



Evapotranspirační nároky porostů obilnin v oblastech s nedostatkem srážek

Václav Brant, Jan Pivec a Milan Kroulík

Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbát, brant@af.czu.cz

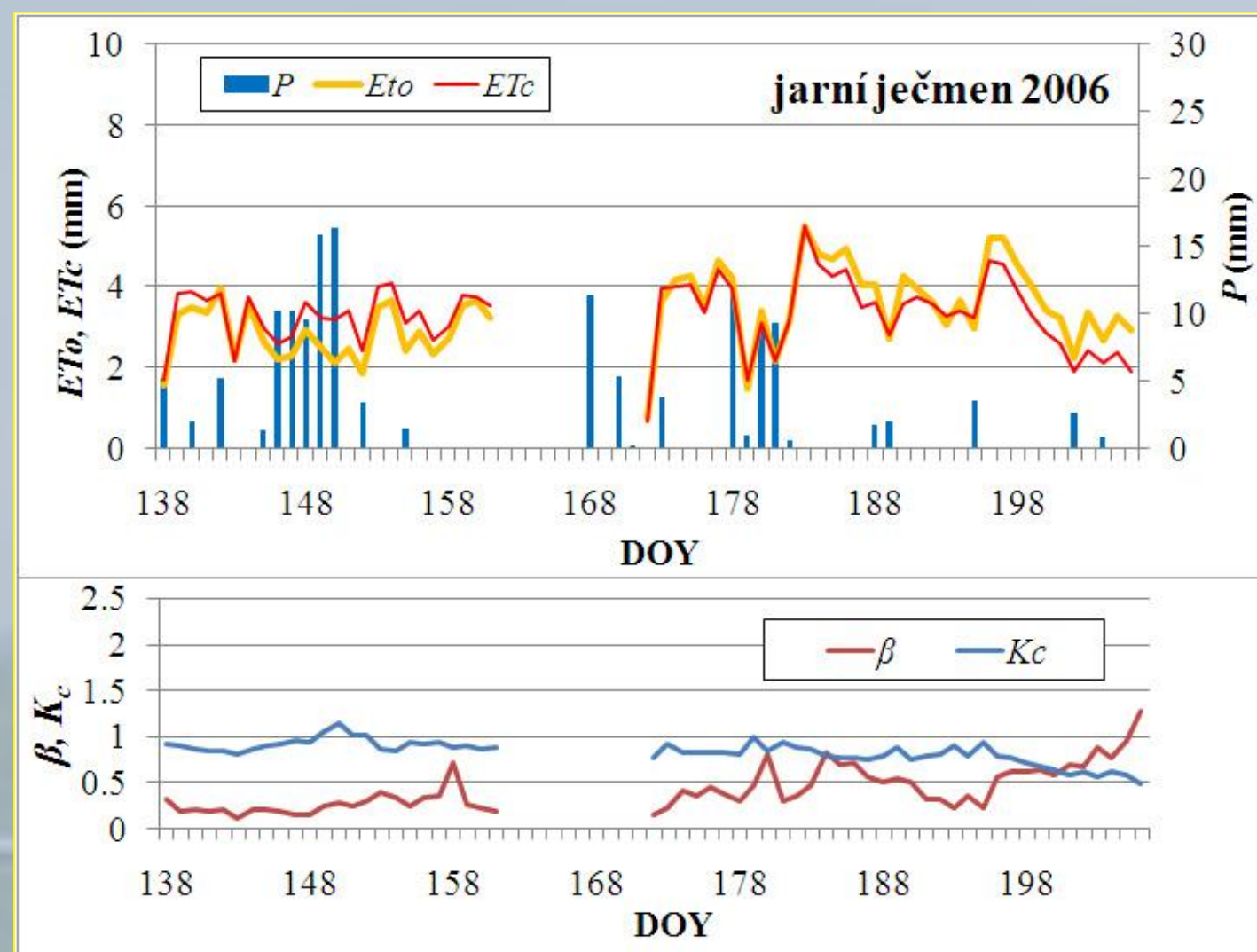
Znalost skutečných hodnot evapotranspirace kulturních rostlin je předpokladem pro pochopení vlivu zemědělství na životní prostředí a zároveň základem pro eliminaci negativního působení zemědělské činnosti v krajině na její vodní bilanci. Výměnu vodní páry a CO₂ mezi plodinami a okolním vzduchem lze rovněž vnímat jako významný faktor ovlivňující proces fotosyntézy a následně i tvorbu biomasy porostu. Z praktického hlediska lze znalost evapotranspiračních nároků plodin využít pro ovlivnění vodní bilance stanoviště na základě struktury porostu a délkou trvání a dobou nástupu vývojových fází porostu (San José *et al.* 2003). Hodnoty transpirace porostů závisí na způsobu obhospodařování a výživě (Shepherd *et al.* 1987), termínu výsevu (Connor *et al.* 1992) a na druhu či odrůdě plodiny (Eastham a Gregory 2000). Dále se hodnotí energetické toky a specifikuje efektivita využití vody porosty (Asseng *et al.* 2000). V neposlední řadě je posuzována transformace energie v krajině. Významné je stanovení hodnot skutečné evapotranspirace pro výpočet crop koeficientů (K_c) – Hanson a May (2006). Tyto koeficienty jsou vypočteny jako poměr skutečné (ET_c) a potenciální, tzv. referenční (ET_o), evapotranspirace, stanovené pro standardní podmínky standardního porostu dle Monteithem upraveného Penmanova vztahu (Allen *et al.* 1998). Problematika stanovení ET_c a K_c je intenzivně zkoumána především v aridních a semiaridních oblastech, zejména v souvislosti s otázkou závlahy. V souladu se změnami vláhových podmínek stanoviště je problém nedostatku vody rovněž aktuální i pro oblasti s optimálně zavlaženým klimatem. Cílem práce bylo stanovit aktuální a potenciální evapotranspirace u porostů jarního ječmene a ozimé pšenice. Následně byly vypočteny hodnoty K_c pro jednotlivá období růstu a stanoven vliv porostů na disipaci energie radiální bilance na zjevné a latentní teplo s ohledem na potenciální degradovatelnost agroekosystémů.

Materiál a metodika

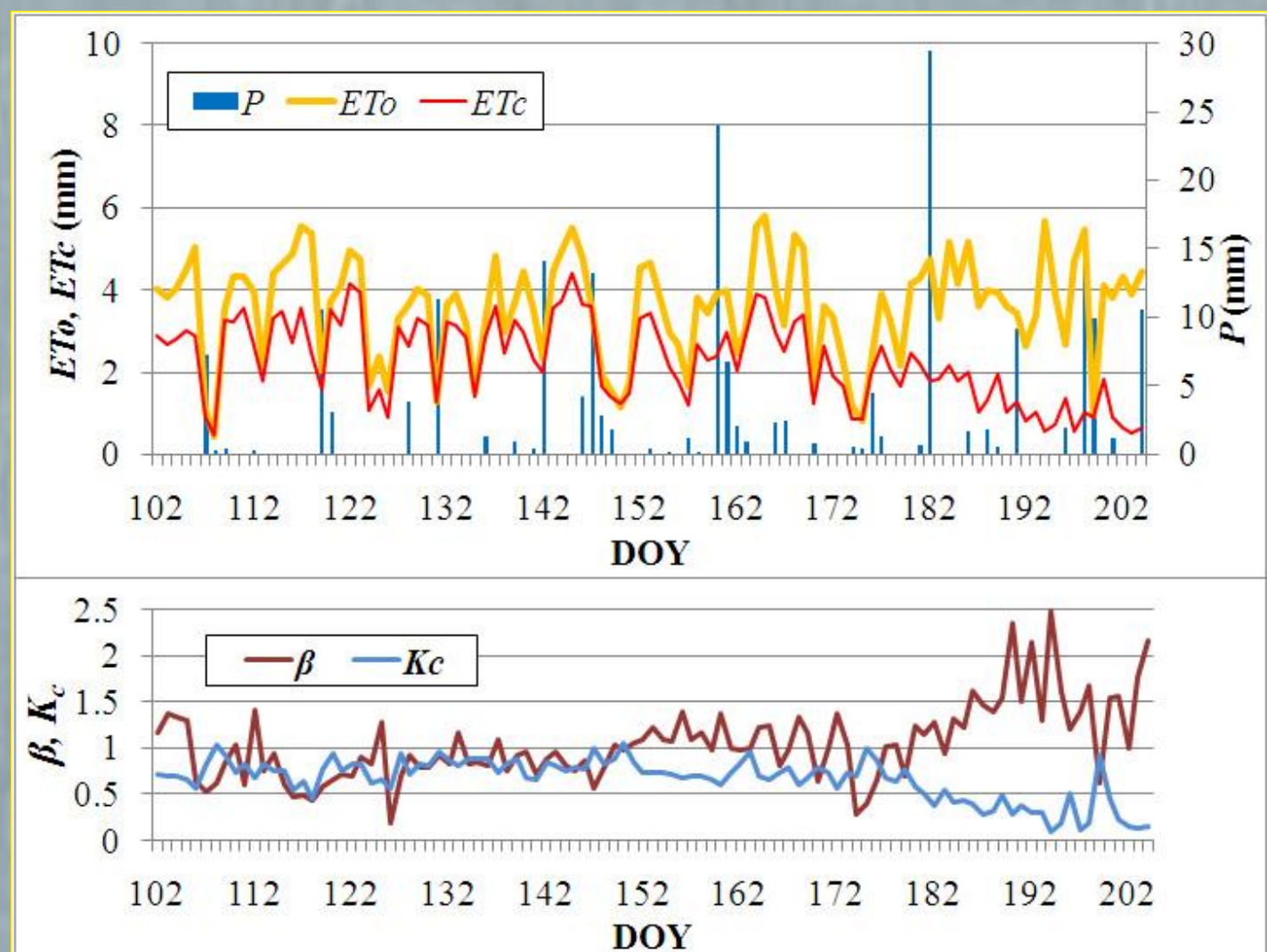
V letech 2006, 2007 a 2009 probíhala měření aktuální evapotranspirace ve středních Čechách na lokalitách Červený Újezd (GPS: 50°04'34.45"N, 14°09'22.351"E - WGS 84), hlavní půdní jednotkou je Haplická Luvisol, a Budihostice (GPS: 50°18'23.499"N, 14°15'28.893"E), hlavní půdní jednotku představuje Haplická Chernozem. Lokalita Červený Újezd se nachází v nadmořské výšce 398 m n.m. a Budihostice ve výšce 220 m n.m. Podíl srážek a potenciální evapotranspirace za normálové období (P/E_o) činí pro lokalitu Červený Újezd 0.8-0.9 a Budihostice 0.7-0.8 (Pivec *et al.* 2006). Pro měření ET_c a ET_o bylo použito měřicího systému BREB (Bowen Ratio-Energy Balance), výrobce EMS Brno, CZ. Zároveň byla měřena i objemová vlhkost půdy (VWC, %) TDR čidly CCSS, USA. Dále byla sledována objemová hmotnost půdy a pórovitost. Hodnoty potenciální evapotranspirace (ET_o) byly vypočteny dle algoritmu FAO (Allen *et al.* 1998). Crop koeficienty byly stanoveny ze vztahu $ET_c = ET_o \times K_c$ jako podíl aktuální a referenční evapotranspirace. Velikost pokusných ploch činila vždy min. 1 ha. V roce 2006 probíhala od 18.5. do 27.7. stanovení ET_c a ET_o v porostech jarního ječmene (odrůda Jersey). Základním zpracováním půdy byla orba. V roce 2007 byly na lokalitě Budihostice sledovány hodnoty ET_c v porostech jarního ječmene (Jersey) v období 22.4. - 17.7. V roce 2009 probíhala měření v porostech ozimé pšenice (Bohemia) v období od 12.4. do 23.7. Základní zpracování půdy pro ozimou pšenici představovalo mělké kypření. V rámci experimentů byla během vegetace rovněž hodnocena produkce nadzemní biomasy a vývoj porostů (BBCH fáze).

Výsledky

V roce 2006 činila suma srážek spadlých za sledované období 146,5 mm a průměrná denní teplota vzduchu 17,6 °C. Denní hodnoty ET_c se pohybovaly v rozmezí od 0,7 do 5,1 mm (Graf 1). Hodnoty K_c poté v rozmezí 0,48 až 0,99 (Graf 1). Za sledované období v roce 2007 činila suma srážek na pokusné lokalitě 142,7 mm a průměrná denní teplota dosahovala 17,2 °C. Všeobecně vyšší hodnoty ET_c byly zaznamenány na plochách s mělkým kypřením (Graf 2). Průměrné denní hodnoty ET_c se na oraných plochách pohybovaly v intervalu 1.45 až 4.6 mm a na plochách bez orby v rozmezí 1.5 až 5.4 mm. Graf 2 znázorňuje rozdíly mezi hodnotami ET_c – kypření a ET_c – orba. Za sledované období činil rozdíl mezi výše uvedenými parametry v průměru 0,27 mm za den. Celková suma denních hodnot ET_c (orba) za sledované období činila 258.2 mm a u mělkého kypření 282.2 mm. Průměrné denní hodnoty Bowenova poměru (β), který vyjadřuje podíl mezi energií zjevného a latentního tepla, dosahovaly vyšších hodnot na orané ploše (Graf 2). V počáteční fázi vývoje porostů dosahoval K_c na orané variantě průměrné hodnoty 0.86 a na kypřené ploše 0.87. V době intenzivního vývoje porostů poté průměr K_c činil 0.76 (orba), respektive 0,83 (kypření) - Graf 3. V roce 2009, porost ozimé pšenice, dosahovala suma srážek spadlých za sledované období 204,1 mm a průměrná roční teplota vzduchu hodnoty 16,5 °C. Denní hodnoty ET_c se pohybovaly v rozmezí od 0.5 do 4.4 mm (Graf 4). Hodnoty K_c poté v rozmezí 0,09 až 1,06 (Graf 4).



Graf 1: Průměrné denní hodnoty evapotranspirace porostů (ET_c , mm), denní sumy srážek (P , mm), Bowenova poměru (β) a crop koeficientů (K_c) za sledované období v porostech jarního ječmene v roce 2006. DOY – den v roce.



Graf 4: Průměrné denní hodnoty evapotranspirace porostů (ET_c , mm), denní sumy srážek (P , mm), Bowenova poměru (β) a crop koeficientů (K_c) za sledované období v porostech ozimé pšenice v roce 2009. DOY – den v roce.

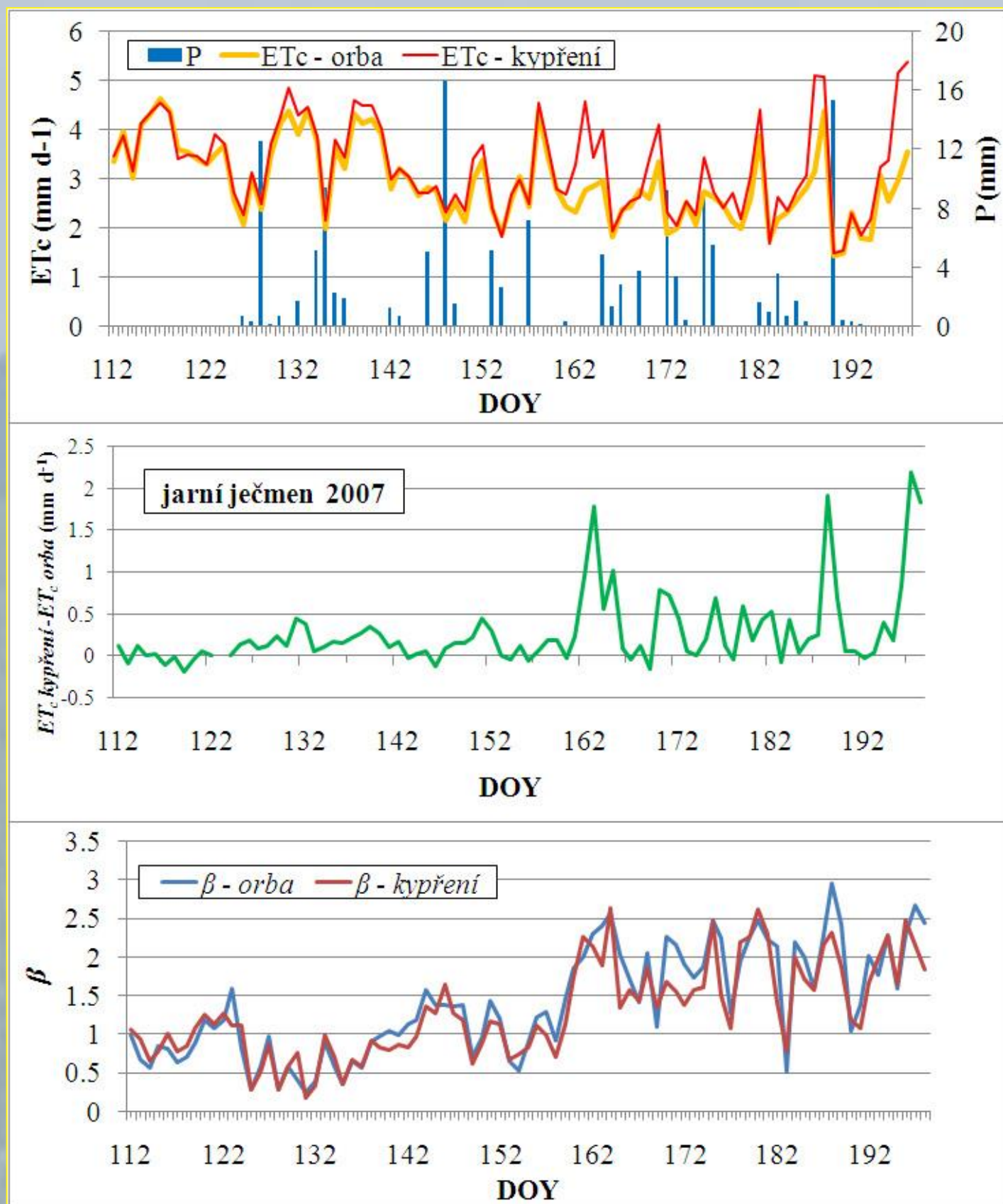
Diskuse a závěry

Ze získaných výsledků je patrné, že nástup fáze zrání obilnin je spojen s poklesem transpirace porostů a zároveň s nárůstem hodnot Bowenova poměru. Tato skutečnost, v souvislosti s vysokým zastoupením obilnin v osevních postupech, poukazuje na další rizika spojená s dominantním postavením obilnin na orné půdě z hlediska vláhové a energetické bilance krajiny. Provedené experimenty rovněž prokázaly pozitivní vliv zpracování půdy na transpirační nároky porostů ječmene. Z hlediska eliminace negativního působení zemědělství na krajinu je významné potvrzení vyšších hodnot ET_c na plochách s mělkým kypřením a zároveň stanovení nižších hodnot Bowenova poměru na neorané ploše. Hlavním hybatelem oběhu vody je samozřejmě příkon globální radiace na rostlinný pokryv, způsobující jeho ohřev. Rostliny se přehřátí, které je spojeno s nedostatečným odvodem latentního tepla, brání vlivem odběru tepla, potřebného na výpar (latentního tepla). Rostliny čerpají vodu z kořenové zóny, je-li však vody v půdě nedostatek, k transpiraci nedochází, rostliny se nechladí a dochází proto k zvýšenému zahřívání přízemní vrstvy atmosféry. Půda tedy slouží jako nádrž chladiwa a rostliny se chovají jako chladič (Šír *et al.* 2005). Z hlediska vlivu zpracování půdy na transpirační nároky stanoviště je potřebné nezapomínat na skutečnost, že jeho základním cílem z hlediska ovlivnění vláhového režimu půdy je zajistit maximální vstup srážkové vody do půdy mimo vegetační období a efektivní zásobování rostlin, kořenové zóny rostlin, během vegetace.

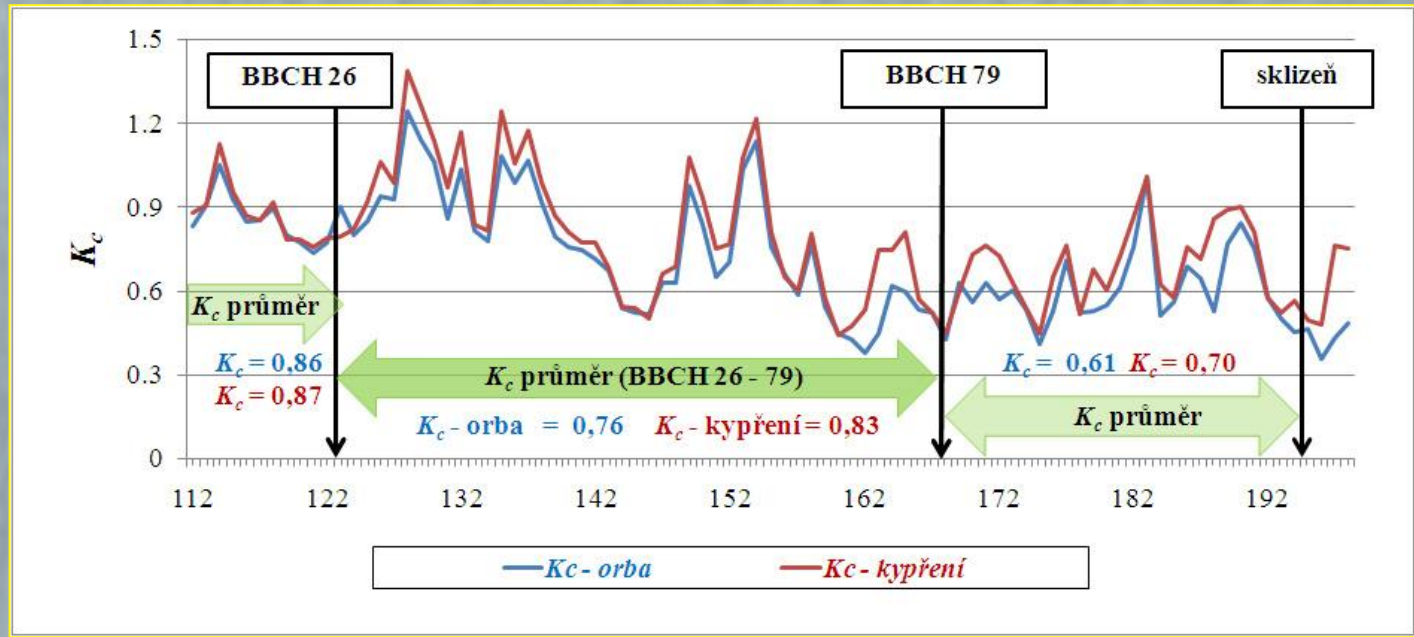
Přestože jsou v předkládané práci prezentovány jednoleté výsledky, lze na základě potvrzení pozitivního vlivu mělkého zpracování půdy v suchých oblastech na vyšší hodnoty ET_c , ve srovnání s oranou variantou, za současného dosažení vyššího výnosu poukázat na vyšší míru využití vody porosty, zejména v důsledku vyšší dostupnosti vody pro rostliny. Zároveň je v praxi potřebné eliminovat negativní vliv pěstování obilnin na disipaci energie např. změnou struktury plodin, pěstováním letních a podsekových meziplodin apod.



Práce vznikla za podpory projektů MŠM 6046070901 a NAZV QH 82096.



Graf 2: Průměrné denní hodnoty evapotranspirace (ET_c , mm), denní sumy srážek (P , mm), Bowenova poměru (β) a crop koeficientů (K_c) a rozdíly mezi průměrnými denními hodnotami evapotranspirace porostů (ET_c - kypření a ET_c – orba, mm) v závislosti na zpracování půdy za sledované období u porostů jarního ječmene v roce 2007



Graf 3: Průměrné denní hodnoty K_c porostů jarního ječmene v závislosti na zpracování půdy za sledované období. DOY – den v roce.

Literatura

- Allen R.G., Pereira, L.S., Raies, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, United Nations, Rome, I.
- Asseng S., Hsiao T.C., 2000. Canopy CO₂ assimilation, energy balance, and water use efficiency of an alfalfa crop before and after cutting. Field Crops Research. 67 (3): 191-206.
- Connor D.J., Theiveyanathan S., Rimmington G.M., 1992: Development, growth, water-use and yield of a spring and a winter eat in response to time of sowing. Australian Journal of Soil Research, 43(3), 493–516.
- Eastham J., Gregory P.J., 2000. The influence of crop management on the water balance of lupin and wheat crops on a layered soil in a Mediterranean climate. Plant and Soil, 221(2), 239-251.
- Hanson B.B., May D.M., 2006: Crop coefficients for drip-irrigated processing tomato. Agricultural Water Management, 81(3): 381 – 399.
- Penman,H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Royal Society of London, serie A, Mathematical and Physical,193: 120-145.
- Pivec J., Brant V., Moravec D. 2006 - Analysis of the potential evapotranspiration demands in the Czech Republic between 1961–1990. Biologia 61(Suppl. 19): 294–299.
- San José J.J., Bracho R., Montes R., Nikonova N., 2003. Comparative energy exchange from cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp cvs. TC-9-6 and M-28-6-6) with differences in canopy architectures and growth durations at the Orinoco llanos. Agricultural and Forest Meteorology, 116(3-4): 197–219.
- Shepherd K.D., Cooper P.J.M., Allan, A.Y., Drennan D.S.H., Keatinge J.D.H., 1987. Growth, water use and yield of barley in Mediterranean-type environments. Journal of Agricultural Science, 108(2), 365-378.
- Šír M., Lichner L., Tesař M. 2005. Transpirace rostlin a autoregulace hydrologického cyklu. In: Šír M., Lichner L., Tesař M. (eds) Hydrologie malého povodí 2005. Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, Praha, 299 – 306.