kumulované odchylky absolutních hodnot rozdílů mezi interpentádovými hodnotami průměrných teplot vzduchu od střední hodnoty. Červeně přímka lineární regrese. Liberec 2001-2010.



Graf 9: Absolutní hodnoty průměrných měsíčních odchylek interpentádových rozdílů teplot od střední hodnoty. Liberec 2001-2010.

5.3 Vliv změn teplot vzduchu na případy akutních infarktů myokardu v Krajské nemocnici Liberec

5.3.1 ÚVOD

Lidský organismus je citlivý na změny teplot během několika dní. FROST, AULICIEMS, DE FREITAS (1992) např. potvrdili zvýšenou úmrtnost z důvodu infarktů myokardu během dnů s výrazně klesajícími teplotami vzduchu. EBI et al. (2004) potvrzuje, že výrazné změny teplot vzduchu jsou spojené se zvýšenou hospitalizací pacientů s infarktem myokardu i s mrtvicí. Z tuzemských autorů se podobnými studiemi zabývali např. URBAN, DAVÍDKOVÁ, KYSELÝ (2013). Vlivem tlaku vzduchu na výskyt infarktů pak např. SITAR (2005).

Tato studie je zaměřená na vztahy mezi případy akutních infarktů myokardu a průměrnými teplotami vzduchu (a jejich změnami) v jednotlivých obdobích v Liberci.

5.3.2 ZDROJE DAT A METODY PRÁCE

Metody této studie spočívají v korelaci počtu hospitalizovaných pacientů s diagnózou I21* (akutní infarkt myokardu) a průměrných teplot vzduchu ve vybraných obdobích (dnech, pentádách, měsících...) za období 2006 až 2010. Lékařská data byla získána z databáze Krajské nemocnice v Liberci.

5.3.3 VÝSLEDKY

Nejprve byly počty akutních infarktů myokardu (diagnóza I21*) v jednotlivých dnech korelovány s rozdíly interpentádových teplot vzduchu za období 2006 až 2010 (též i s rozdíly teplot vzduchu za určitá předešlá období). Ve všech případech vyšly téměř nulové korelační koeficienty.

Dále byl proveden rozbor vztahu mezi počtem infarktů a průměrnými denními teplotami vzduchu. I tentokrát vyšel korelační koeficient téměř nulový.

Vztahy mezi počty infarktů a sumami absolutních hodnot rozdílů průměrných denních teplot vzduchu v předcházejících různě dlouhých obdobích také nevykazují statistickou významnost.

Nebyla prokázána ani statisticky významná závislost případů infarktů v jednotlivých měsících na součtu rozdílů průměrných denních teplot vzduchu po sobě jdoucích dnů v témže období.

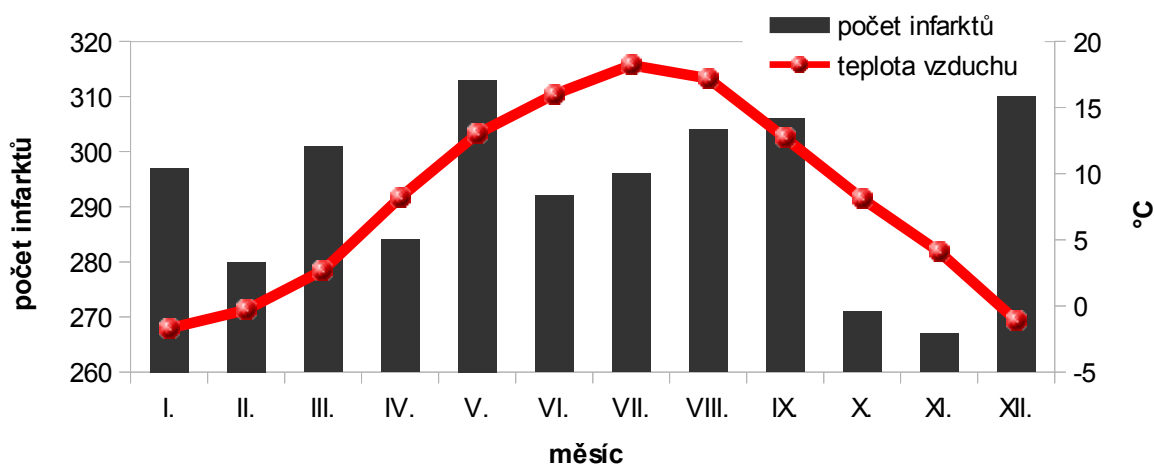
V grafu 10 jsou zaznamenány měsíční počty případů akutních infarktů myokardu v Krajské nemocnici Liberec. Z grafu je patrné, že počty případů jsou relativně vyrovnané a nevykazují žádný výrazný trend, který by svědčil o významné závislosti na průměrných měsíčních teplotách vzduchu. Nejvíce infarktů připadá na měsíce květen a prosinec, nejméně na listopad a říjen.

5.3.4 ZÁVĚRY

Bylo zjištěno, že počty případů akutních infarktů myokardu v liberecké nemocnici v období 2006-2010 nejsou statisticky významně ovlivňovány průměrnými denními teplotami vzduchu a jejich změnami.

Možná by bylo vhodnější korelovat případy infarktů se změnami tlaku vzduchu. Byl např. zjištěn vysoký korelační koeficient mezi počty infarktů v jednotlivých měsících a počty anticyklonálních synoptických situací v měsících zimního půlroku. Hodnota koeficientu 0,66 ukazuje na význačnou těsnost vztahu (Janko in NOSEK, 1972). Toto zjištění se shoduje s výsledky studie SITARA (2005), ve které bylo prokázáno, že počty infarktů myokardu jsou častější ve dnech s tendencí ke zvýšení tlaku vzduchu a ve dnech s jeho dlouhodobě vyššími hodnotami. Nabízí se možnost důkladnějšího prozkoumání závislosti infarktů na tlaku vzduchu pro jednotlivé dny. SITAR (2005) uvádí, že vztahy mezi srdečními infarkty a tlakem vzduchu jsou skutečně signifikantní. Vzhledem k získaným datům však tato studie v této diplomové práci nemohla být provedena.

Na závěr je vhodné konstatovat, že tato studie vyvolala mezi obeznámenými lékaři liberecké nemocnice kladnou reakci.



Graf 10: Počty akutních infarktů myokardu a průměrná teplota vzduchu v jednotlivých měsících. Krajská nemocnice Liberec 2006-2010.

5.4 Vliv synoptických situací na koncentrace látek znečišťujících ovzduší ve městě Liberec

Další studie, která byla autorem pro účely této diplomové práce provedena, se zabývá vlivem synoptických situací¹⁹ na koncentrace látek znečišťujících ovzduší.

5.4.1 ÚVOD

PACHNER in Kolektiv (1963) uvádí, že odpor lidí proti znečištěnému ovzduší je motivován především dvěma hledisky. Jedná se o pohodu (komfort) a obavu o zdraví. Negativní vliv látek znečišťujících ovzduší na člověka závisí na mnoha faktorech: na jejich složení a povaze, jejich koncentraci, době působení a samozřejmě též na zdravotním stavu člověka vystaveného tomuto působení. Koncentrace těchto látek závisí především na množství emisí (hlavní faktor), potenciálu znečištění ovzduší²⁰, ale i na geomorfologických charakteristikách zájmového území - především na konkávnosti či konvexnosti reliéfu (BIL-KNOZOVÁ, 2003). Určitý vliv (především na koncentrace prachových částic v ovzduší) má i druh aktivního povrchu, který však může být antropogenními zásahy značně pozměněn. Tato změna se může dále promítat i v mikro- až mezoklimatickém měřítku (příkladem může být tepelný ostrov města²¹).

Město Liberec se svou kotlinovou polohou (Ještědský hřbet na jihu a západě, Jizerské hory na severu a východě) je vhodnou oblastí pro tvorbu přízemních inverzí, které jsou doprovázeny zvýšenými koncentracemi látek znečišťujících ovzduší (špatné rozptylové podmínky z důvodu stabilního zvrstvení atmosféry a subsidenčních pohybů vzduchových hmot).

5.4.2 CÍLE STUDIE

Cílem této studie bylo nalezení vztahů mezi synoptickými situacemi a koncentracemi vybraných znečišťujících látek (prašného aerosolu - PM₁₀, oxidu siřičitého - SO₂, oxidu dusičitého - NO₂, oxidu uhelnatého - CO a přízemního ozónu - O₃). Nalezení hledaných vztahů může být přínosné pro zlepšení předpovědi znečištění ovzduší ve městě Liberec na základě předpovědi synoptické situace. Podobné studie se pravidelně provádějí v USA,

19 Synoptická situace = rozložení vzduchových hmot, atmosférických frontálních cyklón, anticyklón aj. synoptických objektů, které určují ráz počasí nad určitou velkou geografickou oblastí (SOBÍŠEK et al., 1993).

20 Potenciál znečištění ovzduší je schopnost atmosféry vytvářet imise (SOBÍŠEK et al., 1993).

21 Tepelný ostrov města je oblast zvýšené teploty vzduchu v mezní vrstvě atmosféry nad městem (důsledek antropogenní činnosti) ve srovnání s jeho okolím (Kolektiv, 1980).

Turecku, Austrálii, Kanadě, Nizozemsku či Polsku. Za všechny jmenujme polskou studii (LEŚNIOK, MALARZEWSKI, NIEDŹWIEDŹ, 2009) či australskou studii (LEIGHTON, SPARK, 1997). Dalším cílem této studie bylo určení typů povětrnostních situací, které mají nejvýznamnější vliv (kladný či záporný) na znečištění ovzduší těmito látkami. Posledním cílem studie je analýza dynamiky znečištění a výskytu synoptických situací s vlivem na velikost znečištění.

5.4.3 ZDROJE DAT A METODY PRÁCE

Zdrojem dat pro tuto studii byl Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Data však nejsou kompletní. Procentuální podíl chybějících dat v období 2006-2010 pro jednotlivé látky: PM₁₀: 2,4 %, SO₂: 2,0 %, NO₂: 2,0 %, CO: 1,9 %, O₃: 1,4 %. Všechny koncentrace znečišťujících látek byly naměřeny v pozadřové stanici Automatizovaného imisního monitoringu (AIM) v lokalitě Liberec - město (350 m n. m., městská obytná a obchodní zóna). Data o typech povětrnostních situací v jednotlivých dnech byla získána z kalendáře povětrnostních situací (ČHMÚ). Při zpracování studie byly použity především metody KNOZOVÉ (2003, 2005).

5.4.4 VÝSLEDKY

Závislost imisí vybraných znečišťujících látek na typu synoptické situace byl pro účel této práce prozkoumán dynamicko-synoptickou metodou. Princip této metody je následující: nejprve jsou vybrány dny z celého pětiletého zpracovávaného období, pro které je charakteristický určitý typ cirkulace. Posléze se z údajů o koncentracích v těchto dnech vypočte průměrná koncentrace vybraných znečišťujících látek. Následně se zjišťuje (pro každou látku zvlášť), zda při určitém typu synoptické situace má daná látka v ovzduší lepší nebo horší rozptyl. Pro každý typ synoptické situace je tedy vypočítána jemu odpovídající průměrná koncentrace dané látky. Tato hodnota společně s dolním a horním kvartilem (souboru všech denních koncentrací dané látky za pětileté období) slouží jako objektivní kritérium pro hodnocení vlivu synoptických situací na úroveň znečištění ovzduší. Jestliže je průměrná koncentrace sledované látky během určité povětrnostní situace větší, než horní kvartil analyzovaných dat, je tato synoptická situace uznána za způsobující koncentraci. Nastane-li případ, že je průměrná koncentrace menší, než dolní kvartil, synoptická situace je uznána za způsobující disperzi (KNOZOVÁ, 2005). Přehledná tabulka průměrných koncentrací a kvartilů, včetně označení synoptických situací

způsobujících koncentrací (červená) či disperzi (světle zelená) - viz tabulka 11. Jelikož průměrná koncentrace je nižší než dolní kvartil pouze v jediném případě (rozptyl PM_{10} způsobuje synoptická situace C), je pro znázornění situací přispívajících k rozptylu použit 2. kvartil. Jinými slovy: jestliže je průměrná koncentrace vybrané látky během určité synoptické situace menší, než hodnota 2. kvartilu, je situace uznána jako přispívající k disperzi a v tabulce 11 označena tmavě zelenou barvou. Pro lepší znázornění koncentrací daných látek během určitých synoptických situací byl použit graf 11. Z tabulky 11 a grafu 11 je patrné, že ke koncentraci přispívají synoptické situace A, Ap4, Ea, SEa, Wa. Každá ze zmíněných povětrnostních situací způsobuje koncentraci 80 % sledovaných látek. Jako situace způsobující disperzi (metoda dolního kvartilu) nebyla nalezena ani jedna. Ovšem situací přispívajících k rozptylu (metoda 2. kvartilu) bylo popsáno šest. Jedná se o C, Nc, NEc, NWc, Wal, Wc (každá situace přispívá k rozptylu alespoň 60 % sledovaných látek). Důkazem toho, že vliv synoptických situací na koncentrace znečišťujících látek v ovzduší je signifikantní, je graf 12. Ten znázorňuje výrazné rozdíly denních koncentrací SO_2 ve vybraném období v závislosti na dané povětrnostní situaci.

Posledním cílem práce bylo analyzovat dynamiku velikosti znečištění a výskytu synoptických situací způsobujících koncentraci či rozptyl znečištění.

Dalším důkazem toho, že vliv synoptických situací na koncentrace většiny znečištění je statisticky významný, jsou hodnoty korelačních koeficientů mezi ročními koncentracemi a četnostmi daných skupin synoptických situací mezi lety 2006-2010. Výjimku tvoří situace způsobující koncentraci NO_2 . Záporný korelační koeficient svědčí o tom, že v letech se zvýšeným počtem situací způsobujících koncentraci NO_2 byly paradoxně koncentrace této látky menší. To lze vysvětlit velmi malým podílem těchto situací v daných letech (v průměru se vyskytovaly v 7,8 % dnů z roku, zatímco situace přispívající k rozptylu v 36,3 %). Koncentrace NO_2 jsou tedy výrazně závislejší na situacích přispívajících k rozptylu. Druhou výjimkou je kladný korelační koeficient u synoptických situací přispívajících k rozptylu SO_2 . I v tomto případě je však četnost dnů s těmito situacemi (v porovnání s četností situací způsobujících koncentraci SO_2) velmi nízká a tudíž na roční změny koncentrací SO_2 nemá téměř žádný vliv. Bylo však prokázáno, že synoptické situace nemají statisticky významný vliv na koncentrace přízemního ozónu. Svědčí o tom velmi nízké hodnoty korelačních koeficientů, navíc ve všech případech s opačnými znaménky, než které by znamenaly předpokládaný statisticky významný vliv

situací na koncentrace O₃.

Na posledním grafu této studie (graf 13) můžeme vidět roční chod analyzovaných znečišťujících látek. NO₂, SO₂, PM₁₀ a CO jsou charakteristické zimním maximem a letním minimem koncentrací, což je dané především ročním chodem emisí. Přízemní ozón má roční chod zcela opačný - maximum v nejteplejších měsících, minimum v měsících s nejnižšími teplotami. V této studii bylo prokázáno, že vliv synoptických situací na koncentrace O₃ není statisticky významný.

5.4.5 ZÁVĚRY

Na závěr je nutné říci, že tento přístup k hodnocení znečištění je v současné době již překonán. Imise na takto malém zájmovém území jsou totiž ovlivňovány především faktory menšího měřítka, než je to synoptické. Rozptyl exhalací je v rozhodující míře dán procesy v mezní vrstvě atmosféry. S modernějším přístupem k hodnocení této problematiky přišel SLÁDEK (1975).

Přesto tato studie prokázala statisticky významnou závislost koncentrací PM₁₀, NO₂, SO₂ a CO na synoptických situacích. Bylo zjištěno, že koncentrace těchto látek rostou převážně během anticyklonálních situací. Pro imise polétavého prachu je navíc významná advekce z východních směrů, během níž nastávají nejvyšší koncentrace. Tato advekce je v tomto případě natolik významná, že k situacím způsobujícím koncentrace PM₁₀ patří i Východní cyklonální situace a Jihovýchodní cyklonální situace. Obecně však bylo prokázáno, že cyklonální situace jsou charakteristické dobrými rozptylovými podmínkami a koncentrace znečištění jsou během nich relativně malé. Důležité je také zjištění, že při advekcích ze severních směrů v Liberci nastávají zvýšené koncentrace SO₂. Důvodem je polská tepelná elektrárna Turów, která se nachází cca 20 km severozápadně od města. Na celkových imisích SO₂ ve městě se podle KOŠKOVÉ, MODRÉHO, ŠMÍDY (2008) podílí 15 %.

Bylo také prokázáno, že koncentrace všech analyzovaných znečišťujících látek v posledních pěti letech klesají (kromě PM₁₀, jehož koncentrace rostou). Tento klesající (u PM₁₀ rostoucí) trend je ve většině případů doprovázen růstem (u PM₁₀ poklesem) četnosti dnů se situacemi přispívajícími k rozptylu znečištění a zároveň poklesem (u PM₁₀ růstem) četností situací způsobujících koncentrace znečištění. Nutno na tomto místě podotknout, že koncentrace znečišťujících látek naměřené v AIM v lokalitě Liberec-město,

mohly být do značné míry ovlivněny silnou antropogenní činností v lokalitě ve sledovaném období. Od března 2009 pouhých několik desítek metrů od AIM probíhala demolice obchodního domu Ještěd, po které v následujících měsících probíhala v téže lokalitě výstavba druhé části obchodního a zábavního centra Forum Liberec. Ta byla otevřena v září 2010 a zaujímá plochu cca 2 ha.

Vliv synoptických situací na koncentrace analyzovaných látek znečišťujících ovzduší byl kromě přízemního ozónu prokázán, i přesto, že studie analyzuje velmi krátké časové období a především pro práci s ročními daty je pětileté období pro vypovídající statistické analýzy nedostačující. Zápor je také fakt, že práce ve svých analýzách nezahrnuje emise znečišťujících látek. Přesto však mohou výsledky studie přispět do diskuze o zlepšování předpovědi koncentrací znečišťujících látek v daném území na základě predikce synoptických situací.

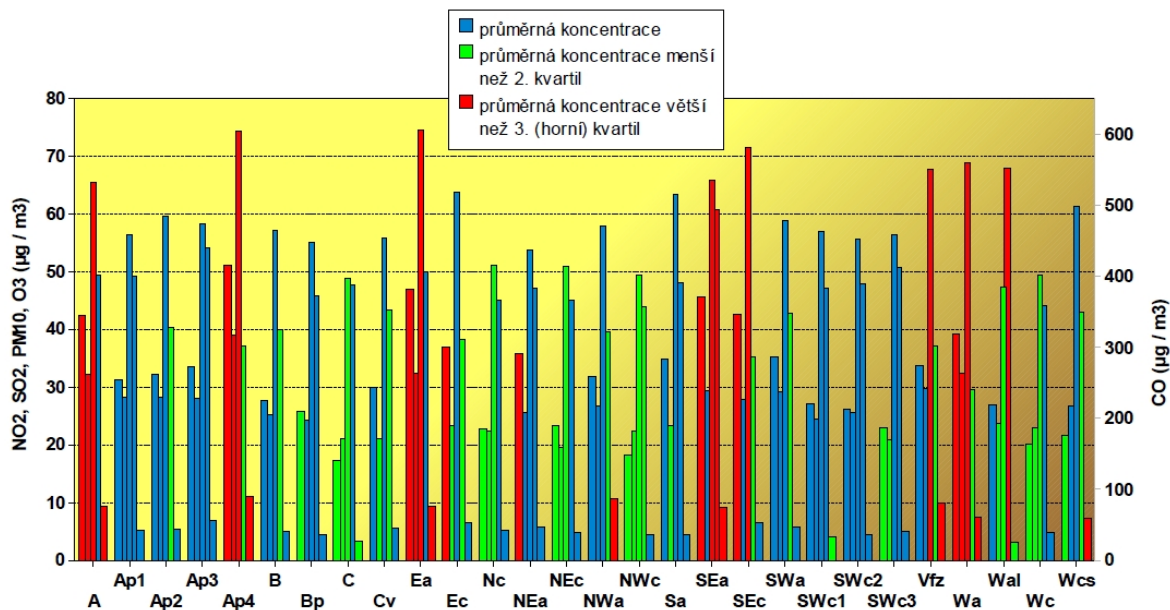
Tabulka 11: Koncentrace škodlivin při synoptických situacích.

	PM ₁₀	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂
5-letý denní průměr [µg/m ³]	29,2	25,41	463,47	45,34	5,71
1. (dolní) kvartil [µg/m ³]	17,68	18,4	355,4	29,2	2,1
3. (horní) kvartil [µg/m ³]	35,8	31	521,7	60,1	7,1
2. kvartil [µg/m ³]	25,9	24,2	422,3	44,1	4,1
průměrná koncentrace při synoptické situaci [µg/m ³]					
situace	PM ₁₀	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂
A	42,46	32,23	531,66	49,35	9,42
Ap1	31,33	28,24	458,87	49,31	5,19
Ap2	32,31	28,23	483,62	40,38	5,45
Ap3	33,54	28,14	473,74	54,09	6,93
Ap4	51,20	38,95	604,25	37,13	11,00
B	27,75	25,22	464,82	39,89	5,03
Bp	25,83	24,33	447,51	45,83	4,48
C	17,22	21,06	396,12	47,69	3,38
Cv	30,03	21,13	454,41	43,42	5,57
Ea	46,96	32,44	606,16	49,97	9,44
Ec	36,95	23,41	517,36	38,29	6,52
Nc	22,78	22,45	415,30	45,02	5,11
NEa	35,82	25,67	437,51	47,07	5,76
NEc	23,42	19,53	414,20	45,02	4,73
NWa	31,80	26,76	470,97	39,56	10,66
NWc	18,29	22,44	401,92	43,87	4,39
Sa	34,81	23,29	515,25	48,13	4,38
SEa	45,61	29,48	535,03	60,75	9,13
SEc	42,65	27,96	580,85	35,28	6,62
SWa	35,31	29,22	477,69	42,72	5,83
SWc1	27,04	24,53	462,98	47,13	4,09
SWc2	26,15	25,68	452,08	47,94	4,49
SWc3	22,87	20,90	458,54	50,73	5,01
Vfz	33,74	29,74	550,33	37,12	9,85
Wa	39,26	32,45	560,05	29,58	7,52
Wal	26,96	23,79	383,95	67,95	3,08
Wc	20,09	22,90	400,71	44,23	4,75
Wcs	21,63	26,69	498,60	42,98	7,22

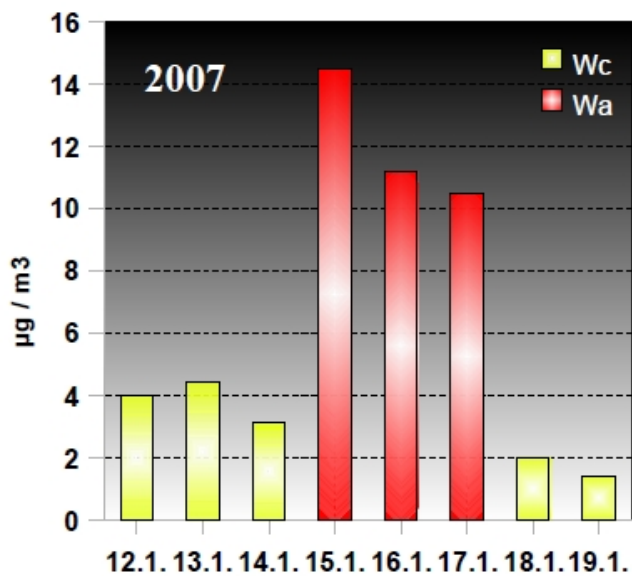
	průměrná koncentrace menší než 1. kvartil
	průměrná koncentrace menší než 2. kvartil
	průměrná koncentrace větší než 3. kvartil

vysvětlivky²²

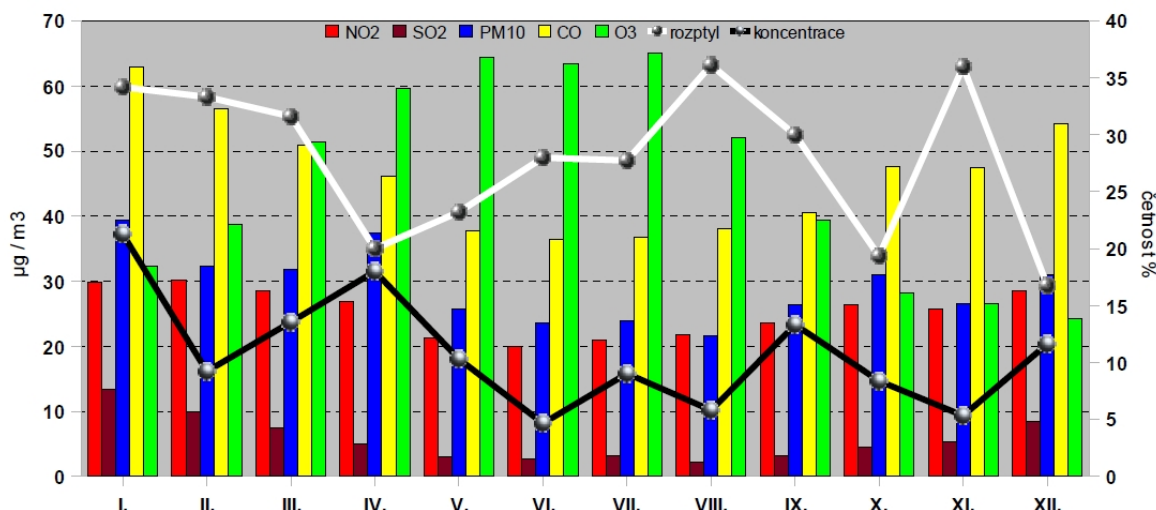
22 A – Anticyklóna nad střední Evropou, Ap1 – Putující anticyklóna č. 1, Ap2 – Putující anticyklóna č. 2, Ap3 – Putující anticyklóna č. 3, Ap4 – Putující anticyklóna č. 4, B – Brázda nízkého tlaku nad střední Evropou, Bp – Brázda postupující přes střední Evropu, C – Cyklóna nad střední Evropou, Cv – Výšková cyklóna, Ea – Východní anticyklonální situace, Ec – Východní cyklonální situace, Nc – Severní cyklonální situace, NEa – Severovýchodní anticyklonální situace, NEc – Severovýchodní cyklonální situace, NWa – Severozápadní anticyklonální situace, NWc – Severozápadní cyklonální situace, Sa – Jižní anticyklonální situace, SEa – Jihovýchodní anticyklonální situace, SEc – Jihovýchodní cyklonální situace, SWa – Jihozápadní anticyklonální situace, SWc1 – Jihozápadní cyklonální situace č. 1, SWc2 – Jihozápadní cyklonální situace č. 2, SWc3 – Jihozápadní cyklonální situace č. 3, Vfz – Vchod frontální zóny, Wa – Západní anticyklonální situace, Wal – Západní anticyklonální situace letního typu, Wc – Západní cyklonální situace, Wcs – Západní cyklonální situace s jižní drahou (TOLASZ et al., 2007).



Graf 11: Znečištění ovzduší (sloupce zleva: PM₁₀, NO₂, CO, O₃, SO₂) při synoptických situacích (Liberec-město, 2006-2010).



Graf 12: Denní průměrné koncentrace SO₂ v období 12.1 až 19.1. 2007 (Liberec-město, 2007).



Graf 13: Průměrné měsíční koncentrace znečišťujících látek a četnost výskytu situací způsobující jejich koncentraci či přispívající k jejich rozptýlu (Liberec-město, 2006-2010).

5.5 Zhodnocení klimatu na základě Gregorovy klasifikace počasí podle počtu bodů

5.5.1 ÚVOD

GREGOR (1932) popisuje jednoduchý způsob pro srovnání celého souboru klimatických činitelů v odlišných místech ve stejný čas. Jedná se tedy o metodu komplexního pojetí počasí, což je mnohem vhodnějším způsobem jeho popisu, než pouze srovnávání hodnot jednotlivých meteorologických prvků. Zemská atmosféra je energeticky i látkově otevřený systém, jehož jednotlivé prvky působí na fyzickogeografickou i socioekonomickou sféru komplexně. Metoda Aloise Gregora je založena na klasifikaci jednotlivých meteorologických prvků pomocí počtu bodů. Jejich suma vypovídá o komplexním charakteru počasí v dané lokalitě - k jeho popisu tedy stačí jediného čísla. Ačkoliv se jedná o metodu velmi jednoduchou, její nesporná kvalita spočívá v již několikrát zmiňované komplexnosti. Značná jednoduchost metody také dovoluje její použití v jakémkoliv místě a téměř kýmkoliv a to v době od východu do západu Slunce. V metodě se počtem bodů (0 - nejhorší stupeň, 5 - výborný stupeň) hodnotí celkem šest klimatických činitelů. Maximálně je tedy možno získat 30 bodů.

Pro účely této studie byla tato metoda značně upravena. Celkem je hodnoceno pět meteorologických prvků: průměrná denní teplota vzduchu, průměrná denní rychlost větru,

trvání padajících srážek, trvání mlhy a kouřma a denní trvání slunečního svitu. Každý meteorologický prvek může získat hodnotu od -1 do +1. Jeden den tedy od -5 (nejméně vhodný den pro venkovní aktivity) do +5 (nejvhodnější den pro venkovní aktivity).

5.5.2 CÍLE PRÁCE

Cíl této studie spočívá ve vytvoření komplexního zpracování počasí pro všechny dny v roce (z průměru za desetileté období) na základě hodnot 5 meteorologických prvků. Cílem je najít ta období v roce, která jsou nejpříznivější pro venkovní pobyt v přírodě a naopak ta období, která jsou pro venkovní pobyt vhodná nejméně.

5.5.3 METODY PRÁCE

Metody této studie vycházejí z Gregorovy klasifikace počasí podle počtu bodů. Tato klasifikace je však výrazně pozměněná. Každý hodnocený prvek může získat pouze 3 hodnoty: +1, 0, -1. Tyto hodnoty všech prvků se poté pro každý den v roce sčítají.

Nejdůležitější meteorologické prvky, které ovlivňují pobyt člověka v přírodě (dovolené, školní výlety...) jsou trvání srážek a teplota vzduchu. Úhrn srážek tolik významný není. Např. krátká dešťová přeháňka konvektivního charakteru může být naopak v letním počasí příjemná (pročištění a osvěžení vzduchu). Ovšem trvání srážek (např. déletrvající déšť vázaný na vrstevnatou oblačnost) je velmi důležitý aspekt. Pro cíle této studie byly zvoleny hodnoty -1 (trvání padajících srážek²³ nad 6 hodin denně). Pokud je trvání těchto meteorologických jevů mezi 2 a 6 hodinami denně, je tomuto dni přiřazena 0 a pokud jsou podmínky dobré (srážky do 2 hodin), den získává +1.

Podobně je tomu u mlhy a kouřma²⁴. Z bioklimatologického hlediska důležitých meteorologických jevů. Pokud daný den trvají tyto jevy celkem nad 6 hodin, je dni přiřazena -1. pokud je trvání mezi 2 a 6 hodinami, den má hodnotu 0 a pokud je trvání do 2 hodin, den získává +1.

Teplota vzduchu je další důležitý parametr. Negativní jsou nízké teploty vzduchu, ale naopak i příliš vysoké teploty vzduchu. Proto záporný bod -1 získávají průměrné denní teploty vzduchu menší než 0 °C a naopak větší než 20 °C. Teploty vzduchu 0 °C až 5 °C

23 Déšť, dešťová přeháňka, déšť se sněhem, kroupy, mrznoucí déšť, mrholení, sněhové krupky, sněžení, sněhová přeháňka, přeháňka sněhu s deštěm, zmrzlý déšť, mrznoucí mrholení, ledové jehličky, sněhová zrna, námrazové krupky, sníh s deštěm, přeháňka deště se sněhem, lepkavý sníh (vysvětlivky k datům ČHMÚ).

24 Mlha a kouřmo včetně zmrzlé, vzdálené a přízemní mlhy (vysvětlivky k datům ČHMÚ).

a 15 °C až 20 °C byly oceněny 0 a jako nejpříhodnější teploty vzduchu byly stanoveny ty v rozmezí 5 °C až 15 °C a byly oceněny +1.

Význam má i rychlost větru. Bezvětrí a slabý vítr nejsou úplně nejpříznivější (špatné rozptylové podmínky, pocit dusna...), proto průměrným denním rychlostem větru do 2 m/s byla přiřazena hodnota 0. Rychlosti od 2 m/s do 4 m/s jsou nejpříznivější (+1) naopak silný vítr je nejproblémovější (nad 4 m/s má hodnotu -1).

Sluneční svit je z hlediska venkovních aktivit dalším důležitým meteorologickým prvkem. Pro krátké trvání slunečního svitu (do 4 hodin denně) byla zvolena hodnota -1. Trvání 4 až 8 hodin má hodnotu 0. Nejpříznivější podmínky (slunečné dny) s trváním slunečního svitu nad 8 hodin denně jsou pak oceněny +1.

5.5.4 VÝSLEDKY

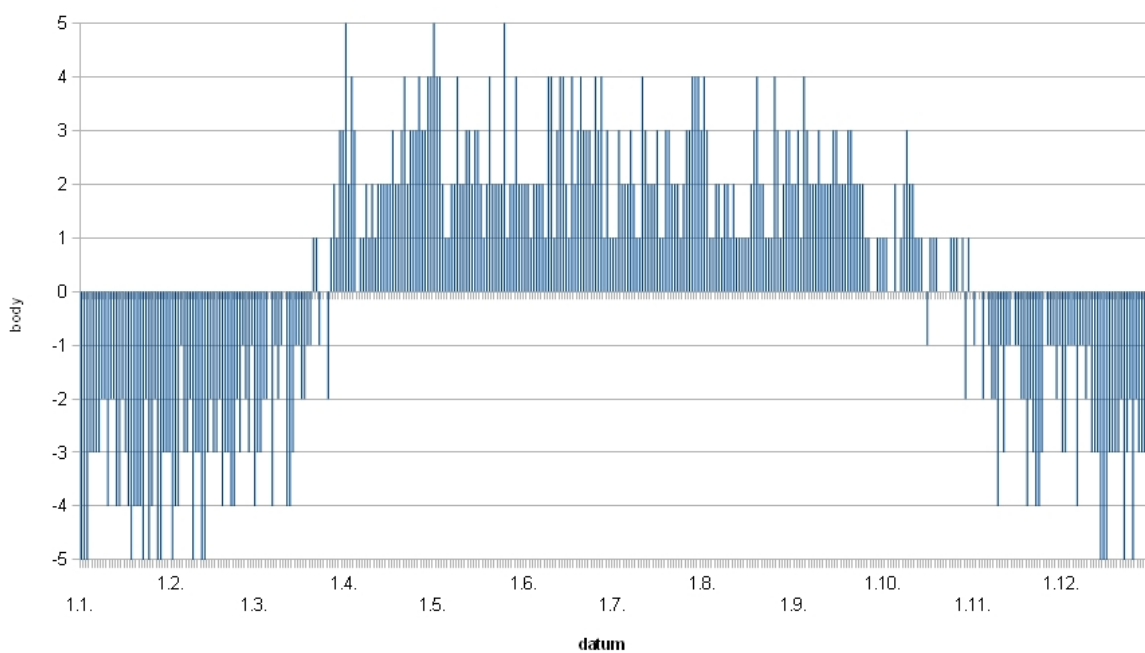
V této studii byla na základě celkového počtu bodů pro jednotlivé dny hledána týdenní, čtrnáctidenní, měsíční a dvouměsíční období nejvhodnější a naopak nejméně vhodná pro venkovní aktivity člověka. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce 12. Z ní je vidět, že nejpříznivější období v roce, tedy období vhodná např. pro turistiku, školní výlety či dovolené, nastávají již v poslední dubnové dekádě a trvají přibližně do konce června. To, že je toto období příznivější pro déletrvající pobyt člověka ve volné přírodě než období letních prázdnin je dáno především příliš vysokými teplotami vzduchu v letních měsících.

Naopak nejméně vhodná období jsou registrována v druhé polovině měsíce ledna. Dvouměsíční nepříznivé období má svůj počátek již v polovině prosince a přetrvává do poloviny února. Toto období, především tedy druhá polovina ledna může být pro pobyt citlivých lidí ve venkovním prostředí relativně velmi nebezpečné.

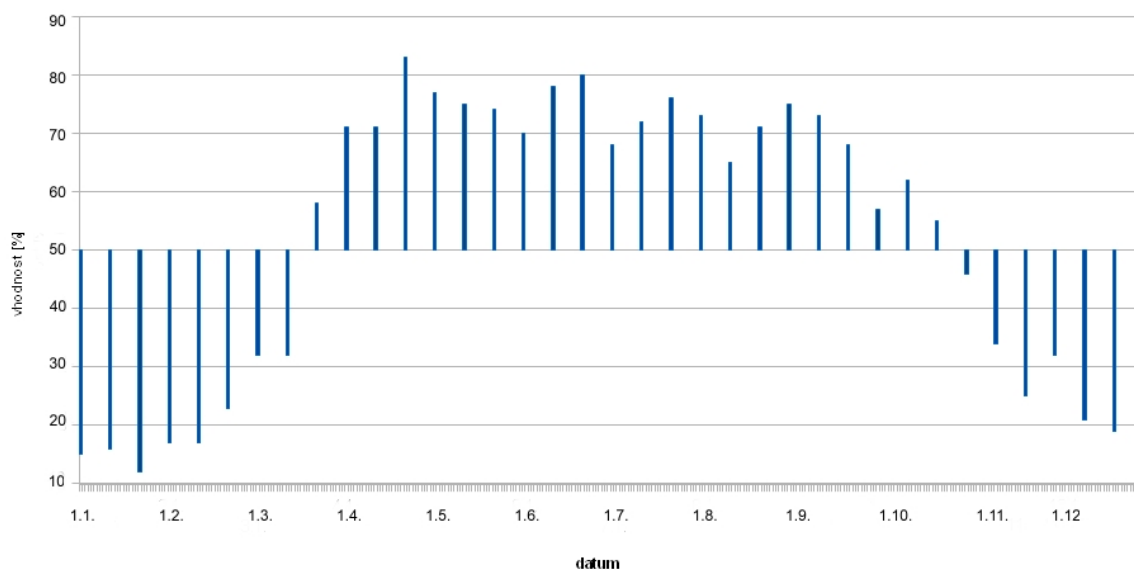
Graf 14 znázorňuje roční průběh komplexu vybraných meteorologických prvků a graf 15 vhodnost jednotlivých dekád v roce pro trávení času ve volné přírodě, kdy průměr bodů pro každou dekádu byl přiřazen vždy prvnímu dni dané dekády a na svislé ose byla vynášena vhodnost pro trávení času v přírodě v % (100 % nejvhodnější, 0 % nejméně vhodné).

Tabulka 12: Nejvhodnější a nejméně vhodná období pro venkovní aktivity v průběhu roku. V závorce průměrný počet bodů na 1 den ve sledovaném období. Liberec 2001-2010.

	7 dnů	14 dnů	30 dnů	60 dnů
nejvhodnější období	26.4. - 2.5. 27.4. - 3.5. (3,86)	20.4. - 3.5. (3,50)	17.4. - 16.5. (2,87)	23.4. - 21.6. 24.4. - 22.6. 25.4. - 23.6. 29.4. - 27.6. (2,63)
nejméně vhodné období	16.1. - 22.1. 18.1. - 24.1. (-4,14)	16.1. - 29.1. 17.1. - 30.1. (-3,93)	14.1. - 12.2. (-3,67)	14.12. - 11.2. 15.12. - 12.2. (-3,48)



Graf 14: Roční průběh komplexu vybraných meteorologických prvků. Liberec 2001-2010.



Graf 15: Vhodnost jednotlivých dekád v roce pro trávení času ve volné přírodě. Liberec 2001-2010.

5.5.5 ZÁVĚRY

V této studii bylo hodnoceno působení klimatických činitelů na člověka jakožto celku. Jedná se o určitý pokus - návrh nové bodovací metody, která se vyznačuje komplexností. Tento přístup je nutný, neboť meteorotropní reakce člověka jsou také na celý komplex klimatických prvků a nikoliv na jednotlivé prvky zvlášť (MATOUŠEK, 1988; EBI et al., 2004). Ve studii byla zjištěna čtyři různě dlouhá období, která jsou podle zvolených kritérií nejvhodnější a naopak nejméně vhodná pro déletrvající pobyt člověka ve volné přírodě.

Můžeme diskutovat, zda je volba hranic intervalů jednotlivých prvků správná. Jak už bylo řečeno, jedná se o návrh nové metody a zvolená kritéria mohou být případně poupravena.

Pro opravdu objektivní studii by bylo nutné použít i další meteorologické prvky, jako je např. denní minimální teplota vzduchu. Každopádně však studie může posloužit jako nový návrh hodnocení vlivu počasí na člověka.

5.6 Vztahy mezi vybranými meteorologickými prvky

5.6.1 ÚVOD

Tato kapitola je zaměřena na hledání vztahů mezi jednotlivými meteorologickými prvky, které byly v této diplomové práci zpracovány. Nalezené vztahy mohou být mj. nápomocny při předpovědi počasí.

5.6.2 CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem práce je nalezení vztahů mezi danými meteorologickými prvky (teplota vzduchu, sluneční svit, rychlost větru a trvání srážek). K tomu jsou použity jednoduché metody korelace. Průměrné denní hodnoty daného meteorologického prvku (počítané jako průměr např. z deseti prvních ledňů atd.) v celém desetiletém období byly korelovány s průměrnými denními hodnotami jiného meteorologického prvku. Výsledný koeficient korelace je zanesen do tabulky 13 a pro každou závislost byla uvedena význačnost vztahu dle Jankovy klasifikace (NOSEK, 1972).

5.6.3 VÝSLEDKY

Nejprve byl prozkoumán vztah mezi průměrnými denními teplotami vzduchu a denním trváním slunečního svitu. Koeficient korelace mezi těmito dvěma meteorologickými prvky vyšel 0,84, což podle Jankovy klasifikace značí vysoký stupeň těsnosti vztahu (NOSEK, 1972). Jako druhý byl na řadě vztah mezi průměrnými denními teplotami vzduchu a průměrnými denními rychlostmi větru. Tentokrát vyšel korelační koeficient záporný (-0,66), což značí nepřímou závislost a význačnou těsnost vztahu. Logická je tedy i nepřímá závislost mezi trváním slunečního svitu a rychlostmi větru. Korelační koeficient vyšel -0,68.

Vztah mezi trváním srážek a průměrnou teplotou vzduchu vyšel také v nepřímé závislosti. Korelační koeficient má v tomto případě hodnotu -0,7, což udává vysoký stupeň těsnosti vztahu mezi těmito prvky. Podobně je tomu také u porovnání trvání srážek a trvání slunečního svitu. Koeficient korelace vyšel -0,72. Přímá závislost je naopak mezi trváním srážek a rychlostmi větru (koeficient korelace 0,55).

5.6.4 ZÁVĚRY

Výše uvedené vztahy jsou pro přehlednost uvedeny v tabulce 13. Vztahy mezi všemi

porovnávanými meteorologickými prvky jsou statisticky významné. Obecně se dá konstatovat, že teplota vzduchu a sluneční svit má svoje maxima v letním půlroce, naopak rychlost větru a trvání srážek v půlroce zimním.

Nabízí se diskuze, zda zjištěné vztahy platí podobně pro různé části roku. Z tohoto pohledu byly prozkoumány vztahy mezi teplotou vzduchu a slunečním svitem (celkově vyšel nejvyšší korelační koeficient) ve všech měsících roku. Bylo zjištěno, že korelační koeficienty v zimních měsících (prosinec, leden, únor) nabývají záporných hodnot (vyjasní-li se v zimě, většinou více mrzne), naopak od března do listopadu již dominují kladné koeficienty (nejvyšší byl spočítán pro měsíc září).

Podobné podrobnější vyhodnocení by bylo možné provést i pro zbývající meteorologické prvky.

Tabulka 13: Vztahy mezi vybranými meteorologickými prvky. Liberec 2001-2010.

meteorologický prvek	meteorologický prvek	korelační koeficient	závislost	význačnost vztahu podle J. Janka
teplota vzduchu	sluneční svit	0,84	přímá	vysoký stupeň těsnosti vztahu
teplota vzduchu	rychlost větru	-0,66	nepřímá	význačná těsnost vztahu
sluneční svit	rychlost větru	-0,68	nepřímá	význačná těsnost vztahu
trvání srážek	teplota vzduchu	-0,7	nepřímá	vysoký stupeň těsnosti vztahu
trvání srážek	sluneční svit	-0,72	nepřímá	vysoký stupeň těsnosti vztahu
trvání srážek	rychlost větru	0,55	přímá	význačná těsnost vztahu

5.7 Optimální vymezení letních prázdnin

5.7.1 ÚVOD

Problematikou optimálního vymezení letních prázdnin z klimatologického hlediska se ve třicátých letech 20. století zabýval profesor Alois Gregor²⁵.

Hlavním smyslem letních prázdnin je nabídnout člověku vhodnou dobu (v České republice 2 měsíce) k trávení času ve venkovním prostředí. Na tom, zda je toto dvouměsíční období zvoleno ve správný termín, závisí spokojené prožití prázdnin milionů lidí v České republice. Snaha nalezení opravdu vhodného termínu letních prázdnin

²⁵ Alois Gregor - klimatolog, profesor Univerzity Karlovy v Praze a ředitel Státního meteorologického ústavu v Praze (KRŠKA, ŠAMAJ, 2001).

z hlediska kvality počasí je tudíž oprávněná.

5.7.2 CÍLE PRÁCE

Cílem této studie je na základě dostupných klimatologických dat (teplota vzduchu, sluneční svit, rychlost větru, padající srážky, mlha a kouřmo) nalézt dvouměsíční prázdninové období, které by nejvíce vyhovovalo venkovním aktivitám člověka.

5.7.3 METODY PRÁCE

Na počasí je z pohledu biometeorologického nutno pohlížet komplexně. Při hledání daného vhodného období (v tomto případě období letních prázdnin) je tedy vhodné vzít v úvahu více meteorologických prvků. V první části této studie budou stanoveny termíny prázdnin, které jsou optimální z hlediska daného meteorologického prvku. Jedná se o průměrnou teplotu vzduchu, průměrnou denní rychlost větru, trvání slunečního svitu, dobu trvání padajících srážek a dobu trvání mlhy a kouřma. Druhá část studie přinese komplexní pohled, tedy na základě bodovací metody (viz studie 5.5) bude stanoveno vhodné období z hlediska všech prvků současně.

K získání optimálního termínu letních prázdnin jsou využity dvě metody. Tou první je výpočet průměrných denních hodnot daného prvku za celé desetileté období. U každého z použitých meteorologických prvků jsou poté počítány aritmetické průměry hodnot pro všechny 62-denní období (délka letních prázdnin) v roce. Výsledné hodnoty těchto průměrů jsou přiřazeny prvním dnům v daných obdobích (KOTHAN, 2011). Druhou metodou je stanovení prvních dnů těchto optimálních 62-denních období pro každý rok zvlášť a poté výpočet aritmetického průměru z těchto hodnot. Výhodou této metody je možnost stanovení směrodatné odchylky a intervalu spolehlivosti nalezeného počátku období. Tato druhá metoda byla použita pro vymezení prázdnin podle průměrné denní teploty vzduchu a trvání slunečního svitu.

Snahou je nalézt 62-denní část roku s dny s maximální teplotou vzduchu, maximálním trváním slunečního svitu, minimální dobou trvání padajících srážek a minimální dobou trvání mlhy a kouřma.

5.7.4 VÝSLEDKY

Nejprve se zaměříme na optimální vymezení letních prázdnin z hlediska průměrných teplot vzduchu. 62-denní období s maximálními průměrnými teplotami vzduchu by podle

sledovaných desetiletých dat mělo začínat 23. června. Prázdniny začínající tímto datem by měly průměrnou denní teplotu 17,9 °C. Současné období letních prázdnin (od 1. července) by za stejné analyzované desetileté období mělo průměrnou denní teplotu o 0,2 °C nižší. Podle druhé metody se v jednotlivých letech desetiletého období pohybují optimální začátky prázdnin mezi 9. červnem a 11. červencem. Průměrné datum počátečního dne prázdnin za těchto deset let je 24. června, směrodatná odchylka je v tomto případě 9,04. S pravděpodobností 95 % leží počáteční dny prázdnin mezi 22. a 26. červnem.

Dále bylo vymezeno vhodné období pro letní prázdniny z hlediska trvání slunečního svitu. 62-denní období letních prázdnin s maximálním trváním slunečního svitu (v průměru 7,4 hodin na den) by mělo začínat 9. června. Vymezení letních prázdnin na základě maximálního trvání slunečního svitu stanoveného bodovací metodou (viz studie 5.5) by bylo naprosto stejné. Začátek letních prázdnin by měl být též 9. června. Dle druhé metody by počátky prázdnin podle tohoto meteorologického prvku měly začínat mezi 25. březnem a 20. červencem. Průměrné datum prvního dne prázdnin by bylo již 23. května. Variabilita data prvního dne prázdnin je v tomto případě velmi vysoká. Směrodatná odchylka má hodnotu 35,65 a mezní data intervalu spolehlivosti pro začátek prázdnin jsou 12. května a 2. června.

Podle trvání denních srážkových úhrnů (hledána minimální hodnota) by byl ideálním dnem začátku letních prázdnin 4. červen. V následujících 62 dnech by totiž průměrná srážková činnost trvala pouze 2,2 hodiny denně.

Kdybychom hledali 62-denní období v roce s nejkratší dobou trvání mlhy a kouřma, mělo by začínat 9. června. V následujících dvou měsících je totiž průměrná doba trvání těchto meteorologických jevů pouze 2,1 hodiny denně (průměr v období současných letních prázdnin je 2,4 hodin denně).

Výše popsané výsledky jsou pro přehlednost shrnuty v tabulce 14.

Tabulka 14: Optimální počátky letních prázdnin pro jednotlivé meteorologické prvky. Liberec 2001-2010.

meteorologický prvek	optimální začátek letních prázdnin	průměrná denní hodnota prvku	
		optimálně vymezené prázdniny	současně vymezené prázdniny
průměrná teplota vzduchu	23. června	17,9 °C	17,7 °C
trvání slunečního svitu	9. června	7,4 hodin	7,1 hodin
doba trvání padajících srážek	4. června	2,2 hodin	2,4 hodin
doba trvání mlhy a kouřma	9. června	2,1 hodin	2,4 hodin

Z tabulky 14 je patrné, že klimaticky optimálně vymezené letní prázdniny by měly mít svůj počátek posunutý cca o 2 dekády do měsíce června. Porovnáme-li klimaticky poslední 2 červnové a poslední 2 srpnové dekády, kromě průměrných teplot vzduchu vidíme jednoznačné výhody červnových dekád. Kdybychom porovnali průměrné teploty poslední červnové (17,1 °C) a poslední srpnové (15,9 °C) dekády, výhodnější by již také byla dekáda červnová. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 15.

Tabulka 15: Srovnání vybraných klimatických prvků v posledních červnových a srpnových dekádách. Liberec 2001-2010.

meteorologický prvek	průměrná denní hodnota prvku	
	11. - 30. června	12. - 31. srpna
průměrná teplota vzduchu	16,6 °C	16,8 °C
trvání slunečního svitu	7,5 hodin	6,7 hodin
doba trvání padajících srážek	1,9 hodin	2,4 hodin
doba trvání mlhy a kouřma	2,0 hodin	2,9 hodin

Nyní se podívejme na komplexnější pojetí, tedy na vymezení optimálního období na základě více meteorologických prvků. Kdybychom hledali optimální 62-denní období z hlediska komplexního zhodnocení meteorologických prvků z kapitoly 5.5, jeho počátek by byl již mezi 20. a 27. dubnem. Je to dáno tím, že vysoké teploty vzduchu (v letních měsících) byly uznány za nevhodné. Kdyby ovšem byl faktor teploty vzduchu z komplexního hodnocení odňat a optimální vymezení letních prázdnin by se odvíjelo pouze od trvání slunečního svitu, doby trvání padajících srážek a mlhy a kouřma a rychlostí větru, ideální období letních prázdnin by mělo mít svůj počátek 9. června.

Zjištění, že optimální období letních prázdnin je jaksí posunuté do měsíce června se shoduje např. s výsledky studie nedávno obhájené bakalářské práce (KOTHAN, 2011) či se studií Posunutá prázdniny (TOLASZ, 2007).

5.7.5 ZÁVĚRY

Jak vyplývá z této studie, letní prázdniny by měly z pohledu optimálního klimatického vymezení začínat dříve, než tomu je v současné době. Kromě klimatických dat podporujících tento závěr, je tento poznatek potvrzen i hygienickými poměry koupacích vod (KOTHAN, 2011). Koncem současně vymezených prázdnin je totiž velké množství koupališť uzavřeno z důvodu špatné kvality vody.

6 Doplnkové studie týkající se klimatu Liberce

6.1 Pranostiky a klima Liberce

6.1.1 ÚVOD

Zařazení této kapitoly do diplomové práce se může zdát poněkud nepatřičné. Domnívám se však, že tomu tak není. Pranostiky (z prognósis = předpověď) odedávna patřily k útvarům lidové meteorologie a měly by mít svoje místo ve vědě, která zkoumá vztahy mezi počasím a člověkem.

Otázkou, kolik je pravdy na našich pranostikách a zda mají pranostiky smysl v moderní době, se zabývaly mnohé významné osobnosti naší meteorologie. MUNZAR (1985) uvádí, že mezi ně patřil Antonín Strnad, František Studnička, prof. Stanislav Hanzlík či prof. Alois Gregor. Nesmíme samozřejmě zapomenout na doktora Jana Munzara.

MUNZAR (1985) se snaží najít meteorologický význam pranostik a dává je do souvislosti se singularitami²⁶. S domněnkou, že se pranostiky opírají o singularity přišel již dříve Karel Pejml. Mezi nejvýznamnější střeoevropské singularity patří deštivé a relativně chladné počasí v červnu, babí léto na podzim či vánoční obleva. Z pohledu pranostik lze tyto singularity přiřadit k Medardově kápi, zářijovým pranostikám a pravidlu *Na Adama Evu čekejte oblevu*.

6.1.2 CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem této studie je najít vztah mezi vybranými, v literatuře nejčastěji zmiňovanými, pranostikami a skutečným stavem počasí v daných dnech či obdobích ve městě Liberec. Byly použity jednoduché metody korelace a regrese, které jsou blíže popsány v samotném zpracování studie.

6.1.3 VÝSLEDKY

Z velkého množství dnů, ke kterým jsou přiřazovány pranostiky (cca 45 % dnů z celého roku), bylo do této studie vybráno 5 dnů, ke kterým se váže nejvíce pranostik, které podle počasí jednoho dne usuzují na vývoj počasí v dalším období, případně pranostik, které vypovídají o typickém počasí v průběhu roku..

²⁶ podle slova singularní = jedinečný, pravidelné odchylky od trendu vývoje počasí (MUNZAR, 1985)

Nejprve se jedná o Hromnice (2. únor), kdy minimálně 12 známých pranostik mluví o tom, že je-li na Hromnice jasno, bude ještě dlouhá zima. Korelační koeficient mezi celkovým trváním slunečního svitu na Hromnice a datem posledního mrazového dne dané zimy je 0,18. Korelační koeficient mezi trváním slunečního svitu na Hromnice a průměrnou teplotou vzduchu měsíce února a března je také velmi nízký (-0,12). Oba korelační koeficienty tedy podle Janka (NOSEK, 1972) udávají nízký stupeň těsnosti vztahu - závislost není příliš významná. Z toho lze vyvodit, že pravdivost této pranostiky není statisticky podložena.

Dalším dnem, který je z hlediska pranostik velmi vytížený, je 12. květen, respektive 12. až 14. květen (Pankrác, Servác, Bonifác). Tato jména jsou známa jako tzv. ledoví muži. Klimatologicky studovat období pouhých 3 dnů je nesmyslné, zkusme tedy prozkoumat klima prvních dvou květnových dekád (uprostřed nich se ledoví muži nacházejí) v kontextu časově delšího období (tří nejbližších měsíců dubna, května a června). Proložíme-li průměrné denní teploty vzduchu v těchto třech měsících regresní přímkou, vyjde nám vzestupný trend s hodnotou směrnice regresní přímky 0,13, což značí, že průměrná teplota určitého dne v tomto období je o 0,13 °C vyšší, než byla teplota předchozího dne. Použijeme-li stejný postup pouze pro teploty v prvních dvou květnových dekádách, vyjde nám směrnice regresní přímky záporná, přesněji -0,02. V tomto období je tedy průměrná denní teplota určitého dne o 0,02 °C nižší, než byla teplota dne předcházejícího.

Tato květnová záporná teplotní singularita v rostoucím trendu průměrných teplot na přelomu jara a léta je tedy možné vysvětlení tzv. ledových mužů.

Svatý Medard (8. červen) se v pranostikách objevuje také velice často. 10 známých pranostik mluví o tom, že prší-li na svatého Medarda, bude pršet dalších 40 dnů. Meteorologickému rozboru červnového deštivého počasí se věnuje celá řada autorů (Weyde, Kakos, Brádka...). Jedná se o jednu ze singularit způsobenou především tlakovými a teplotními podmínkami nad Atlantským oceánem a Evropou. V případě značných teplotních kontrastů mezi oceánem a vnitrozemím se deštivé počasí může skutečně protáhnout až do července. Situace je pak v literatuře někdy pojmenována jako tzv. evropský kontinentální monzun (TOLASZ et al., 2007), což však není zcela přesné pojmenování, neboť monzun je sezónní proudění (zimní i letní) a v tomto případě žádný zimní monzun neexistuje. Pokud se zaměříme na dobu trvání padajících srážek, přesněji

na korelaci mezi dobou trvání srážek na Medarda a v období dalších 40 dnů, vyjde nám koeficient 0,4, tedy mírný stupeň těsnosti vztahu.

Množství pranostik, které se váže ke svatému Jiljí (1. září) mluví o tom, že jaké je počasí toho dne, takové bude celý další měsíc. Podíváme-li se na korelační koeficient mezi trváním slunečního svitu 1. září a celkovým trváním v měsíci září, vyjde nám 0,54, což udává význačnou těsnost vztahu. Koeficient korelace mezi průměrnou teplotou vzduchu 1. září a průměrnými teplotami vzduchu v měsíci září je 0,52, tedy opět se jedná o význačnou těsnost vztahu. A nakonec korelační koeficient mezi dobou trvání srážkových úhrnů, mlhy a kouřma na 1. září a v měsíci září je 0,68, což také udává význačnou těsnost vztahu. Na základě těchto klimatických faktorů tedy můžeme pranostiky na svatého Jiljí uznat jako statisticky podložené.

Pranostiky o dnu svaté Kateřiny (25. listopad) mluví nejčastěji o vztahu mezi tímto dnem a 4. prosincem (svatá Barbora) a Vánocemi. Prší-li o svaté Kateřině, mělo by na sv. Barboru a o Vánocích mrznout a naopak. Ze vztahu je patrné, že tomu tak ve skutečnosti není. Korelační koeficient mezi dobou trvání srážek na sv. Kateřinu a průměrnými denními teplotami na sv. Barboru resp. na Štědrý den je pouhých -0,11 resp. 0,0, což udává nízký stupeň těsnosti vztahu.

6.1.4 ZÁVĚRY

Tato studie na základě jednoduchého statistického zpracování vybraných klimatických prvků potvrdila relativní pravdivost pranostik, které se vážou k tzv. ledovým mužům (Pankrác, Servác, Bonifác), a ke dni svatého Jiljí. Naopak nebyla nalezena statistická významnost pranostik vázaných na den svaté Kateřiny a na Hromnice.

Nabízí se diskuze, zda zjištěné výsledky nejsou pouze náhodné, neboť doba 10 let je na podobné studie opravdu velmi krátká. Diskutovat také můžeme o pravdivosti pranostiky na svatého Jiljí. Korelační koeficienty sice vyšly vysoké, ovšem s podobnými údaji bychom se setkali u více měsíců v roce.

Toto zjištění však rozhodně nic nemění na významu pranostik - minimálně jako součásti lidové poezie.

6.2 Období „drsného“ a „sychravého“ počasí v Liberci

6.2.1 ÚVOD

MATOUŠEK (1988) definuje drsné počasí jako počasí chladné a větrné, bez deště. Sychravé počasí je chladné s častými srážkami. Pro objektivní stanovení období těchto typů počasí neexistují doposud metody. V této studii se tato období stanoví na základě metod z kapitoly 5.5.

Sychravé počasí je uznáno tehdy, je-li v daný den průměrná teplota vzduchu 0 °C a méně a zároveň je trvání padajících srážek nad 6 hodin denně. Drsné počasí přichází tehdy, je-li průměrná denní teplota 0 °C a méně, trvání padajících srážek je do 6 hodin denně a průměrná denní rychlost větru je nad 4 m/s.

6.2.2 CÍLE A METODY PRÁCE

K nalezení klimatického období se sychravým počasím byla použita metoda součtových řad s kvalitativními znaky (SLÁDEK, PECHOČOVÁ, OPATRná, 2010). Dnům s průměrnou denní teplotou vzduchu 0 °C a méně byla přiřazena -1, ostatním dnům +1 a dnům s trváním srážek nad 6 hodin také -1 a ostatním +1. Tyto znaky se pro jednotlivé dny v roce sčítaly a z výsledných hodnot byla sestavena součtová řada. Jako jádro období se sychravým počasím byla vymezena ta část roku, ve které vykazovala součtová řada výrazný pokles (v průměru na den více než o 1,5 bodu). Jako periferie období se sychravým počasím pak ta část roku, kdy součtová řada klesala mírněji (v průměru na den pokles méně než o 1,5 bodu).

Období s drsným počasím se hledalo obdobně. Opět metodou součtových řad s kvalitativními znaky. Dnům s průměrnou denní teplotou vzduchu 0 °C a méně byla přiřazena -1, stejně jako dnům s trváním srážek do 6 hodin a dnům s průměrnou rychlostí větru nad 4 m/s. Tyto hodnoty se opět pro jednotlivé dny v roce sčítaly a z výsledků byla sestavena součtová řada. Opět bylo vymezeno jádro období s drsným počasím (pokles v průměru větší, než o 2 body za 1 den) a jeho periferie (menší pokles).

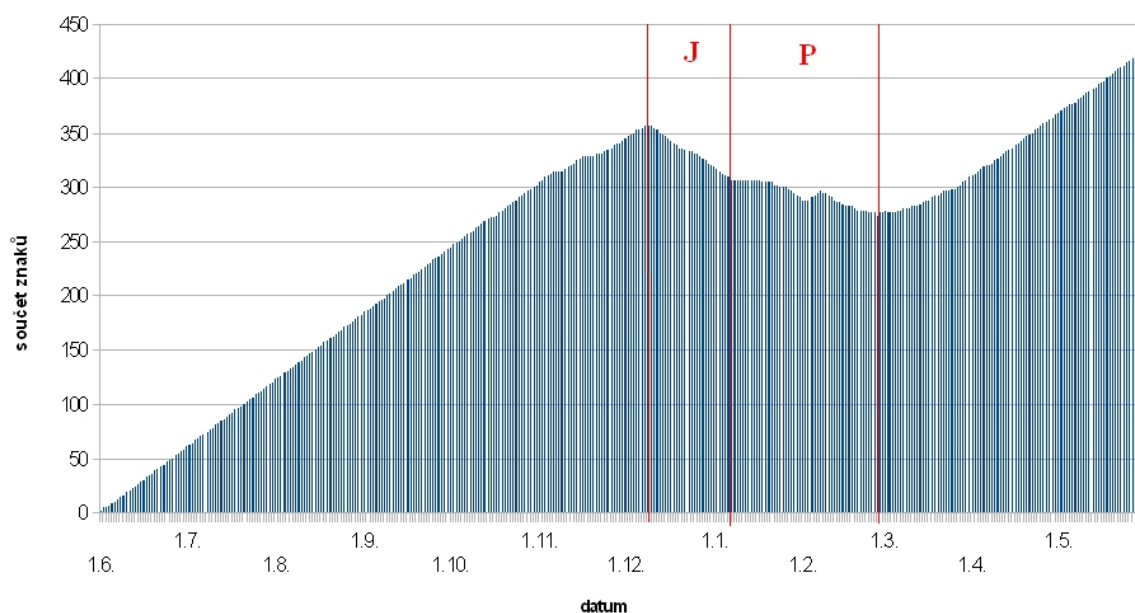
6.2.3 VÝSLEDKY

V průběhu roku bylo nalezeno výrazné období vyznačující se sychravým počasím (graf 16). Jeho nástup (jádro) nastává v průměru 10. prosince a končí 5. ledna. Periferie období sychravého počasí končí až 25. února.

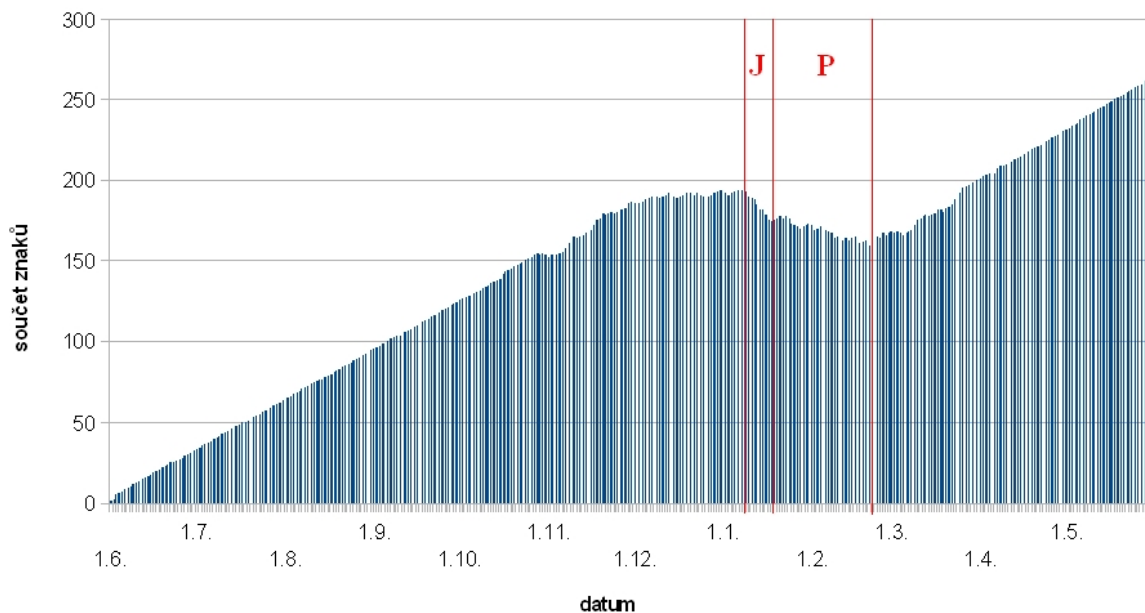
Z grafu 17 je patrné, že jádro klimatického období s drsným počasím má svůj počátek 8. ledna (tedy téměř navazuje na konec jádra období se sychravým počasím) a končí 18. ledna. Periferie období tohoto typu počasí trvá až do 21. února a tedy přibližně se překrývá s periferií sychravého počasí.

6.2.4 ZÁVĚRY

V této studii byla vymezena jádrová a periferní klimatická období s převládajícími dvěma typy počasí - sychravým a drsným. Vzhledem k tomu, že tyto typy počasí jsou pro venkovní činnosti člověka velmi nepříhodné a mnohdy až nebezpečné, může být tato studie užitečná především pro citlivé lidi (malé děti a starší občany). Lidé citliví na nízké teploty vzduchu spolu s déletrvajícimi srážkami či vyšší rychlostí větru by měli především v jádrech období těchto typů počasí (tedy od 10. prosince do 18. ledna) omezit svůj pobyt ve venkovním prostředí.



Graf 16: Vymezení období sychravého počasí (jeho jádra - J a periferie - P) v průběhu roku. Liberec 2001-2010.



Graf 17: Vymezení období drsného počasí (jeho jádra - J a periferie - P) v průběhu roku. Liberec 2001-2010.

6.3 Pocitová teplota a zchlazování v průběhu roku

6.3.1 ÚVOD

Pocitová teplota (volný překlad anglického *wind chill*) je velmi důležitým biometeorologickým ukazatelem, neboť lépe než pouhá teplota vzduchu vystihuje skutečnou teplotu prostředí cítěnou člověkem. Na tepelný komfort člověka má totiž kromě samotné teploty vzduchu vliv větší množství meteorologických faktorů. NOVÁČEK (2009) uvádí, že *wind chill* je parametr, který vztahuje rychlost tepelných ztrát člověka při větrných podmínkách k teplotě způsobující stejnou rychlost tepelných ztrát při bezvětří. Je nutné si uvědomit, že vítr nemění venkovní teplotu vzduchu, ale odstraňuje vrstvičku teplého vzduchu, který obklopuje pokožku. Proto člověk při větrném počasí pociťuje při stejné teplotě vzduchu větší chlad, než při bezvětří. Teplota pociťovaná člověkem není totiž teplotou vzduchu, ale teplotou kůže. Prozkoumání chladné sezóny (NOVÁK, 2007), tedy klimatického období v roce s průměrnými denními teplotami pod 10 °C (při těchto teplotách je použitelný index *wind chill*) z hlediska tohoto biometeorologického ukazatele se zdá velmi přínosné.

6.3.2 CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem studie je zhodnocení chladné sezóny a nalezení období s nejnižší pocitovou teplotou vzduchu. Picitová teplota pro jednotlivé dny roku byla spočítána pomocí nového vzorce pro wind chill čili efektivní teplotu²⁷. Pracovalo se tedy s denními průměrnými teplotami vzduchu a s denními průměrnými rychlostmi větru. Rozdíly průměrných denních teplot vzduchu a hodnot picitové teploty byly poté pro každý den sledovaného klimatického období vyneseny do grafu 18.

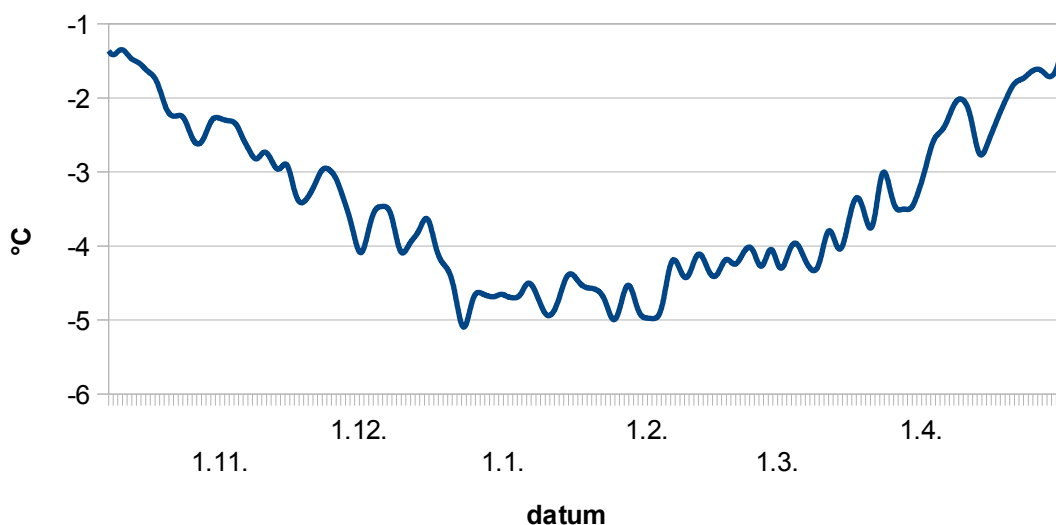
6.3.3 VÝSLEDKY

Z grafu 18 je vidět, že maximální záporné odchylky picitové teploty od skutečné teploty vzduchu jsou v poslední prosincové dekádě a v měsíci lednu. V tomto 40-denním období (od 20. prosince do 28. ledna) vykazují tyto odchylky průměrnou denní hodnotu -4,7 °C (průměrná denní teplota vzduchu je v tomto období -1,8 °C a průměrná denní picitová teplota -6,5 °C). Z bioklimatologického hlediska se dá toto období označit za rizikové pro déletrvající pobyt citlivých osob ve venkovním prostředí.

6.3.4 ZÁVĚRY

V této studii bylo prozkoumáno období v roce s denními průměrnými teplotami vzduchu pod 10 °C z hlediska picitové teploty (wind chill). Bylo určeno 40-denní období v roce s největší zápornou odchylkou picitové teploty od skutečné teploty vzduchu (20. prosince až 28. ledna) a toto období bylo uznáno jako rizikové pro delší pobyt především dětí a starších jedinců ve venkovním prostředí.

²⁷ Efektivní teplota $WCT = 13,13 + 0,62 * T - 13,95 * V^{0,16} + 0,486 * T * V^{0,16}$, kde T je reálná teplota vzduchu ve °C a V rychlost větru v m/s (NWS Windchill Chart, NOAA).



Graf 18: Průměrné rozdíly mezi skutečnou teplotou vzduchu a pocitovou teplotou vzduchu pro část roku s průměrnými denními teplotami vzduchu pod 10 °C. Liberec 2001-2010.

6.4 Určení nástupu, ukončení a trvání určitých teplot

6.4.1 ÚVOD

Určení období, ve kterých převládají určité teploty, je z pohledu humánní bioklimatologie velmi důležité. V této studii budou stanovena data nástupu a ukončení průměrných denních teplot 0 °C a více, 5 °C a více, 10 °C a více a 15 °C a více. NOSEK (1972) udává, že tyto teploty mají úzký vztah k životu přírody, čili i k životu člověka, čímž se tato diplomová práce zabývá.

6.4.2 CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem této studie je nalezení období, která se vyznačují určitou teplotou vzduchu. K tomu byly použity metody NOSKA (1972). Nejprve byly stanoveny průměrné měsíční teploty za celé desetileté období (viz tabulka 1). Průměrné datum odpovídající nástupu či ukončení určité teploty bylo poté stanoveno interpolační metodou. Pomocí vzorců²⁸ byly

²⁸ $r_v = 30 (t_n - t_2) / (t_1 - t_2)$, $r_p = 30 (t_1 - t_u) / (t_1 - t_2)$, kde r_v = rozdíl ve dnech mezi středem měsíce o teplotě t_2 a datem nástupu teploty t_n , r_p = rozdíl ve dnech mezi středem měsíce o teplotě t_1 a datem ukončení teploty t_u , t_n = teplota nástupu, t_u = teplota ukončení, t_1 = nejbližší průměrná měsíční teplota nad teplotou nástupu či ukončení, t_2 = nejbližší průměrná měsíční teplota pod teplotou nástupu nebo ukončení (NOSEK, 1972)

stanoveny rozdíly ve dnech mezi středem měsíce o teplotě t_2 a datem nástupu zájmové teploty t_n . A dále byly určeny rozdíly ve dnech mezi středem měsíce o teplotě t_1 a datem ukončení zájmové teploty. Výsledná data nástupu a ukončení sledovaných teplot byla zapsána do tabulky 16.

6.4.3 VÝSLEDKY

Nejprve bylo nalezeno období průměrné denní teploty 0 °C a více. Toto období souvisí s určením mrazového a bezmrazového období. Bylo spočítáno, že v Liberci nastává bezmrazové období v průměru 20. února a končí 9. prosince.

Dalším cílem studie bylo nalezení období s průměrnými denními teplotami 5 °C a více, čili velkého vegetačního období. V tomto případě byl stanoven datum nástupu na 29. březen a datum ukončení na 8. listopad.

Stanovení období s teplotními průměry 10 °C a více vymezuje malé vegetační období. To v průměru v Liberci začíná 27. dubna a končí 4. října.

A na konec se studie zaměřila na stanovení období s průměrnými denními teplotami 15 °C a více, což je období pravého léta a zrání obilovin. Toto období začíná v Liberci v průměru 5. června a končí s koncem letních prázdnin, tedy 31. srpna.

Všechna výše uvedená stanovená období převládajících teplot jsou pro přehlednost zobrazena v tabulce 16.

Tabulka 16: Kalendář trvání určitých průměrných denních teplot vzduchu. Liberec 2001-2010.

datum	průměrné denní teploty [°C]	trvání období
20.2. - 28.3.	0 - 5	37 dní
29.3. - 26.4.	5 - 10	29 dní
27.4. - 4.6.	10 - 15	39 dní
5.6. - 31.8.	15 a více	88 dní
1.9. - 4.10.	10 - 15	34 dní
5.10. - 8.11.	5 - 10	35 dní
9.11. - 9.12.	0 - 5	31 dní
10.12. - 19.2.	0 a méně	72 dní
20.2. - 9.12.	0 a více	293 dní
29.3. - 8.11.	5 a více	225 dní
27. 4. - 4.10.	10 a více	161 dní
5.6. - 31.8.	15 a více	88 dní

6.4.4 ZÁVĚRY

S pomocí této studie byla určena klimatická období v roce, vyznačující se určitou převládající teplotou vzduchu. Jedná se o relativně důležité charakteristiky podnebí, díky nimž můžeme stanovit např. velké a malé vegetační období či období pravého léta a zrání obilovin.

Podobná studie by se mohla provést také podle novější a vhodnější metody součtových řad (SLÁDEK, 1989). Pro zajímavost byla touto metodou zjištěna klimatická období s převládajícími teplotami 5 °C a více, 10 °C a více a 15 °C a více. Období s teplotami 5 °C a více dle této metody trvá od 27. března do 6. listopadu. Období s teplotami 10 °C a více od 25. dubna do 8. října a období s teplotami 15 °C a více pak od 5. června do 30. srpna. Části roku vymezené touto metodou jsou tedy přibližně stejné jako klimatická období stanovená podle Noskovy metody.

7 Závěry a diskuze

Hlavní přínos této diplomové práce spočívá ve zpracování klimatických a bioklimatických podmínek pro jedno z největších měst v České republice, pro které podobná studie doposud nevznikla. Práce přichází s novým návrhem hodnocení komplexního působení počasí na zdraví a pohodu člověka. Metody v této komplexní studii doposud nebyly nikdy použity, jedná se tedy o určitý pokus hodnocení. V práci jsou stanovena různě dlouhá období příznivá a nepříznivá pro trávení času ve venkovním prostředí, což může být přínosné např. pro plánování dovolených, školních výletů či táborů.

Nejdůležitější výsledky této práce můžeme shrnout do následujících bodů:

- byly stanoveny základní charakteristiky podnebí Liberce pro vybrané meteorologické prvky (teplota vzduchu, srážky, vítr, sluneční svit a oblačnost, mlha a kouřmo) v období 2001 - 2010

- byla nalezena období v roce s nejvýraznějšími interpentádovými rozdíly teplot vzduchu

- nebyla nalezena závislost mezi počty akutních infarktů myokardu v Krajské nemocnici Liberec a průměrnými teplotami vzduchu (a jejich změnami) v různě dlouhých obdobích

- byla prokázána statisticky významná závislost koncentrací prašného aerosolu, oxidu uhelnatého, oxidu dusičitého a oxidu siřičitého na synoptických situacích

- byla stanovena týdenní, čtrnáctidenní, měsíční a dvouměsíční období nejvhodnější a nejméně vhodná pro venkovní aktivity člověka z pohledu vybraných meteorologických prvků

- byly nalezeny statisticky významné vztahy mezi vybranými porovnávanými meteorologickými prvky

- byla vymezena optimální období pro letní prázdniny z pohledu jednotlivých zpracovávaných meteorologických prvků

- byla vymezena pro citlivé lidi nebezpečná klimatická období s převládajícím typy počasí (sychravým a drsným)

- bylo určeno 40-denní období s největší zápornou odchylkou pocitové teploty

od skutečné teploty vzduchu

- byla nalezena klimatická období v roce, vyznačující se určitou převládající teplotou vzduchu

Hlavní nedostatek této diplomové práce je délka zpracovávaného období. Desetiletá řada je z klimatického hlediska relativně velmi krátká. Získání většího množství dat je však v současné době velmi nákladné. Mezi další slabé body práce patří, že do studií komplexního pojetí působení počasí na člověka nejsou zahrnuty údaje o vlhkosti vzduchu, tlaku vzduchu či minimálních a maximálních teplotách vzduchu. Vysvětlení je stejné jako u předchozího problému.

Při zkoumání klimatu Liberce a blízkého okolí by bylo velmi příhodné zřízení meteorologické (automatizované) stanice na vrcholu Ještědu, kde dříve stanice (díky iniciativě doktora Sládka) byla. Tento počín by byl velmi přínosný pro celou klimatologii. Velmi zajímavou studií by mohlo být zhodnocení orografického vlivu Ještědsko-kozákovského hřbetu na mezoklima severovýchodní a jihozápadní strany pohoří. K tomuto účelu by mohla posloužit data z liberecké stanice a stanice v Modlibohově u Českého Dubu.

Na úplný závěr je vhodná diskuze, zda by si tato práce do budoucna zasloužila rozšíření. Bylo by např. vhodné do studií zahrnout více meteorologických prvků a především sledovat delší časová období. Nabízí se i možnost zkoumání vztahů mezi dalšími meteorologickými prvky (především tlakem vzduchu) a počty hospitalizovaných pacientů v Krajské nemocnici Liberec s vybranými diagnózami.

Bioklimatologické studie (tím spíše studie z velkých měst) každopádně mají svůj význam, neboť počasí do značné míry ovlivňuje životy každého z nás.

Použité informační zdroje

Literatura

[1] AMBRUŠ, J. - DROBIL, M. - HANZAL, Š. - OLEJÁR, F. (1955): *Podnebie a zdravie človeka – niekoľko postrehov z bioklimatológie*. Vydavateľstvo slovenskej akadémie vied, Bratislava.

[2] BARCAL, R. - EMMEROVÁ, M. - MARKOVÁ, E.: *Činnosť sekcie humánnej bioklimatológie ČbkS Praha v letech 1965-1995*.

[3] BIL-KNOZOVÁ, G. (2003): *Změny meteorologických podmínek koncentrace nebo rozptylu znečištění ovzduší na stanicích Katovice, Krakov a Bielsko-Biala*. Meteorologické zprávy, roč. 56, č. 2, s. 45-51.

[4] BRANIŠ, M. - HŮNOVÁ, I. (eds.) et al. (2009): *Atmosféra a klima – aktuální otázky ochrany ovzduší*. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, Praha.

[5] BRÁZDIL, R. – ŠTEKL, J. (1968): *Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR*. Univerzita J. E. Purkyně v Brně.

[6] EBI, K. L. - EXUZIDES, K. A. - LAU, E. - KELSH, M. - BARNSTON, A. (2004): *Weather changes associated with hospitalizations for cardiovascular diseases and stroke in California, 1983–1998*. Int J Biometeorol (2004) 49:48-58.

[7] FLETCHER, R. J. (1988): *Föhn illness and human biometeorology in the Chinook area of Canada*. Int J Biometeorol (1988) 32:168-175.

[8] FORGAČ, P. - FÖRCHTGOTT, J. H. (1955): *Človek a počasie*. Vydavateľstvo Osveta, Martin.

[9] FROST, D. B. - AULICIEMS, A. - DE FREITAS, CH. (1992): *Myocardial infarct death and temperature in Auckland, New Zealand*. Int J Biometeorol (1992) 36:14-17.

[10] GREGOR, A. (1932): *Z praktické klimatologie - Klasifikace počasí podle počtu bodů*. Příroda, roč. XXV., čís. 9, Brno.

[11] GREGOR, A. (1961): *Směry a metody humánnej bioklimatológie v Československu*. In: III. celostátní bioklimatologická konference v Praze 4. - 7. 10. 1961: sborník dokumentů.

[12] GREGOR, A. (1968): *Podnebí Prahy - studie z užití klimatologie pro urbanismus*. Academia, Praha.

- [13] HILTUNEN, L. - RUUHELA, R. - OSTAMO, A. - LÖNNQVIST, J. - SUOMINEN, K. - PARTONEN, T. (2011): *Atmospheric pressure and suicide attempts in Helsinki, Finland*. Int J Biometeorol. DOI 10.1007/s00484-011-0518-2.
- [14] HLAVICOVÁ, J. - OSTATNICKÁ, J. (2007): *Ovzduší v zónách a aglomeracích České republiky – Liberecký kraj*. Ochrana ovzduší, roč. 20 (39), č. 3, s. 7-12.
- [15] HROMAS, J. (editor) et al. (2009): *Jeskyně*. In Mackovčín, P. - Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek XIV. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha*.
- [16] JETEL, J. - KRÁSNÝ, J. - DAŇKOVÁ, H. - KNĚŽEK, M. - KULHÁNEK, V. - RYBÁŘOVÁ, L. - TREFNÁ, E. (1986): *Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000, list 03 Liberec, list 04 Náchod (část)*. Ústřední ústav geologický, Praha.
- [17] KLOMÍNSKÝ, J. et al. (2004): *Základní geologická mapa České republiky 1:25 000 s Vysvětlivkami, 03-143 Liberec*. Česká geologická služba, Praha.
- [18] KNOZOVÁ, G. (2005): *Vliv povětrnostních situací na velikost znečištění ovzduší v České Republice* [online]. Dostupné na: <www.cbks.cz/sbornik05b/Knozova.pdf> [20.01.2013].
- [19] Kolektiv (1956): *I. celostátní bioklimatologická konference v Liblicích 19. - 20. května 1955 – sborník dokumentů*. Československá akademie věd, Praha.
- [20] Kolektiv (1960): *II. celostátní bioklimatologická konference v Liblicích 3. - 5. 11. 1959 – sborník dokumentů*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- [21] Kolektiv (1963): *III. celostátní bioklimatologická konference v Praze 4. - 7. 10. 1961 - sborník dokumentů*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- [22] Kolektiv (2001): *Denní přehled počasí. Ročník 53*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- [23] Kolektiv (2002): *Denní přehled počasí. Ročník 54*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- [24] Kolektiv (2003): *Denní přehled počasí. Ročník 55*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- [25] Kolektiv (2004): *Denní přehled počasí. Ročník 56*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- [26] Kolektiv (2005): *Denní přehled počasí. Ročník 57*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

ústav, Praha.

[27] Kolektiv (2001 - 2010): *Měsíční přehled počasí. Ročníky 50 - 59*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

[28] Kolektiv (1972): *Základní dokumentace letecké meteorologické stanice Liberec*. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

[29] Kolektiv (1980): *Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní*. Academia, Praha.

[30] KONČEK, M. et al. (1979): *Klíma a bioklíma Bratislavy*. Veda – Vydavateľstvo slovenskej akadémie vied, Bratislava.

[31] KOŠKOVÁ, I. - MODRÝ, M. - ŠMÍDA, J. (2008): *Atlas životního prostředí Libereckého kraje*. Liberecký kraj, Liberec.

[32] KOTHAN, F. (2011): *Optimální vymezení letních prázdnin z klimatologického hlediska*. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha.

[33] KOŽNAROVÁ, V. – SULOVSÁ, S. (ed.) (2010): *Bioklíma 2010 – Sborník příspěvků z mezinárodní konference*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

[34] KRÁLÍK, F. (1989): *Nové poznatky o kontinentálním zalednění severních Čech*. Sborník geologických věd, Antropozoikum 19, Praha.

[35] KRŠKA, K. - ŠAMAJ, F. (2001): *Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku*. Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum.

[36] KVĚTOŇ, V. – VOŽENÍLEK, V. (2011): *Klimatické oblasti Česka - klasifikace podle Quitta za období 1961 – 2000*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

[37] LEIGHTON, R. M. - SPARK, E. (1997): *Relationship between synoptic climatology and pollution events in Sydney*. International Journal of Biometeorology [online]. Dostupné na: <<http://apps.webofknowledge.com>> [17.01.2013].

[38] LEŚNIOK, M. - MAŁARZEWSKI, L - NIEDŹWIEDZ', T. (2009): *Classification of circulation types for Southern Poland with an application to air pollution concentration in Upper Silesia*. Physics and Chemistry of the Earth [online]. Dostupné na: <<http://apps.webofknowledge.com>> [15.01.2013].

[39] MACKOVČIN, P. - SEDLÁČEK, M. - KUNCOVÁ, J. (eds.) (2002): *Liberecko*. In: MACKOVČIN, P. - SEDLÁČEK, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek III.*, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha.

- [40] MATOUŠEK, J. (1988): *Počasí, podnebí a člověk – bioklimatologie člověka*. Avicenum, zdravotnické nakladatelství, Praha.
- [41] MELO, M. (2002): *Očekávané zmeny kontinentality podnebia v 21. storočí pre Hurbanovo na základe výstupov dvoch klimatických modelov*. In.: Rožnovský, J. - Litschmann, T. (ed.): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2. - 4. září 2002, s. 312-323.
- [42] MOLACEK, J. - TRESKA, V. - KASIK, M. - HOUDEK, K. - BAXA, J. (2012): *Correlation between atmospheric pressure changes and abdominal aortic aneurysm rupture: results of a single-center study*. Surg Today. DOI 10.1007/s00595-013-0488-6.
- [43] MUNZAR, J. (1985): *Medardova kápě aneb pranostiky očima meteorologa*. Horizont, Praha.
- [44] NEVÍDAL, T. (2010): *Hydrogeologické posouzení výstavby obchodně společenského centra Arkády v Liberci*. Magisterská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno.
- [45] NOVÁČEK, J. (2009): *Měření ochlazovacího účinku prostředí termovizní kamerou Fluke Ti30*. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. Brno.
- [46] NOVÁK, M. (2005): *Role synoptické interpretace v biometeorologické předpovědi*. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): *Bioklimatologie současnosti a budoucnosti*. Křtiny 12. – 14. 9. 2005, ISBN 80-86 690–31-08.
- [47] NOVÁK, M. (2007): *Biometeorologická předpověď ČHMÚ – současnost a budoucnost*. In: Marková, E.: *Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí - Příspěvky přednesené na konferenci v Úpici ve dnech 22.-24.5.2007*.
- [48] NOSEK, M. (1972): *Metody v klimatologii*. Academia, Praha.
- [49] PETROVIČ, Š. (1970): *Klimatické poměry ČSSR*. Hydrometeorologický ústav, Praha.
- [50] RUBÁŠ, D. (2012): *Krásy neživé přírody v Podještědí*. Česká geologická služba, Praha.
- [51] SCHEIDT, J. - KOPPE, CH. - RILL, S. - REINEL, D. - WOGENSTEIN, F. - DRESCHER, J. (2013): *Influence of temperature changes on migraine occurrence in Germany*. Int J Biometeorol (2013) 57:649–654.

- [52] SITAR, J. (2005): *Změny tlaku vzduchu a výskyt srdečního infarktu*. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): „Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“, Křtiny 12. – 14.9.2005.
- [53] SKŘIVÁNEK, J. (2001): *Historie Letecké meteorologické stanice na letišti v Liberci*.
- [54] SLÁDEK, I. (1975): *Vztahy mezi režimem znečištění ovzduší a počasím v severozápadních Čechách*. Meteorologické zprávy, roč. 28, č. 4, s. 97-103.
- [55] SLÁDEK, I. (1989): *Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad odchylek*. Meteorologické zprávy, roč. 42, č. 2, s. 52–56.
- [56] SLÁDEK, I. - KOTHAN, F.: *Stanovení optimální doby letních prázdnin s ohledem na meteorologické podmínky*. Přírodovědecká fakulta. Univerzita Karlova v Praze.
- [57] SLÁDEK, I. - PECHOČOVÁ, H. - OPATRná, P. (2010): *Co slunce (ne)nabízí pro energetiku a pro život*. Geografické rozhledy roč. 19, č. 3, s. 6-7.
- [58] SOBÍŠEK, B. et al. (1993): *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Academia a MŽP ČR, Praha.
- [59] SPINNEY, J. - MILLWARD, H. (2011): *Weather impacts on leisure activities in Halifax, Nova Scotia*. Int J Biometeorol (2011) 55:133-145.
- [60] STŘEDOVÁ, H. et al. (2011): *Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů*. Český hydrometeorologický ústav, Mendlova univerzita v Brně, Česká bioklimatologická společnost.
- [61] TOLASZ, R. et al. (2007): *Atlas podnebí Česka*. ČHMÚ a Univerzita Palackého, Praha a Olomouc.
- [62] URBAN, A. - DAVÍDKOVÁ, H. - KYSELÝ, J. (2013): *Heat- and cold-stress effects on cardiovascular mortality and morbidity among urban and rural populations in the Czech Republic*. Int J Biometeorol (2013)
- [63] VYSOUDIL, M. (1991): *Klimatologie – základy bioklimatologie*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc.

Internetové zdroje

© Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [online]. Citováno 2013-03-03. Dostupné na <<http://www.ochranaprirody.cz>>.

© Český hydrometeorologický ústav [online]. Citováno 2013-06-24. Dostupné na <<http://chmi.cz>>.

© Český statistický úřad [online]. Citováno 2013-03-30. Dostupné na <<http://www.czso.cz/>>.

© Elektronický taxonomický klasifikační systém půd ČR [online]. Citováno 2012-11-10. Dostupné na <<http://klasifikace.pedologie.cz/>>.

© International Journal of Biometeorology [online]. Citováno 2013-04-21. Dostupné na <<http://link.springer.com/journal/484>>.

© International Society of Biometeorology [online]. Citováno 2013-05-22. Dostupné na <<http://www.biometeorology.org/>>.

© National Oceanic and Atmospheric Administration [online]. Citováno 2013-06-17. Dostupné na <<http://www.noaa.gov/>>.

© National Weather Service [online]. Citováno 2013-04-22. Dostupné na <<http://www.weather.gov/>>.

TOLASZ, R. (2007): Posunutí prázdniny [online]. Citováno 2012-12-12. Dostupné na <<http://blog.aktualne.centrum.cz/blogy/radim-tolasz.php?itemid=1485>>.

Přílohy

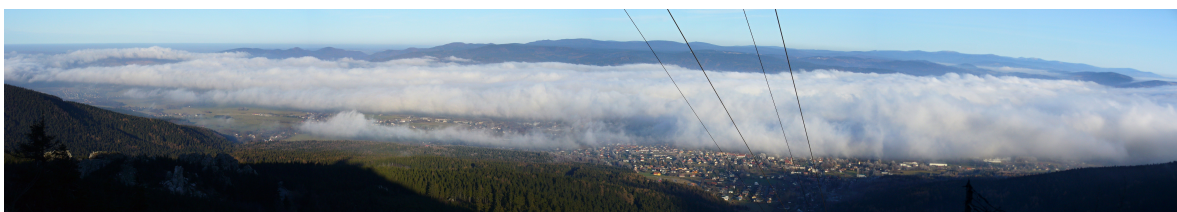
Seznam příloh

Obrázek 1: Meteorologická stanice v Liberci.

Obrázek 2: Pohled z Ještědského hřbetu na Libereckou kotlinu při podzimním stabilním zvrstvení atmosféry.



Obrázek 1: Meteorologická stanice v Liberci (foto: Dominik Rubáš, 2013).



Obrázek 2: Pohled z Ještědského hřbetu na Libereckou kotlinu při podzimním stabilním zvrstvení atmosféry (foto: Dominik Rubáš, 2011).