Rožnovský, J., Litschmann, T., Středová, H., Středa, T. (eds): Voda, půda a rostliny
Křtiny, 29. – 30.5. 2013, ISBN 978-80-87577-17-2

Porovnání půdně vlhkostních charakteristik vápencových partií CHKO Pálava a Moravský kras

Comparation of soil moisture characteristics of limestone areas CHKO Pálava and Moravský kras

Tomáš Litschmann[1], Pavel Hadaš[2],Tomáš Středa[3]

AMET, Velké Bílovice[1], zpracování dat, posudků a studií, Strážnice[2], MENDELU Brno[3]

Abstrakt

V příspěvku jsou vyhodnocena souběžná tříletá měření za období 2010-2012 půdních vlhkostí a dalších meteorologických charakteristik na rendzinách na vrcholu Děvína (CHKO Pálava) a na náhorní plošině vedle propasti Macocha (CHKO Moravský kras) v přibližně stejných nadmořských výškách. Ukazuje se, že přes shodnost některých meteorologických charakteristik jsou rozdíly v režimu půdních vlhkostí poměrně značné a s tím souvisí i rozdíly m.j. i v půdních teplotách. Do značné míry je to způsobeno jak morfologií okolního reliéfu, tak i mocností půd, které jsou u studovaných lokalit odlišné. Zjištěné poznatky mohou být přínosné pro podrobnější charakteristiku ekologických nároků rostlinných společenstev, která se na obou lokalitách vyskytují.

Klíčová slova: půdní vlhkost, vápenec, Moravský kras, Pavlovské vrchy

Abstract

In the contribution, there is evaluated three-year measurement period 2010-2012 of soil moisture and other meteorological characteristics at the rendzinas of the top of Devin (CHKO Pálava) and on the plateau next to the abyss Macocha (Moravian Karst) in the approximately same altitudes. It turns out that despite the commonality of some meteorological characteristics, the differences in soil moisture regime are relatively large and this is related to the differences inter alia in the soil temperature. To a large extent this is due to the morphology of the surrounding terrain, and the powers of soils that are different at studied

locations. The findings may be useful for further characterization of the ecological demands of plant communities, which which occur at both locations.

Key words: soil moisture, limestone, Moravian Karst, Pavlovske hills

Úvod

Vývoj a složení biocenóz na určitém stanovišti je neodmyslitelně determinován abiotickými faktory, jež se na něm vyskytují. Vedle pedologických poměrů to jsou především meteorologické prvky a jejich režim, jež se podílejí na konkrétním druhovém zastoupení jednotlivých stanovišť. V předložené práci jsme se pokusili porovnat dvě stanoviště, které spojuje přibližně stejné nadmořská výška, podklad tvořený karbonátovými horninami a poměrně nevelká vzdálenost od sebe. Odlišné jsou morfologické charakteristiky okolního terénu a mocnost půdního pokryvu. Obě tato stanoviště jsou již několik let vybavena automatickými meteorologickými stanicemi v přibližně stejném obsazení příslušnými snímači.

Materiál a metody

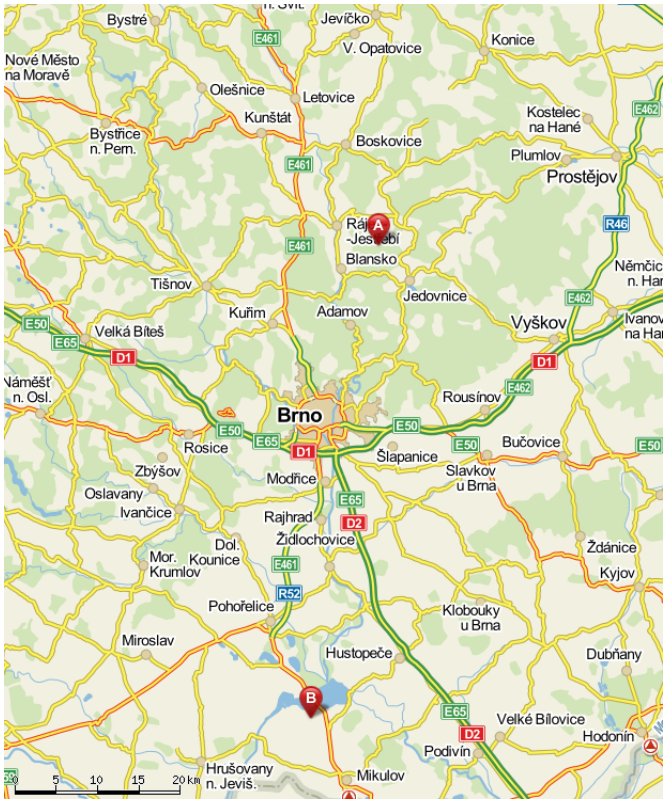
Ke zpracování byly použity naměřené údaje za období 2010 – 2012 z lokality Děvín, nalézající se v nejvyšších polohách Pavlovských vrchů (CHKO Pálava) a na náhorní plošině ve vzdálenosti několika desítek metrů od propasti Macocha v CHKO Moravský kras. Vzájemná poloha těchto lokalit je znázorněna na Obr. 1

Děvín:

Lokalita se nachází v blízkosti vrcholu Děvína v nadmořské výšce cca 545 m na bradle tvořeném jurskými vápenci. Přestože se jedná o vrcholovou lokalitu, nachází se místo měření půdních vlhkostí na mírném svahu, ukloněném k JV. Od SZ je lokalita ohraničena prudkým svahem. Půdním typem je rendzina s vysokým obsahem půdního skeletu. Jedná se o půdy mělké a vysýchavé, neutrální až mírně alkalické. Tato vrstva půdy je vlivem eroze mělká. Porost tvoří trávy, (kostřava sivá, lipnice badenská a cibulkatá nebo kostřava valiská), které jsou doplněny teplo a suchomilnými bylinami (kosatec nízký a písečný, ožanka horská, rozrazil rozprostřený, tolice rozprostřená a česnek žlutý. Dále se zde vyskytují sukulenty

(různé druhy rozchodníků a netřesk srstnatý) a na jaře osivka lžicovitá, huseník ouškatý, rozrazil časný, lomikamen třiprstý či rožec pětimužný.

Na Obr. 2 je zachyceno umístění meteorologické stanice a jejího blízkého okolí. Stanice je vybavena těmito snímači: teplota a vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, vlhkost půdy, globální záření, přízemní teplota, teplota půdy v hloubkách 5, 10 a 30 cm. Stanice je rovněž vybavena srážkoměrem s ochranou proti větru, přesto (s ohledem na těsnou blízkost skalního srázu na SZ jež při srážkách přicházejících z této strany výrazně narušuje homogenitu proudění vzduchu) je nutno tato měření považovat spíše za orientační, avšak upotřebitelná.



Obr. 1 Vzájemná poloha obou lokalit A - Macocha, B - Děvín

Obr. 2 – Celkový pohled na lokalitu Děvín s meteorologickou stanicí

Macocha:

Měřící stanoviště se nachází na plošině v blízkosti horního můstku propasti Macocha v nadmořské výše 488 m. Půdním typem je zde opět rendzina, podklad je tvořen devonskými vápenci. Půdní profil je zde poněkud hlubší, jelikož se lokalita nachází na rovinatém terénu a tudíž zde nedochází k nadměrné erozi. V okolí stanice se nacházejí zejména lesní porosty s různou zachovalostí (květnaté bučiny s bukem lesním s příměsí smrku) a mezofilní lemy s jetelem prostředním a černýšem hajním. V širším okolí navazují vápnomilné bučiny s bukem lesním a okroticí bílou, místy s přechody k suťovým lesům, zejména při okraji Macochy s jedlí a tisem. Místy přechází lesní porosty v hercynské dubohabřiny s jaterníkem podléškou, sasankou hajní, místy i s ostřicí chlupatou.

Meteorologická stanice má téměř totožné vybavení jako stanice na Děvínu. Výška snímačů teploty a vlhkosti vzduchu je ve výšce cca 1,8 m nad zemí, stejně tak i snímač globálního záření.

S ohledem na to, že půdy na obou lokalitách jsou značně skeletovité, bylo zapotřebí věnovat zvláštní pozornost instalaci snímačů půdní vlhkosti, aby byly zajištěny srovnatelné podmínky.

Snímače se instalovaly svisle do předem vyhloubené jámy hluboké 35 cm a široké 10 cm, okolní prostor kolem snímače byl vyplněn jemnozemí bez větších skeletovitýh částic.

Měření na obou lokalitách probíhají ve čtvrthodinových intervalech a několikrát denně jsou předávána prostřednictvím sítě GSM na webový server. Zpracované období pro účely této práce bylo od 1.1.2010 do 31.12.2012. Zahrnuje vlhká období, jako byl rok 2010, tak i období s nedostatkem srážek, mezi něž patří především období od podzimu 2011 do června 2012. Zpracování bylo provedeno běžnými postupy s využitím programů sady MS Office a kromě charakteristik režimu vlhkostí půdy byly vyhodnoceny i další měřené meteorologické parametry, ovlivňující vláhovou bilanci. Ve většině případů byly zpracovány měsíční charakteristiky za celé tříleté období.

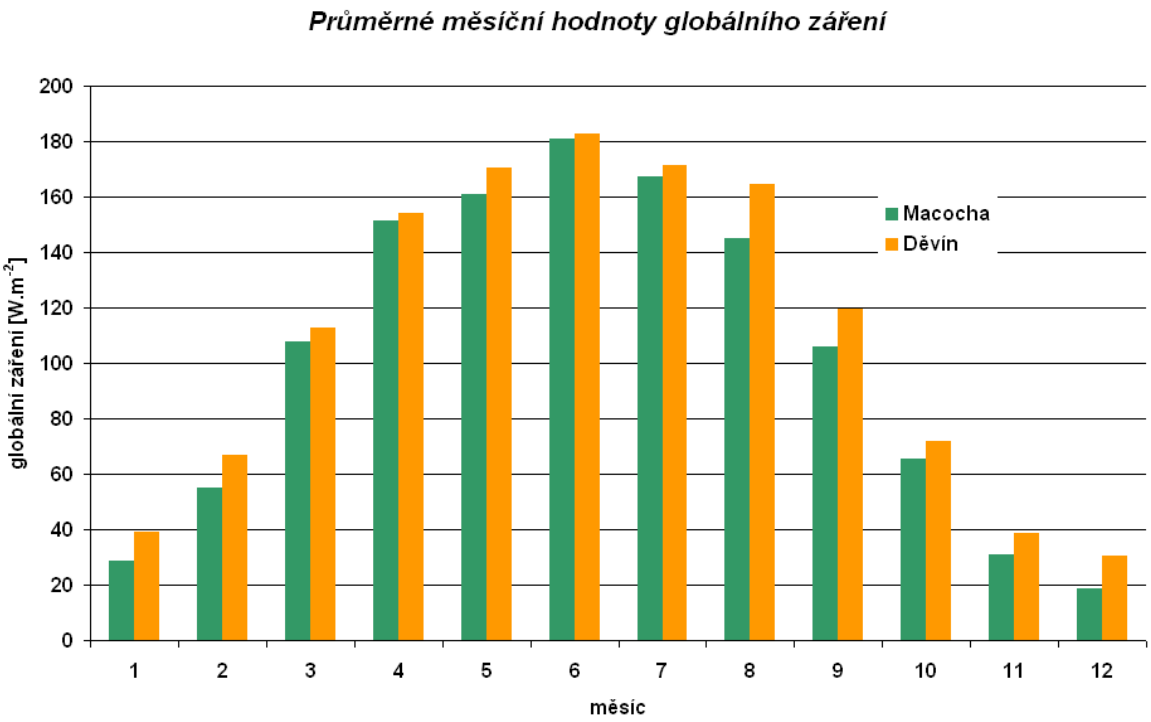
Obr. 3 Umístění meteorologické stanice v blízkosti propasti Macocha

Výsledky a diskuse

Dříve, než přistoupíme k vlastnímu vyhodnocení režimu půdních vlhkostí a půdních teplot, provedeme vyhodnocení meteorologických veličin, jež s vlhkostí půdy úzce souvisí.

Globální záření:

Globální záření je hlavním zdrojem energie na zemském povrchu. Na Obr. 4 jsou vyneseny jeho průměrné měsíční hodnoty pro obě lokality. Ukazuje se, že v jarním a částečně i v letním období nejsou rozdíly mezi nimi příliš velké a dosahují velikosti pouze několika procent ve prospěch lokality Děvín, avšak v srpnu a v září se zvyšují až na ca 15 %. Lze proto předpokládat, že množství energie, potřebné k fotosyntéze, je na obou lokalitách po většinu roku přibližně stejné. Sluneční záření, dopadající na povrch půdy, ovlivňuje rovněž i její teplotu a povrchovou teplotu rostlin.

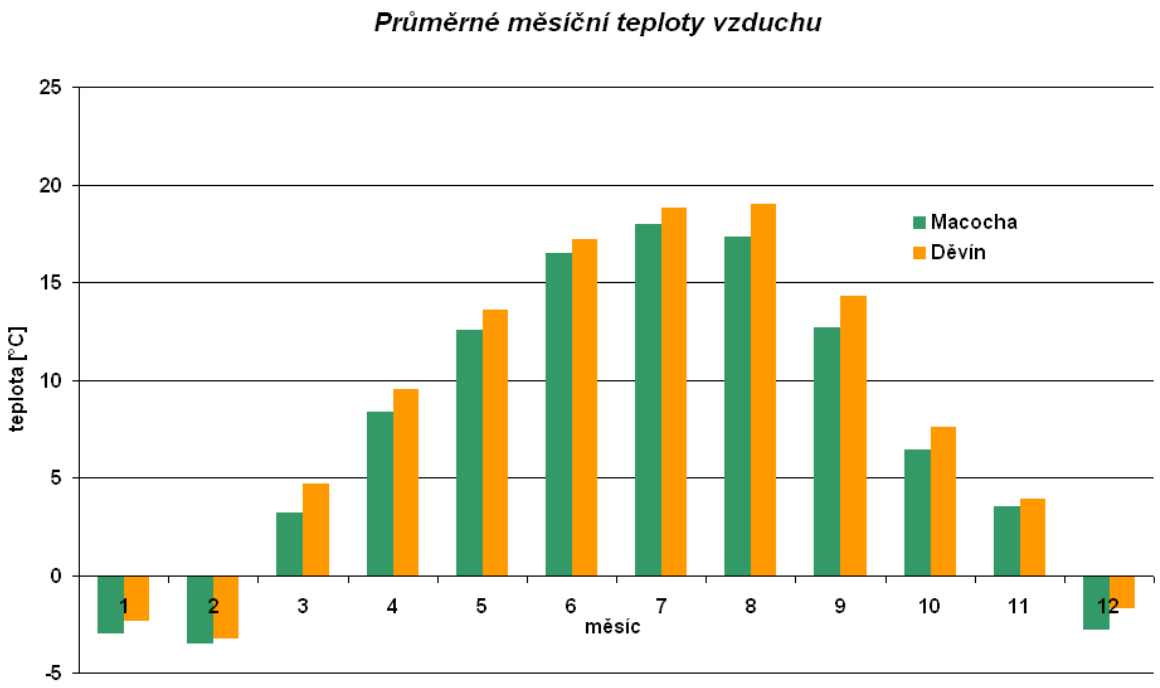


Obr. 4

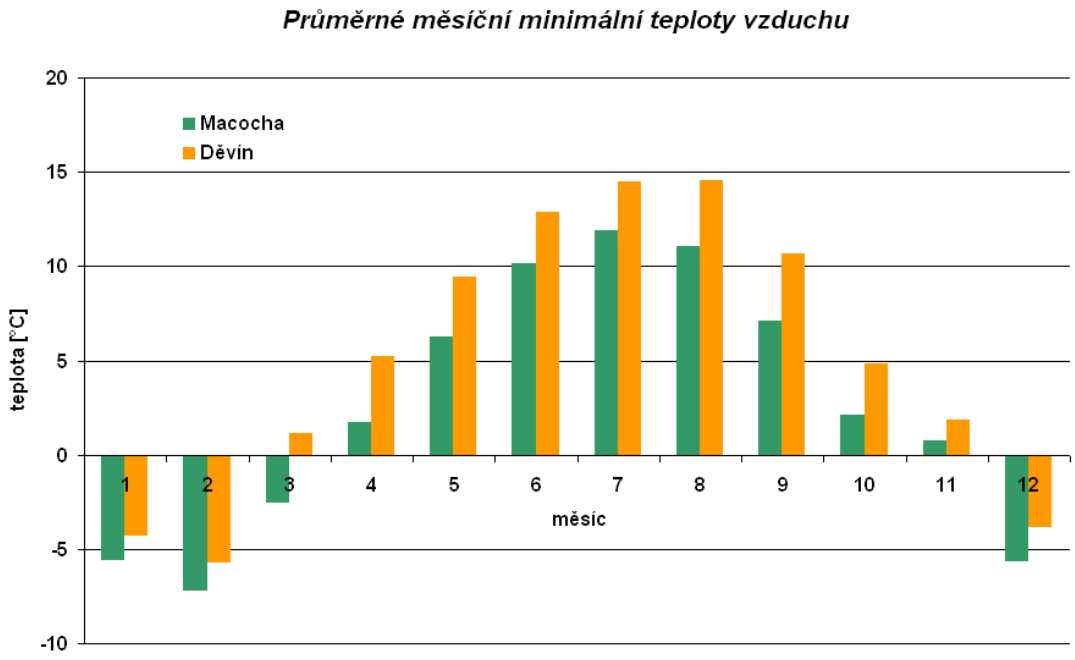
Teplota vzduchu:

Tato veličina je dalším z prvků, ovlivňujících růst rostlin a jejich životní projevy, stejně tak jako i velikost evapotranspirace. Z Obr. 5 vyplývá, že průměrné měsíční teploty vzduchu jsou vyšší na lokalitě Děvín, přibližně o cca 1 – 1,5 ^{o}C, největší jsou v srpnu a září, což dobře koresponduje i s rozdíly v hodnotách globálního záření. Nadmořská výška obou lokalit je přibližně stejná a ani rozdíly v zeměpisné šířce rovněž nejsou tak velké, aby vysvětlily uvedenou teplotní diferenci mezi těmito lokalitami. Příčinou je odlišná morfologie okolního terénu, nedovolující na Děvínu přílišnou stagnaci vzduchu nad aktivním povrchem a jeho transformaci. To je ostatně uvedeno již i v práci Litschmann, Hadaš (2005), v níž se uvádí, že povětrnostní podmínky ve vrcholových partiích vápencového bradla Pavlovských vrchů se spíše přibližují podmínkám ve volné atmosféře. Projevuje se to především zvýšenými minimálními teplotami, jak dokládá Obr. 6, kdy během radiačního ochlazování v období negativní energetické bilance studený vzduch stéká po svahu, zatímco v případě rozsáhlejší plošiny v okolí Macochy stagnuje a prochlazená vrstva dosahuje větší mocnosti. Tento rozdíl v minimálních teplotách je nejmenší v zimních měsících, kdy se pohybuje kolem 1 ^{o}C, největší je v měsících letních, kdy přesahuje 3 – 3,5 ^{o}C. Příčinou menších rozdílů v zimním období může být, opět ve shodě s prací Litschmann, Hadaš (2010), větší mocnost inverzní vrstvy nad celým přilehlým úvalem v tomto časovém úseku.

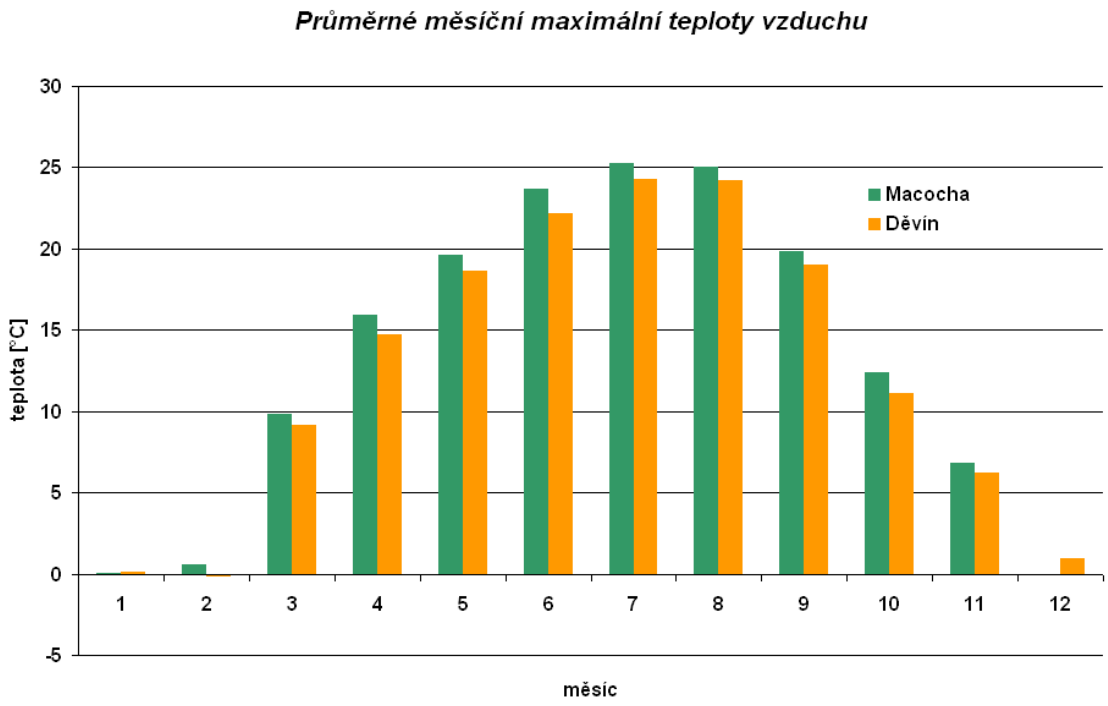
Vyšší minimální teploty na Děvínu jsou proto hlavní příčinou toho, proč tato lokalita vychází oproti lokalitě Macocha v průměru teplejší. Vliv minimálních teplot je tak velký, že ani nižší průměr maximálních teplot (obr. 7) to již nedokáže kompenzovat. Průměrné maximální teploty vzduchu jsou v lokalitě Děvín cca o 1 – 1,5 ^{o} C nižší v důsledku zvýšené aktivity ventilačních procesů, které nedovolují trvalejší prohřívání přilehlého vzduchu od aktivního povrchu. To se musí zákonitě projevovat v menší amplitudě teplot vzduchu v průběhu dne, jak ostatně je patrno z obr. 8. Pokud jde o teplotu vzduchu, panují tudíž na vrcholu Děvína méně extrémnější poměry, než v rovinatém území náhorních plošin Moravského krasu.


Průměrné měsíční teploty vzduchu
teplota [°C]
25
20
15
10
5
0
-5
Macocha
Děvín
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc

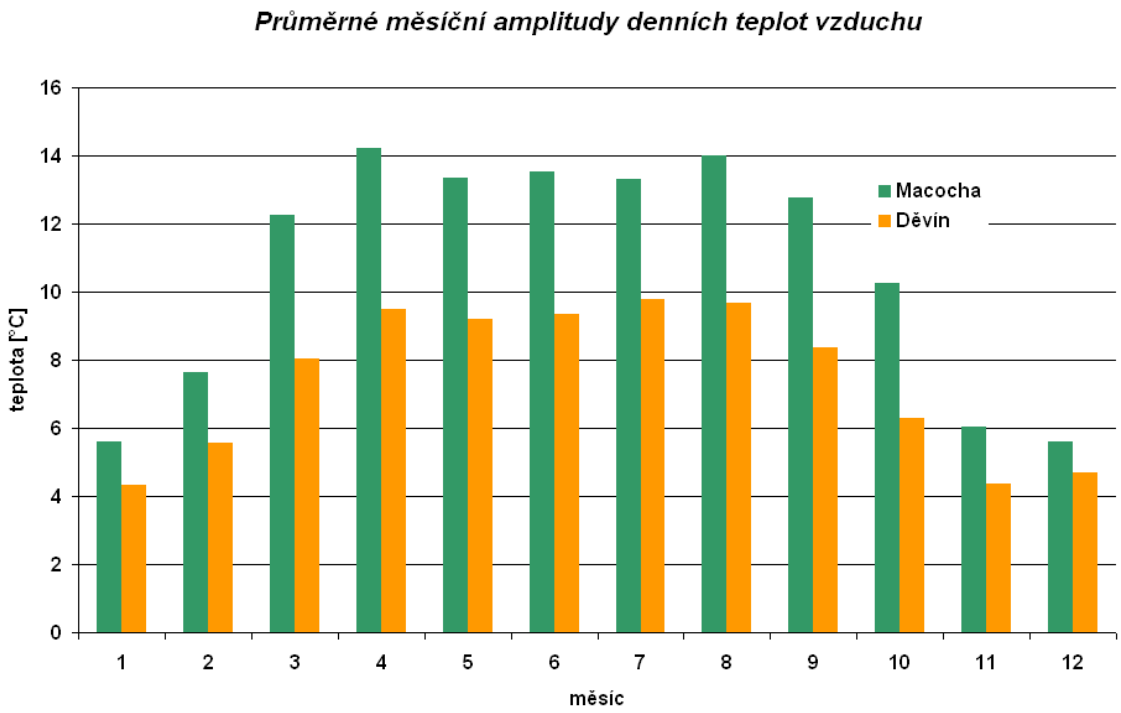
Obr. 5


Průměrné měsíční minimální teploty vzduchu
teplota [°C]
20
15
10
5
0
-5
-10
Macocha
Děvín
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc

Obr. 6


Průměrné měsíční maximální teploty vzduchu
30
25
20
15
10
5
0
-5
teplota [°C]
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc
Macocha
Děvín

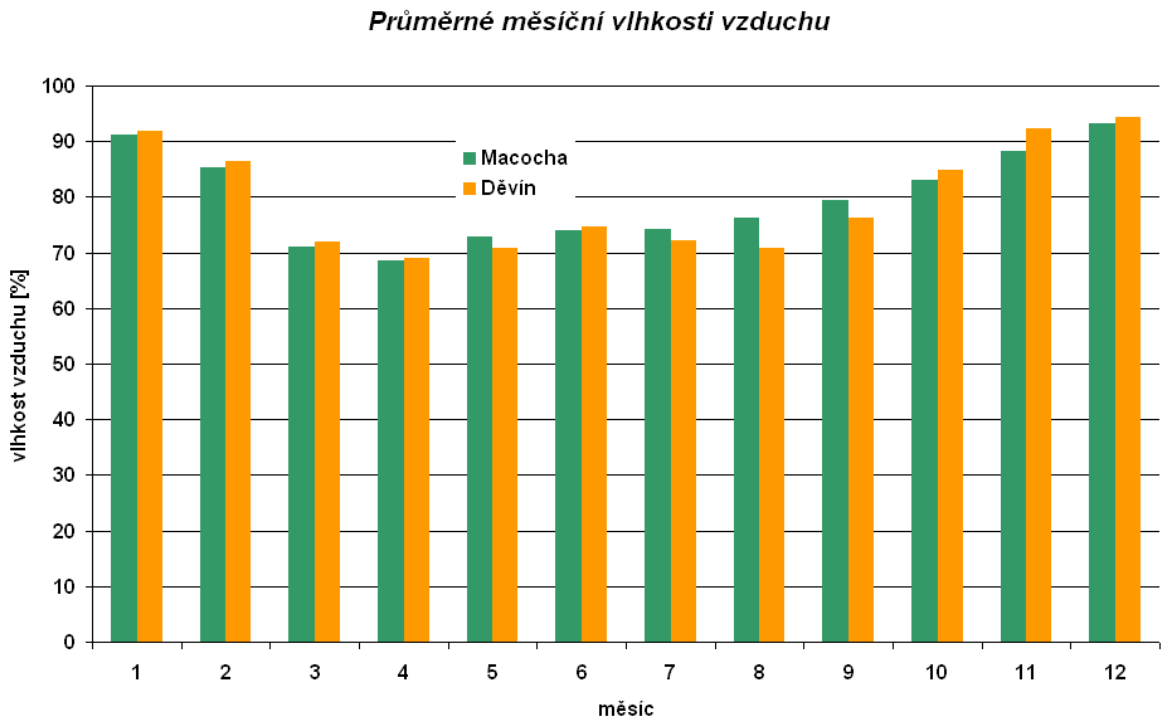
Obr. 7


Průměrné měsíční amplitudy denních teplot vzduchu
16
14
12
10
8
6
4
2
0
teplota [°C]
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc
Macocha
Děvín

Obr. 8

Vlhkost vzduchu:

Vlhkost vzduchu, jako další z faktorů ovlivňující evapotranspiraci, je v měsíčním zpracování znázorněna na Obr. 9. V průměrných hodnotách nejsou zaznamenány žádné výraznější rozdíly, pouze nižší o něco nižší hodnoty na Děvínu v srpnu a září naznačují v souvislosti i s ostatními již dříve uváděnými veličinami, že v těchto měsících jsou poměry na obou lokalitách z nějakého důvodu více rozdílné než ve zbývajících měsících.



Obr. 9

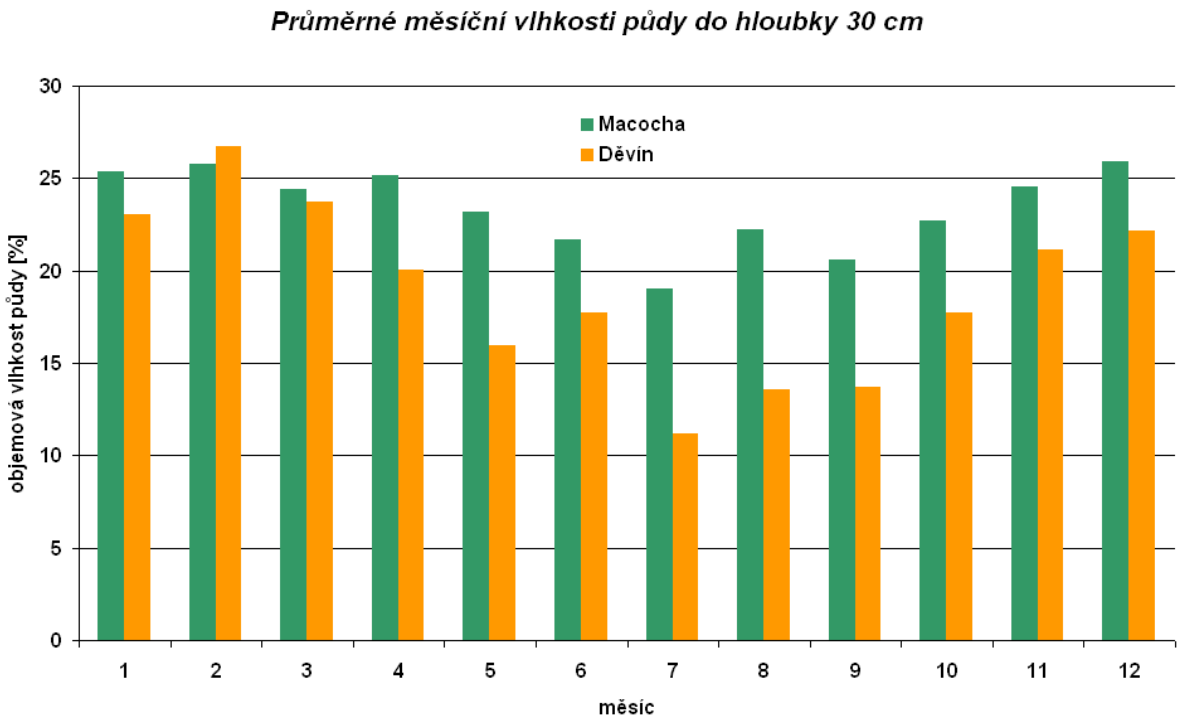
Vlhkost půdy:

Vlhkost půdy je poměrně komplexní charakteristikou, v jejíž hodnotách se odrážejí vlivy pedologických faktorů, povětrnostních i rostlinných, navzájem provázaných nejrůznějšími vazbami. V obou případech byla objemová vlhkost půdy měřena ve svislé vrstvě do hloubky 30 cm bez ovlivnění skeletem. Při srovnání průměrných měsíčních hodnot půdních vlhkostí na obou lokalitách, tak jak je provedeno na Obr. 10 vyplývá, že v jarním období, kdy půdy dosahují většinou stavu nasycenosti po zimě, jsou hodnoty vlhkostí nejvyšší a přibližně stejné

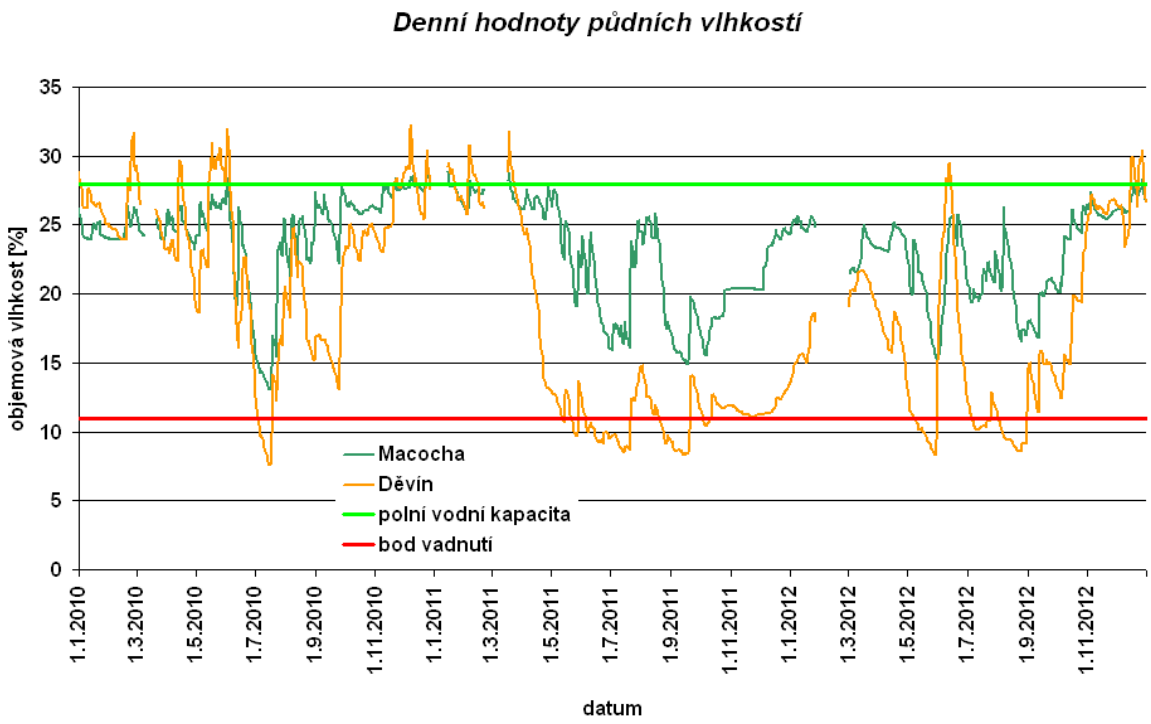
velikosti (měsíce únor a březen), z čehož lze usuzovat, že tyto půdy jsou si druhově i typově velmi blízké a hodnota polní vodní kapacity se u nich pohybuje kolem 28 obj. %. Na Macoše se vysoká půdní vlhkost udržuje ještě i v dubnu, zatímco na Děvínu již v tomto měsíci začíná klesat a nejnižších hodnot je dosahováno v průměru ve zpracovaném období v červenci. S tím, jak klesají hodnoty evapotranspirace v podzimních měsících, se půdní vlhkost od října postupně zvyšuje, v závislosti na spadlých srážkách.

V červenci a srpnu jsou pozorovány nejvyšší rozdíly u obou lokalit, přičemž lokalita Děvín je výrazně sušší. Rozdíly v půdních vlhkostech lépe vyniknou při srovnání jejich denních hodnot v průběhu tříletého období, tak jak je zpracováno na Obr. 11. Na Děvínu dochází k výraznějším poklesům vlhkosti půdy v období s nižšími srážkami a poměrně často je dosahováno bodu vadnutí, přičemž tento stav trvá i delší období, jak tomu bylo po většinu vegetačního období let 2011 a 2012. Pouze ve výrazně srážkově nadnormálním roce 2010 se období s hodnotami půdních vlhkostí v blízkosti bodu vadnutí vyskytovalo jenom sporadicky. Na lokalitě Macocha jsou půdní vlhkosti příznivější, bodu vadnutí v žádném ze sledovaných let nebylo dosaženo. Vyskytují se však stavy, kdy hodnota půdní vlhkosti klesne pod hranici 60 % VVK, což je hodnota, všeobecně považována za počátek vodního stresu u rostlin. Obr. 12 dokazuje, že v měsících červenci a září je počet těchto dnů na lokalitě Macocha v průměru až dvacet, avšak na Děvínu se prakticky vyskytují po celé tyto měsíce.

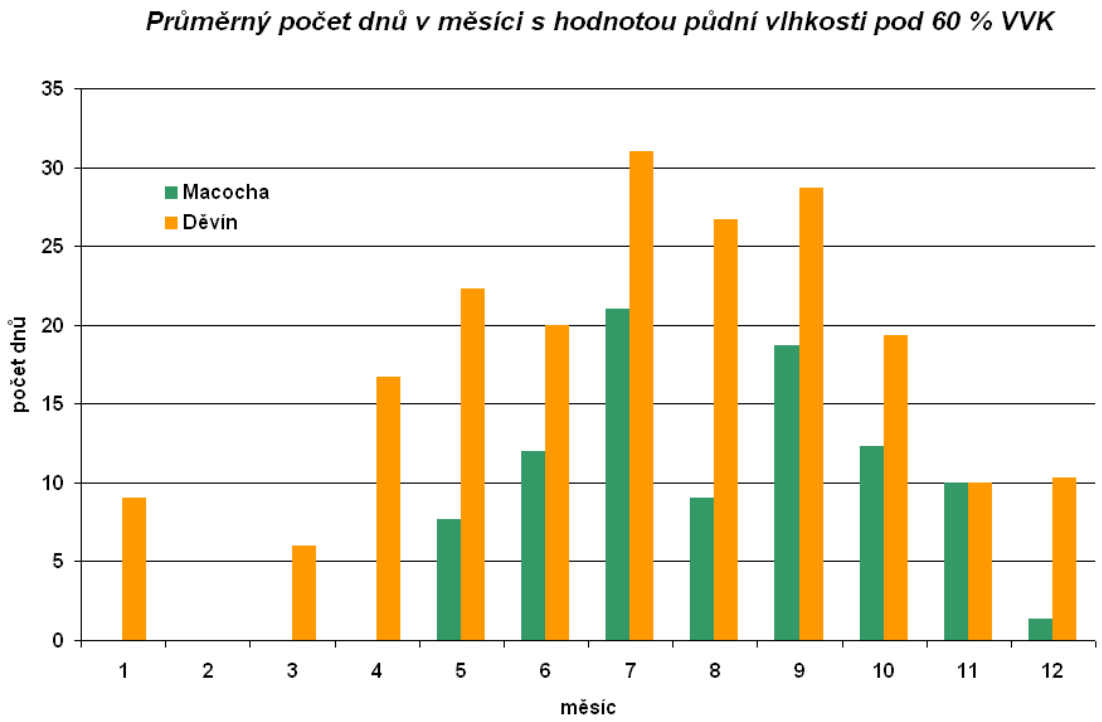
Příčin nižších vlhkostí půdy na Děvínu oproti lokalitě Macocha může být několik: nižší úhrny srážek, mělčí půdní profil, poloha na svahu a pravděpodobně i půdní repelence, omezující zasakování dešťových srážek a vyšší evapotranspirace v lokalitě Děvín.


Průměrné měsíční vlhkosti půdy do hloubky 30 cm
Macocha
Děvín
objemová vlhkost půdy [%]
0
5
10
15
20
25
30
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc

Obr. 10


Denní hodnoty půdních vlhkostí
objemová vlhkost [%]
0
5
10
15
20
25
30
35
Macocha
Děvín
polní vodní kapacita
bod vadnutí
1.1.2010
1.3.2010
1.5.2010
1.7.2010
1.9.2010
1.11.2010
1.1.2011
1.3.2011
1.5.2011
1.7.2011
1.9.2011
1.11.2011
1.1.2012
1.3.2012
1.5.2012
1.7.2012
1.9.2012
1.11.2012
datum

Obr. 11

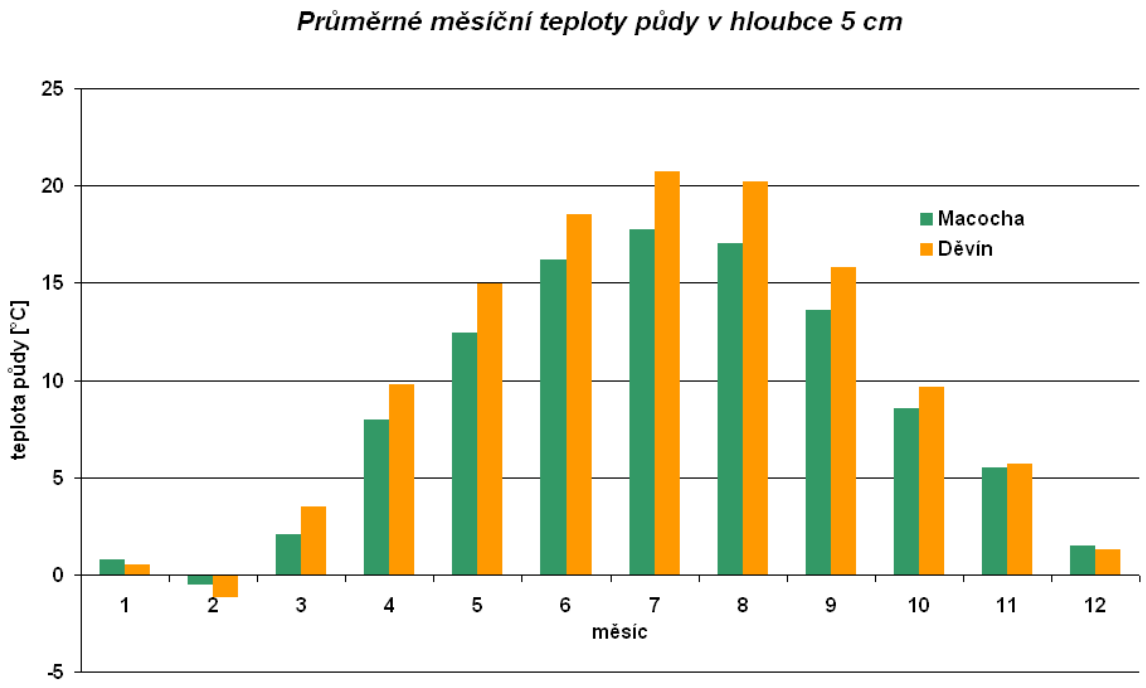


Obr. 12

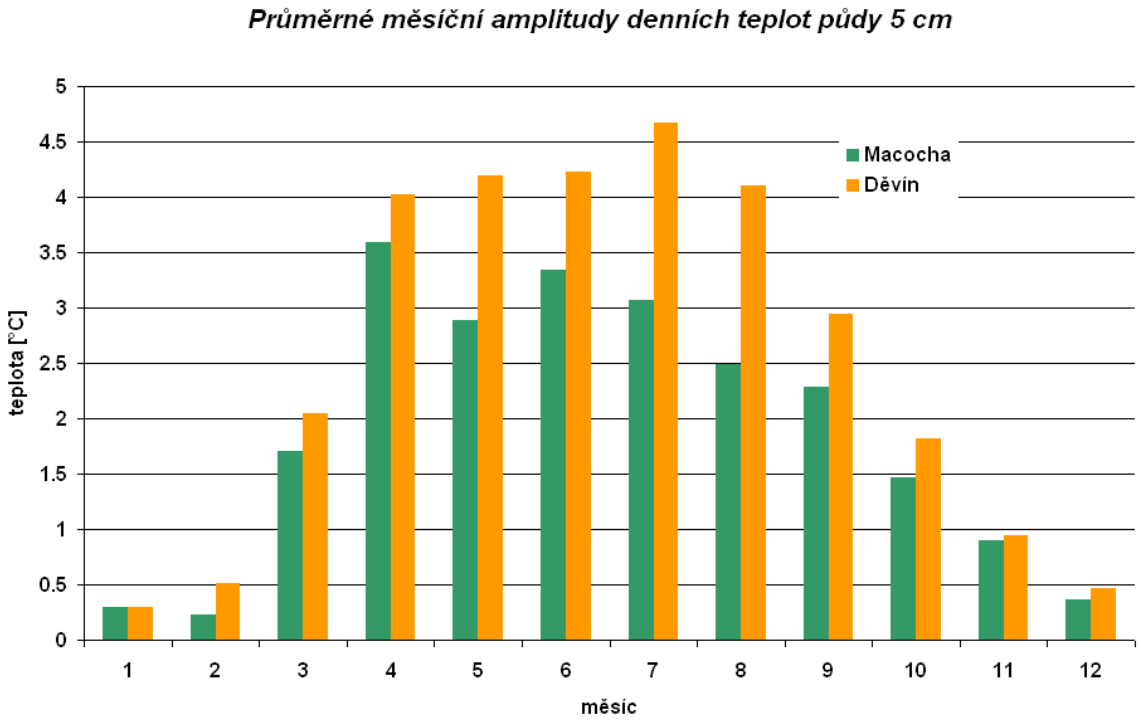
Teploty půdy:

Teplota půdy je v poměrně úzké vazbě k prakticky všem výše uvedeným činitelům. Globální záření ovlivňuje radiační bilanci aktivního povrchu, teplota vzduchu se podílí na jeho energetické bilanci prostřednictvím turbulentní výměny a zásoba vláhy v půdě společně s dalšími prvky limituje latentní výměnu tepla. Výslednicí těchto procesů pak jsou teploty půdy, které můžeme v měsíčních průměrech sledovat na Obr. 13. V zimních měsících od prosince do února jsou půdní teploty v hloubce 5 cm nižší na Děvínu, tato skutečnost pravděpodobně souvisí s nižší vrstvou sněhové pokrývky, která je z vrcholu odváta, zatímco na Macoše vytváří silnější vrstvu, zabraňující ztrátě tepla z půdy. Ve zbývajících měsících jsou teploty půdy vyšší na Děvínu, přičemž největší rozdíly se vyskytují v červenci a srpnu a dosahují velikost 3 ^{o}C. Příčiny zvýšených průměrných teplot půdy na Děvínu mohou být tyto: vyšší průměrné teploty vzduchu, ale především po většinu vegetačního období nižší vlhkosti půdy, čímž je omezena spotřeba tepla na evapotranspiraci, nedostatek vláhy je

současně limitujícím faktorem pro vývoj vegetace, která je na Děvínu nižší a tudíž solární radiace proniká více přímo na povrchu půdy. Podobný průběh a rozdíly lze pozorovat i u půdních teplot v hloubce 10 a 30 cm. Vliv zakrytí půdy rostlinami a větší spotřeba tepla na evaporaci a transpiraci je zřetelně vidět i na průměrných amplitudách denních půdních teplot, zachycených po měsících na Obr. 14. Největší rozdíly jsou naměřeny v měsících květnu, červenci a srpnu, tedy ve stejných měsících, kdy i rozdíly v hodnotách půdních vlhkostí mezi oběma lokalitami dosahují maxima.



Obr. 13



Obr. 14

Závěr

V předloženém příspěvku jsme se pokusili porovnat dvě lokality přibližně ve stejné nadmořské výšce s půdami na vápencovém podloží. Avšak vlivem odlišného tvaru reliéfu lze na nich pozorovat rozdíly jak v meteorologických prvcích, tak i v režimu půdních vlhkostí a teplot. Na lokalitě Děvín lze pozorovat oproti lokalitě Macocha déletrvalejší období sucha, při nichž se hodnoty půdních vlhkostí přibližují bodu vadnutí. Srážky, dopadající na vrchol Děvína zasakují na ukloněném povrchu jen v omezené míře a většinou odtékají do níže položených míst. V důsledku omezení spotřeby tepelné energie na výpar a zároveň i vlivem nižšího zakrytí povrchu půdy rostlinami se povrch půdy během dne více ohřívá a proto jsou vyšší i půdní teploty a jejich variabilita. Na lokalitě Macocha vzduch za nocí s radiačním režimem počasí stagnuje a dochází k jeho zvýšenému ochlazování, proto jsou naměřené minimální teploty nižší než na Děvínu, pro nějž je charakteristický konvexní tvar reliéfu. Vyšší minimální teploty na Děvínu způsobují, že v konečném výsledku se tato lokalita jeví jako v průměru teplejší, přestože maximální teploty jsou zde nižší než na Macoše.

Rostlinná společenství, charakterizovaná druhovým zastoupením pro každou z těchto dvou lokalit, jsou determinována průběhem meteorologických prvků a panujícími půdními podmínkami, do jisté míry se však současně podílejí i na utváření především půdního mikroklimatu.

Literatura

Litschmann, T., Hadaš, P. (2005): Příspěvek k mezoklimatickým poměrům Pavlovských vrchů a blízkého okolí. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): „Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“, Křtiny 12. – 14.9.2005, ISBN 80-86 690–31-08

Litschmann, T., Hadaš, P. (2010): Teplotní inverze v oblasti Pavlovských vrchů. Kožnarová, V., Sulovská, S. (ed.): Bioklima 2010. Sborník příspěvků z mezinárodní konference, Praha 7.-9.9.2010, ISBN 978-80-213-2097-0

Musil, Z. (2013): Rostlinná společenství v okolí Macochy. Ústní sdělení

Poděkování

Příspěvek vznikl s podporou výzkumného grantu Ústavu ekologie lesa LDF MZLU v Brně s názvem NAZV – QJ1220033 Optimalizace vodního režimu na modelovém území Pomoravské nivy a projektu NAZV QJ1230056 Vliv očekávaných klimatických změn na půdy České republiky a hodnocení jejich produkční funkce.

Kontakt:

RNDr. Tomáš Litschmann, PhD.
AMET Velké Bílovice
Žižkovská 1230, 691 02 Velké Bílovice
731702744, amet@email.cz