

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a biometeorologie**



**Očekávané dopady změny klimatu v ČR a jejich vztah  
k rozšíření, růstu a vývoji teplomilných druhů ovocných  
dřevin**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Lenka Ciprová**

**Vedoucí práce: Dr. Vera Potopová**

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Očekávané dopady změny klimatu v ČR a jejich vztah k rozšíření růstu a vývoji teplomilných druhů ovocných dřevin" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 7.4.2016 \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Dr. Vere Potopové za pomoc při vypracování mé diplomové práce, cenné rady a čas, který mi věnovala.

# Očekávané dopady změny klimatu v ČR a jejich vztah k rozšíření, růstu a vývoji teplomilných druhů ovocných dřevin

## Souhrn

Hlavním cílem práce je shromáždit a vyhodnotit veškeré získané údaje o rozšíření, růstu a vývoji teplomilných druhů ovocných dřevin v závislosti na klimatických a ekonomicko-zemědělských podmínkách. První část literární rešerše je zaměřena na výskyt globálního oteplování v globálním měřítku. Druhá část literární rešerše je zaměřena na dopad klimatických změn v České republice. Obě části poskytují možné scénáře, které mohou nastat vlivem globálního oteplování, jak ve světě, tak v podmínkách České republiky. V další části se zabývám vztahem teplomilných ovocných dřevin ke klimatickým a půdním podmínkám, jejich fenologií a ekonomickými faktory, které ovlivňují výnosy v České republice.

Hlavní část je rozdělena do 3 částí: (1) katalog meteorologických jevů v průběhu vegetačního období, (2) katalog meteorologických jevů v průběhu období vegetačního klidu, (3) statistické vyhodnocení meteorologických extrémů v době tvorby květu/kvetení u meruněk (*Armeniaca vulgaris*) a broskvoní (*Prunus Persica*). Ze zpracovaných dat je zřejmé, že zkoumaná období 2005 – 2015 patřila mezi teplejší. Došlo také ke snížení srážek a jarních mrazíků vzhledem k předchozímu období. Dále je zde vyhodnocena popisná charakteristika výnosnosti broskví a meruněk od roku 2005 – 2015.

Ve výsledku lze prokazatelně říci, že se za období 1961 – 2015 prokazatelně zvyšují průměrné teploty vzduchu. Díky zvýšení proměnlivosti podnebí dochází k dřívějšímu nástupu teplot pro zahájení vegetace, což má za následek posun fenofáze ovocných dřevin do dřívějších termínů a prodloužení vegetačního období. V důsledku oteplování dochází ke snížení počtu mrazových a ledových dní. Nepravidelně se dále vyskytují arktické dny. Je zřejmé, že vliv dubnových mrazů v době květu ovocných stromů má vliv na výnosnost. Dalším faktorem, který dlouhodobě ovlivňuje výnos v České republice, je významný pokles ploch pro pěstování broskvoní i meruněk. V další řadě se zhoršuje věková struktura sadů a zpomaluje se proměna odrůdové a druhové skladby. A v neposlední řadě ovlivňuje výnosnost stále se snižující jakost plodů, špatná situace na tuzemském trhu, kde se tuzemské ovoce skoro nenachází a nízké výkupní ceny.

**Klíčová slova:** teplomilné druhy ovocných dřevin, meruňky, broskve, adaptace, strategie, trendy změn, změna klimatu, meteorologické extrémy, rizikové ekonomické faktory, výnos

# Expected impact of climate change and their relationship to distribution, growth and development of thermophilic fruit trees in the Czech Republic

## Summary

The main objective of the Master's thesis is to collect and evaluate scientific information and processing datasets of expected impact of climate change and their relationship to distribution, growth and development of thermophilic fruit trees in the Czech Republic. The first and second parts of the literature research are focused on the impact of global warming and economic/agricultural conditions on growth and development of the thermophilic species of fruit trees at the global, regional and local levels. The next section deals with the relationship of thermophilic fruit trees production with climatic, soil conditions, phenology and economic factors, which greatly affect yields in the Czech Republic.

This study was conducted on daily meteorological variables (sum of global radiation, maximum and minimum temperatures) and annual yield datasets of Apricot (*Armeniaca vulgaris*) and Peach (*Prunus Persica*) trees at the country level for the period 2005-2015. The obtained new results can be divided into 3 parts: (1) catalogue of meteorological phenomena during the growing season, (2) catalogue of meteorological phenomena during the period of dormancy, and (3) statistical analyses of meteorological extreme events during flower/flowering formation of the Apricot and Peach trees.

Results based on the analysis of historical phenological observations and descriptive statistics of yield parameters of thermophilic fruit trees over the study period shown that (i) mainly spring phenological stages of the thermophilic fruit trees shown a tendency to an earlier onset, (ii) the highest variability in the phenophase onsets of Apricot and Peach are in the inflorescence emergence and beginning of flowering, (iii) the coefficients of variation were higher for Peach with year-to-year variations in crop yields, and (iv) Peach had the largest fluctuations in average annual production (from 0.48 to of 0.72  $\text{tha}^{-1} \text{year}^{-1}$ ).

**Keywords:** thermophilic fruit trees, Apricot, Peach, impacts, adaptation, strategy, climate change, weather extremes, the risk of economic factors, yield

# Obsah

1	Úvod .....	1
2	Vědecká hypotéza a cíl práce .....	2
2.1	Hypotéza.....	2
2.2	Cíl práce .....	2
3	Literární řešerše.....	3
3.1	Globální trendy klimatické změny .....	3
3.2	Změny klimatických podmínek v České republice .....	9
3.3	Vliv teploty na ovocné stromy .....	13
3.4	Nároky meruněk ( <i>Armeniaca vulgaris</i> ) a broskvoní ( <i>Prunus Persica</i> ) na klimatické a půdní podmínky .....	15
3.5	Fenologické fáze ovocných stromů .....	19
3.6	Ekonomické faktory produkce meruněk a broskví v ČR.....	22
4	Data a metody.....	24
4.1	Shromáždění dat a vytvoření databáze výnosových řad .....	24
4.2	Shromáždění meteorologických dat a vytvoření katalogu extrémních meteorologických jevů .....	25
5	Výsledky.....	26
5.1	Vliv teplotní anomálie ve vegetačním období na výnos teplomilných ovocných dřevin.....	26
5.1.1	Katalog extrémních meteorologických jevů v průběhu vegetačního období	26
5.2	Vliv teplotní anomálie v období vegetačního klidu na výnos teplomilných ovocných dřevin.....	36
5.2.1	Katalog extrémních meteorologických jevů v průběhu období vegetačního klidu	36
5.3	Vyhodnocení statistických meteorologických extrémů v době tvorby květu/kvetení u meruněk a broskvoní.....	43
6	Diskuze .....	51
7	Závěr .....	55
8	Seznam literatury .....	57
9	Internetové zdroje.....	60

# 1 Úvod

Pěstování ovoce má v České republice velmi dlouhou tradici. První zmínka o ovocnářství v Českém středohoří pochází z roku 1088 (sady u Žitenic na Litoměřicku) a již ve středověku se významně podílelo na hospodářství regionu. V České republice nastal intenzivní rozkvět ovocnářství v 2. polovině 19. století, kdy ovocné sady místy tvořily 40 – 60 % rozlohy zemědělské půdy, především v údolí Labe od Litoměřic po Děčín, na Třebenicku a Třebívlicku. Dochází ke vzniku specializovaných zahradnických škol. Po roce 1918, kdy vznikl československý stát, se rozvinul organizovaný ovocnářský výzkum. Teprve po druhé světové válce se výroba začala soustřeďovat do specializovaných podniků ve výrobně vhodných oblastí. U broskvoní se jedná o Dyjsko-svratecký a Dolnomoravský úval, kde průměrná roční teplota dosahuje hodnoty 9 °C. U meruněk se jedná o oblasti jižní Moravy a Polabí.

Díky teplému klimatu a příznivému podloží patří České středohoří mezi naše nejvýznamnější ovocnářské oblasti. V dnešní době se dostává do podvědomí veřejnosti problém globálního oteplování. Celosvětově se povrch zeměkoule otepluje přibližně o 2 °C vzhledem k předindustriální hodnotě. Klimatické změny jsou ovlivněny především činností člověka. Zejména kvůli úniku oxidu uhličitého do ovzduší, který způsobuje oteplování zemského povrchu. I v případě České republiky je tento problém aktuální. Lze předpokládat, že změna klimatických podmínek bude mít vliv na zemědělství České republiky, což bude mít za následek nucenou adaptaci rostlin k vyšším teplotám. Za tohoto předpokladu by mohly být teplomilné ovocné dřeviny ve značné výhodě.

## **2 Vědecká hypotéza a cíl práce**

### **2.1 Hypotéza**

- (1) Teplotní anomálie ve vegetačním období mají vliv na výnos teplomilných ovocných dřevin.
- (2) Teplotní anomálie v období vegetačního klidu mají vliv na výnos teplomilných ovocných dřevin.
- (3) Dlouhodobé zvyšování minimální teploty vzduchu v důsledku změny klimatu vede ke snižování rizika jarních mrazů.

### **2.2 Cíl práce**

Cílem práce je shromáždit a vyhodnotit veškeré získané údaje o rozšíření, růstu a vývoji teplomilných druhů ovocných dřevin v závislosti na klimatických a ekonomicko-zemědělských podmínkách.

Literární rešerše je zaměřena na problematiku a očekávané dopady změny klimatu na ovocnářskou produkci teplomilných dřevin v ČR. Rovněž se zaměřuje na zpracování databáze průměrných teplot, výkyvů počasí a vytvoření katalogu extrémních meteorologických jevů v průběhu vegetačního období a v období vegetačního klidu.



## 3 Literární rešerše

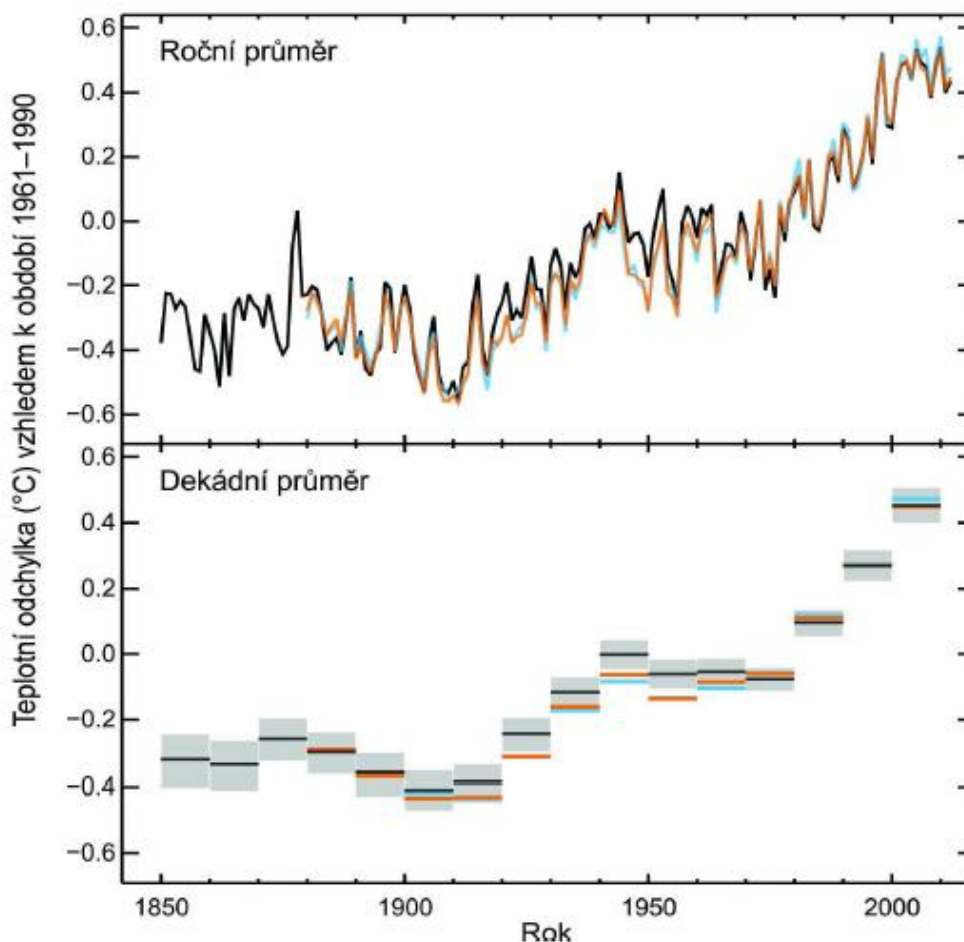
### 3.1 Globální trendy klimatické změny

Klimatickou změnou se v klimatologickém pojetí (Mezivládního panelu pro změnu klimatu, IPCC) rozumí veškeré změny klimatu, včetně jeho přirozené variability. Přirozenou a antropogenní složku od sebe nelze vzájemně oddělit, a proto je třeba pracovat s výslednicí obou složek ([Adaptační strategie, 2015](#)). Rostoucí trendy globální teploty a jejich fyzikální důsledky jsou dnes zcela zřejmé a nezpochybnitelné.

Dějiny klimatu ukazují, že neexistuje žádná trvalá a optimální rovnováha a že velké výkyvy se v minulosti děly i bez lidského vlivu. Tyto klimatické změny ovšem měly poměrně zásadní vliv na lidskou společnost – příkladem je teplé neolitické období umožňující přechod k zemědělství i v chladnějších částech Evropy, dále je dobře zdokumentované oteplení vrcholného středověku, které mělo za následek osídlení Grónska nebo zemědělskou kolonizaci českých zemí. Příkladem negativního působení může být tzv. malá doba ledová s vrcholem v 16. – 17. století, která poznamenala život v Evropě řadou přírodních katastrof, neúrodných let, kulturních a sociálních otřesů. Přispěla však také k rozvoji moderní průmyslové civilizace. Ta během 20. století pokryla prakticky celou planetu a především prudce rostoucími emisemi oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) nastartovala zesilování skleníkového efektu. Jeho následkem je relativně rychlý růst teploty, od 70. let nazývaný globálním oteplováním ([Behringer, 2010](#)).

V každém z posledních tří desetiletí bylo v blízkosti zemského povrchu tepleji než v kterémkoliv předchozím desetiletí od roku 1850 (Obr. 1). Na severní polokouli bylo období 1983 – 2012 pravděpodobně nejteplejším třicetiletím za posledních 1400 let. Lineární trend globální průměrné teploty vykazuje za období 1880 – 2012 oteplení o 0,85 °C ([Adaptační analýza, 2015](#)).

Modely globálního oteplování pro období do poloviny 21. století počítají s nárůstem průměrných ročních teplot o 2,5 – 3,0 °C (horní odhady), resp. 0,9 – 1,1 °C (dolní odhady). Nárůst průměrných měsíčních teplot v lednu je odhadován na 2,6 – 3,8 °C (horní odhady), resp. 1,0 – 1,4 °C (dolní odhady), v červenci na 2,2 – 2,9 °C (horní odhady), resp. 0,8 – 1,1 °C (dolní odhady) ([Adaptační analýza, 2015](#)).



Obrázek 1: Pozorovaná kombinovaná globální průměrná teplotní odchylka povrchu oceánu a pevniny za období 1850 – 2012. Zdroj: IPCC, 2013.

Změna klimatu může působit i na jiné faktory, které zvyšují hrozbu negativních jevů. Mezi související jevy, jenž mohou ovlivnit život na zemi patří: základní suroviny (potravin, voda, zemědělství), sociální aspekty (zdraví, riziko masivních migrací, lidská práva), politické dopady (ekonomické krize států), politické a ekonomické aspekty (ekonomická nerovnost, válka o přístup k energetickým zdrojům). Všechny tyto aspekty ukazují, že antropogenní vliv je jedním z faktorů, který ovlivňuje změnu klimatu. Musely by se změnit vzorce lidského chování, což v dnešní době není snadno proveditelné (Pérez, 2011).

Klimatické změny jsou zaznamenány v datech Hadleyho centra ve Velké Británii. Záznam Hadleyho centra nezahrnuje oblast Antarktidy, kde dochází k nejrychlejšímu oteplování na planetě. Záznamy pokrývající celou planetu ukazují, že nejteplejším zaznamenaným kalendářním rokem je rok 2005. Nejteplejšími po sobě jdoucími 12 měsíci byly červen 2009 až květen 2010. Během cyklů oceánu jako El Niño se vyměňují ohromná množství tepla mezi oceánem a atmosférou, takže povrchová teplota tedy kolísá každým rokem nahoru a dolů (Menne, 2010).

K výpočtu používají vědci techniky, jako jsou klouzavé průměry nebo lineární regrese, které berou v úvahu všechna data. Ta ukazují, že povrchové teploty od roku 1998 stále rostou. Dalším důkazem o globálním oteplování je pohled na teplotu povrchu, která je výsledkem měření teploty atmosféry. Přes 80 % energie ze silnějšího skleníkového jevu je použito na ohřívání oceánů. K zjištění globálního oteplování po roce 1998 je důležité veškeré teplo hromadící se v klimatickém systému. Po sečtení tepla jdoucího do oceánů, ohřívajícího zemi a vzduch a způsobujícího tání ledu, vidíme, že planeta nadále teplo akumuluje (Menne, 2010).

Teploty zaznamenané za dobu posledního tisíce let jsou známé pod pojmem „hokejka“ tzv. příkré oteplování v nedávné době vypadá jako čepel hokejky. Zejména množství CO<sub>2</sub> vypouštěného lidmi, z větší části spalováním fosilních paliv, má za posledních 1000 let zřetelný tvar hokejky. Dramatický nárůst emisí CO<sub>2</sub> se shoduje se strmým nárůstem koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře, která nyní dosahuje hodnot nevídaných nejméně 2 milióny let (Mann, 2008).

Každý rok vypouštíme do atmosféry přes 20 miliard tun CO<sub>2</sub>. Přírodní emise pocházejí z rostlin vydechujících CO<sub>2</sub> a z oceánů uvolňujících plyn. Přírodní emise tak činí celkem 776 miliard tun za rok. Příroda každý rok absorbuje 788 miliard tun CO<sub>2</sub>. Přirozená absorpce vyrovnává přirozené emise. Lidé však tuto rovnováhu narušují. Ačkoli část CO<sub>2</sub> vypouštěného lidmi je pohlcovaná oceány a rostlinami na pevnině, zhruba polovina našich emisí CO<sub>2</sub> zůstává v atmosféře (Cook, 2010).

Budoucí stav klimatu bude záviset na již probíhajícím oteplení způsobeném vypuštěnými antropogenními emisemi, stejně jako na budoucích antropogenních emisích a přirozené proměnlivosti klimatu. Změna průměrné globální povrchové teploty pro období 2016-2035 ve srovnání s obdobím 1986-2005 je obdobná pro všechny čtyři RCP (*Representative Concentration Pathways*) a pravděpodobně bude v rozmezí od 0,3 °C do 0,7 °C. A to za předpokladu, že nedojde k žádným velkým sopečným výbuchům nebo změnám v některých přírodních zdrojích, nebo k neočekávaným změnám v globálním slunečním záření (IPCC, 2014).

Globální průměrná teplota povrchu se dosud zvýšila o 0,8 °C vzhledem k předindustriální hodnotě. Pokud se nezintenzivní snahy o zmírnění, je třeba předpokládat, že ke konci 21. století globální průměrná povrchová teplota vzroste o 2 až 7 °C vzhledem k předindustriální teplotě a to v závislosti na množství vypuštěných skleníkových plynů a nejistotách v klimatickém systému (WBGU, 2007).

Světové emise CO<sub>2</sub> jsou jedním ze způsobů měření hospodářského růstu země. Nejnovější údaje, zveřejněné v Energy Information Administration ukazují, že většina emisí CO<sub>2</sub> jsou způsobeny oxidem uhličitým. Snížení globálních emisí skleníkových plynů je nejen cílem ekologů, ale i vlád zemí. Důležité je zjištění, že i při snížení vypouštění uhlíkových emisí do ovzduší může být udržena stabilita ekonomiky. Například Čína vyzařuje více CO<sub>2</sub> než USA a Kanada dohromady – až o 171 % od roku 2000. Zatímco USA má klesající produkci CO<sub>2</sub>. Velká Británie snižuje produkci o 8 % za rok. Třetím největším producentem CO<sub>2</sub> ve světě je Indie, která se přibližuje Rusku, jež je na 4. místě. K největšímu poklesu došlo z let 2008 – 2009 na Ukrajině o 28 % a k největšímu nárůstu došlo na Cookových ostrovech až o 66,7 % (Rogers and Evans, 2010).

Z tohoto důvodu došlo k usnesení v Kodaňské dohodě, která stanovuje cíl zamezit zvýšení průměrné teploty o více jak 2,0 °C, bohužel však nestanoví cestu, jak tohoto cíle dosáhnout dlouhodobě zejména po roce 2020 (Weaver, 2009). Stále mnoho otázek zůstává nevyřešených a velmi často dochází ke špatné interpretaci Kodaňské dohody (Birol, 2011). V roce 2011 proběhla Konference OSN v Durbanu o pokračování Kjótského protokolu, která měla za cíl apelovat na snížení emisí skleníkových plynů a finanční pomoci rozvojovým zemím s dopady klimatické změny. Nová celosvětově právně závazná smlouva o snížení emisí skleníkových plynů by měla platit od roku 2020 a měla by zahrnout i státy, které jsou dosud mimo Kjótský protokol (Doležal, 2011). Pokud by byla klimatická politika úspěšná a nárůst teploty by byl omezen na méně než 2 °C vzhledem k předindustriální hodnotě, může dojít k odvrácení klimaticky vyvolané hrozbě mezinárodní bezpečnosti (WBGU, 2007).

V případě, že by změna klimatu pokračovala stále stejnou rychlostí, mohlo by dojít ke konci století k oteplení o 5 °C, což je nepřijatelné. Proto je třeba využít okamžitá opatření k udržení oteplování co nejbližší ke 2 °C. To bude záviset na adaptabilitě lidí a snaze vyvinout inovace, aby se předešlo výraznějšímu oteplení (WDR, 2010).

Význam by mohla mít i redukce počtu chovaného skotu, který sám přispívá k emisím metanu a spolu s tvorbou pastvin se podílí až z 15 – 20 % na celkových emisích skleníkových plynů (metan, oxid uhličitý, oxid dusný) (IFRC, 2010).

V případě selhání snah o zmírnění, WBGU naopak očekává, že se klimaticky vyvolaná bezpečnostní rizika začnou projevovat v různých oblastech světa kolem let 2025 až 2040. Klíčovou výzvou je přijmout během příštích 10 až 15 let pevná opatření klimatické politiky k odvrácení socioekonomických distorzí a důsledků pro mezinárodní bezpečnost, které se jinak v následujících desetiletích zintenzivní (WBGU, 2007).

Pozorované změny globální teploty jsou zcela v souladu s trendem oteplování asi o 0,2 °C za desetiletí, jak předpovídal IPCC 2007, který je modifikován krátkodobým kolísáním (Allison et al., 2012).

Rok 2000 byl teplejší než rok 1990. Globální oteplování má stále vzrůstající tendenci od roku 1980, který byl teplejší než rok 1970. Rok 2010 se stal nejteplejším rokem vůbec. Dvanáctiměsíční průměr globální teploty překročil teplotní rekord třikrát v roce 2010, potvrzuje NASA Goddard Institute for Space Study (GISS) ze svých dat. Hladiny moří stále stoupají, led taje a jaro přichází dříve než v předešlých letech (online, 2010).

V roce 2005 byla na 40 % zemského povrchu orná půda a pastviny (Foley et al., 2005). Přirozené lesy pokrývali ještě 30 % zemského povrchu a pouhých 5 % připadalo na přírodní lesní oblasti (FAO, 2000). V rozvojových zemích žije téměř 70 % lidí ve venkovských oblastech, kdy jejich největším zprostředkovatelem obživy je zemědělství (IPCC, 2007).

Mezi možné dopady změny klimatu, jež mohou mít vliv právě na zemědělství, patří: oteplení – zvyšování průměrů teploty, zvyšování evapotranspirace, snížení zásoby půdní vody, zvýšené výskyty sucha, zvýšení eroze vodní i větrné, zvýšené nebezpečí požárů a změny v ekosystémech (Rožnovský, 2010).

Z tohoto důvodu je nutno provést adaptační opatření, které musí po celém světě zajistit především zdroje pitné vody a ochranu pobřeží. Od roku 1990 získaly 1,3 miliardy lidí lepší přístup k pitné vodě a 500 milionů lidí hygienické zázemí. Přesto dosud nejméně 900 milionů lidí postrádá spolehlivý zdroj vody a 2,6 miliardy hygienické podmínky (Glenn, 2010) a klimatické změny tento stav zhorší. Velkou pozornost je třeba věnovat ochraně před přírodními katastrofami a snižování zranitelnosti městských aglomerací – což je problém nejen pro chudé země s mnohamilionovými, naprosto nepřipravenými městy, ale i pro odolné komunity ve vyspělých zemích (IFRC, 2011).

Klimatické scénáře pro oblast střední Evropy předpokládají další prodlužování vegetační doby. Ve střední Evropě a v nižších polohách by se délka vegetačního období v nižších a středních nadmořských výškách mohla do poloviny století zvýšit přibližně o 20 dní, ke konci století o zhruba 40 dní. Očekávaný vzestup by mohl vytvořit dostatečné teplotní zajištění pro pěstování teplomilnějších kultur. Existuje však reálná hrozba, že rostliny budou ve větším nebezpečí působením teplotních stresů vyvolaných častějším výskytem extrémně vysokých teplot (Pretel, 2011).

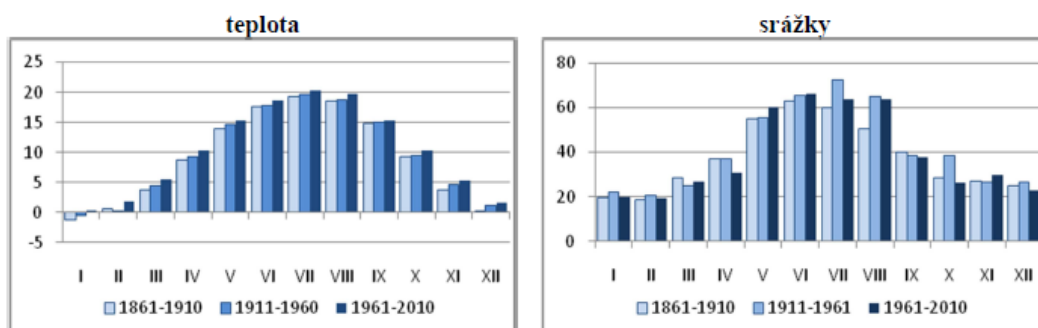
Prodloužení vegetační doby se již v současnosti projevuje zejména ve střední a severní Evropě, kde se vegetační doba za období 1965 až 1995 prodloužila o 10 dní a prodlužování stále pokračuje. V oblastech, kde je hlavním ovlivňujícím faktorem teplota, narůstá produkce biomasy. Pokud je významným faktorem i vláha, pak tam, kde vláha ve vegetačním období klesá, bude produkce biomasy utlumena. Právě oba tyto faktory se významně uplatňují ve střední Evropě a v nižších nadmořských výškách. Změny ve vegetačním období mohou mít vliv i na složení rostlin, zejména těch, které mají nižší adaptační schopnosti na změněné podmínky (Pretel, 2011).

Z výsledků ekonomických modelů, které odhadují, že pokud lidé nezmění svůj přístup k planetě, celkové náklady a rizika změny klimatu se budou rovnat ztrátě nejméně 5% celosvětového HDP ročně a zvýší je nejen výskyt rizikových faktorů, ale i množství negativních dopadů na planetu. Potom by celkové náklady mohly vzrůst až na 20 % HDP a více (Stern, 2007).

### 3.2 Změny klimatických podmínek v České republice

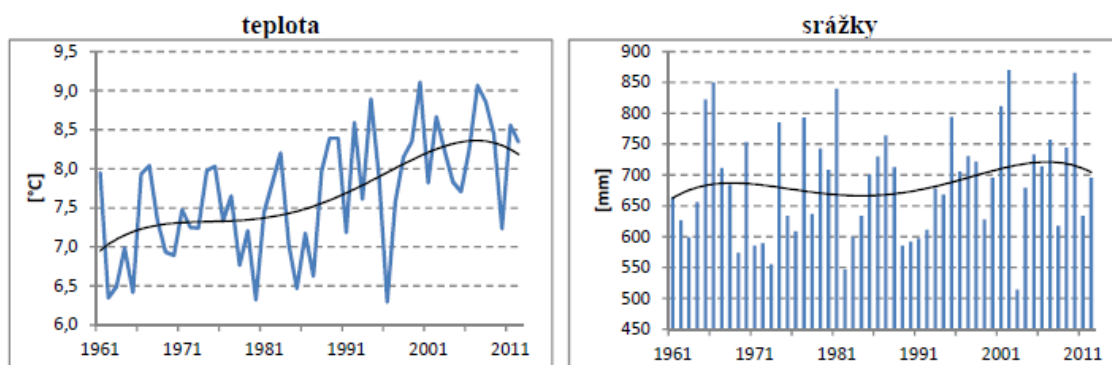
Oteplování na území České republiky představuje zvýšení proměnlivosti výskytu extrémů. Prodlužuje se vegetační období, ale také se zvyšuje nebezpečí poškození porostů mrazy. Výskyt srážek je proměnlivější, narůstá četnost bouřek, ale roční úhrny srážek se nebudou významně měnit. Zvýšená teplota vzduchu znamená vyšší evapotranspiraci, ale při stejných úhrnech srážek i častější výskyty suchých období (Rožnovský, 2010).

V České republice je ze změn průměrných ročních teplot v posledních 150 letech (Obr. 2) patrný postupný nárůst teploty; v období 1861 – 1910 byla průměrná roční teplota 9,1 °C, v období 1911 – 1960 byla 9,6 °C a v období 1961 – 2010 10,4 °C (Pretel, 2011).



Obrázek 2: Vývoj průměrných ročních teplot (°C) a průměrných ročních srážkových úhrnů (mm) v posledních 150 letech. Zdroj: ČHMÚ, 2010.

V obr. 3 jsou uvedeny hodnoty změn průměrných teplot (v °C), resp. změn srážkových úhrnů (v podílech úhrnů) mezi obdobími 1961 – 1990 a 1991 – 2010. Průměrná roční teplota se v posledních dvou desetiletí zvýšila o 0,8 °C, největší změny byly zaznamenány v červenci a srpnu, nejnižší v období září až listopad, průměrné prosincové teploty v období 1991 – 2010 dokonce poklesly o 0,3 °C. V zimních měsících jsou výkyvy průměrných teplot výraznější.



Obrázek 3: Průběh průměrných ročních územních teplot (°C) a srážkových úhrnů (mm) v ČR v období 1961 – 2012. Zdroj: ČHMÚ, 2010.



Průměrná teplota v České republice v roce 2014 byla 9,4 °C a byla teplotně mimořádně nadnormální (téměř 2,0 °C nad dlouhodobým průměrem 1961-1990). Rok 2014 se stal nejteplejším od roku 1961. Byl o 0,3 °C teplejší než zatím nejteplejší roky 2000 a 2007 (Tolasz, 2015).

Scénář změny klimatu pro období 2010 – 2039 je vztažen ke scénáři emisí SRES A1B. V období 2010 – 2039 se teplota vzduchu na území ČR zvýší podle modelu ALADIN 25 cca o 1 °C, oteplení v létě a v zimě je jen o něco menší než na jaře a na podzim. Patrné je systematické zvýšení teplot, relativně málo proměnlivé v prostoru. U změn sezónních úhrnů srážek je situace složitější. Ve většině uzlových bodů je v zimě simulován pokles budoucích srážek (v závislosti na konkrétní lokalitě ČR do 20 %) na jaře jejich zvýšení (od 2 do 16 %), v létě a zejména na podzim se situace v různých částech území ČR liší. V období 2010 – 2039 jsou simulované změny sezónních průměrů denních sum globálního záření největší v zimě (až o více než 10 %), v ostatních sezónách se na většině míst pohybují do 4 % (VaV, 2011).

Mezi extrémní počasí v posledních letech v České republice se řadily: extrémní hodnoty maximální teploty vzduchu, vysoká proměnlivost teplot vzduchu v zimě, výskyt holomrazů, výskyt vysokých úhrnů srážek – přivalových dešťů, četná bezesrážková období, velmi proměnlivá sněhová pokrývka, povodně plošné i lokální (Rožnovský, 2010).

Výhodou pro české zemědělství je geografická poloha ČR v mírném klimatickém pásu a tím menší riziko výraznějších negativních dopadů klimatických změn (na rozdíl od Středomoří a jihovýchodní Evropy) (Tolasz et al., 2007). Předpokládaný budoucí vývoj klimatu ve vazbě na zemědělství by měl spolu se zvýšením teploty vzduchu přinést i prodloužení vegetačních období s rizikem překročení fyziologicky únosných hodnot (teplotní stres), nárůst potenciální evapotranspirace hlavně v letním období, nárůst vláhového deficitu ve vegetačním období daný nárůstem potenciální evapotranspirace, zvýšení aridity zemědělských oblastí, relativní snížení agroklimatologické variability krajiny. K hlavním adaptačním opatřením bude patřit především šlechtění nových odrůd, které budou odolávat suchu (Spáčilová et al., 2014).



Z důvodu klimatických změn mohou nastat sucha a následný nedostatek vody, tímto tématem se zabývá Rada Evropské unie od roku 2005; v červnu 2010 přijala Rada pro životní prostředí závěry, které podporují aktivity členských států pro snížení zranitelnosti Evropské unie vůči dopadům změny klimatu ve všech souvislostech a vyzývá členské státy k vypracování plánů pro zvládnání nedostatku vody a sucha a k prosazování udržitelného užívání vody. Zároveň připomíná, že nedostatek vody souvisí s dlouhodobou nerovnováhou mezi zásobami vody (vodními zdroji), poptávkou po ní a potřebami ekosystémů, zatímco sucho ve svých rozličných podobách je spojeno s výrazným dočasným poklesem přirozené dostupnosti vody oproti dlouhodobé průměrné úrovni do té míry, že dostupná voda dočasně nepostačuje na pokrytí potřeb ekosystémů a udržitelné činnosti člověka (Pretel, 2011).

Právě v tomto případě oběhu vody v přírodě, je jednoznačné, že díky vlivu globálního oteplování dochází ke změně v rozložení a intenzitě srážek, zmenšování vydatnosti vodních zdrojů, častějšímu poklesu hladiny v povrchových tocích a nádržích na minimum, ke snížení hladiny podzemní vody, ke snížení vlhkosti půd a v neposlední řadě v souvislosti s oteplováním ke zvýšení eutrofizace (Rožnovský, 2010).

Kašpárek (2012) popisuje ve své práci modelování vlivu klimatických změn na hydrologický režim v České republice. Pro modelování vlivu změn klimatu na hydrologický režim jsou nejpodstatnější scénáře: změn teploty vzduchu, změn úhrnu srážek a změn vlhkosti vzduchu, které se používají zejména přepočtené na roční chod změn v měsíčním kroku. Výchozí reálné teplotní poměry modely vystihují poměrně dobře. Srážkové poměry, na kterých vodní zdroje závisí nejvíce, se zatím nedaří modelovat dostatečně věrně. V současné době jsou používány regionální scénáře klimatické změny HIRHAM a RCAO.

Scénář HIRHAM jeví vliv orografie. V nížinách nastává v létě větší oteplení než v hornatých oblastech, v zimě se spíše naopak nížiny méně oteplují než hory. Srážky v létě klesají výrazněji v nížinách než v hornatých oblastech. V zimě se srážky v nížinách zvyšují více než na horách.

Scénář RCAO vliv orografie v měřítku ČR nevyjadřuje. Gradienty změn klimatických charakteristik podle modelu RCAO probíhají ve směrech sever-jih a západ-východ. Změna teploty v létě narůstá od severu k jihu. V zimě narůstá změna teploty od západu k východu (Kašpárek, 2012). Z výstupů regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, pro střednědobý časový horizont (střed k roku 2050), je doloženo zvýšení teploty vzduchu v létě o 2,7 °C a v zimě o 1,8 °C (Adaptační strategie, 2015).

Mezi možné dopady v oblasti zemědělství mohou patřit: změna agroklimatických podmínek – změna produkce, prodloužení vegetačního období, dřívější nástupy fenofází, zkrácení vegetační doby o 10 až 14 dní, nebezpečí výskytu holomrazů a vegetačních mrazů, rozšíření oblasti pro pěstování teplomilných druhů, zvýšení výskytu a rozšíření nových druhů chorob a škůdců, změna technologií v chovech a změna staveb pro hospodářská zvířata (Rožnovský, 2010).

Jako potenciálně pozitivní důsledek změny klimatu se může projevit prodloužení bezmrazového období o 20 – 30 dní, posunutí počátku hlavního vegetačního období v nejteplejších oblastech na začátek března a konce tohoto vegetačního období až do závěru října. Vyšší teploty vzduchu dovolí dřívější setí, následně ovlivní růst a především vývoj plodin tak, že umožní dřívější vzcházení a nástupy dalších fenofází. Oproti současnému stavu by období zrání kolem roku 2050 mohlo být urychleno v nižších polohách (do 400 m. n. m.) o 10 – 14 dní, ve vyšších o 15 – 20 dní. Očekávaný teplotní vzestup, který se projeví dřívějším dosažením teplotních sum nutných pro jednotlivé fenologické fáze včetně fyziologické zralosti, by měl vytvořit dostatečné teplotní zajištění pro teplomilné kultury i v dosud chladnějších oblastech. S tím souvisí možnost pěstování teplomilnějších odrůd či dokonce plodin v našich nejteplejších lokalitách jižní Moravy a Polabí. Vážnou hrozbou eliminující pozitivní efekt dřívějšího nástupu vegetačního období bude výskyt jarních mrazíků, jakožto pravděpodobně nejvýznamnějšího (současného i očekávaného) extrémního časného jarního období (Adaptační strategie, 2015).

Vzhledem k oteplení především v jarních měsících (duben – červen) a s tím spojeným zesílením vzestupných konvenčních proudů, lze očekávat změnu v rozložení srážek, a to ve smyslu ubývání jak srážkových dní, tak i dní s nižšími srážkovými úhrny v tomto, pro rostliny klíčovém období. Současně můžeme předpokládat zvýšení pravděpodobnosti výskytu denních úhrnů srážek nad 10 mm, které mohou být erozně nebezpečné (Adaptační strategie, 2015).

S určitostí lze vyvodit závěry, které způsobuje změna globálního oteplování. Za období 1961 – 2009 se prokazatelně zvyšují průměrné teploty vzduchu. Díky zvýšení proměnlivosti podnebí dochází k dřívějšimu nástupu teplot pro zahájení vegetace a tím se prodlužují i vegetační období. Tento jev se projevuje dřívějším nástupem fenofází. Kvůli oteplování dochází ke snížení počtu mrazových a ledových dní. Nepravidelně se dále vyskytují arktické dny (Rožnovský, 2010).

### 3.3 Vliv teploty na ovocné stromy

Protáhlý tvar státního území způsobuje mírný nárůst kontinentality k východu. Botanicky se území Česka člení do tří fytogeografických oblastí (termofytikum, mezofytikum a oreofytikum), které zahrnují 99 fytogeografických okresů. Termofytikum je osídlováno převážně teplomilnými druhy rostlin, zahrnuje výškový vegetační stupeň planární (nížinný) a kolinní (pahorkatinný). Tvoří dvě souvislé podoblasti: České termofytikum vytváří pás od Doupovské pahorkatiny v Poohří až po východní Polabí. Panonské termofytikum zahrnuje oblasti jižní Moravy a moravských úvalů (Hájková et al., 2012).

Litschmann (2010) se zabývá pověstnými pranostikami „ledoví muži“ – Pankrác, Servác, Bonifác. Pranostiky spojené s příchodem studeného vzduchu v polovině května patří k nejstarším. První zmínky o ledových svatých jsou již z počátku 15. století. Datum se stanovovalo podle juliánského kalendáře a dvanáctý květen připadal tehdy na dnešní přibližně dvaadvacátý. Z klimatologického hlediska toto období patřilo k tzv. malé době ledové, poměrně výrazně chladné periodě, trvající od 14. – 19. století. Lze předpokládat, že se květnové mrazy vyskytovaly dosti pravidelně i ve druhé dekádě, jak dokazují četné záznamy z kronik. I po změně kalendáře na gregoriánský se podařilo německému klimatologovi G. Hellmanovi prokázat výskyt výrazných květnových ochlazení v první polovině 19. století s četností výskytu 50 – 60%, tedy s dobou opakování každé dva roky. V současnosti, kdy probíhá globální oteplování, lze statisticky prokázat v období 12. – 18. května výskyt spíše teplejšího a suššího počasí na celém našem území republiky, jak uvedla ve své studii teplotních a srážkových údajů na třinácti místech naší republiky za období 1961 – 2002 L. Řezníčková. Dnes již existuje poměrně značné množství studií, které dokazují, že s postupným vývojem změn klimatu se jarní fenofáze ovocných dřevin posouvají do stále dřívějších termínů. Na oteplovací trend reagovaly dřeviny na jižní Moravě v období 1951 – 2000 posunem fenofáze počátku kvetení u meruňky o 13,7 dne do dřívější doby. Závažnost jarních mrazíků proto v současnosti není o nic menší než v minulosti. Rozdíl je pouze v tom, jak se jejich ukončení posouvá do dřívějších termínů, tak se přibližně stejnou rychlostí k počátku roku přibližují i fenofáze, v nichž nastává poškození mrazem. Takže koincidence mrazů v příslušné kritické fenofázi může být v současnosti stejná jako v minulosti. Jestliže tehdy docházelo k poškození květů v polovině května, nyní to může být již na konci dubna.

U teplomilných ovocných stromů dochází k poškození jarními mrazíky, které se vyskytují v oblastech se střídáním vlivů oceánských a kontinentálních na počasí. Výskyt jarních mrazíků v polovině května již není tak častý, jako v předminulém století, bohužel k citelnému poškození násady dochází i vlivem daleko dřívějších mrazů. Citlivost na poškození mrazem se zvyšuje od fenofáze počátku kvetení a je vyšší v případě, že ochlazení předcházelo teplejší počasí. V případě, že mráz se vyskytne v období chladné periody, nejsou následky tak znatelné. V klimatických podmínkách ČR jsou mrazíky často důsledkem radiačního ochlazení po vpádu studeného vzduchu, tudíž po výskytu teplejšího počasí (Litschmann et al., 2007).

Litschmann (2006) dokládá využití meteorologických údajů v ovocnářství pro určení termínu sklizně na základě hodinových teplotních sum za určité období. Tato informace může být užitečná především pro odrůdy ovoce s krátkou dobou skladovatelnosti, jejichž typickými představiteli jsou zejména meruňky a broskve. Výsledky studie Chmielewsky et al. (2003) uvádí, že je nutné sledovat změny fenologických projevů rostlin v závislosti na klimatických změnách v různých oblastech světa. Změna klimatických změn bude mít vliv na budoucí změny výnosu plodin. Z pohledu zemědělství jsou významným faktorem jarní mrazy, které mají vliv nejen na růst a vývoj plodin, ale i na agrotechniku (Francis et al., 1999; Taint and Zheng, 2003). V měsíci dubnu probíhá nejvíce jarních prací na poli a tak může být výskyt mrazíků v měsících dubnu, květnu a červnu velmi nebezpečný pro zemědělskou produkci (Potop et al., 2014).

### 3.4 Nároky meruněk (*Armeniaca vulgaris*) a broskvoní (*Prunus Persica*) na klimatické a půdní podmínky

Meruňka je původem ze střední a východní Asie. V Číně bývala spojována se vzděláváním a s lékařstvím. Její záměrné pěstování je prvně doloženo ve 3. tis. př. n. l. v Indii. Na počátku našeho letopočtu se meruňka objevila v jižní Evropě v 10. století, kdy se přes Španělsko dostala do Francie a pak pozvolna do dalších teplejších evropských zemí. U nás je pěstována od 15. století. Většího významu nabylo pěstování meruněk teprve během 19. století v matečné školce v Brně, kde bylo v roce 1818 vysazeno 11 a v roce 1853 již 46 odrůd meruněk. Zřízením státní ovocné školky ve Velkých Pavlovicích v roce 1923 začíná moderní rozvoj meruňkářství na jižní Moravě. V současnosti jsou největšími pěstiteli meruněk Turecko (šestina světové produkce), Írán a Itálie. V posledních 70 – 120 letech se meruňka začala pěstovat i v jižní části Afriky a Austrálii (Coufal et al., 2004; Hájková et al., 2012).

Meruňky obsahují hlavně vitamíny B1, B2, C a provitamin A, sacharidy, kyselinu jablečnou a citronovou a řadu aromatických látek. Nejvíce se zpracovávají v konzervářenském a potravinářském průmyslu (zavařeniny, kompoty aj.), dokonale vyzrálé až přezrálé meruňky se zpracovávají na destiláty (meruňkovice) nebo likéry (Coufal et al., 2004; Hájková et al., 2012). Kulturní broskvoně byly pěstovány po několik tisíciletí a vlivem výběru a mutací u nich vznikla značná variabilita, která se projevuje změnou v intenzitě růstu rostlin, tvarem koruny, tvarem listů, květů, plodů i délkou vegetačního období. O dosažení pravidelně vysoké a kvalitní sklizně rozhoduje optimální skloubení přírodních faktorů, mezi něž patří především klima, půda, poloha, se správným výběrem odrůdy a odnože, které je podloženo správnou agrotechnikou (Litschmann et al., 2007).

Růst, vývoj, plodnost a zdravotní stav ovocné dřeviny jsou bezprostředně závislé na vzájemném působení všech klimatických a půdních podmínek (Bažant, 2004). Globální oteplování ohrožuje rozmnožování rostlin, zejména ovocných stromů v tradičních pěstitelských oblastech (Julian et al., 2013). Ve své práci Meng et al. (2007) dokládá, že jarní mrazy jsou hlavním faktorem, který ovlivňuje výnos meruněk.

Meruňky patří mezi teplomilné dřeviny, které rostou nejlépe na sušších, teplých, dobře propustných půdách, zásobených živinami. Vlhké a zamokřené půdy meruňky nesnášejí. Přiměřená zálaha, zejména v letních měsících, však příznivě ovlivňuje výnosy. Stromy se vysazují na svahy obrácené k jihu, popř. k jihovýchodu nebo jihozápadu. Oblasti pěstování meruněk jsou vymezeny roční izotermou 8 °C a červencovou izotermou 18 °C. Nejvhodnější je nadmořská výška 200-350m s ročním úhrnem srážek 550-600mm. Nevhodné jsou údolní polohy s teplotními inverzemi (Hejný et al., 2003).

U broskvoní jsou nejvhodnější polohy do nadmořské výšky 200 - 250 m. n. m., s ročním úhrnem atmosférických srážek 450 – 550 mm (Krška et al., 2004).

Meruňka v době vegetačního klidu snese souvislý mráz až do **-30 °C**, nesnáší však zimní a jarní kolísání teplot. Nejcitlivější na mráz jsou mladé plody, které opadávají již při -1 °C. Klimaticky je pro meruňku nejvhodnější rychlý přechod zimy do jara bez velkých teplotních výkyvů. Meruňky plodí 4. až 5. rok, v 20 – 25 letech začínají odumírat. Stromy trpí často klejotokem a tzv. mrtvicí, kdy předčasně hynou jednotlivé větve nebo celé stromy (Hejný et al., 2003).

Teplota prostředí je nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím životnost, růst a plodnost broskvoní tak meruněk i jakosti ovoce. V ročním teplotním režimu jsou obzvláště důležité:

1. zimní minimální teploty a délka period s chladnými dny,
2. výkyvy jarních teplot v období kvetení,
3. počet dní s průměrnými denními teplotami nad 10 °C za vegetaci,
4. teploty ve fázi největšího růstu a zrání plodů (plody planých broskvoní v oblastech rozšíření dozrávají v srpnu až září).

V našich podmínkách ověřené a registrované odrůdy broskvoní snášejí krátkodobé poklesy zimních mrazů na -22 až -25 °C. Odolnost, resp. poškození orgánů broskvoní je podmíněno mnoha vnitřními a vnějšími okolnostmi. Nejcitlivější jsou květní pupeny. Více odolné jsou listové pupeny, jednoleté výhony, větve, kmen a kořeny (Bažant, 2003).

Ovocné teplomilné stromy mají být osazovány na takové pozemky, na nichž se přepokládají optimální teplotní podmínky ve všech obdobích ročního cyklu, tzv. fenofázích (Bažant, 2004). Pro pěstování broskvoní je nejlepší umístění v nejteplejších oblastech, které patří mezi nejteplejší a zároveň mezi nejsušší (Litschmann et al., 2007).

U ovocných stromů, zejména u meruněk je ve fenofázi růžového poupěte ničivou teplotou teplota -5 až -6 °C. V plném květu snáší krátkodobě teplotu od -2,2 do -3,5 °C. Malé plody meruněk jsou citlivější k mrazu a poškozují se už při teplotě -0,5 °C, ojediněle v závislosti na odrůdě, až při -0,6 až -1 °C. Květní pupeny meruněk se poškozují, pokud teploty v lednu a později vystoupají nad 0 °C, s celkovým úhrnem vyšších teplot 35 – 40 °C, a potom klesají pod -13 °C (Krška et al., 2004). Je třeba respektovat i krajní kritické teplotní hodnoty, které mohou zejména meruňky vážně poškodit. Daleko tolerantnější je broskvoň, nicméně i přes velkou adaptabilitu patří k nejnáročnějším ovocným druhům na celý komplex agroekologických podmínek. Naše nejteplejší oblasti na jižní Moravě a ve středních Čechách jsou na samé hranici rentabilního pěstování broskvoní. Optimální tepelné podmínky jsou na severní polokouli ohraničeny 50. stupněm s. š., roční izotermou 9 °C, průměrnou teplotou v období vegetace 16 °C a roční sumou aktivních teplot 2800°C (Bažant, 2003).

Broskvoně jsou ve fenofázi hlubokého zimního klidu, který u většiny u nás pěstovaných odrůd, končí v první polovině ledna, podstatně odolnější než ve fenofázi vynuceného klidu. Po přechodu období hlubokého zimního klidu (dormance) do vynuceného klidu (postdormance) vlivem oteplení, se v pletivech broskvoně přeměňují rezervní látky na jednoduché, ruší se endogenní látky brzdící aktivitu v pletivech a zároveň klesá jejich mrazuodolnost. Rašení a rozkvet jsou již závislé jenom na průběhu počasí. Zvláště nepříznivé jsou náhlé – skokové poklesy. Děje se tak často v předjaří, kdy jsou kladné denní teploty vystřídány nočními mrazy. Těmto výkyvům je přičítáno zmrznutí květních pupenů a jejich opad na jaře nebo tvorba mrazových desek na kmenech a kosterních větvích (Bažant, 2003).

Nejvhodnější a prvořadá oblast pro produkční pěstování meruněk v České republice je jižní Morava, okolí Mělníka, Kutné Hory a Litoměřic. U broskvoní je z klimatických prvků rozhodující teplota vzduchu. Nejvhodnější průměrná roční teplota je 9 °C a více, která se vyskytuje zejména v jižních částech Dyjsko-svrateckého a Dolnomoravského úvalu (Litschmann et al., 2007).



Většina u nás pěstovaných odrůd meruněk však ukončuje dormanci v průběhu druhé poloviny prosince. Přijdou-li arktické mrazy v postdormanci, zvyšuje se nebezpečí zmrznání květních pupenů, kambia a jednoletých výhonků. O vícedenních teplých periodách nebo při kolísání teploty mezi dnem a nocí se mrazuvzdornost těchto orgánů v postdormanci, výrazně snižuje. Kritické mohou být poklesy teplot na  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . S přibývajícím teplotami mrazuvzdornost květních pupenů prudce klesá.

Opakují-li se tyto tzv. teplotní inverze po více nocí, je naděje na úrodu ovoce zmařena. Na větší zvraty teplot v předjaří a na jaře není meruňka geneticky připravena, neboť v její pravlasti převládá kontinentální charakter počasí s tuhými zimními mrazy a náhlým přechodem do teplých dní (Bažant, 2004).

Otázkou nových odrůd se zabývá Krška (2010) ve svém článku, kde popisuje, jak se v posledních dvou desetiletích změnila požadavky na nové odrůdy meruněk. Mezi hlavní kritéria patří pomologické vlastnosti plodů (velikost, pevnost dužniny, pomalý vývoj), kterou určuje síť supermarketů. Na straně druhé je nutno zamezit většímu procentu úhynu ovocných stromů a to jak v mladých výsadbách tak i na starších. Otázka vyšší adaptability bude tou základní v dnešním období měnícího se průběhu a změn klimatu. Hlavním požadavkem na nové odrůdy meruněk zůstává jejich zdravotní stav a dlouhověkost výsadeb. V letošním zimním období se ve výsadbách, jak mladých tak starších meruněk, projevilo vysoké procento předčasného odumírání. V některých případech dokonce promrznutí vodivých cévních svazků, což způsobilo nerovnoměrné rašení listových pupenů připomínající zmrazení. Objevují se další dříve méně významné patogeny jako např. verticilové vadnutí, které v letošní zimní sezoně mohlo spolu s nízkým otužením a výskytem mrazů po teplém prosinci sehrát svou negativní roli. Danou situaci silně prohlubuje rovněž průběh počasí v období dormance (vegetačním klidu), kdy v posledním období bývá počasí netypické pro naši zeměpisnou šířku, časté střídání teplot – bez možnosti aklimatizace. Z pohledu pěstitelů i šlechtitelů bude nutné u nových odrůd lépe prověřovat jejich adaptabilitu k našemu prostředí. Nicméně rozhodující význam pro ekonomické pěstování meruněk bude mít přizpůsobivost odrůd, výběr stanoviště a celková úroveň péče o sady. V neposlední řadě zvýšení adaptability a obranného systému rostlin bude jedním ze základních opatření pro udržení pěstitelského zájmu o pěstování meruněk.



### 3.5 Fenologické fáze ovocných stromů

Počasí v jednotlivých letech do značné míry ovlivňuje průběh fenologických fází rostlin (Litschmann, 2008). Znalost vzájemných souvislostí mezi meteorologickými charakteristikami a fenologickými fázemi umožňuje posoudit vliv případných změn klimatu na pěstované plodiny (Litschmann a Pokorný, 2003). Predikce nástupu fenofází rostlin má význam zejména v oblasti zemědělství, kde je využívána pro stanovení optimálního termínu aplikace prostředků na ochranu rostlin, hnojiv a regulátorů růstu, při výběru odrůd (rajonizaci), stanovení a předpovědi termínu sklizně a kvality produktů, zhodnocení stavu porostů, odhadu dopadů nedostatku vláhy a při určování termínů setí a sázení (Spáčilová et al., 2014).

V rámci fenologického pozorování jsou podle metodiky ČHMÚ u meruňky obecné sledovány následující fenofáze: rašení květních pupenů, rašení listových pupenů, butonizace, počátek kvetení, plný rozkvět, první listy, konec kvetení, tvorba pupenů, sklizňová zralost a konec opadu listů. Zaznamenává se rovněž datum sklizně.

Meruňka obecná byla v síti ovocných fenologických stanic ČHMÚ nepřetržitě pozorována ve sledovaném období 1991 až 2010 na stanicích Morkůvky (225 m. n. m.: odrůda Velkopavlovická), Stošíkovice (235 m. n. m.: odrůda Velkopavlovická), Želešovice (235 m. n. m.: odrůda Velkopavlovická), Jirkov (310 m. n. m.: odrůda Maďarská), Litoměřice (200 m. n. m.: odrůda Maďarská), Doksany (155 m. n. m.: Maďarská, Rakovského), Loučeň (234 m. n. m.: odrůda Maďarská), Dolany (294 m. n. m.: odrůda Kompakta), Holovousy (345 m. n. m.: odrůda Velkopavlovická) a Velké Pavlovice (200 m. n. m.: odrůdy Velkopavlovická a Rakovského).

Meruňky jsou v době svého květu velmi citlivé na pozdní mrazy. Orientační hodnoty kritických teplot jsou: poupata uzavřená, ale již zbarvená  $-3,9\text{ °C}$ ; pro květy plně rozvinuté  $-2,2\text{ °C}$  a pro malé zelené plody  $-0,6\text{ °C}$  (Munzar et al., 1989).

Meruňka (*Prunus armeniaca L.*) patří k druhům náročným na nízké teploty v době dormance. Suma teplot  $0,0$  až  $4,5\text{ °C}$  pro  $n$  může být až do 1500 hodinových stupňů. Nesnáší však výkyvy teplot po ukončení dormance (Spáčilová et al., 2014).

Závislost mezi počátkem kvetení meruňky a vybranými teplotními charakteristikami v období před rozkvětem: k analýze byla použita padesátiletá řada fenologických a meteorologických dat. Průměrný nástup fenofáze – počátek kvetení ve Velkých Pavlovicích je podle dlouhodobého sledování z období 1952 – 2001. V roce 1990 začala meruňka kvést absolutně nejdříve a to ve Velkých Pavlovicích dne 20. března. Nejpozději začala meruňka kvést v roce 1958 dne 29. dubna. Rozdíl mezi nejčastějším a nejpozdějším rozkvětem je 40 dní. Průměrná délka rozpětí mezi fenofází – počátek kvetení a následující fenofází – plný rozkvět je potom 4,5 dne, přičemž nejmenší rozpětí je 3 dny (roky 1957, 1962, 2001) a největší 11 dní (rok 1997). Hodnoty korelačních koeficientů se pohybovaly na úrovni max.  $\pm 0,40$  až  $0,45$ , což svědčí o slabé závislosti mezi počátkem kvetení a testovanými charakteristikami. Nebyla zjištěna silná závislost mezi počátkem kvetení meruňky a počtem dní nebo sumou efektivních teplot s průměrnou denní teplotou nad  $0, 3, 5 - 10$  °C. Podobnou analýzou také nebyla zjištěna silná závislost mezi počátkem kvetení a počtem dní mezi sumou efektivních teplot denních extrémů nad  $0 - 10$  °C (Spáčilová et al., 2014).

Tab. 1 ukazuje každoroční odchylky nástupu fenofází meruňky obecné (odrůda Velkopavlovická) v průměru od 1991 až 2010 na stanici Velké Pavlovice lokalizované v nadmořské výšce 200 m. V letech 1994, 1999, 2001, 2007 a 2008 vykazovaly fenofáze dřívější nástup, v letech 1993, 1996 a 2006 byly nástupy pozdější. Nejvyšší kladné odchylky (tj. pozdější nástupy fenofází) byly u prvních listů + 11 dní (1996) u butonizace + 14 dní (1996), u počátku kvetení + 16 dní (1996), u konce kvetení + 13 dní (1996), u sklizňové zralosti + 12 dní (1996). Nejvyšší záporné odchylky (tj. dřívější nástupy fenofází) byly u prvních listů -12 dní (1999), u butonizace -20 dní (2007), u počátku kvetení -20 dní (2007), u konce kvetení -13 dní (1999) a u sklizňové zralosti -11 dní (2000) (Hájková et al., 2012).

Tabulka 1: Průměrné datum nástupu vybraných fenofází meruňky obecné

m. n. m. (lokalita, odrůda)	Rašení listových pupenů			Počátek kvetení			Konec kvetení		
	*	**	***	*	**	***	*	**	***
<b>200 (Velké Pavlovice, Velkopavlovická)</b>	5.4.	11,1	8,0	7.4.	8,4	9,9	19.4.	6,9	11,5
<b>235 (Želešice, Velkopavlovická)</b>	4.4.	10,1	7,7	10.4.	7,6	9,3	19.4.	7,5	11,3
<b>345 (Holovousy, Velkopavlovická)</b>	12.4.	9,2	7,9	19.4.	7,4	9,2	28.4.	7,2	11,5

\*\*\* Průměrná pentádní teplota vzduchu ke dni nástupu fenofáze (°C)

\* Průměrné datum nástupu

\*\* Směrodatná odchylka

Zdroj: Fenologický atlas, Hájková 2012

Data nástupu fenofází meruňky obecné jsou u různých odrůd ve sledovaném období 1991 až 2010 velmi variabilní. Na časnost či opoždění fenofází má vliv průběh počasí v daném roce, druh odrůdy a konkrétní stanovištní podmínky ve sledovaných lokalitách. V průměru nastává rašení listových pupenů od 26. března do 12. dubna, zalistování probíhá v průměru mezi 14. až 27. dubnem (7 až 11 dní po rozkvětu).

Meruňka obecná je z hodnocených druhů nejdříve kvetoucím ovocným stromem. Začíná kvést před olistěním, první generativní fenofáze – butonizace, v průměru nastává mezi 3. až 16. dubnem, kvetení nastává v průměru mezi 7. a 19. dubnem, odkvět mezi 17. a 28. dubnem. Pravděpodobnost nástupu počátku kvetení meruněk mezi 11. a 20. březnem je 3 % mezi 21. a 31. březnem 15 %, mezi 1. a 9. dubnem 39 %, mezi 10. až 19. dubnem 29% a po 20. dubnu 15%. Kvetení trvá v průměru 11 dní. Jarní mrazy v době květu (nejvíce při opadu květních lístků a nasazování plodů) jsou největším nebezpečím pro úrodu meruněk, ve zpracovávaném období se vyskytly v době kvetení v průměru 2 mrazové dny. Dozrávání meruněk je velmi různorodé, v závislosti na odrůdě nastává v průměru mezi 8. a 27. červencem. Opad listů končí v průměru mezi 27. říjnem a 10. listopadem.

V období mezi rašením listových pupenů a nástupem prvních listů meruňky uplyne v průměru 16 dní, mezi butonizací a počátkem kvetení 3 dny, kvetení trvá v průměru 11 dní. Meruňky dozrávají v průměru za 99 dní od začátku kvetení, resp. za 88 dní po odkvětu. Vegetační období od rašení listových pupenů do opadu listů trvá v průměru 212 dní. Obě odrůdy, Velkopavlovická a Rakovského, na stanici Velké Pavlovice vykazují celkovou tendenci k dřívějšímu nástupu u všech fenofází (kromě fáze opadu listů) (Hájková et al., 2012).

Studie Kršky a kol. (2011) vypovídá o rychlosti vzrůstu jarní a roční teploty vzduchu, jež se promítá i do hospodářské činnosti ovocnáře. Na změnu klimatu reagovala meruňka obecná posunem fenologických fází kvetení do dřívější doby. Za období 1951 – 2000 se posunulo datum 1. květu o 13,7 dní a datum plného kvetení o 11,7 dní do dřívější doby, zatímco za šedesátileté období byl posun v ranosti těchto fenofází o 15,8 dní u výskytu prvních květů a plné kvetení se urychlilo o 13,3 dní. Z uvedeného vyplývá, že zvýšení adaptability meruněk na změny vývoj klimatu, bude klíčovým řešením pro budoucnost úspěšného pěstování meruněk.

### 3.6 Ekonomické faktory produkce meruněk a broskví v ČR

Již od roku 2006 dochází k poklesu ploch u broskvoní i meruněk (Ludvík, 2008).

Každý rok procházejí ovocné sady poškozením jarními mrazy. Muška poukazuje na nutnost prosazení pojištění proti mrazům, které je ve všech zemích EU samozřejmostí (Králová, 2006).

K výraznému oslabení trhu v roce 2006 došlo zejména horšími ekonomickými výsledky, spojenými s nižší sklizní a poklesem farmářských cen, které mají pro sektor neblahé důsledky. Na sklizeň má také vliv, že se zhoršuje věková struktura sadů a zpomaluje se žádoucí proměna odrůdové a druhové skladby. Dále se omezují také investice do posklizňové úpravy. Je třeba uvést, že polovina ovocných sadů je u nás přestárých. Pokud se nebudou masivněji vysazovat nové, nebude ČR konkurenceschopná cenou ani kvalitou. Věková struktura broskvoní je velmi nevyrovnaná – celých 63 % výsadeb je klasifikováno jako staré. Také odrůdová skladba je velmi zastaralá, 88 % podíl tvoří 11 hlavních odrůd. Výsadba meruněk na tom není o mnoho lépe. Čtyřicet jedna procent ploch sadů je starých, s výpadky stromů až 60% (Klemšová, 2006).

Čepička (2007) popisuje stav ovocnářství v roce 2006. Teplomilné ovocné druhy prodělávají v posledních letech velkou krizi. Důvodem je stáří výsadby s nevhodnou odrůdovou skladbou, jako je odrůda „Velkopavlovická“, která je vhodná pouze pro průmyslové zpracování. Kolísání sklizní je vysoké a činí 0,85 až 4,14 t/ha. Jen několik podniků na jižní Moravě obnovuje svoje sady novými výsadbami meruněk. Pěstování broskvoní je doménou jižní Moravy, kde ale také plody výsadeb po roce 1990 značně klesají. Tento trend je dán špatným odbytem ovoce z důvodů nevhodné odrůdové skladby, nízké jakosti plodů a tržní úpravy a také dovozem na náš trh. Hektarové výnosy mají střídavý trend (v rozsahu 2,94 až 5,94 t/ha), poklesly důsledkem stárnutí výsadeb a nižší pěstitelské péče o tyto výsadby.

Bažant (2008) uvádí, že z hlediska udržitelnosti a kvality sklizně je potřeba zvýšit vlastní konkurenceschopnost vůči zahraničnímu trhu. Konkurenceschopnost v meruňkách a broskvoních jednoznačně závisí na dosahovaných sklizních, a to jak do výše, tak i do jejich stability a jakosti. Stabilita a kvalita sklizní přímo souvisí s vhodností pozemku pro daný druh, technologickou úrovní, s náklady na ošetřování sadů atd. V posledních letech je evidentní trend zužování počtu subjektů se specializací na meruňky a broskvoně.

Zatímco ještě v devadesátých letech minulého století bylo v ČR evidováno přes 100 subjektů s určitou výměrou tzv. produkčních sadů, nyní je to přibližně 20 subjektů. Ve zbývajících případech sady dožívají, vyznačují se extenzivním charakterem ošetřování a bez náhrady se postupně likvidují (Bažant, 2008).

Ludvík (2008) vyobrazil situaci sklizně roku 2008. Kdy největší propad je u meruněk (-41 %), broskví (-26 %). Zatímco u broskví jsou důvodem propadu stále se snižující plochy sadů, u meruněk jsou na vině nepříznivé podmínky v době květu. Peckoviny negativně ovlivnil moniliový úžeh v době květu, který je hlavní příčinou nižší sklizně.

Ludvík (2009) popisuje sklizeň roku 2009. Celková sklizeň se odhaduje meziročně o 5% nižší a lze ji považovat za průměrnou. Nižší sklizeň je třeba očekávat u broskví, což je způsobeno zejména dalším snižováním pěstebních ploch. Naopak u meruněk se očekává vyšší sklizeň. Teplé a brzké jaro téměř bez mrazů se pozitivně projevilo na dobré násadě třešní a meruněk

Ondrášek et al. (2014) zachycuje ekonomickou situaci pěstování broskví, která nemá v posledních letech pozitivní vývoj. Mezi hlavní příčiny patří nízké výkupní ceny, obchodní řetězce, které určují tuzemské prodejní ceny a podporují především importované ovoce ze zahraničí, dále zastaralé odrůdové spektrum. Z dat vyplývá, že přibližně 95 % plodů broskví a nektarinek, nabízených na tuzemském trhu, nepochází od domácích producentů.

Ludvík (2014) dokládá, že ve srovnání s pětiletým průměrem rok 2014 je znatelný největší propad u broskví (-38 %), což je nejnižší v novodobé historii.

## 4 Data a metody

### 4.1 Shromáždění dat a vytvoření databáze výnosových řad

Tato část diplomové práce se zabývá výnosy teplomilných ovocných stromů s důrazem na výnosy meruněk a broskvoní v České republice. Zpracovaná data jsou z období 2005 – 2015. Data pro zpracování výnosových řad meruněk a broskvoní byla převzata z přehledů o sklizni, které vydává Český statistický úřad. Vybrané údaje obsahují data z celého území České republiky. Pro tuto část práce byl použit Microsoft Office Excel. Jsou zde vytvořeny grafy a vypracovaná popisná statistika. Pro výpočet popisné statistiky jsou použity údaje z výnosových řadů a byly určeny minimální, maximální výnosy, vypočten medián, směrodatná odchylka, rozptyl a variační koeficient.

Z databáze výnosových řad jsou dále vypočítané trendy – lineární, exponenciální, logaritmické a polynomické. V neposlední řadě byl vypočten koeficient determinace ( $R^2$ ) pro daný trend. Určena byla tendence a proměnlivost výnosů.

Pro výpočet statistických charakteristik jsou použity funkce popisné statistiky, které poskytují spolehlivé výsledky. Mezi statistické funkce zařazené v této práci patří:

**Medián** (Excel MEDIAN) je to naměřená hodnota jedince stojícího uprostřed řady všech prvků souboru seřazených podle velikosti naměřených hodnot. Je-li rozsah statistického souboru sudé číslo, pak je medián určen jako aritmetický průměr dvou prostředních hodnot.

Výhodou mediánu je, že jejich velikost není ovlivněna odlehlými pozorováními. To neplatí pro nejčastěji používanou střední hodnotu **aritmetický průměr** (Excel PRŮMĚR). Aritmetický průměr zahrnuje všechna pozorování. Vypočte se tak, že se všechny sledované hodnoty dané statistické proměnné sečtou a součet se dělí počtem hodnot  $n$ .

**Směrodatná odchylka** (Excel SMODCH) nebo její čtverec nazývaný **rozptyl** nebo variance (Excel VAR). Čím jsou standardní odchylka či variance větší, tím více je rozdělení kolem průměru rozptýleno, čím jsou menší, tím více se všechny naměřené hodnoty hromadí kolem průměru.

**Variační koeficient** udává, z kolika procent se podílí směrodatná odchylka na aritmetickém průměru. Používání variačního koeficientu se doporučuje zejména při srovnání variability dvou různorodých proměnných, které jsou vyjádřeny v různých měrných jednotkách.

## 4.2 Shromáždění meteorologických dat a vytvoření katalogu extrémních meteorologických jevů

Diplomová práce je zpracována za účelem získání informací o vlivu klimatologických změn v důsledku globálního oteplování na teplomilné ovocné stromy a na tvorbu jejich výnosů. Pro zpracování obecných informací o fenologických fázích teplomilných ovocných stromů byl použit [Fenologický atlas ČR \(2012\)](#), z něhož je vytvořena statistická charakteristika meteorologických extrémů v době kvetení. Jako zdroj o průběhu počasí v konkrétním roce sloužily zejména „Situační a výhledové zprávy – ovoce“, Ministerstva zemědělství. Odkud byly čerpány informace pro období 2005 – 2015. Meteorologická data jsou shromážděna z meteorologické stanice Fakulty Agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity na Suchdole, katedry Agroekologie a biometeorologie. Získané údaje byly z konkrétních časových období. Data obsahují informace, z kterých jsou vypracované denní, měsíční teplotní charakteristiky v období vegetačního klidu a vegetačního období. Pro zpracování byly pro vegetační období a období vegetačního klidu použity datové řady minimálních teplot vzduchu  $t_{\min}$  a maximálních teplot vzduchu  $t_{\max}$  měřených v období 2005 – 2015. Meteorologické extrémy jsou jednou z teplotních charakteristik, které slouží mj. k hodnocení proměnlivosti a kolísání klimatu ([Krška, 2004](#)). Proměnlivost klimatu se odráží právě v četnosti výskytů dní s charakteristickými extrémními teplotami. Pro zimní období jsou nejdůležitější 4 charakteristiky – mrazový den, ledový den, den se silným mrazem a arktický den.

Meteorologické extrémy jsou vypočítány v Microsoft Office Excel pomocí metody automatických filtrů, které definují četnost výskytu dní s výskytem extrémních meteorologických teplot: dny letní ( $t_{\max} \geq 25,0 \text{ °C}$ ), dny mrazové ( $t_{\min} \leq -0,1 \text{ °C}$ ), dny ledové ( $t_{\max} \leq -0,1 \text{ °C}$ ), dny se silným mrazem ( $t_{\min} \leq -10,0 \text{ °C}$ ), dny arktické ( $t_{\max} \leq -10,0 \text{ °C}$ ) a dny s tropickou nocí ( $t_{\min} \geq -20,0 \text{ °C}$ ).

Z údajů o rozložení denních sum globálního záření jsou u každého období zpracované grafy rozložení denních sum globálního záření  $Q$  ( $\text{MJ/m}^2/\text{den}$ ).

## 5 Výsledky

### 5.1 Vliv teplotní anomálie ve vegetačním období na výnos teplomilných ovocných dřevin

#### 5.1.1 Katalog extrémních meteorologických jevů v průběhu vegetačního období

Působení meteorologických extrémů v době vegetačního období může mít vliv na výnos teplomilných ovocných dřevin. Mezi negativní faktory ovlivňující ovocné stromy patří jarní mrazy, které jsou nebezpečné zejména ve fázi růžového poupěte. V této části práce jsou zpracované teplotní charakteristiky a denní sumy globálního záření do roku 2005 – 2015.

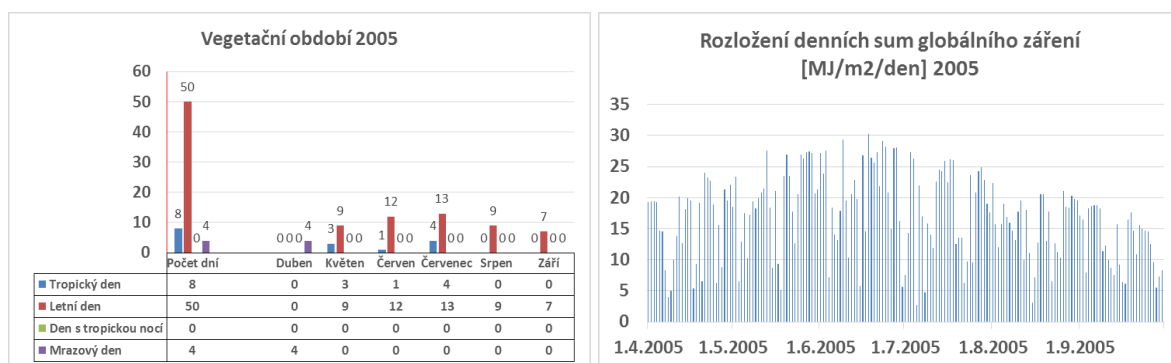
Teploty na začátku roku 2005 se pohybovaly mírně nad teplotním normálem. Počasí bylo charakteristické častými teplotními výkyvy. Ačkoliv bylo počasí proměnlivé, nedošlo k plošnému poškození ovocných stromů, částečné poškození bylo pouze lokální. Mírný vliv na výnos meruněk měly jarní mrazy. Vlivem jarních mrazů došlo k poškození květenství především u raných odrůd meruněk. Největší poškození mrazy přišlo v druhé dekádě dubna, kdy se ranní minimální teploty se pohybovaly v rozmezí od (-2,0) do (-8,0 °C). Druhá vlna mrazů zasáhla Českou republiku v první polovině května. V důsledku těchto mrazů došlo ke značnému poškození mladých plůdků meruněk a kvetoucích květů broskvoní. Chráněné lokality a uzavřené osady byly uchráněny před větším výskytem poškození. U raných meruněk došlo k popraskání a nahnutí plodů, které z ekonomického hlediska nebylo perspektivní sklízet.

Ve výsledku měly meruňky všeobecně vysokou násadu květů a nedošlo k většímu poškození infekcí moniliového úžehu květů. Pouze u chemicky neošetřených stromů došlo k významnému poškození květů a jednoletých výhonů.

Broskvoně měly rovněž všeobecně dobrou násadu květů. Kadeřavost listů byla zaznamenána v malé míře, a to pouze ve výsadbách s nízkou úrovní chemické ochrany.

Pokles úrody se nejvíce projevil na meruňkách, u kterých výnosy dosahovaly 1,71 t/ha. Naopak u brokví byl výnos značně nadprůměrný 3,65 t/ha. (Situční a výhledová zpráva, 2005).

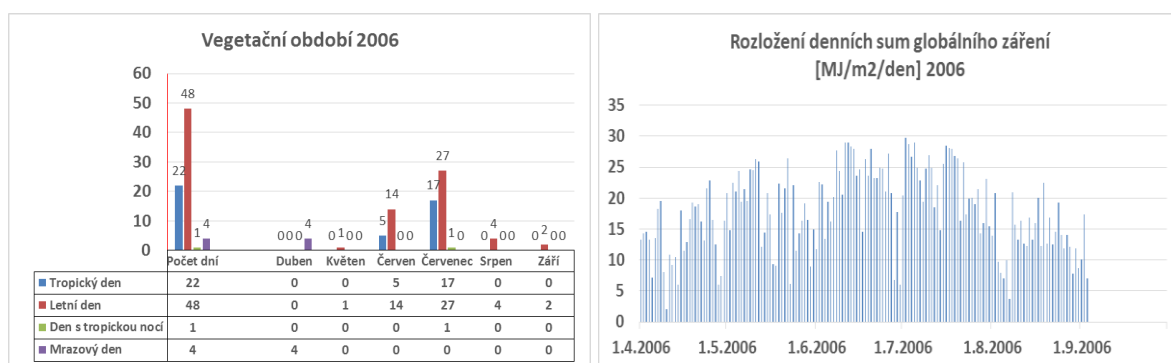




Graf 1: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2005. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Z grafu 1a je zřejmé, že ve fázi kvetení ovocných stromů se vyskytovaly 4 mrazové dny, které měly negativní vliv na poškození květenství. Na grafu 1b jde vidět, největší Q bylo na přelomu června a července. Naopak nejnižší v první třetině července a na konci září.

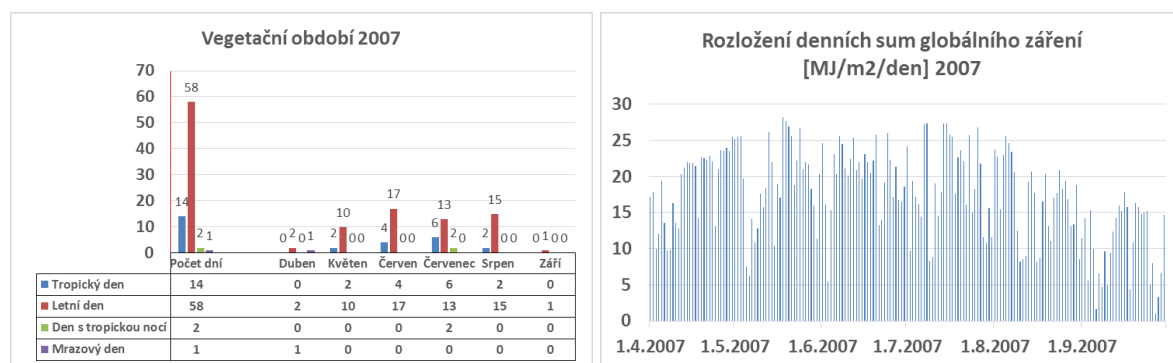
Rok 2006 byl specifický svým nadprůměrně teplým charakterem. Jaro roku 2006 bylo bohaté na srážky a průběh počasí v době květu byl příznivý. Nicméně došlo k opoždění vegetace o jeden až dva týdny. Vlhké počasí mělo za následek napadení houbovými chorobami, které se objevilo zejména u merunek v podobě moniliového úžehu květů. V létě se vyskytovala dlouhotrvající sucha a velmi vysoké teploty, které měly za následek rychlé měknutí ovoce, čímž byla část produkce znehodnocena. Sklizeň broskví byla menší než v roce 2005, sklizeno bylo 3,37 t/ha. U merunek došlo ke zvýšení výnosu na 2,35 t/ha (Situační a výhledová zpráva, 2006).



Graf 2: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2006. Zdroj: vlastní šetření, 2016

V grafu 2a lze vidět, že ve fázi kvetení ovocných stromů se vyskytovaly pouze 4 mrazové dny. Červenec byl z hlediska teplot velmi významný, vyskytovalo se 27 letních dní a 17 tropických dní a 1 den s tropickou nocí. V grafu 2b je zřejmý vysoký počet dní s Q, který se vyskytoval od poloviny července do poloviny srpna.

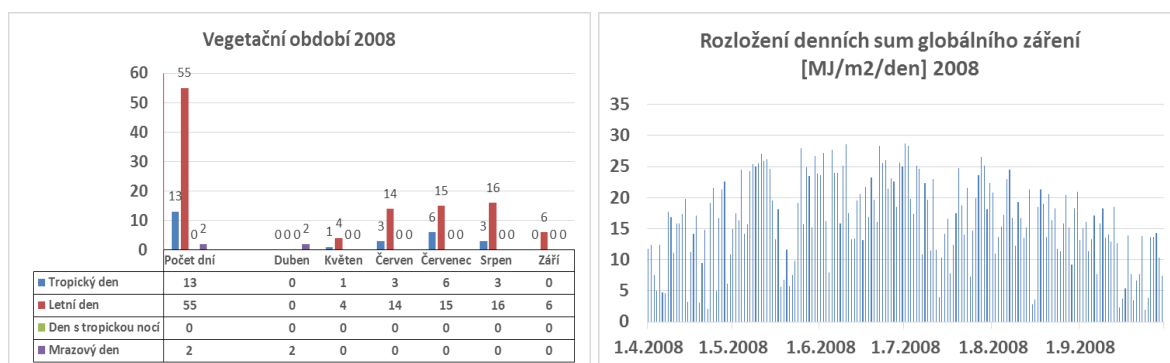
Rok 2007 započal suchým a teplým počasím, které mělo velmi negativní dopad na vývoj vegetace. Nástup vegetace byl opožděn o dva až tři týdny dříve než je obvyklé. Ovocné druhy začaly kvést již v průběhu dubna, některé odrůdy teplomilných peckovin již koncem března. Duben byl poznamenán dvěma vlnami mrazů. Na úrodu broskví měl vliv mráz, který se vyskytl 21. dubna v době květu. Zatímco meruňky nebyly mrazy postiženy a měly v témže roce dobrou úrodu i v extenzivních výsadbách (*Situační a výhledová zpráva, 2007*).



Graf 3: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q) MJ/m<sup>2</sup>/den (b) ve vegetačním období roku 2007. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Z grafu 3a je zřejmé, že v roce 2007 se vyskytl pouze 1 mrazový den v období kvetení ovocných stromů. Nejteplejší měsíc byl červen s počtem 17 letních dní. Zatímco v září byl pouze jeden letní den. Květen a začátek července se vyznačoval větším množstvím Q (graf 3b). Ke snížení Q došlo až v druhé polovině srpna.

Úrodu v roce 2008 negativně ovlivnily pozdní jarní mrazy, které se vyskytly v době květu raných ovocných druhů a způsobily pokles úrody meruněk. Po mírných zimách roku 2006 a 2007 byla zima roku 2008 chladnější s vyšším počtem dní se sněhovou pokrývkou. Vliv na úrodu také mělo krupobití ve druhé polovině června. Úroda meruněk byla nízká 2 t/ha, nicméně poptávka po plodech byla velká a převyšovala nabídku. Broskvoně vykazovaly meziročně vyšší sklizeň 4,1 t/ha (*Situační a výhledová zpráva, 2008*).

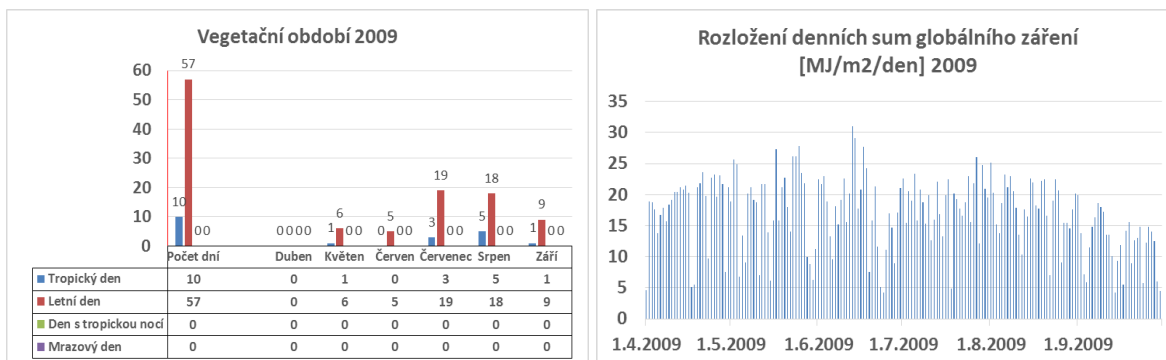


Graf 4: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ , MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2008. Zdroj: vlastní šetření, 2016

V grafu 4a lze vidět, že vegetační období v roce 2008 postihly 2 mrazové dny, které se vyskytly v době květu. Celkově rok 2008 byl teplotně průměrný. Nejteplejší teploty byly v srpnu, kdy bylo 16 letních dní. Graf 4b dokládá stoupající  $Q$  až do poloviny května, kdy dochází k výraznému poklesu a následnému zvýšení na začátku června. V polovině června došlo k poklesu a následnému zvýšení. Poté až v druhé třetině července a srpna došlo k snížení.

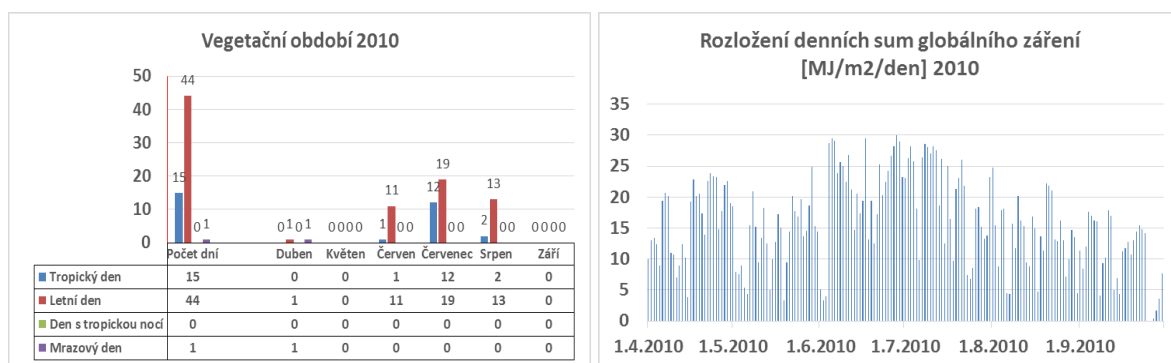
V roce 2009 bylo počasí na území České republiky mimořádně proměnlivé, vyskytlo se sucho i povodně. Úrodu značně poničilo krupobití. První tři měsíce roku 2009 byly chladnější než v posledních letech. Na počátku vegetace se prudce oteplilo. V teplém jarním počasí stromy a keře rychle rašily a doba květu byla kratší než obvykle. Většina ovocných druhů odkvetla již v dubnu. Vyšší úhrny srážek v červnu a červenci, byly převážně dány intenzivními srážkami. První výrazné ochlazení bylo již v polovině října (Rožnovský, 2010).

Meruňky měly po loňské sklizni vysokou násadu květů. K poškození květů a plůdků pozdními jarními mrazíky prakticky nedošlo. Úroda byla nadprůměrná 3,16 t/ha. Rané odrůdy meruněk byly zničeny podobně jako třešně, kdy plody popraskaly vlivem deštivého počasí. Broskvoně měly průměrnou násadu květů, sklizeň byla meziročně sice nižší 3,65 t/ha, ale to bylo způsobeno dalším meziročním poklesem výsad. Kadeřavost se vyskytovala v podstatně nižší míře než před rokem (Situační a výhledová zpráva, 2009). V grafu 5a lze vidět, že se vegetační období 2009 obešlo bez mrazových dní. V dalším průběhu roku se vyskytovalo teplé a suché počasí, zejména v červenci a v srpnu. Nejvíce letních dní obsahoval červenec a hned za ním srpen, který byl ve vegetačním období nejteplejší. Z grafu 5b je zřejmé snížení  $Q$  v polovině dubna. Od začátku května má poměrně stálý charakter. K největším poklesům dochází na začátku a na konci června. Kromě snížení solárního záření v druhé třetině července, je záření bez větších zvrátů.



Graf 5: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních teplotních sum energie globálního záření ( $Q$ , MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2009. Zdroj: vlastní šetření, 2016

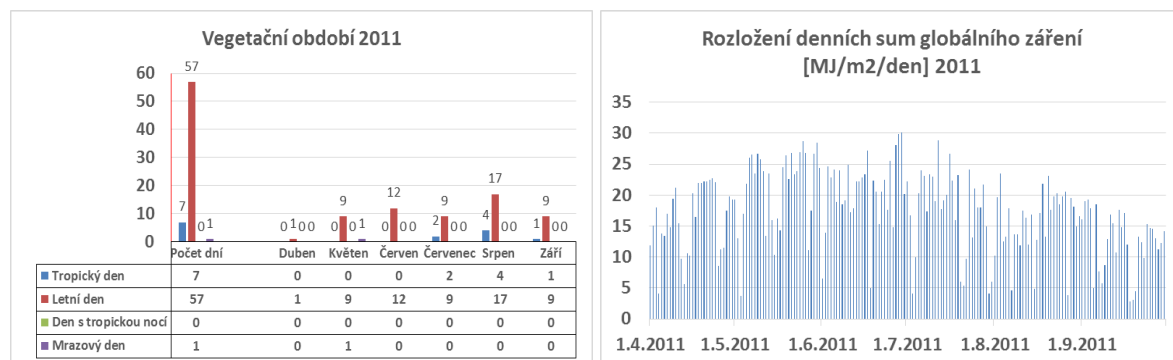
Rok 2010 měl zásadní vliv na neúrodu meruněk. Výnos meruněk byl pouze 1,24 t/ha. To bylo způsobeno průběhem počasí a vysokými sklizněmi z posledních let, díky kterým některé odrůdy nasadily méně květních pupenů. Vlivem špatného opylení nebyl v některých lokalitách na stromech žádný plod. Chemicky neošetřované porosty byly vzápětí po odkvětu prakticky zlikvidovány moniliovým úžehem. Větší úrodu než tradiční odrůda „Velkopavlovická“ přinesly nové odrůdy meruněk (Goldrich, Pinkcot, Silvercot apod.). U broskvoní nebyl pokles tak významný. Na poklesu produkce měl vliv mráz, výskyt druhotné kadeřavosti a dlouhodobý pokles výměry broskvoňových sadů. Urodilo se pouze 3,37 t/ha. (Situační a výhledová zpráva, 2010).



Graf 6: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ , MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2010. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Graf 6a ukazuje, že duben obsahoval 1 mrazový den a 1 letní den. Vegetační období 2010 se projevovalo mírnou zimou s výkyvem teplot. Září bylo z pohledu extrémních teplot nevýznamné. V grafu 6b vidíme snížení  $Q$  v období dubna, což může mít za následek mrazivý den. Snížené  $Q$  v době května dokládá, že nedocházelo k žádným meteorologickým extrémům. Stejně tak v září. Oproti tomu nejvíce  $Q$  se projevovalo v červenci.

Nástup jara roku 2011 byl dosti prudký s velmi vysokými teplotami a s minimem dešťových srážek, což se negativně projevovalo hlavně v ovocných školách, kde bez možnosti závlahy hůře rašily zaškolkované podnože a na jaře nově vysázené sady. Obecně lze říci, že v hlavních pěstitelských oblastech Moravy byla násada vysoká. Zejména u meruněk dochází k přeplozování a tam, kde nebyla prováděna probírka, byly plody drobné. Příčinami nižší sklizně jsou spíše stárnoucí porosty teplomilného ovoce a zničení násady meruněk moniliovým úžehem, zejména tam, kde z důvodu hospodaření nemohla být provedena řádná ochrana. Sklizeň meruněk a broskví v roce 2011 byla oproti pětiletému průměru mírně podprůměrná a to 2,16 t/ha u meruněk a 2,55 t/ha u broskví. Výpadek produkce české pěstitelské oblasti z důvodu mrazového poškození násady má na celkovou produkci ČR jen malý vliv (Situační a výhledová zpráva, 2011).



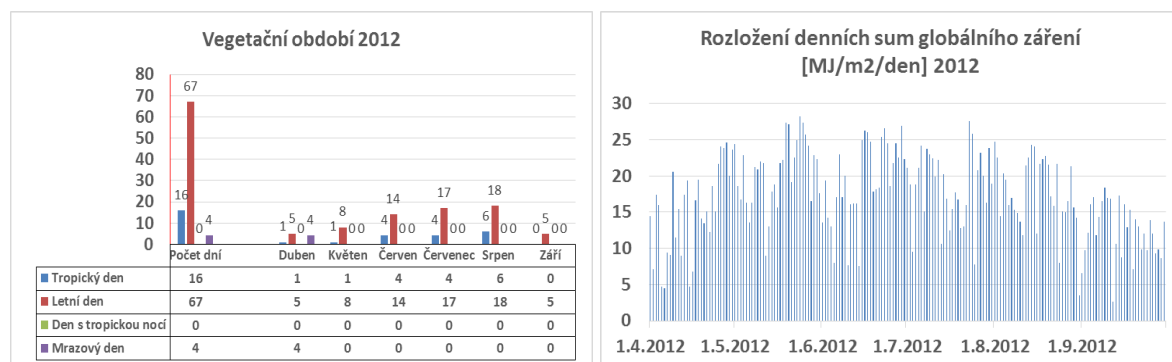
Graf 7: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ ,  $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{den}$ ) (b) ve vegetačním období roku 2011. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Graf 7a ukazuje, že ve vegetačním období 2011 byl duben teplotně nadprůměrný, avšak v květnu se objevil 1 mrazivý den. Nejteplejší den byl srpen, který obsahoval 17 letních dní. Naopak červenec byl značně podprůměrný, obsahoval 9 letních dní a pouze 2 dny tropické. V grafu 7b můžeme vidět vysoké  $Q$  ke konci dubna což může mít za následek letní den. Snížení v květnu má za následek mrazový den. Červenec je z hlediska  $Q$  průměrný. Ačkoli v srpnu nedosahovalo  $Q$  maxima, teploty byly nejvyšší za celé vegetační období.

V roce 2012 i přes nepříznivý průběh zimy se na počátku jara zdálo, že úroda bude u většiny ovocných druhů velmi dobrá. Počasí v jarním období bylo poměrně teplé a velmi suché. V noci z neděle na velikonoční pondělí 9. dubna však zasáhl Českou republiku velmi silný mráz, kdy teplota klesala až na  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Zasaženy byly především nižší polohy, a to jak v Čechách i na Moravě. Velikonoční mráz prakticky zničil úrodu meruněk a v silněji zasažených oblastech negativně ovlivnil i násadu ostatních peckovin.

Další vlna mrazů zasáhla naši republiku dne 18. května, kdy teploty klesly až na  $-4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tento květnový mráz byl pro ovocnářství naprosto zničující. Zasaženy byly především nejteplejší lokality naší republiky. V kombinaci se stresem rostlin, vyvolaným dlouhodobým suchem, byly naprosto destruktivní i teploty, které jsou za normálních okolností pro většinu ovocných druhů neškodné ( $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Fatální poškození porostů ještě umocnil rychlý nástup denních teplot. Zasaženy byly prakticky všechny ovocné druhy. Mrazy zasáhly i ovocné školky, kdy v několika případech došlo ke spálení růstových vrcholů, které byly poškozené již únorovými mrazy. Došlo také k vymrznutí oček teplomilných druhů a k namrznutí kmínků u citlivějších odrůd.

Meruňky a broskve jsou ovocné druhy s nejhorší sklizní za poslední desetiletí. Výsadby meruněk byly ve většině pěstitelských lokalit jarními mrazy prakticky zničené, výnos dosahoval pouze  $0,87\text{ t/ha}$ . U broskvoní je situace vzhledem k vyšší odolnosti vůči mrazu lepší, ale i tak výnos v tomto roce byl  $2,29\text{ t/ha}$ . (Situační a výhledová zpráva, 2012).



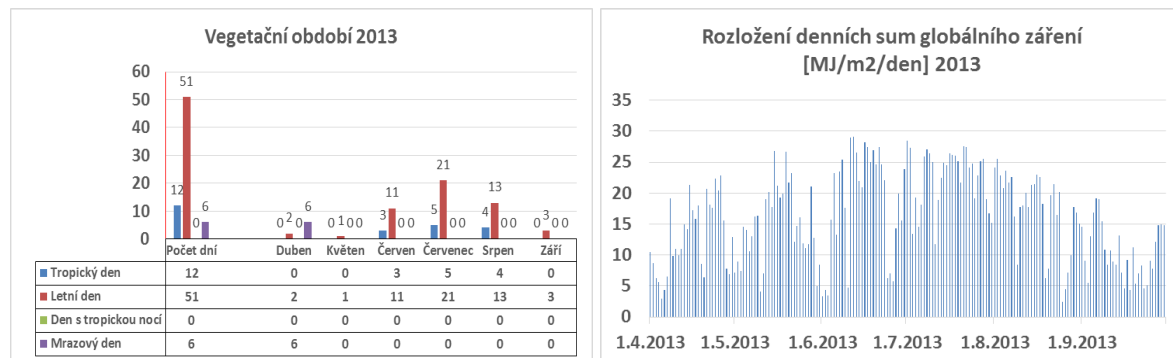
Graf 8: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ ,  $\text{MJ/m}^2/\text{den}$ ) (b) ve vegetačním období roku 2012. Zdroj: vlastní šetření, 2016

V grafu 8a lze vidět, že vegetační období roku 2012 se vyznačovalo velkým počtem mrazových dní v době kvetení a zároveň větším množstvím nadprůměrných teplot. V dubnu bylo 5 letních dní a 1 tropický, které byly doplněny 4 mrazovými dny. Mezi nejteplejší měsíce patřil červenec a srpen s větším počtem letních dní. Šest tropických dní měl pouze srpen. Graf 8b ukazuje, že nejvyšší  $Q$  bylo na konci května a na konci července. Na začátku září došlo k výraznému snížení  $Q$ .

V roce 2013 stromy velmi dobře přezimovaly a stihly odkvést ještě za příhodného počasí. Průběh jara byl velmi chladný a deštivý. Vzhledem k umístění většiny stromů v suché oblasti jižní Moravy, kde srážky nedosahovaly extrémních hodnot, neměl průběh jara na porosty negativní vliv. K velmi silnému a značně opožděnému propadu plodů docházelo v několika vlnách prakticky až do přelomu června a července. Tento jev byl u jaderovin ještě umocněn horším opylením. Většinou poškození paradoxně unikla většina porostů meruněk, které díky ranému kvetení stihly odkvést ještě před nástupem chladného a deštivého počasí. Úroda meruněk je roce 2013 paradoxně jednou z nejlepších v posledních desetiletí 3,42 t/ha.

Sklizeň broskví má dlouhodobě klesající trend. Přestože byla násada broskvoní na jižní Moravě dobrá a v Čechách průměrná, celková sklizeň dosáhla pouze 70% pětiletého průměru a to 3,3 t/ha. Porosty jsou přestárlé a nové se prakticky nevysazují z důvodu obtížného umístění produkce v maloobchodní síti a silné konkurence jižních států EU (Situacní a výhledová zpráva, 2013).

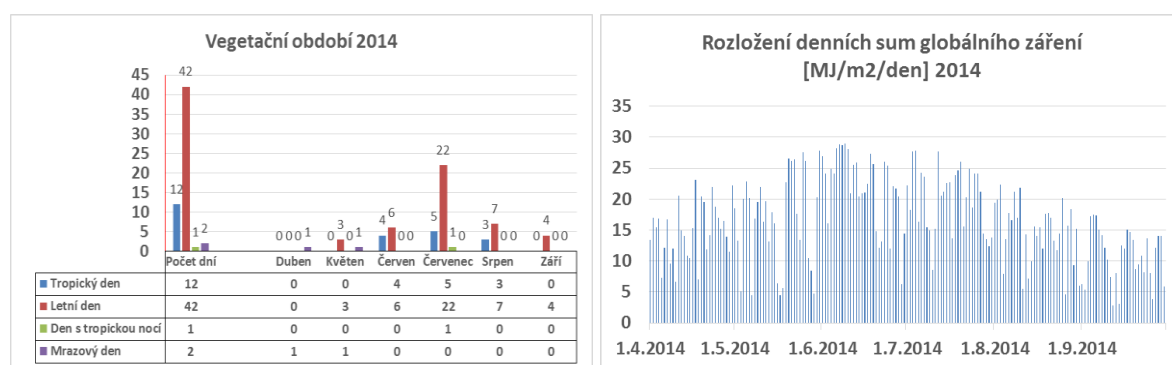
Ve vegetačním období roku 2013, jak je jasné z grafu 9a, bylo nejvíce mrazivých dní v období dubna, paradoxně v dubnu byly také 2 letní dny. V grafu 9b vidíme nízké Q v období května, což má za následek nevýrazné teploty bez větších teplotních extrémů. Stejně tak na konci září dochází k poklesu Q.



Graf 9: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2013. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Sklizeň broskví má v ČR dlouhodobě klesající trend. Ve srovnání s pětiletým průměrem byl v roce 2014 propad sklizně o 38% (meziročně jde o 35% pokles) a předpokládaná sklizeň broskví bude nejnižší v novodobé historii. Porosty jsou přestárlé a nové se prakticky nevysazují z důvodu obtížného umístění produkce v maloobchodní síti a silné konkurence jižních států EU (Situační a výhledová zpráva, 2014).

Vegetační období 2014 je specifické (graf 10a). Duben a květen obsahují 1 mrazový den, což mělo velký vliv na produkci teplomilných stromů. Nadprůměrné teploty byly v červenci, který obsahoval 1 den s tropickou nocí a 22 letních dní. Zatímco srpen z hlediska vysokých teplot byl podprůměrný. Z grafu 10b je zřejmé, že v období května došlo k velkému kolísání  $Q$ , což mělo za následek 1 mrazový den. V roce 2014 nedosahovalo záření do takové míry jako v ostatních letech.

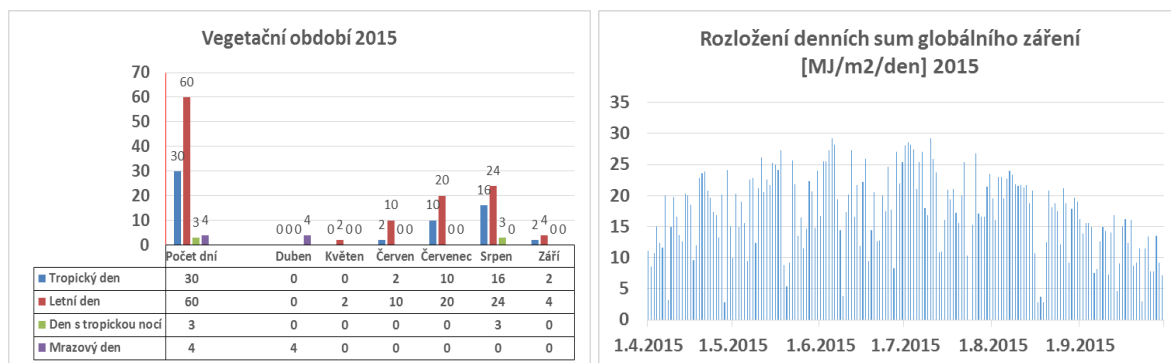


Graf 10: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ ,  $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{den}$ ) (b) ve vegetačním období roku 2014. Zdroj: vlastní šetření, 2016

V roce 2015 byla zaznamenána menší úroda na jižní Moravě, pravděpodobně v souvislosti s nedostatečným opylením porostů. Naproti tomu sklizeň meruněk v Čechách dosahovala rekordní úrovně i v chladných okrajových pěstitelských oblastech. I tak celorepublikový průměr sklizně byl k datu 15. června 2015 odhadován ve výši 121 % pětiletého průměru. U broskví se projevil vliv sucha malou velikostí plodů a jejich sesycháním. Celková sklizeň tohoto ovoce vykazuje trvale klesající trend stejně jako výměra broskvoňových sadů (meziroční pokles o 28 %) (Situační a výhledová zpráva, 2015).



V grafu 11a vegetačního období 2015 je vidět, že duben obsahuje 4 mrazové dny. Nejteplejší byl srpen s počtem 3 dní s tropickou nocí. Srpen byl průměrně teplý s velkým počtem letních dní. Q probíhalo bez větších výkyvů, což je zřejmé v grafu 11b, nicméně srpen se vyznačoval poměrně vysokým Q, stejně tak druhá polovina května, června a začátek července.



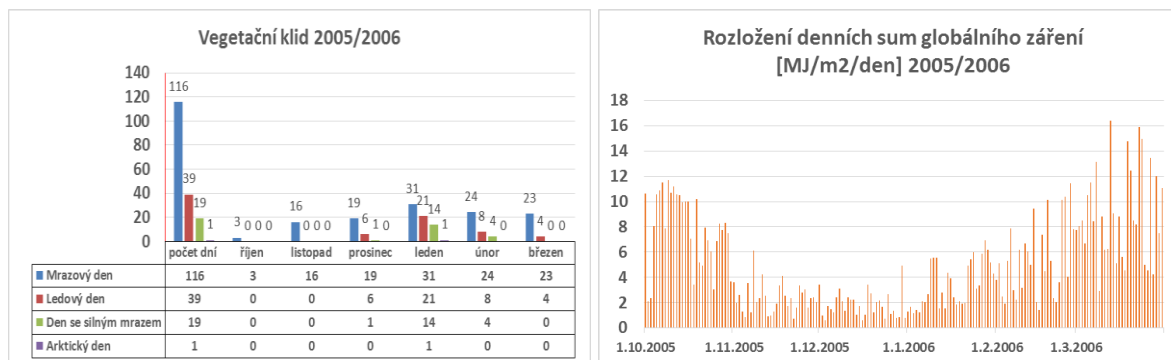
Graf 11: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) ve vegetačním období roku 2015. Zdroj: vlastní šetření, 2016

## 5.2 Vliv teplotní anomálie v období vegetačního klidu na výnos teplomilných ovocných dřevin

### 5.2.1 Katalog extrémních meteorologických jevů v průběhu období vegetačního klidu

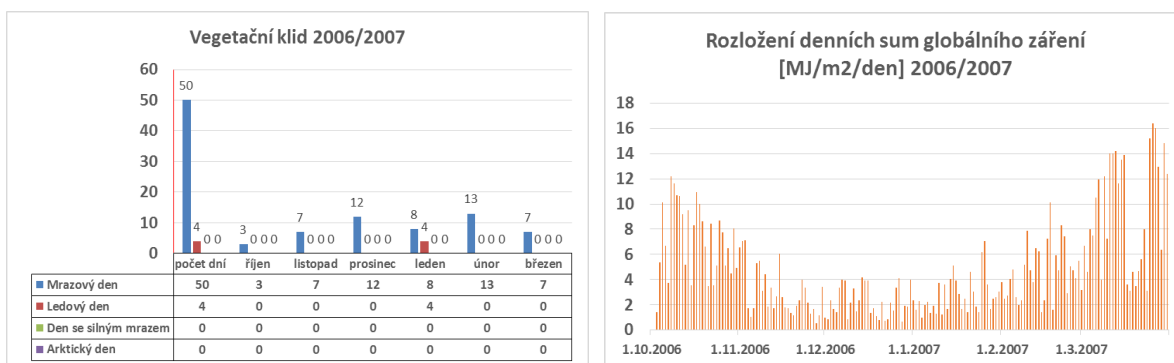
V období zimního zastavení růstu (dormance – zimní spánek, vegetační klid) jsou meruňky k mrazům odolnější než broskvoně. Sestaven je katalog extrémních meteorologických jevů, který může podhalit působení počasí na úrodu teplomilných ovocných dřevin v období vegetačního klidu let 2005 – 2015.

Graf 12a poukazuje na největší zasažení mrazem v období ledna, února a března vegetačního období 2005/2006. Nejchladněji bylo v lednu, kde se vyskytl 1 arktický den. Leden byl také nejpočetnější měsíc dní se silným mrazem. Z grafu 12b je zřejmé, že nejnižší bylo Q od poloviny listopadu do poloviny ledna. Naopak nejvyšší v druhé části března.



Graf 12: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2005/2006. Zdroj: vlastní šetření, 2016

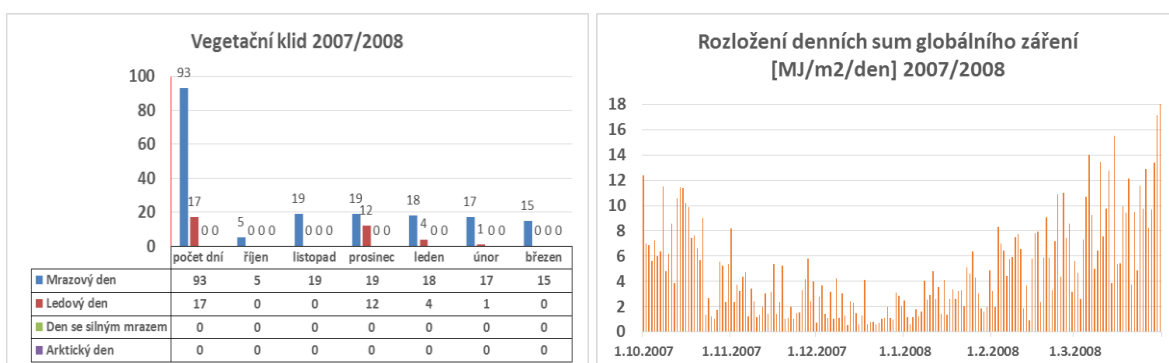
Období vegetačního klidu 2006/2007 bylo vzhledem k nízkým teplotám velmi mírné (Graf. 13a-b). Toto období obsahovalo pouze 4 ledové dny. Zatímco nejvíce mrazových dní bylo v únoru a to 13 dní. Graf 13b vykazuje nejnižší Q od konce listopadu do poloviny února s mírnými odchylkami. Na začátku února mělo Q vzestupnou tendenci až do poloviny března, kdy došlo k výraznému poklesu.



Graf 13: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2006/2007. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Zima roku 2007 byla velmi mírná, s malým počtem dní se sněhovou pokrývkou. Teploty byly ve většině zimních měsíců nadprůměrné a záporné teploty byly ve větší míře pouze v průběhu prosince. Na období dormance ovocných stromů tato mírná zima neměla významný vliv. Nicméně díky mírné zimě většina škůdců dobře přezimovala (Situční a výhledová zpráva, 2007).

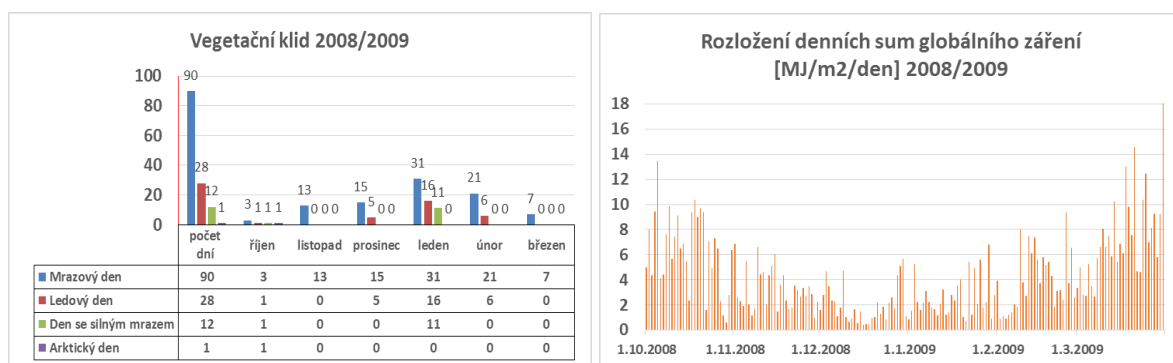
V grafu 14a vegetačního klidu 2007/2008 lze vidět, že byla mírná zima vzhledem k extrémním teplotám. Nejnižší teploty dosahovalo počasí v prosinci, 19 mrazivých dní a 12 ledových dní. Poté měly teploty sestupnou tendenci. Denní sumy energie globálního záření (graf 14b) dosahují velmi malých hodnot, největší propad vykazuje konec prosince a poté má Q vzrůstající tendenci.



Graf 14: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2007/2008 (b). Zdroj: vlastní šetření, 2016

Na začátku roku 2009 byly teploty v prvních třech měsících nižší než v posledních letech. V průběhu března se zdálo, že nástup jara bude pozdější. Prudké oteplení a velmi vysoké teploty v dubnu, kdy maxima téměř denně přesahovala 20 °C, způsobilo rychlý nástup vegetace (Situační a výhledová zpráva, 2009).

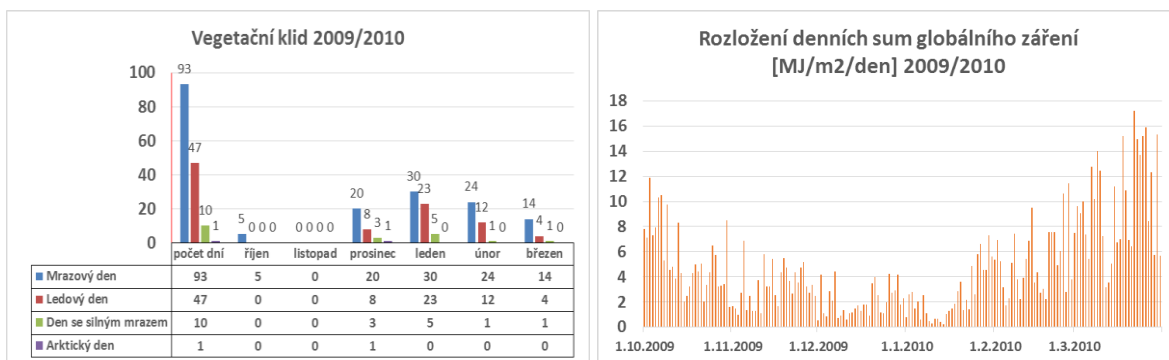
V době vegetačního klidu 2008/2009 v grafu 15a můžeme vyčíst extrémní teploty v říjnovém období, kdy byl 1 ledový den, 1 den se silným mrazem a 1 arktický den. Listopad vzhledem k chladnému říjnu byl velmi teplý. Velké ochlazení nastalo v lednu, který obsahoval 31 mrazových dní, 16 ledových dní a 11 dní se silným mrazem. V grafu 15b vidíme nízké Q na konci října, což má za následek nízké teploty a meteorologické extrémy. Nejnižší Q bylo v polovině prosince. Od začátku ledna do poloviny února měl střídavý charakter. Začátek března byl z hlediska Q podprůměrný.



Graf 15: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2008/2009. Zdroj: vlastní šetření, 2016

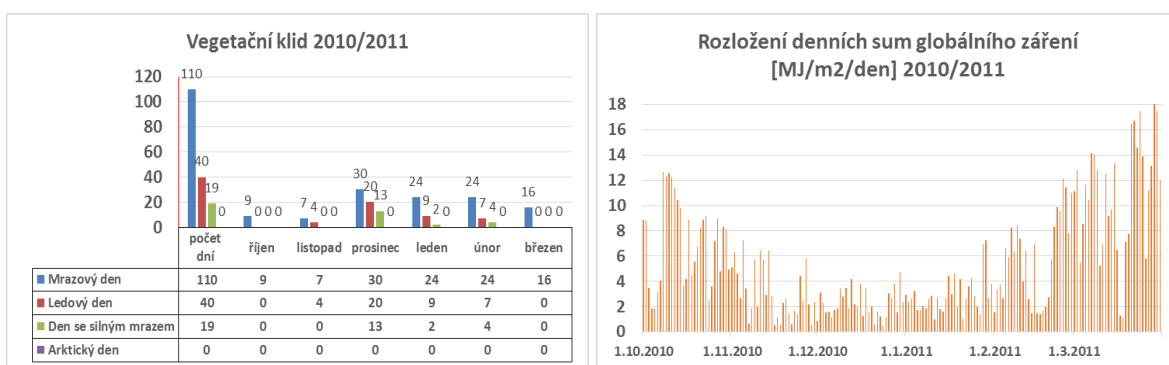
V zimě 2010 byla velká část území naší republiky dosti dlouho pokryta vysokou sněhovou pokrývkou. Zima byla stabilní, avšak teploty místy poklesly i na Moravě až na -27 °C, následkem čehož v některých lokalitách došlo ke zmrznutí květních pupenů u meruněk, broskvoní a třešní již v zimním období (Situační a výhledová zpráva, 2010).

Z grafu 16a je zřejmé, že období vegetačního klidu 2009/2010 bylo velmi chladné. Nejnižší teploty se vykytovaly v prosinci, kdy byl 1 arktický den, 3 dny se silným mrazem a 8 ledových dní. Nejvíce mrazivých dní bylo v lednu a únoru. Leden měl také největší počet dní se silným mrazem a to 5. Únor a březen byl významný 1 dnem se silným mrazem. V grafu 16b je zřejmé snížení Q v období prosince a ledna, kdy byly teploty nejnižší a obsahovaly nejvíce mrazivých dní. Poté byla tendence Q vzrůstající.



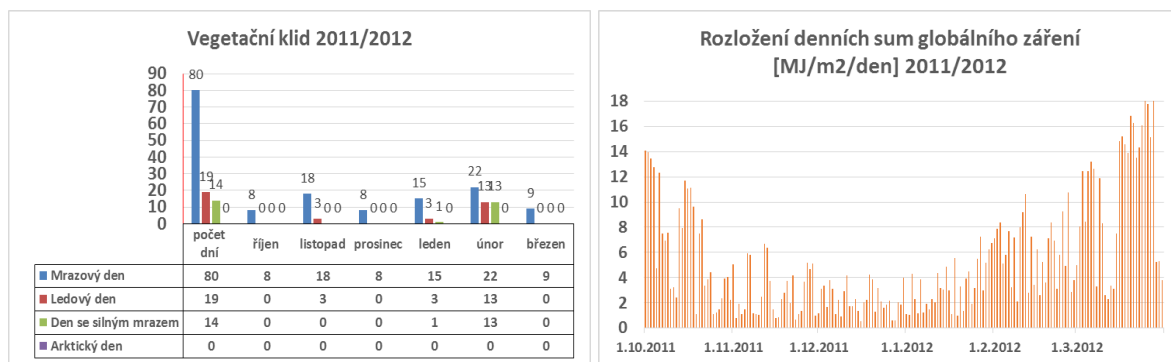
Graf 16: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ , MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2009/2010. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Průběh zimy roku 2010/2011 byl mírný, bez velkých teplotních výkyvů a bez výskytu extrémně nízkých teplot. Sněhová pokrývka napadla neobvykle brzy, v některých lokalitách koncem listopadu. Celková výše sněhové pokrývky ovšem nebyla nijak neobvyklá. Lednové teploty byly poměrně vysoké a ke konci měsíce v nižších a středních polohách sněhová pokrývka úplně roztála. V únoru ovšem přišlo několikadenní ochlazení, které z důvodu již pokročilého stádia vegetace vedlo k poškození některých ovocných kultur, přestože pokles teploty zpravidla nedosahoval ani  $-20^{\circ}\text{C}$ . (Situční a výhledová zpráva, 2011). V grafu 17a vegetační klid 2010/2011 z hlediska teplot byl nejchladnější prosinec, který obsahoval 30 mrazivých dní, 20 ledových a 12 dní se silným mrazem. Denní sumy energie globálního záření (grafu 17b) se pohybovaly nízko od poloviny listopadu do začátku března.



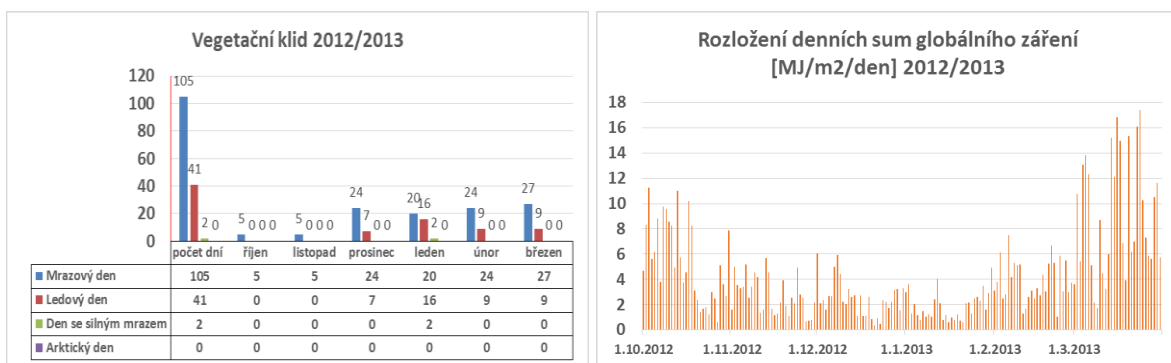
Graf 17: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ , MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2010/2011. Zdroj: vlastní šetření, 2016.

Průběh zimy roku 2011/2012 byl netypický. Až do poloviny ledna přetrvávalo velmi teplé počasí bez sněhové pokrývky. V nížinných polohách navíc porosty nebyly chráněné sněhovou pokrývkou. Následkem zimních mrazů byly zejména v nejteplejších polohách poškozené květní pupeny meruněk, třešní višňi a slivoní. Vlivem mrazů a vysokých teplotních rozdílů během dne a noci docházelo poměrně často k praskání kmenů ovocných dřevin (Situační a výhledová zpráva, 2012). Graf 18a ukazuje z období vegetačního klidu 2011/2012 jako nejmrazivější měsíc únor, který obsahoval 13 dní se silným mrazem, 13 ledových dní a 22 mrazových dní. Zatímco říjen a prosinec byly nejteplejší s 8 mrazovými dny. Období od poloviny ledna do konce března vykazovalo z hlediska denních sum energie globálního záření (graf 18b) vzrůstající tendenci a bylo mírně nadprůměrné.



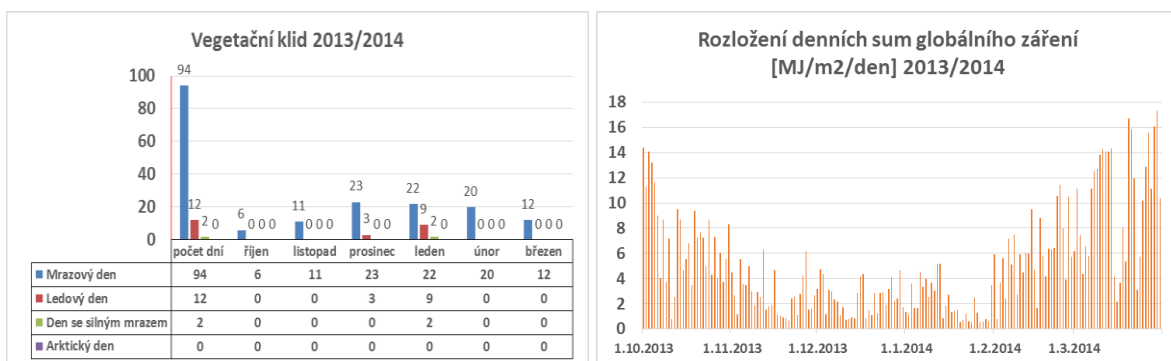
Graf 18: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření ( $Q$ , MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2011/2012. Zdroj: vlastní šetření, 2016.

Průběh zimy roku 2012/2013 byl příznivý, bez výraznějších teplotních výkyvů. Přezimování všech porostů bylo velmi dobré a dávalo předpoklad pro dobrou úrodu u všech ovocných druhů ve všech pěstitelských oblastech (Situační a výhledová zpráva, 2013). V grafu 19a lze vidět, že nejchladnější měsíc byl leden, který obsahoval 2 dny se silným mrazem, zatímco nejteplejší byl podzim v říjnu a listopadu. Rozdělení denních sum energie globálního záření (graf 19b) bylo střídavé s mírnými výkyvy až do začátku března.



Graf 19: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2012/2013. Zdroj: vlastní šetření, 2016

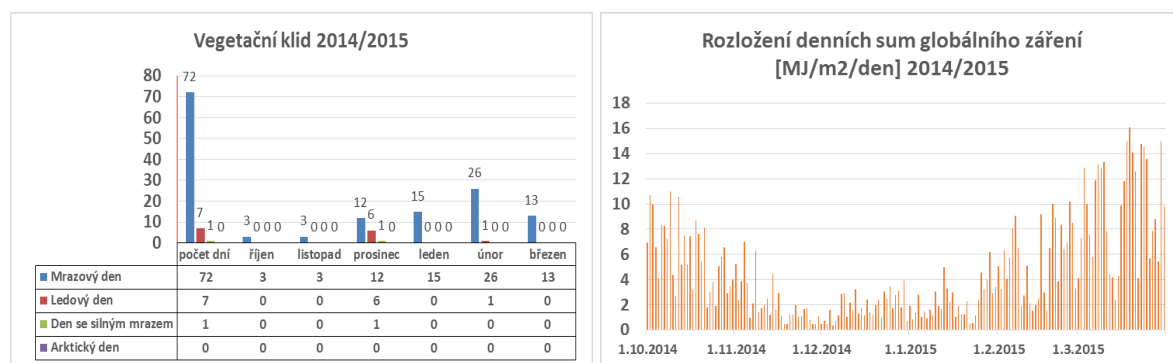
Průběh zimy roku 2013/2014 byl velmi mírný. V ČR prakticky vůbec nebyla trvalejší sněhová pokrývka, a to ani v horských oblastech. Tento neobvykle mírný průběh zimy s sebou přinesl několik významných rizik. Prvním z nich byla absence zimních srážek, která se pak na jaře negativně projevila zejména v nejsušších oblastech republiky. Vzhledem k vysokým teplotám a ukončené zimní dormanci hrozilo již od února akutní nebezpečí poškození porostů ovocných druhů, zejména teplomilných peckovin, i menšími mrazíky (Situacní a výhledová zpráva, 2014). Graf 20a vegetačního klidu 2013/2014 ukazuje, že období bylo průměrné, bez většího výskytu mrazivého počasí. Pouze v lednu se vyskytovaly dva dny se silným mrazem. Nejnižší hodnota Q (graf 20b) za období 2013/2014 se vyskytla na konci ledna, což má za následek nízké lednové teploty.



Graf 20: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2013/2014. Zdroj: vlastní šetření, 2016

Průběh zimy 2014/2015 byl mírný a celkově příznivý. Na rozdíl od předcházející suché zimy byly úhrny srážek dobře rozložené a poměrně vydatné. Celkový průběh počasí v předjaří na počátku jara dával předpoklad vysoké úrody. ([Situační a výhledová zpráva, 2015](#)).

V grafu 21a vegetačního klidu 2014/2015 prosinec byl z hlediska teplot průměrný, ale obsahoval 1 den se silným mrazem. Nadprůměrně chladný byl únor s počtem 26 mrazových dní a březen s počtem 13 dní. V grafu 21b lze vyčíst, že nejnižší hodnoty Q byly v období od začátku prosince do konce ledna.



Graf 21: Výskyt extrémních teplot (a) a rozdělení denních sum energie globálního záření (Q, MJ/m<sup>2</sup>/den) (b) v období vegetačního klidu 2014/2015. Zdroj: vlastní šetření, 2016



### 5.3 Vyhodnocení statistických meteorologických extrémů v době tvorby květu/kvetení u meruňk a broskvoní

Nástup fenofází ovocných stromů jsou u různých druhů a odrůd velmi variabilní. Na časnost a opoždění fenofází má vliv průběh počasí v daném roce, druh odrůdy a konkrétní stanovištní podmínky ve sledovaných lokalitách. Z vlastního šetření jsme převzali data z Meteorologické stanice na Suchdole, odkud jsme získali teplotní extrémy v počátečních fenofází ovocných stromů.

Tabulka 2: Meteorologické extrémy v době tvorby květu u meruňk a broskvoní

Rok	Tvorba květenství 3. - 16. dubna			
	Mrazový den	Letní den	Tropický den	Den s tropickou nocí
2005	4	0	0	0
2006	4	0	0	0
2007	1	0	0	1
2008	2	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	0
2011	0	0	0	0
2012	3	0	0	0
2013	4	0	0	0
2014	1	0	0	0
2015	4	0	0	0
Součet	23	0	0	0

Zdroj: vlastní šetření, 2016

Meruňka obecná (*Prunus Armeniaca*) je nejdříve kvetoucím ovocným stromem. Začíná kvést před olistěním. Butonizace nastává v průměru mezi 3. až 16. dubnem (Hájková et al., 2012). V této fázi nejsou ovocné stromy tolik ohroženy jarními mrazy jako v době počátku kvetení. Ohrožení je vyšší v případě, že se mráz vyskytl v období, kterému předcházelo teplejší období. Tab. 2 vykazuje nejvíce mrazových dní v letech 2005, 2006, 2013, 2015. Bezmrazové roky byly naopak v letech 2009, 2010, 2011.

Tabulka 3: Meteorologické extrémy v době fáze kvetení u meruněk a broskvoní

Rok	Fáze kvetení 7. – 19. dubna			
	Mrazový den	Letní den	Tropický den	Den s tropickou nocí
2005	0	0	0	0
2006	1	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	2	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	0
2011	0	0	0	0
2012	4	0	0	0
2013	2	1	0	0
2014	1	0	0	0
2015	0	0	0	0
<b>Součet</b>	10	0	0	0

Zdroj: vlastní šetření, 2016

Fáze kvetení nastává v průměru mezi 7. a 19. dubnem. Pravděpodobnost nástupu počátku kvetení meruněk mezi 11. a 20. březnem je 3 %, mezi 21. a 31. březnem 15 %, mezi 1. – 9. dubnem 39 %, mezi 10. až 19. dubnem 29 % a po 20. dubnu 15 % (Hájková et al., 2012). V době květu jsou jarní mrazy největším nebezpečím pro úrodu meruněk. V době fenofáze růžového poupěte je ničivá teplota od -5 až -6 °C. Ve sledovaném období (tab. 3) se vyskytlo nejvíce mrazových dní v roce 2012. Další roky 2006, 2008, 2013, 2014 obsahovaly pouze minimum mrazových dní. Ostatní roky byly bez větších mrazů.

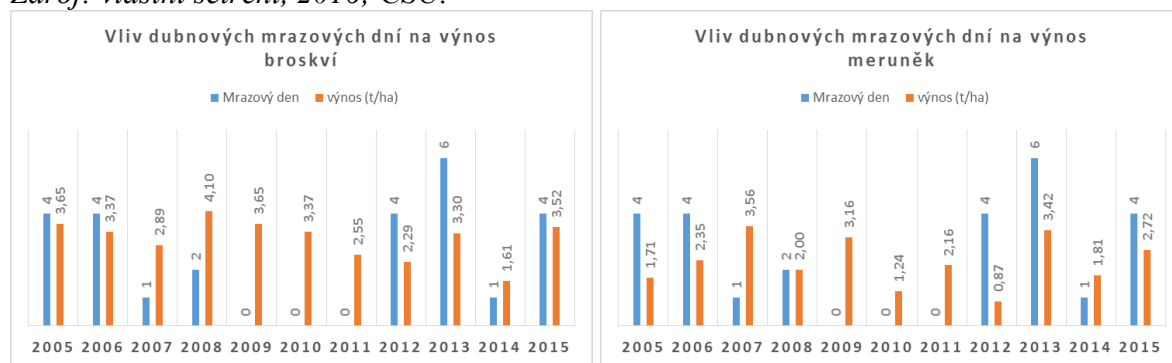
Tabulka č. 4 Meteorologické extrémy v době tvorby květu u meruněk a broskvoní

Rok	Tvorba plodů 18. - 30. dubna			
	Mrazový den	Letní den	Tropický den	Den s tropickou nocí
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	2	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	1	0	0
2011	0	1	0	0
2012	0	3	1	0
2013	0	2	0	0
2014	0	0	0	0
2015	0	0	0	0
<b>Součet</b>	0	0	0	0

Zdroj: vlastní šetření, 2016

K odkvětu dochází mezi 17. a 28. dubnem. Nejcitlivější na mráz jsou malé plody, které opadávají již při  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro meruňky je nejvhodnější rychlý přechod zimy do jara bez velkých teplotních výkyvů (Hájková et al., 2012). V tab. 4 lze vidět, že v období odkvětu se nevyskytl ani jeden mrazivý den, naopak přibýlo letních dní zejména v roce 2012, kdy se vyskytl i 1 tropický den.

Graf 22: Vliv dubnových mrazových dní v době kvetení na výnos broskví (a), meruňek (b).  
Zdroj: vlastní šetření, 2016; ČSÚ.



Z vlastního šetření uvedeného ve sloupcových grafech můžeme vidět ovlivnění výnosů vlivem dubnových mrazových dní v době kvetení, kdy jsou teplomilné ovocné stromy obzvláště citlivé k jarním mrazům. V grafech 22a-b lze vidět vliv dubnových mrazů za sledované období 2005 – 2015 na výnos teplomilných ovocných dřevin. V případě broskví v grafu č. 22a lze vidět souvislost mezi mrazy a hodnotou výnosů. Avšak broskvoně jsou více odolnější k mrazíkům oproti meruňkám (graf 22b). V roce 2013 lze vidět, že ačkoliv bylo velké množství mrazových dní, výnosy broskví nebyly značně ovlivněny, zatímco v roce 2014, kdy nebyly zaznamenány větší teplotní extrémy, byla sklizeň broskví nejnižší.

Zatímco vliv dubnových mrazů na meruňky je doložitelný. Jak je zřejmé z grafu 22b, čím vyšší počet mrazových dní, tím nižší výnosy, což však neplatí v roce 2010, kdy jsou výnosy nízké i přes nulový počet mrazových dní. Kdežto v roce 2012 vidíme nejnižší výnosy za celé sledované období s 4 mrazovými dny.

Oba grafy (22a, b) dokládají vliv dubnových mrazů na výnos obou druhů ovocných stromů. Dubnové mrazy v době kvetení nejsou jediné, co výnosy ovocných stromů mohou ovlivnit. Na výnosy ovocných stromů mají vliv také agrotechnická opatření, umístění na vhodných pozemcích, kde mají optimální teplotní podmínky ve všech obdobích ročního cyklu tzv. fenofázích. V neposlední řadě má vliv na výnosy neobnovování zestárlých sadů ovocných stromů, z důvodu prosazování zahraničních produktů na tuzemském trhu.

Tabulka 5: Statistické charakteristiky z minimálních teplot ( $t_{\min}$ , °C) ve vegetačním období.

	Statistické charakteristiky				
	Minimum	Maximum	Medián	Směrodatná odchylka	Střední hodnota
<b>2005</b>	-3,0	19,5	10,9	4,5	10,3
<b>2006</b>	-2,1	21,6	10,1	6,0	9,4
<b>2007</b>	-1,9	20,1	11,7	4,4	10,9
<b>2008</b>	-0,6	18,9	11,2	4,4	10,4
<b>2009</b>	2,1	17,3	11,4	3,6	11,0
<b>2010</b>	-1,7	19,9	10,4	4,9	10,2
<b>2011</b>	-1,4	19,6	11,4	4,0	10,9
<b>2012</b>	-4,6	19,3	11,1	4,9	10,4
<b>2013</b>	-5,2	19,9	10,4	4,7	10,2
<b>2014</b>	-1,8	20,4	11,1	4,2	10,7
<b>2015</b>	-1,6	21,0	10,4	5,1	10,7
<b>Průměr</b>	-2,0	19,7	10,9	4,6	10,5

Zdroj: vlastní šetření, 2016

Ve výpočtu statistické charakteristiky z minimálních teplot ( $t_{\min}$ , °C) ve vegetačním období v tabulce č. 5 bylo zjištěno, že nejnižší teploty byly v roce 2013 (-5,2 °C), 2012 (-4,6 °C), 2005 (-3 °C). Zatímco nejvyšší teploty byly v letech 2006 (21,6 °C), 2014 (20,4 °C), 2007 (20,1 °C). Medián je 10,9 °C. Největší odchylky se nachází v roce 2006, kdy byly teploty nadprůměrné a v roce 2015. Průměrné teploty byly nejnižší v roce 2006 (9,4 °C) a nejvyšší v roce 2009 (11,0 °C). V ostatních letech se průměrná teplota pohybovala kolem 10 °C.

Tabulka 6: Statistické charakteristiky z maximálních ( $t_{\max}$ , °C) teplot ve vegetačním období.

	Statistické charakteristiky				
	Minimum	Maximum	Medián	Směrodatná odchylka	Střední hodnota
<b>2005</b>	7,8	36,3	21,0	5,4	21,1
<b>2006</b>	0,0	35,0	20,6	9,7	18,7
<b>2007</b>	9,9	36,1	22,0	5,4	22,1
<b>2008</b>	4,3	32,6	21,7	6,3	20,9
<b>2009</b>	11,7	33,6	22,5	4,7	22,4
<b>2010</b>	0,0	34,9	19,8	6,6	20,2
<b>2011</b>	4,8	32,8	22,1	5,0	22,1
<b>2012</b>	3,5	38,3	23,0	6,4	22,1
<b>2013</b>	2,3	36,6	20,6	6,8	20,5
<b>2014</b>	7,8	33,9	21,3	5,4	21,5
<b>2015</b>	4,8	37,9	21,7	7,2	22,2
<b>Průměr</b>	5,2	35,3	21,5	6,3	21,3

Zdroj: vlastní šetření, 2016

V tab. 6 jsou vypočítané statistické charakteristiky z maximálních ( $t_{\max}$ , °C) teplot ve vegetačním období. Nejnižší teploty za sledované období let 2005 – 2015 byly v roce 2006 (0 °C), 2010 (0 °C). Nejvyšší teploty se vyskytovaly v letech 2012 (38,3 °C), 2015 (37,9 °C), 2013 (36,6 °C). Medián je 21,5 °C. Nejvíce se odchylovaly od průměru roky 2006 (9,7 °C) a 2015 (7,2 °C), nejméně rok 2011 (5 °C). Průměrné teploty se pohybovaly kolem 20 – 22 °C. Vyjimku tvořil rok 2006, kdy se průměrná teplota pohybovala kolem 18,7 °C.

Tabulka č. 7 Statistické charakteristiky z minimálních teplot ( $t_{\min}$ , °C) ve vegetačním klidu.

	Minimum	Maximum	Medián	Směrodatná odchylka	Střední hodnota
<b>2005/2006</b>	-16,7	12,2	-1,5	5,9	-1,9
<b>2006/2007</b>	-7,8	10,0	2,0	3,5	2,0
<b>2007/2008</b>	-9,7	12,3	-0,1	4,0	0,4
<b>2008/2009</b>	-12,7	10,7	0,1	5,0	-0,2
<b>2009/2010</b>	-18,9	16,0	-0,3	6,0	-1,1
<b>2010/2011</b>	-17,1	12,9	-1,6	6,0	-2,1
<b>2011/2012</b>	-20,2	12,9	0,7	6,0	-0,2
<b>2012/2013</b>	-17,0	7,9	-1,1	4,8	-1,0
<b>2013/2014</b>	-13,5	12,5	-0,3	4,1	0,6
<b>2014/2015</b>	-10,7	12,2	0,7	4,4	1,4
<b>Průměr</b>	-14,4	12,0	-0,1	5,0	-0,2

Zdroj: vlastní šetření, 2016

Z vypočtené statistické charakteristiky z minimálních teplot ( $t_{\min}$ , °C) ve vegetačním klidu v tab. 7 lze zjistit nejnižší teploty za období 2005-2015, které byly ve vegetačním období 2011/2012 (-20,2 °C) a nejvyšší v období 2009/2010 (16 °C). Medián byl -0,1 °C. Nadprůměrné v tomto případě bylo období 2006/2006, kdy byla teplota 2 °C. Nejvíce se od průměru odchylovaly období 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, kdy byla směrodatná odchylka 6,01 a 6,06 °C. Z hlediska průměrných teplot bylo nadprůměrné období 2006/2007 (2,01 °C) a 2014/2015 (1,35 °C).

Tabulka 8: Statistické charakteristiky z maximálních ( $t_{\max}$ , °C) teplot ve vegetačním klidu

	Minimum	Maximum	Medián	Směrodatná odchylka	Střední hodnota
2005/2006	-10,8	21,2	3,3	6,8	4,8
2006/2007	-3,0	21,2	9,5	4,8	9,5
2007/2008	-4,9	20,6	7,0	5,3	6,9
2008/2009	-9,6	21,9	6	6,0	5,9
2009/2010	-10,4	26,1	4,9	7,2	5,4
2010/2011	-9,2	19,6	6,3	6,7	5,8
2011/2012	-9,8	25,5	7,1	6,7	7,2
2012/2013	-6,2	23,4	4,6	5,8	4,9
2013/2014	-6,0	23,3	8,5	5,7	8,8
2014/2015	-4,7	22,4	7,6	5,6	8,3
Průměr	-7,5	22,5	6,5	6,1	6,8

Zdroj: vlastní šetření, 2016

Z vypočtené statistické charakteristiky z maximálních ( $t_{\max}$ , °C) teplot ve vegetačním klidu období 2005-2015 v tabulce č. 8 je jasné, že nejnižší teploty byly v období 2005/2006 (-10,8 °C) a 2009/2010 (-10,4 °C). Nejvyšší teploty se vyskytovaly v období 2009/2010 (26,1 °C) a 2011/2012 (25,5 °C). Medián byl 6,5 °C. Nejnižší byly v období 2005/2006 (3,3 °C) a nejvyšší 2006/2007 (9,45 °C). Nejvíce se od průměru odchyloval rok 2009/2010, což lze vysvětlit vysokými teplotami. Průměrná teplota se pohybovala průměrně kolem 5 °C, výjimky tvořily pouze období 2006/2007 (9,47 °C), 2013/2014 (8,79 °C), 2014/2015 (8,3 °C).

Tabulka 9: Trendů ve výnosu broskví v ČR za období 2005 – 2015

Trendy	ČR	
	rovnice	R <sup>2</sup>
polynomický	$y = 0,004x^2 - 0,1492x + 3,831$	0,22
lineární	$y = -0,1016x + 3,728$	0,22
exponenciální	$y = 3,8196e^{-0,039x}$	0,22
logaritmický	$y = -0,422\ln(x) + 3,7904$	0,19

Zdroj: vlastní šetření, 2016

V tab. 9 jsou trendy vypočítány z výnosů broskví za období 2005 – 2005. U lineárního trendu klesá hodnota o 0,10 t/ha, což znázorňuje pokles ročního výnosu broskví. Koeficient determinace ( $R^2$ ) je 22 %, který je stejný i u polynomického a exponenciálního trendu. Všechny řadíme mezi nejspolehlivější. Exponenciální trend udává, že se výnosy za rok zvyšují o 3,8 t/ha. Jedinou výjimku tvoří trend logaritmický s  $R^2 = 19$  %, který je nejnižší. Polynomický trend nám udává pokles výnosu broskví o 0,4 t/ha za rok. Polynomický trend ukazuje výkyvy ve výnosech broskví, kdy dochází k poklesu -0,14 ha/rok s následným zvýšením na 3,81 t/ha.

Tabulka 10: Popisná statistika výnosů broskví za období 2005 – 2015

<i>Popisná statistika – broskve, t/ha</i>	<b>ČR</b>	
minimum	1,61	2014
maximum	4,10	2008
medián	3,37	
průměr	3,11	
rozptyl	0,51	
směrodatná odchylka	0,72	
variační koeficient	0,48	

*Zdroj: vlastní šetření, 2016*

V tab. 10 jsou výsledky vlastního šetření výpočtu popisné statistiky, kdy bylo zjištěno, že nejnižší výnosy 1,61 t/ha byly dosaženy v roce 2014. Naopak nejvyšší výnosy 4,1 t/ha byly v roce 2008. Medián výnosů byl 3,37 t/ha. Průměrné výnosy dosahovaly 3,11 t/ha. Rozptyl se pohyboval v rozmezí 0,51 t/ha. Směrodatná odchylka je 0,72 t/ha. Variační koeficient je 0,48 t/ha.

Tabulka 11: Trendů ve výnosu broskví v ČR za období 2005 – 2015

<i>Trendy</i>	<b>ČR</b>	
	<b>rovnice</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
polynomický	$y = 0,0081x^2 - 0,1041x + 2,5258$	0,01
lineární	$y = -0,0072x + 2,3158$	0,00
exponenciální	$y = 2,2069e^{-0,008x}$	0,00
logaritmický	$y = 0,0106\ln(x) + 2,2558$	8E-05

*Zdroj: vlastní šetření, 2016.*

Trendy v tab. 11 jsou vypočítány z výnosů meruněk za dané období 2005 – 2005. U výnosů meruněk, lze vidět, že výkyvy ve výnosu nejsou tak jasné. Nejvyšší koeficient determinace ( $R^2$ ) má polynomický trend 1 %. Z tohoto hlediska je jasné, že ve výnosech meruněk nejsou výrazné výkyvy, jelikož pokles výnosů se pohybuje kolem hodnoty 0. U polynomického trendu je jasné, že došlo ke snížení výnosu meruněk o 0,10 t/ha a následnému zvýšení 2,5 t/ha. Vzhledem k největší hladině spolehlivosti tohoto trendu vyplývá, že výnosy meruněk jsou velmi variabilní.

Tabulka 12: Popisná statistika výnosů meruněk za období 2005 - 2015

<i>Popisná statistika – meruňky, t/ha</i>	<i>ČR</i>
minimum	0,87 2012
maximum	3,56 2007
medián	2,16
průměr	2,27
rozptyl	0,76
směrodatná odchylka	0,87
variační koeficient	0,58

*Zdroj: vlastní šetření, 2016.*

Z vlastního šetření výpočtu popisné statistiky meruněk (tab. 12) za dané období se ukazují minimální výnosy v roce 2012 0,87 t/ha. Naopak nejvyšší výnosy byly 3,56 t/ha. Medián byl 2,16 t/ha. Průměr výnosů byl 2,27 t/ha. Rozptyl byl 0,76 t/ha a směrodatná odchylka byla 0,87 t/ha. Variační koeficient je 0,58 t/ha.



## 6 Diskuze

Tato část práce se zaměřuje na vliv počasí na ovocnářskou produkci v České republice v jednotlivých letech, a jak ji ovlivňují různí činitelé, kteří jsou v těsném kontextu výnosem. Cílem práce bylo shromáždit a vyhodnotit získané údaje o rozšíření, růstu a vývoji teplomilných druhů dřevin v závislosti na klimatických a ekonomicko-zemědělských podmínkách. [Behringer \(2010\)](#) dokládá, klimatické změny mají zásadní vliv na lidskou společnost např. teplé neolitické období, umožňující přechod k zemědělství i v chladnějších částech Evropy. V době vrcholného středověku došlo k zemědělské kolonizaci českých zemí.

[Adaptační analýza \(2015\)](#) popisuje lineární trend globální průměrné teploty zvýšení o 0,85 °C za období 1880 – 2012. Stanovila modely globálního oteplování s nárůstem průměrných ročních teplot o 2,5 – 3,0 °C (horní odhady), resp. 0,9 – 1,1 °C (dolní odhady). Nárůst průměrných měsíčních teplot v lednu je odhadován na 2,6 – 3,8 °C (horní odhady), resp. 1,0 – 1,4 °C (dolní odhady), v červenci na 2,2 – 2,9 °C (horní odhady), resp. 0,8 – 1,1 °C (dolní odhady). [WBGU \(2007\)](#) uvádí, že globální teplota se zvýšila o 0,8 °C, což dokládá [Allison et al. \(2012\)](#), kde se zmiňuje, že pozorované změny globálního oteplování jsou v souladu s trendem asi o 0,2 °C za desetiletí. [IPCC \(2014\)](#) uvádí, že změna globální povrchové teploty v období 2016-2035 je ve srovnání s obdobím 1986-2005 v rozmezí 0,3 °C do 0,7 °C.

[WBGU \(2007\)](#), [WDR \(2010\)](#), [Biol \(2011\)](#) uvádějí, že je třeba držet hranici oteplení co nejblíže 2 °C, jinak by mohlo dojít k nezvratným změnám na zemském povrchu. [Mann \(2008\)](#) pod pojmem „hokejka“ dokumentuje dramatický nárůst emisí CO<sub>2</sub>, který se shoduje se strmým nárůstem koncentrace CO<sub>2</sub>. Možným řešením může být snížení počtu chovaného skotu, s tvorbou pastvin, který se podílí až z 15 – 20 % na celkových emisích skleníkových plynů, jak dokládá [IFRC \(2010\)](#).

[Rogers and Evans \(2010\)](#) ve své práci zkoumají souvislost mezi vypouštěním globálních emisí skleníkových plynů do atmosféry s vyspělostí dané země a stabilizací ekonomiky. [Glenn \(2010\)](#) dokazuje možné problémy se zásobováním pitné vody a udržení stávajících hygienických podmínek. [Pretel \(2011\)](#) popisuje, že může nastat problém sucha a následný nedostatek vody, tím se zabývá Rada Evropské unie od roku 2005; v červnu 2010 přijala Rada pro životní prostředí závěry, které podporují aktivity členských států pro snížení zranitelnosti Evropské unie vůči dopadům změny klimatu ve všech souvislostech a vyzývá členské státy k vypracování plánů pro zvládnutí nedostatku vody a sucha a k prosazování udržitelného užívání vody.

[Stern \(2007\)](#), [Pérez \(2011\)](#), [Pretel \(2011\)](#) popisují možné negativní jevy, které mohou nastat v případě změny klimatického oteplování. Mezi základní patří suroviny, sociální aspekty, politické dopady, politické a ekonomické aspekty. [Menne \(2010\)](#) popisuje data Haydleyho centra, který dokládá vliv globálního oteplování na planetu a že nejteplejšími měsíci byly červen 2009 až květen 2010. Naopak [Tolasz \(2015\)](#) dokládá, že rok 2014 byl nejteplejší od roku 1961. Byl o 0,3 °C teplejší než zatím nejteplejší roky 2000 a 2007.

[Rožnovský \(2010\)](#), [Pretel \(2011\)](#) uvádějí, že možnými důsledky změny klimatu může být prodloužení vegetační doby. [Pretel \(2011\)](#) uvádí změnu ve střední Evropě, kdy se za období 1965 až 1995 prodloužila vegetační doba o 10 dní a prodloužování dál pokračuje. [Rožnovský \(2010\)](#) poukazuje na vliv oteplování na území České republiky, prodloužení vegetačního období, díky kterému se zvyšuje nebezpečí poškození porostů mrazy.

[VaV \(2011\)](#) poukazuje na zvýšení průměrné teploty vzduchu na území ČR o cca 1 °C. V období 2010 – 2039 jsou simulované změny sezónních průměrů denních sum globálního záření největší v zimě (až o více než 10%), v ostatních sezónách se na většině míst pohybují do 4%. Zatímco nejnovější [Adaptační strategie \(2015\)](#) předpovídá zvýšení teploty vzduchu v létě o 2,7 °C a v zimě o 1,8 °C.

[Spáčilová et al. \(2014\)](#) uvádí, že k možným řešením globálního oteplování bude patřit šlechtění nových odrůd, které budou odolávat suchu. [Tolasz et al. \(2007\)](#) zdůrazňuje výhodu geografické polohy ČR v mírném klimatickém pásu s menším rizikem výraznějších negativních dopadů klimatických změn. [Kašpárek \(2012\)](#) popisuje dva scénáře HIRHAM, kdy v nížinách nastává v létě větší oteplení než v hornatých oblastech, v zimě se spíše naopak nížiny méně oteplují než hory. Scénář RCAO, kdy v zimě narůstá změna teploty od západu k východu.

Podle [Adaptační strategie \(2015\)](#) se může jako pozitivní důsledek změny klimatu projevit prodloužení bezmrazového období o 20 – 30 dní, posunutí počátku hlavního vegetačního období v nejteplejších oblastech na začátek března a konce tohoto vegetačního období až do závěru října.

[Rožnovský \(2010\)](#) dokládá, že mezi možné dopady v oblasti zemědělství mohou patřit: změna agroklimatických podmínek – změna produkce, prodloužení vegetačního období, dřívější nástupy fenofází, zkrácení vegetační doby o 10 až 14 dní, nebezpečí výskytu holomrazů a vegetačních mrazů, rozšíření oblasti pro pěstování teplomilných druhů, zvýšení výskytu a rozšíření nových druhů chorob a škůdců, změna technologií v chovech a změna staveb pro hospodářská zvířata.

Litschmann a Pokorný (2003), Litschmann (2010), Krška (2010), Trnka a kol. (2012), Možný a kol. (2013) dokládají, že stále s postupným vývojem změn klimatu se jarní fenofáze ovocných dřevin posouvají do stále dřívějších termínů. Na oteplovací trend reagovaly dřeviny na jižní Moravě v období 1951 – 2000 posunem fenofáze počátku kvetení u meruňky o 13,7 dne do dřívější doby.

Francis et al. (1999), Chmielewsky et al. (2003), Taint a Zheng, (2003), Litschmann et al. (2007), Meng et al. (2007), Julian et al. (2013), Potop et al. (2014) popisují, že klimatické změny mají vliv na budoucí změny ve výnosu plodin. Největším významným faktorem jsou jarní mrazy, které mají vliv na růst i vývoj plodin. Tyto mrazy nejvíce ovlivňují zemědělskou produkci v měsících dubnu, květnu a červnu.

Munzar et al. (1989), Krška et al. (2004), Bažant (2004) dokládají, že u meruněk ve fenofázi růžového poupěte je ničivá teplota od -5 do -6 °C. V plném květu snáší krátkodobě teplotu do -2,2 až -3,5 °C. Malé plody, které jsou citlivější se poškozuji už při teplotě -0,5 °C. A většina u nás pěstovaných odrůd meruněk ukončuje dormanci v průběhu druhu druhé poloviny prosince. Pokud v postdormanci přijdou arktické mrazy, zvyšuje se nebezpečí zmrznutí květních pupenů, kambia a jednoletých výhonků. Kritické mohou být poklesy teplot na -12 °C.

Spáčilová et al. (2014) ukazuje každoroční odchylky nástupu fenofází meruňky obecné (odrůda Velkopavlovická) v průměru od 1991 až 2010 na stanici Velké Pavlovice lokalizované v nadmořské výšce 200 m. V letech 1994, 1999, 2001, 2007 a 2008 vykazovaly fenofáze ranější nástup, v letech 1993, 1996 a 2006 byly nástupy pozdější. Nejvyšší kladné odchylky (tj. pozdější nástupy fenofází) byly u prvních listů +11 dní (1996) u butonizace +14 dní (1996), u počátku kvetení +16 dní (1996), u konce kvetení + 13 dní (1996), u sklizňové zralosti + 12 dní (1996). Nejvyšší záporné odchylky (tj. dřívější nástupy fenofází) byly u prvních listů – 12 dní (1999), u butonizace -20 dní (2007), u počátku kvetení -20 dní (2007), u konce kvetení -13 dní (1999) a u sklizňové zralosti -11 dní (2000).

Čepička (2007), Ludvík (2008), Bažant (2008), Ludvík (2009), Ondrášek et al (2014) uvádí, že už od roku 2006 dochází k poklesu ploch u broskvoní i meruněk. Klemšová (2006), Králová (2006), Ludvík (2009), dokládají vliv jarních mrazů na úrodu meruněk i broskví, která se projevuje negativně. Králová (2006) popisuje jednání Ovocnářské unie ČR a Agrární komory ČR o nastartování pojištění proti mrazům. Tato podpora je standardní ve všech zemích EU.

Klemšová (2006), Čepička (2007), Ondrášek et al. (2014) poukazují na situaci na trhu, která má v průběhu let stále méně pozitivní vývoj. Mezi hlavní příčiny ekonomického charakteru patří nízké výkupní ceny, obchodní řetězce. Mezi pěstitelské příčiny poklesu sklizně patří zastaralé odrůdové spektrum spojené s poklesem farmářských cen. Dále se omezují také investice do posklizňové úpravy. Hektarové výnosy mají střídavý trend (2,94 až 5,94 t/ha), výnosy poklesly důsledkem stárnutí výsadeb a nižší pěstitelské péče o tyto výsadby. Bažant (2008) uvádí, že z hlediska udržitelnosti a kvality sklizně je potřeba zvýšit vlastní konkurenceschopnost vůči zahraničnímu trhu.

Ludvík (2014) dokládá, že ve srovnání s pětiletým průměrem byl za rok 2014 znatelný největší propad u broskví (-38 %), což je nejnižší v novodobé historii.

## 7 Závěr

Závěrem lze říci, že globální oteplování má vliv na oteplování zemského povrchu, na změny v oběhu vody na planetě a na další rizikové faktory, které působí na lidskou populaci. Vzhledem ke stále rostoucím koncentracím emisí v ovzduší, je nutno provést opatření, které omezí růst teploty max. o 2 °C vzhledem k předindustriální hodnotě.

Teplotní anomálie ve vegetačním období mají vliv na výnos teplomilných ovocných dřevin. Za období 1961 – 2015 se prokazatelně zvyšují průměrné teploty vzduchu. Díky zvýšení proměnlivosti podnebí dochází k dřívějšímu nástupu teplot pro zahájení vegetace, což má za následek posun fenofáze ovocných dřevin do dřívějších termínů a prodlužují se vegetační období. Kvůli oteplování dochází ke snížení počtu mrazových a ledových dní. Nepravidelně se dále vyskytují arktické dny. Závažnost jarních mrazíků není v současnosti o nic menší než v minulosti. Rozdíl je pouze v posunu do dřívějších termínů, stejně tak se k počátku roku přibližují i fenofáze, v nichž nastává poškození mrazem. Je zřejmé, že vliv dubnových mrazů v době květu ovocných stromů má vliv na výnosnost.

Teplotní anomálie v období vegetačního klidu mají vliv na výnos teplomilných ovocných dřevin. Ovocné stromy jsou v době vegetačního klidu odolnější vůči mrazům. Meruňka v době vegetačního klidu snese souvislý mráz až do **-30 °C**. Broskvoně jsou odolné zejména ve fenofázi hlubokého zimního klidu než ve fenofázi vynuceného klidu. Po přechodu období hlubokého zimního klidu (dormance) do vynuceného klidu (postdormance) vlivem oteplení se v pletivech broskvoně přeměňují rezervní látky na jednoduché, ruší se endogenní látky brzdící aktivitu v pletivech a zároveň klesá jejich mrazuodolnost. Největší vliv na výnos má právě průběh počasí v období dormance (vegetačním klidu), které se stává vzhledem ke klimatickým změnám netypické pro naši zeměpisnou šířku, nastává časté střídání teplot, které mají za následek, že se ovocné stromy nestíhají aklimatizovat. Pokud dochází k opakování této teplotní inverze po více nocí, je naděje na úrodu ovoce zmařena.

Dlouhodobé zvyšování minimální teploty vzduchu v důsledku změny klimatu vede ke snižování rizika jarních mrazů. Výhodou pro české zemědělství je geografická poloha ČR v mírném klimatickém pásu a tím menší riziko výraznějších negativních dopadů klimatických změn. Ovocné stromy jsou obzvláště citlivé k velkým výkyvům teplot – přechod z tuhých zimních mrazů do teplých dní. Lze říci, že výskyt jarních mrazíků v polovině května již není tak častý, jako v předminulém století, nicméně dochází k citelnému poškození násady i vlivem daleko dřívějších mrazů z důvodu posunu fenofází do dřívějších termínů.

Dalším faktorem, který dlouhodobě ovlivňuje výnos v České republice je významný pokles ploch k pěstování broskvoní i meruněk. V další řadě se zhoršuje věková struktura sadů a zpomaluje se proměna odrůdové a druhové skladby. A v neposlední řadě mají na výnosnost vliv stále se snižující jakost plodů, špatná situace na tuzemském trhu, kde se tuzemské ovoce skoro nenachází a nízké výkupní ceny. Lze říci, že dochází k vymizení produkčních sadů, které se přetransformovaly do tzv. sadů s extenzivním charakterem ošetřování a bez náhrady se postupně likvidují.

## 8 Seznam literatury

- Bažant, Z. 2004. Pěstujeme meruňky. Grada. Praha. 108 s. ISBN: 8024708736.
- Bažant, Z. 2003. Pěstujeme broskvoně. Grada. Praha. 106 s. ISBN: 8071695181.
- Bažant, Z. 2008. Pokles ploch a produkce meruněk a broskví v ČR. Zahradnictví. 2008 (5). 14 – 16.
- Behringer, W. 2010. Kulturní dějiny klimatu: Od doby ledové po globální oteplování. Paseka. Praha. 408 s. ISBN: 9788074320224.
- Birol, F. 2011. Global energy security and climate change challenges. In: Marín González, Manuel et al. Security, Energy Model and Climate Change. Strategic Dossier 150-B. Spanish Ministry of Defence, Spanish Institute for Strategic Studies. 2011. s. 127-156.
- Coufal, L., Houška V., Reitchläger, J. D., Valter, J., Vrábík, T. 2004. Fenologický atlas. 1. vydání. Praha: ČHMÚ. 264 s. ISBN: 80866690210.
- Čepička J. 2007. Charakteristika současného ovocnářství ČR. Zahradnictví. 2007 (12). 47-49.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, P. G., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, R. S., Chapin, S. F., Coe, T. M., Daily, C. G., Gibbs, K. H., Helkowski, H. J., Holloway, T., Howard, A. E., Kucharik, J. Ch., Monfreda, Ch., Patz, A. J., Prentice, C. I., Ramankutty, N., Snyder, K. P. 2005. Global Consequences of Land Use. Science. 2005. 309 (5734). s. 570 – 574.
- Francois, C., Bosseno, R., Vacher, J. J., Seguin, B. 1999. Frost risk mapping derived from satellite and surface data over the Bolivian Altiplano. Agricultural and Forest meteorology. 95 (2). s. 113-137. ISSN: 01681923.
- Glenn, J. C. 2010. Global Challenges We Face in the 21st Century. In: Nováček, Pavel – Schauer, Thomas (eds.). Learning from the Futures. Olomouc: Palacký University, 2010, s. 91- 100.
- Hájková, L., Voženílek, V., Tolasz, R., Suchánková H., Brinsden E. 2012. Atlas Fenologických poměrů Česka. Atlas of the phenological conditions in Czechia. ČHMÚ. Univerzita Palackého v Olomouci. Praha-Olomouc. 311 s. ISBN: 9788086690988.
- Hejný, S., Slavík. B. 2003. Květena ČR. 2. vydání. Academia. Praha. 542 s. ISBN: 8020010904.
- IPCC, 2014. Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)] IPCC. Geneva. Switzerland. s. 151.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. World Disasters Report 2010. Focus on urban risk. Geneva: IFRC, 2010. p. 220. ISBN: 9789291391561.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. World Disasters Report 2011. Focus on hunger and malnutrition. Geneva: IFRC, 2011. p. 127. ISBN: 9789291391653
- Julian, C., Herrero, M., Rodrigo. 2013. Anther meiosis time is related to winter cold temperatures in apricot (*Prunus armeniaca L.*). Environmental and Experimental Botany. 2014 (100). 20-25.
- Králová, T. 2006. Neradostná bilance ovocnářů. Zahradnictví. 2006 (3). 10-11.

- Krška, K. 2004a. Extrémně silné mrazy v bývalém Československu v zimě 1928/29 v meteorologické a zemědělské literatuře [CD ROM], in Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.), Sborník abstraktů a CD ROM s články, Mezinárodní seminář „Extrémy počasí a podnebí“, Brno 11.3.2004, Česká bioklimatologická společnost v nakl. Českého hydrometeorologického ústavu, Brno. s. 13.
- Krška, B., Benedíková, D., Hričovský, I. 2004. Meruňky a broskvoně. Bratislava. Příroda. 88 s. ISBN: 8007012281.
- Krška, Z. 2010. Jaké odrůdy meruněk pro nové podmínky trhu a klimatu. Zahradnictví. 2010 (3). 14 – 15.
- Krška, B., Bauer, Z., Nečas, T., Ondrášek, I., Gogolková, K. 2011. Hodnocení průběhu kvetení v letech 1951 – 2010 a zdravotního stavu (2009-2010) vzhledem ke změnám klimatu ve výsadbách meruňky obecné (*Prunus armeniaca* L.). Úroda, vědecká příloha. 2011. s. 306 – 311. ISSN: 01396013.
- Klemšová, Z. 2006. Aktuální stav intenzivních sadů v ČR. Zahradnictví. 2006 (11). 41.
- Litschmann, T., Pokorný, I. 2003. Stanovení termínu ošetření proti kadeřavosti broskvoní. Zahradnictví. 2. Martin Sedláček. Praha. 8-9 s. ISSN: 12123781.
- Litschmann, T. 2006. Význam meteorologických měření v systému integrovaného pěstování ovoce. Zahradnictví. 2006 (3). 18 – 19.
- Litschmann, T., Oukropec, I., Pálka J. 2007. Metodika pěstování nektarinek a broskvoní v podmínkách ČR. Lednice. TG TISK s.r.o. Lanškroun. 59 s. ISBN: 9788073752408.
- Litschmann, T., Oukropec, I., Křižan, B. 2008. Predicting individual phenological phases in peaches using meteorological data. Ministry of Agriculture of the Czech republic. 35 (2). 65-71.
- Litschmann, T. 2010. Ledoví muži – mýtus, anebo realita? Zahradnictví. 2010 (5). 17 – 19.
- Ludvík, M. 2008. Sklizeň ovoce bude zřejmě zklamáním. Zahradnictví. 2008 (8). 43.
- Ludvík, M. 2009. Sklizeň ovoce bude letos průměrná. Zahradnictví. 2009 (8). 37.
- Ludvík, M. 2014. Produkce ovoce dlouhodobě klesá. Zahradnictví. 2014 (8). 9-10.
- Mann, M., Zhang, Z., Hughes, M., Bradley, R., Miler, S., Rutherford, S., Ni. F. 2008. Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. Proceedings of the National Academy of Sciences. 105 (36). 13252-13257.
- Meng, Q., Liang, Y., Wang, W., Du, S., Li, Y., Yang, J. 2007. Study on supercooling point and freezing point in floral organs of apricot. Agricultural Sciences in China. 6 (11). 1330-1335.
- Menne M. J., Williams C. N., Palecki M. A. 2010. On the reliability of the U.S. surface temperature record. Journal. Geophysical Res. 115. D11108.
- Možný, M., Bareš, D., Bartošová, L., Hájková, L., Hlavinka, P., Kožnarová, V., Novák, J., Semerádová, D., Potop, V., Trnka, M., Žalud, Z. 2013. Změny klimatu, fenologie a ekosystémové procesy. Praha. Nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu. 126 s. ISBN 9788086690643.
- Munzar, J., Krška, K., Nedelka, M., Pejml, K. 1989. Malý průvodce meteorologií. Praha. Mladá Fronta. 247 s. ISBN: 55151
- Ondrášek, I., Krška, B. 2014. Současný stav produkce broskví v ČR. Zahradnictví. 2014 (2). 12.
- Pérez, C. E. 2011. Risks and threats of climate change. In: Marín González, Manuel et al. Security, Energy Model and Climate Change. Strategic Dossier 150-B. Spanish Ministry of Defence, Spanish Institute for Strategic Studies. s. 25-57.



- Potop, V., Zahradníček, P., Turkott, L., Štěpánek, P. 2014. Plošné rozložení pozdních jarních a časných podzimních mrazů v Polabí. *Meteorologické zprávy*. 67 (3). 78-84 s.
- Pretel, J. 2011. Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření, TECHNICKÉ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ PROJEKTU v letech 2007 – 2011. Projekt MŽP VaV SP/1a6/108/07. ČHMU. Praha. 67 s.
- Situační a výhledová zpráva. 2005. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 66 s. ISBN: 8070844353.
- Situační a výhledová zpráva. 2006. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 70 s. ISBN: 8070845228.
- Situační a výhledová zpráva. 2007. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 80 s. ISBN: 9788070846032.
- Situační a výhledová zpráva. 2008. Ministerstvo zemědělství ČR., Praha. 77 s. ISBN: 9788070847015.
- Situační a výhledová zpráva. 2009. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 82 s. ISBN: 9788070847985.
- Situační a výhledová zpráva. 2010. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 78 s. ISBN: 9788070849064.
- Situační a výhledová zpráva. 2011. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 84 s. ISBN: 9878070849859.
- Situační a výhledová zpráva. 2013. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 80 s. ISBN: 9788074341168.
- Situační a výhledová zpráva. 2014. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 89 s. ISBN: 9788074341755.
- Situační a výhledová zpráva. 2015. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 87 s. ISBN: 9788074342592.
- Spáčilová, B., Středová, H., Středa T. 2014. Dopady měnícího se klimatu na zemědělskou produkci. Mendelova univerzita v Brně. Šumperk. Reprint s. r. o.. 52 s. ISBN: 9788075091246.
- Tait, A., Zheng, X. 2003. Mapping frost occurrence using satellite data. *Journal of Applied Meteorology*. 42. s. 193-203.
- Tolasz, R. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha a Olomouc. 1. vydání, 256 s. ISBN 9788086690261.
- Tolasz R. 2015. Počasí v České republice v roce 2014. *Meteorologické zprávy*. Praha. Český hydrometeorologický ústav. 68 (1). 1-5 s.
- Trnka, M., Brázdil, R., Olesen, J. E., Eitzinger, J., Zahradníček, P., Kocmánková, E., Dobrovolný, P., Štěpánek, P., Možný, M., Bartošová, L., Hlavinka, P., Semerádová, D., Valášek, H., Havlíček, M., Horáková, V., Fischer, M., Žalud, Z. 2012. Could the changes in regional crop yields be a pointer of climatic change? *Agriculture and Forest Meteorology*. Amsterdam. 166–167. 62–71.

## 9 Internetové zdroje

Allison, I., Bindoff, N. L., Bindschadler, R. A., Cox, O. M., Noblet, de N., England, H. M., Francis, J. E., Gruber, N., Haywood, A. M., Karolly, D. J., Kaser, G., Quéré Le C., Lenton, T. M., Mann, M. E., McNeil B. I., Pitman, A. J., Rahmstorf, S., Rignot, E., Schellnhuber, H. J., Schneider, S. H., Sherwood, S. C., Somerville, R. C. J., Steffen, K., Steig, E. J., Visbeck, M. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. 2007. Dostupné z: <[http://ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg2/en/contents.html](http://ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html)>.

Cook, J. Vědecký průvodce skepticismem vůči globálnímu oteplování. Skepticalscience [online]. 2010. [cit. 2010-01-12]. Dostupné z: <[https://www.skepticalscience.com/docs/Guide\\_Skepticism\\_Czech.pdf](https://www.skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Czech.pdf)>.

Doležal, J. Co (ne)přinesla konference OSN o změně klimatu v Durbanu. Glopolis [online]. 11. prosince 2011 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <<http://glopolis.org/cs/clanky/co-neprinesla-konferenceosn-o-zmene-klimatu-v-durbanu/>>.

[dana1981]. A Big Picture Look at Global Warming. Skeptical Science [online]. 5 January 2012 [cit. 2012-01-04]. Dostupné z: <<http://www.skepticalscience.com/big-picture-globalwarming.html>>.

Ekonomické aspekty změny klimatu. Sternova studie. shrnující zpráva [online]. Praha: Britské velvyslanectví v Praze, British Council ČR a Ministerstvo životního prostředí ČR, 2007 [cit. 2012-01-11]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/E7EF577C57BA9B18C12572BB002DAF3D/\\$file/Sternova%20zprava.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/E7EF577C57BA9B18C12572BB002DAF3D/$file/Sternova%20zprava.pdf)>.

The state of food and agriculture 2000. [online] [cit. 1999-01-11]. Food and agriculture organization of the United nation. Rome. Dostupné z: <[www.fao.org/docrep/x4400e/x4400e00.HTM](http://www.fao.org/docrep/x4400e/x4400e00.HTM)>.

Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí, 2011 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: <[http://eagri.cz/public/web/file/133229/Generel\\_LAPV\\_vc\\_protokolu.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/133229/Generel_LAPV_vc_protokolu.pdf)>.

Kašpárek, L. 2012. Modelování vlivu klimatických změn na hydrologický režim v České republice [online]. Prezentace, nedatováno, [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <<http://www.limnopol.cz/useruploads/files/4-kasperek-modelovani-vlivu-kz.pdf>>.

Rogers, S., Evans, L. 2012. World carbon dioxide emissions data by country: China speeds ahead of the rest. The Guardian Datablog [online]. 31 January 2011 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <<http://www.guardian.co.uk/news/datablog/2011/jan/31/world-carbon-dioxideemissions-country-data-co2#data>>.

Rožnovský, J. Možné dopady měnícího se klimatu na území České republiky. Prezentace z cyklu regionálních seminářů Cally a Ekologického institutu Veronica, Liberec, 15. června 2010 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <<http://www.veronica.cz/prezentace/Roznovsky.pdf>>.

Situační a výhledová zpráva. 2012. Ministerstvo zemědělství ČR. 2012 [cit. 2016-06-04]. Dostupné z [http://www.eagri.cz/public/web/file/178725/SVZ\\_2012\\_ovoce.pdf](http://www.eagri.cz/public/web/file/178725/SVZ_2012_ovoce.pdf).

Sdělení Komise Evropského parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů. Strategie EU proti přizpůsobení se změně klimatu. 2013 [cit. 16.4.2013]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni\\_strategie\\_eu/\\$FILE/OEOK-Adapta%C4%8Dn%C3%AD\\_strategie\\_EU-20130806.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/adaptacni_strategie_eu/$FILE/OEOK-Adapta%C4%8Dn%C3%AD_strategie_EU-20130806.pdf)

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR [online]. Ministerstvo životního prostředí. [cit. 2015-10-29]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni\\_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf).

The World Bank. World Development Report 2010: Development and Climate Change [online]. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2010 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>.

Weaver, A. J. 2009, Kodaňská diagnóza, Zpráva světa o nových poznatcích klimatologie [online]. et al. Brno: ZO ČSOP Veronica, 2010 [cit. 2012-01-04]. Dostupné z: [http://www.veronica.cz/dokumenty/kodanska\\_diagnoza.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/kodanska_diagnoza.pdf) 29>.