

Klimatologická studie

**Studie klimatologických poměrů lokality Tokáň
(období 2009/11 – 2010/10 a celkové zhodnocení)**

Část I (Text + Přílohy)

**Český hydrometeorologický ústav
oddělení meteorologie a klimatologie
pobočka Plzeň**



V Plzni dne 14. listopadu 2010

zpracoval: RNDr. Jiří Hostýnek

1. Úvod

V této klimatologické studii bylo zpracováno období listopad 2009 – říjen 2010. V závěru je zhodnoceno přehledně celé období 2008-2010. V souladu s předchozími výstupy v roce 2008 a 2009 byly srovnány naměřené údaje s nejbližšími klimatologickými stanicemi ČHMÚ – automatickou klimatologickou stanicí Varnsdorf a manuální klimatologickou stanicí Česká Lípa. Poloha stanic zůstala beze změny.

2. Měřicí období, příprava a vyhodnocení dat (listopad 2009 - říjen 2010)

Měření probíhalo nepřetržitě od 1. listopadu 2009 do 31. října 2010. Umístění senzorů i jejich výška zůstala beze změny, stejně tak způsob měření, přenos dat a jejich ukládání do databáze. Změna četnosti v zasílání datových souborů nastala 3. 5. 2010, kdy podobně jako ostatní automatické klimatologické stanice i stanice Tokaň přešla z 15 min. intervalu na 10 min. interval ukládání a zasílání dat. Drobné výpadky v datech nastaly právě 3. až 4. května, kdy došlo ke změně nastavení SW stanice. Výpadky v datech neovlivnily však výpočet denních a měsíčních použitých hodnot. Problém spíše nastal, podobně jako v minulých letech, u měření přízemní teploty. Senzor byl v zimě zapadán sněhem a snímal tak zkreslené údaje reprezentující teplotu ve sněhu, nikoliv vzduchu.

Z naměřených 15/10 min. dat byly následně vytvořeny standardní řady následujících prvků:

- průměrné denní teploty
- maximální denní teploty
- minimální denní teploty
- přízemní minimální teploty
- průměrné denní relativní (poměrné) vlhkosti vzduchu
- denní úhrn srážek
- denní úhrny (sumy) délky trvání slunečního svitu
- průměrné denní rychlosti větru
- maximální denní rychlost větru
- průměrné denní tlaky vzduchu
- průměrné denní teploty půdy v hloubkách 5, 10, 20, 30, 50, 100 cm

Výpočty byly provedeny podle standardních postupů používaných v ČHMÚ. Z denních dat se vypočetly pak následující měsíční hodnoty:

- průměrné měsíční teploty
- maximální a minimální měsíční teploty
- minimální přízemní teplota v měsíci
- průměrné měsíční relativní (poměrné vlhkosti vzduchu)
- maximální a minimální měsíční relativní (poměrné vlhkosti vzduchu)
- měsíční úhrn srážek
- měsíční sumy délky trvání slunečního svitu
- průměrné měsíční rychlosti větru
- maximální rychlost větru, odpovídající směr větru a čas nárazu
- průměrný měsíční tlak vzduchu
- maximální a minimální tlak vzduchu v měsíci
- průměrné měsíční teploty půdy v hloubkách 5, 10, 20, 30, 50, 100 cm
- maximální a minimální teploty půdy v uvedených hloubkách v měsíci
- větrné růžice (relativní četnost větru v % měření) pro 12 měsíců vcelku

3. Zpracování dat a jejich prezentace

Hodnocení klimatu stanice Tokáň bylo provedeno na pozadí okolních 2 klimatologických stanic Varnsdorf a Česká Lípa. Pro zpracování bylo použito opět 12 měsíců, od listopadu 2009 do října 2010. Vyhodnocení bylo provedeno na základě výpočtu průměrných denních, maximálních a minimálních hodnot naměřených prvků. Následovaly výpočty měsíčních průměrů, maxim a minim. Denní hodnoty jednotlivých prvků byly prezentovány v tabelární a grafické podobě, měsíční přehled průměrů a extrémů ve výsledné tabulce. Z měsíčních charakteristik jsme vyšli i při závěrečném celkovém vyhodnocení.

Teplota vzduchu

Teploty vzduchu byly vyhodnoceny ze standardní výšky měření 2 m, přízemní teploty z výšky 5 cm nad zemí a půdní teploty z hloubek 5,10,20,30,50,100 cm pod zemí. Způsob algoritmu výpočtu průměrných denních, maximálních a minimálních teplot vzduchu a půdních teplot byl již popsán v předchozí zprávě a zůstal nezměněn.

Průběh průměrných denních teplot, maximálních a minimálních teplot vzduchu udávají přílohy 1-12.

Průměrné denní teploty naměřené na stanici Tokáň byly v ročním průměru o 1,6 stupně nižší než denní teploty na stanici Č.Lípa a o 0,1 stupně nižší než denní teploty Varnsdorfu. Největší kladné i záporné rozdíly mezi průměrnou denní teplotou mezi Tokání a Č. Lípou dosáhly 4°C, mezi Tokání a Varnsdorfem až 5°C. Průměrné měsíční teploty byly vždy na Tokáni nižší než na sousedních stanicích. Největší rozdíl byl v letních měsících (červen 2010 Tokáň – Č. Lípa 2,8 °C), nejmenší naopak v zimních měsících (leden 2010 Tokáň – Varnsdorf 0,4°C).

Maximální a minimální teploty jsou výrazněji rozkolísané než v případě průměrných denních teplot. Maximální teploty byly většinou na Tokáni nižší než na sousedních stanicích. Absolutní maximum 33,3°C bylo naměřeno na Tokáni 12. července 2010. Stejná hodnota byla naměřena na stanici ve Varnsdorfu, v Č. Lípě však byla teplota výrazně vyšší, 36,0°C. Absolutní minimum -20,9°C bylo naměřeno na Tokáni 27. ledna 2010, v tomto dni byla absolutní minima na sousedních stanicích vyšší o 1°C (Č. Lípa -19,9°C, Varnsdorf -19,7°C).

Přízemní minimální teploty a půdní teploty jsou uvedeny v přílohách 13-24. Teploty na Tokáni byly v letním půlroce v průměru o 2-3°C nižší než na sousedních stanicích. V zimním půlroce potom rozdíl činil většinou 1-2 °C. Opačné hodnoty, tedy vyšší přízemní teploty na Tokáni, byly od prosince do počátku března, kdy senzor v 5 cm byl zapadán většinou sněhem. Přízemní minima byla tak o 5 až 10°C vyšší a nelze je proto zahrnout do hodnocení.

Půdní teploty byly analyzovány v hloubkách 5,20,50 cm pouze mezi stanicemi Tokáň a Varnsdorf, neboť stanice Č.Lípa půdní teploty neměří. Obecně existuje velmi těsný vztah mezi půdními teplotami stejných hloubek. Zatímco v listopadu byly ve všech hloubkách na Tokáni teploty o 1-2°C nižší než ve Varnsdorfu, v první polovině prosince byly již většinou stejné, ve druhé polovině měsíce naopak i vyšší, především v hloubce 50 cm. Podobný charakter rozložení teplot v jednotlivých horizontech byl až do konce února. Po roztátí sněhové pokrývky, s určitým zpožděním, dochází v poslední dekádě března k výraznému vzestupu teplot a opět změně trendu. V dalších měsících byly půdní teploty na Tokáni opět o 2-3 °C nižší než ve Varnsdorfu, největší difference 3-4 °C byly zaznamenány v červenci. Na podzim s klesajícím množstvím záření se rozdíly snižovaly na úroveň 0-2°C.

Poměrná vlhkost vzduchu

Průměrné denní poměrné (relativní) vlhkosti vzduchu byly v zimním období většinou o 1-4% nižší než v Č. Lípě a naopak o 1-3% vyšší než ve Varnsdorfu. V letním období je poměrná vlhkost na Tokáni prakticky stejná, v červenci a srpnu i nižší než na sousedních stanicích. Lepší korelace vlhkostí obecně byla mezi Tokáněm a Varnsdorfem než mezi Tokáněm a Č. Lípou. V zimní polovině roku byla vlhkost v průměru mírně vyšší 80-100%, v letní polovině roku naopak v průměru mírně nižší 60-80%. Minimální vlhkost kolem 40% byla naměřena na Tokáni koncem dubna. Trendy poklesů a vzestupů byly na stanicích velmi podobné. Grafický i tabelární průběh průměrné denní vlhkosti zobrazují přílohy 25-30.

Větrné podmínky

Srovnání průměrných rychlostí a směrů větru bylo provedeno ze stanic Tokáň, Č. Lípa a Varnsdorf. Měření větru probíhalo po celé období na stožáru ve výšce 10 m nad povrchem země. Na stanicích Tokáň a Varnsdorf byl v provozu automatický senzor Vaisala, na stanici Č. Lípa pak manuální anemoindikátor a nárazy větru se neměřily.

Průměrná denní rychlost větru se pohybovala na Tokáni většinou mezi 1-3 m/s. Na stanicích Č. Lípa i Varnsdorf byly průměrné rychlosti vyšší, a to 2-5 m/s. Nižší průměrné i maximální rychlosti v lokalitě Tokáň jsou způsobeny konfigurací terénu a především rozsáhlým lesním pokryvem v blízkém okolí. Průměrné denní a měsíční rychlosti větru jsou zobrazeny v přílohách 31-36. Nejméně větrné, z hlediska průměrných rychlostí, byly v roce 2010 měsíce červenec a srpen, nejvíce větrné naopak březen a říjen. Vypočtené rychlosti byly vyhodnoceny rovněž podle jednotlivých směrů. U Tokáně vyšel nejvyšší průměr v ose západ-východ (1,1 m/s). Pro Č. Lípou vyšly nejvyšší průměrné rychlosti od severu (2,4 m/s), pro Varnsdorf naopak z jižního a jihozápadního směru 2,6 m/s. Podobné rozdělení nejvyšších průměrných rychlostí podle směrů bylo zaznamenáno i v předchozím zpracování.

Maximální rychlost větru představuje fluktuace proudění v řádu do 2 sekund a nárazy v horizontálním směru. Tento meteorologický prvek je vůbec nejproměnlivějším ze všech měřených prvků a jeho velikost závisí nejen na meteorologických příčinách, ale též na drsnosti povrchu a především překážkách (stromech, zástavbě atd.) v okolí měření. Maximální nárazy se mění velmi rychle na krátkou vzdálenost. Maximální náraz 14,7 m/s byl naměřen na Tokáni 22. srpna 2010, ve Varnsdorfu v ten den naopak jen 12,7 m/s. Vyšší nárazy o 1-3 m/s byly většinou však naměřeny ve Varnsdorfu. Nárazy jsou uvedeny v přílohách 37-42.

Směr větru byl zpracován pomocí větrných růžic z 8 směrů. Na směrových osách je vyznačena relativní četnost větrů v daném směru v % měření. Větrné růžice na všech stanicích byly vypočteny jednotně z klimatologických termínů měření 07,14,21 hod. v období listopad 2009 - říjen 2010. Následně byly zakresleny do jednoho grafu (příloha 43). Na Tokáni převládala výrazná kanalizace proudění v ose západ – východ, podobně jako v předchozím roce. Ve Varnsdorfu mírně převládal jihozápadní směr větru, v Č. Lípě díky konfiguraci terénu naopak severozápadní vítr. Na tvarech jednotlivých růžic lze dokumentovat rozdílnost v proudění na malém území a současně kvazikonstantnost z předchozích zpracování.

Sluneční svit

Způsob výpočtu denních sum slunečního svitu zůstal nezměněn. Hodnoty svitu jsou závislé na ročním období a poloze stanice vůči reliéfu a blízkým překážkám (lesům, budovám apod.). Zalesnění v blízkosti stanice Tokáň způsobuje, především v zimních měsících, kdy je nízká výška slunce nad obzorem, razantní snížení délky svitu. Denní sumy svitu nepřesáhly od prosince do poloviny února 2 hodiny trvání, zatímco na ostatních stanicích byly až 6 hodin. Od konce března se rozdíly mezi stanicemi snižují, od dubna do září byla zaznamenána délka svitu v jasných dnech 10-14 hod. na všech stanicích. Nejnížší počet dnů se svitem byl zaznamenán v lednu 2010, na Tokáni 23, v Č.Lípě 21 a ve Varnsdorfu 19. Grafický a tabelární přehled hodnot délky slunečního svitu zobrazují přílohy 44-49.

Srážkové poměry

Výpočet denních srážek proběhl stejným způsobem jako v předešlém roce. Denní úhrn byl vypočten tedy jako 24 hod. suma a zapsán k 07 hod. SEČ předchozího dne. V zimních měsících se vyskytly maximální úhrny 10 až 15 mm na většině stanic. Především v letních měsících se opět zvýšila proměnlivost mezi stanicemi. To je běžný důsledek konvektivních srážek vázaných na bouřky a přehánky. Nejsušším měsícem byl říjen 2010, kdy napršelo pouze 14 mm srážek a bylo celkem **23 bezsrážkových dnů**. Největší počet dnů s deštěm měl naopak květen s 28 srážkovými dny. Nejvyšší denní úhrn 95,4 mm byl naměřen na Tokáni 7. srpna, ve Varnsdorfu spadlo 89,4 mm a v Č. Lípě 83,6 mm. Intenzitu srážek v uvedený den můžeme hodnotit jako extrémně silnou a denní úhrny kolem 90 mm znamenají srážku s dobou návratu přibližně 100 let. Uvedené srážky způsobily povodňovou situaci a podílely se významně i na vysokém měsíčním úhrnu kolem 300 mm, který odpovídá téměř polovině ročního průměrného úhrnu. Zpracování srážek obsahují přílohy 50-55.

Tlak vzduchu

Tlak je měřen pouze na Tokáni, sousední stanice tlak vzduchu neměří. Z termínových měření v 07,14,21 hod byly vypočteny průměrné denní hodnoty, které jsou uvedeny v přílohách 56-57. Hodnoty tlaku jsou vztaženy k nadmořské výšce stanice Tokáň. Větší variabilitu a v průměru nižší hodnoty měly zimní měsíce než měsíce v letní polovině roku. Průměrné hodnoty tlaku vzduchu kolísaly mezi 940-990 hPa. Nejnížší denní průměr tlaku 940,1 hPa byl naměřen 29. ledna 2010, nejvyšší denní průměr 986,4 hPa naopak 26. ledna 2010. V lednu bylo tak naměřeno jak maximum tak i minimum tlaku vzduchu za celý rok a současně byl zaznamenán i největší pokles tlaku během 4 dnů.

Vyhodnocení období listopad 2009 – říjen 2010:

Vyhodnocení naměřených a vypočtených hodnot bylo provedeno od listopadu 2009 do října 2010. Souhrnné zpracování měsíčních charakteristik přináší příloha 58. Podle vypočtených měsíčních extrémů a průměrů (sum) bylo provedeno následující shrnutí.

Měsíční průměrné, maximální a minimální teploty byly na Tokáni většinou nižší než na okolních stanicích. V případě průměrných teplot byly během celého období rozdíly u jednotlivých měsíců většinou 1 až 2°C. U maximálních teplot byly rozdíly obdobné, často přesáhly i 2°C. U minimálních teplot v případě května a června 2010 byl Tokáň dokonce o 4 až 5°C chladnější než sousední stanice. Příčiny většinou nižších teplot spočívají v okolí stanice, která se nachází v mělké pánevní poloze a především blízkosti lesů, kterými je obklopena.

Přízemní a půdní teploty

Průměrné přízemní teploty byly většinou na Tokáni o 1-3 °C nižší, což koreluje s průměrnými měsíčními teplotami ve výšce 2 m. V zimních měsících došlo pravděpodobně k zapadání čidla přízemní teploty sněhem a z toho důvodu naměřené hodnoty neodpovídají skutečnosti. To je nejvíce patrné u měsíčních minim přízemní teploty, která byla v lednu až březnu o 10 až 15°C vyšší z důvodu měření ve sněhu, než minima naměřená v Č. Lípě a Varnsdorfu. Roční chod půdních teplot je dobře vyjádřený v hloubce 5 cm pod povrchem země. Srovnání je možné pouze se stanicí Varnsdorf, neboť Č. Lípa neměří půdní teploty. Nižší průměrné i minimální teploty o 1 až 2°C na Tokáni byly zřetelné především v jarních a letních měsících.

Průměrná měsíční vlhkost byla na všech stanicích obdobná, rozdíly nejsou velké. Přesto na Tokáni vůči předchozímu zpracování došlo k mírnému snížení vlhkosti v letních měsících, kdy po většinu měsíců byly průměrné měsíční hodnoty vlhkosti nižší než na sousedních stanicích. U maximálních měsíčních vlhkostí s nikdy zde nevyskytla 100% vlhkost. Největší rozdíly (3-7 %) se vyskytly v zimních a dále v letních měsících.

Měsíční délky trvání slunečního svitu byly na Tokáni v listopadu až únoru výrazně nižší než v Č. Lípě a Varnsdorfu, a to až několikanásobně. Sníženou délku svitu na Tokáni v zimních měsících způsobuje zřejmě zastínění čidla v případě nízké dráhy slunce nad obzorem. Není pravděpodobné, že je to důsledek vyšší oblačnosti nebo mlhy. Při vyšší dráze slunce nad obzorem (březen-říjen) k podobnému významnému snížení totiž vůbec nedochází. Podobný charakter snížení změny svitu byl prokázán již i v minulém zpracovaném období. Nejdéle slunce svítilo v **červenci (233 hodin)**, nejméně pak v prosinci (2,6 hodin). Uvedený minimální údaj však nelze brát jako důsledek meteorologického extrému, ale jako důsledek stínění čidla.

Průměrná rychlost větru byla na Tokáni opět, podobně jako v předchozím zpracování, výrazně nižší než na okolních stanicích. Je to patrné jak u průměrné, tak i u maximální rychlosti u většiny měsíců. Průměrná měsíční rychlost na Tokáni se pohybovala od 0,5 m/s do 1 m/s, zatímco na sousedních stanicích od 0,8 do 2,1 m/s. Obdobná situace byla u průměrných nárazů. Maximální náraz 14,7 m/s byl naměřen na Tokáni v srpnu 2010 a převýšil hodnotu ve Varnsdorfu. Stanice Č. Lípa nárazy neměří. Četnost větrů podle směrů vyjadřují větrné růžice. Na Tokáni převládalo opět proudění ve směru západ – východ (45% všech hodnot), četnost bezvětří je 26 % . Převládající proudění je v Č. Lípě i Varnsdorfu odlišné. V Č. Lípě převládá SZ směr (19 %), ve Varnsdorfu JZ proudění (16 %).

Měsíční úhrny srážek na jednotlivých stanicích během roku výrazně kolísaly. V zimních měsících byly srážky na Tokáni o 10 až 20 % vyšší než u sousedních stanic, v květnu byly naopak výrazně nižší než ve Varnsdorfu. Měsíční úhrn je totiž v letní polovině roku velmi závislý na výskytu lokálních srážek, které mohou být zaznamenány pouze na jedné stanici. Výrazné denní a následně i měsíční srážky byly zaznamenány v červenci a především v srpnu. Na Tokáni napršelo v měsíčním součtu 157, respektive 310 mm srážek, což byly v obou případech výrazně vyšší úhrny než na sousedních stanicích. Minimální úhrn 14 mm byl naměřen naopak v říjnu 2010. Rozhodující podíl na celkové roční sumě měly tentokrát extrémní červencové a srpnové srážky, a to na všech stanicích.

Tlak vzduchu se měřil pouze na stanici Tokán a naměřené hodnoty vyjadřují hodnotu tlaku v místě měření bez přepočtu na hladinu moře. Měsíční průměrné hodnoty kolísaly mezi přibližně mezi 957-971 hPa, nejvyšší tlak 986,4 hPa byl naměřen v lednu 2010 stejně tak jako nejnižší 940,1 hPa.

Závěrečné hodnocení celého období (2008 – 2010)

Klimatické poměry lokality Tokáň byly vyhodnoceny na základě měření za období 2008 - 2010. Přes relativně krátké období z hlediska klimatologie byla, na základě srovnání s nejbližšími stanicemi ČHMÚ Varnsdorfem a Č. Lípou, nalezena specifika klimatu daného místa. Stanice pracovala v automatickém režimu, kvalita zasílaných dat byla dobrá. Výpadky v datech byly minimální, základní interval ukládání dat byl 15 min., od 3. 5. 2010 se potom změnil v souladu s nastavením ostatních stanic ČHMÚ na 10 min. Z naměřených dat v 15/10 min. intervalu byly jednotnou metodikou vypočteny veškeré další údaje-hodnoty v klimatických termínech 07,14,21 hod a následně denní a měsíční průměrné, maximální a minimální hodnoty. Problém s vyhodnocením nastal pouze u přízemní teploty vzduchu a délky trvání slunečního svitu v zimních měsících. Senzor ve výšce 5 cm nad zemí v případě vyšší sněhové pokrývky byl zapadán a teplota vzduchu byla nereprezentativní. Podobně v zimních měsících, pravděpodobně vlivem stínění stromů, došlo ke snížení skutečných hodnot délky denních a měsíčních sum slunečního svitu.

Z vyhodnocení podle závěrečné přílohy 59 vyplývá, že stanice Tokáň svým umístěním skutečně reprezentuje mikroklima daného místa a dobře charakterizuje klimatické podmínky územního celku NPČŠ. Lesní komplexy v okolí i pánevní poloha s převládajícím travním porostem způsobily odchylky v naměřených hodnotách vůči okolním stanicím. Diference se projevily prakticky u všech prvků. Pokud shrneme předchozí závěry, vykazuje stanice Tokáň nižší průměrné, maximální i minimální teploty jak v denních, tak měsíčních hodnotách. To samé platí o přízemních teplotách, které však v době vyšší sněhové pokrývky nelze porovnat. Poměrná vlhkost byla v prvním roce měření slabě vyšší, v roce 2010 prakticky stejná jako na ostatních stanicích. Délka slunečního svitu závisela na výšce slunce nad obzorem. V letní polovině roku byla srovnatelná se stanicemi Varnsdorf a Č. Lípou, v zimních měsících došlo k razantnímu snížení, které však bylo způsobeno částečným zastíněním čidla lesním porostem. Průměrná rychlost větru byla na Tokáni mírně nižší, což je v souladu s poznatky o cirkulačních poměrech v částečně až více zalesněných celcích. U nárazů větru toto neplatí jednoznačně, v srpnu 2010 byl např. nejvyšší náraz naměřen právě na Tokáni a nikoliv na sousedních stanicích. Převládající směry byly zde po celé zpracované období v ose západ – východ a výrazně se odlišují od okolních stanic. To je způsobeno kombinací tvarů terénu a zalesnění v okolí stanice. Srážkově byly hodnoty na Tokáni slabě až mírně vyšší. Během roku měly bezesporu větší vliv než v případě ostatních stanic horizontální srážky z mlhy a rosy. Rovněž u konvektivních srážek (např. červenec a srpen 2010) byly však naměřeny výrazně vyšší úhrny. Tlak vzduchu byl měřen pouze na Tokáni, nemáme tak srovnání s ostatními stanicemi. Na blízkou vzdálenost by však pravděpodobně nedošlo ke změně hodnot. Umístění stanice je velmi dobré a následné měření hodnot na Tokáni dobře vystihlo mikroklimatické podmínky většinou zalesněného území NPČŠ a prokázalo oprávněnost zřízení stanice pro monitoring specifického klimatu této oblasti. Bylo by vhodné zachovat měření v této lokalitě i v následujících letech a dále monitorovat klimatické podmínky tohoto specifického území.