

DENNÍ DISTRIBUCE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ VE VYSOKÝCH POROSTECH  
DIURNAL CHANGES OF THE SPATIAL INSOLATION  
WITHIN HIGH-GROWN PLANT CANOPIES

Kožnarová Věra, Klabzuba Jiří

Česká zemědělská univerzita v Praze

Katedra obecné produkce rostlinné a agrometeorologie

Summary

The article is a contribution to the phytoactinometric measurements. The work deals with the study of diurnal course of solar irradiation within two plant canopies – maize and sunflower (different from morphological point of view). The new type of thermoelectric sensor with all-direction sensitivity response has been tested (more information in „New method of spatial insolation measurement by means of special thermoelectric sensor“, 2003). Visualisation of the daily spatial-insolation values was realised by means of hourly tautochrones.

Key words

Solar radiation; spatial insolation; phytoclimate; tautochrones

Úvod

Již v roce 1939 PIRIE, W., N., (in BITTERMANN, M., 1968) konstatoval, že: „pěstování rostlin je pořád ještě nejehospodárnějším a nejjednodušším způsobem zachycování a využívání sluneční energie“. Tuto myšlenku lze akceptovat dodnes a stanovení množství této energie je stále předmětem různých výzkumných prací. Experimentální a na ně navazující i teoretické práce, směřují v současné době k matematickému vyjádření formulované prostřednictvím modelů. Definování vstupních parametrů je však stále obtížné. Variabilita množství transmitované energie porostem je podmíněna především bilancí slunečního záření nad rostlinami, resp. ve vrchní části daného aktivního povrchu. Proto údaje o dopadajícím záření v závislosti na astronomických a geografických faktorech (roční období, čas, zeměpisná šířka, charakter reliéfu atd.) a meteorologických podmínkách (průměrnost atmosféry, oblačnost) představují nezbytný základ pro popis absorpce záření porostem. Na druhé straně je radiační režim určen vlastnostmi a strukturou porostu, kde základními prvky jsou stébla, lodyhy a kmeny a k nim pod různými úhly připojené a rozložené listy, případně větve s listy. Fytoaktinometrická měření proto patří mezi velmi obtížná a jedinečná a zobecnění výsledků s možností následných aplikací je velmi složité. Nejčastějším přístupem pro řešení problému měření radiačního pole uvnitř porostu je využívání metody aplikované v síti aktinometrických stanic (kde se měří globální, difúzní a odražené záření nad standardním povrchem - travním porostem). U porostů vyšších se obvykle měří v různých výškách uvnitř sledovaného aktivního povrchu (KLABZUBA, J., KOŽNAROVÁ, V., 1991). Množství zachycené energie porostem se následně vypočítá..

Náš příspěvek je založen na měření prostorové insolace (stereoinsolace) (KLABZUBA, J., KOŽNAROVÁ, V., 2003), jejíž předností je především zachycení té části radiace, která byla dosud ve fyto-aktinometrických měřeních opomíjena – tj. záření dopadající po mnohonásobných odrazech ze všech stran na části rostlin (listy, lodyhy, stébla, kmeny, větve). Druhou nespornou výhodou použité metody je, že odpadá poměrně komplikovaný výpočet.

Pro rychlou vizualizaci dat jsme zvolili zobrazení pomocí tautochron. Tautochrony představují křivky, znázorňující rozložení hodnot určitého prvku v určitém profilu (např. přízemní vrstvy ovzduší, půdní nebo vodní vrstvy) v určitém čase (hodina, den, měsíc); mohou zobrazovat hodnoty momentální i průměrné. Svazek tautochron zobrazuje i amplitudu prvku ve zvoleném profilu (Meteorologický slovník, 1993).

### Materiál a metody

Pro experimentální část práce byly na pozemku meteorologické stanice České zemědělské univerzity v Praze založeny pokusné parcely s porostem kukuřice a slunečnice. Kukuřici a slunečnici jsme jako modelové plodiny zvolili pro jejich vysoký vzrůst, což umožnilo měřit v několika patrech uvnitř porostu. Liší se však morfoloickou stavbou, která způsobuje odlišné radiační vlastnosti obou sledovaných aktivních povrchů (obr. 1 a 2). K měření jsme použili speciální snímač popsáný v samostatném příspěvku (KLABZUBA, J., KOŽNAROVÁ, V., 2003).



**Obr. 1** Pronikající sluneční záření porostem kukuřice



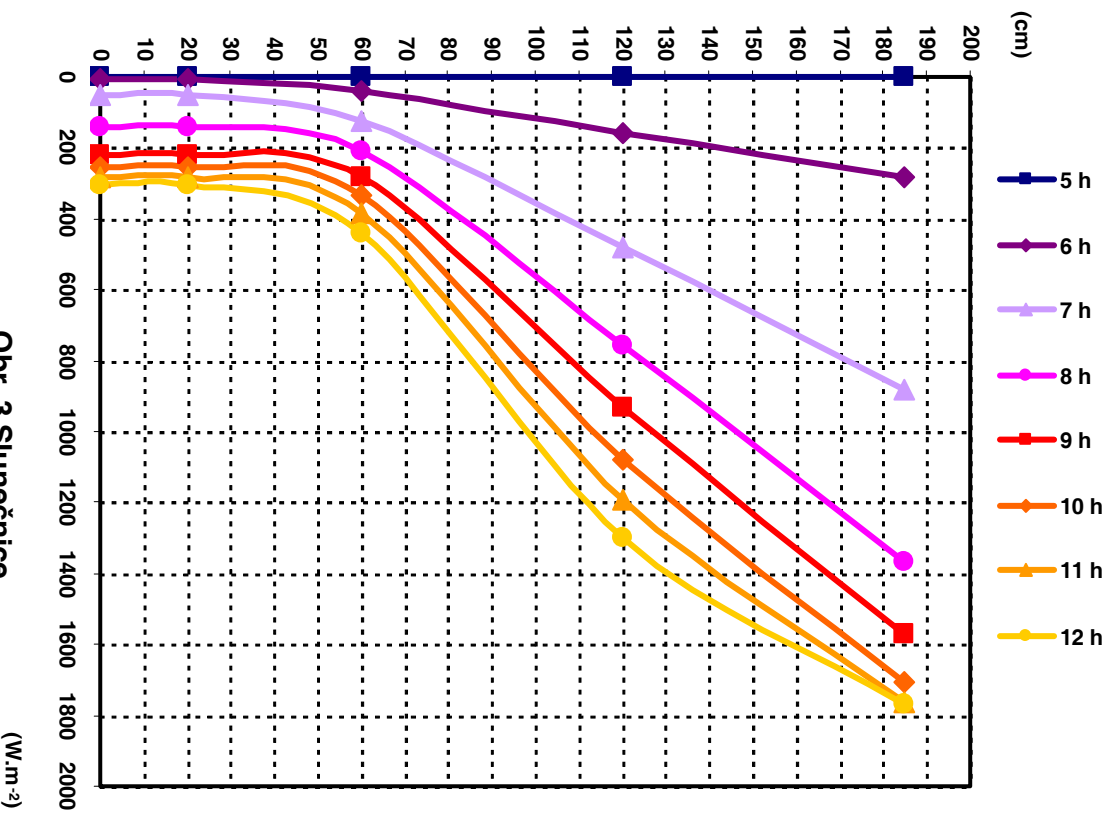
**Obr. 2 Pronikající sluneční záření porostem slunečnice**

Měření se uskutečnilo 21. července 2003 za jasného dne, anticyklonální situace. V porostech byly stanoveny výšky měření 20, 60, 120 a 185 cm, časový krok odečítání hodnot byl přibližně po hodině v intervalu od východu Slunce do jeho západu. Použitý čas měření byl pravý místní (kulminace Slunce je ve 12 hodin).

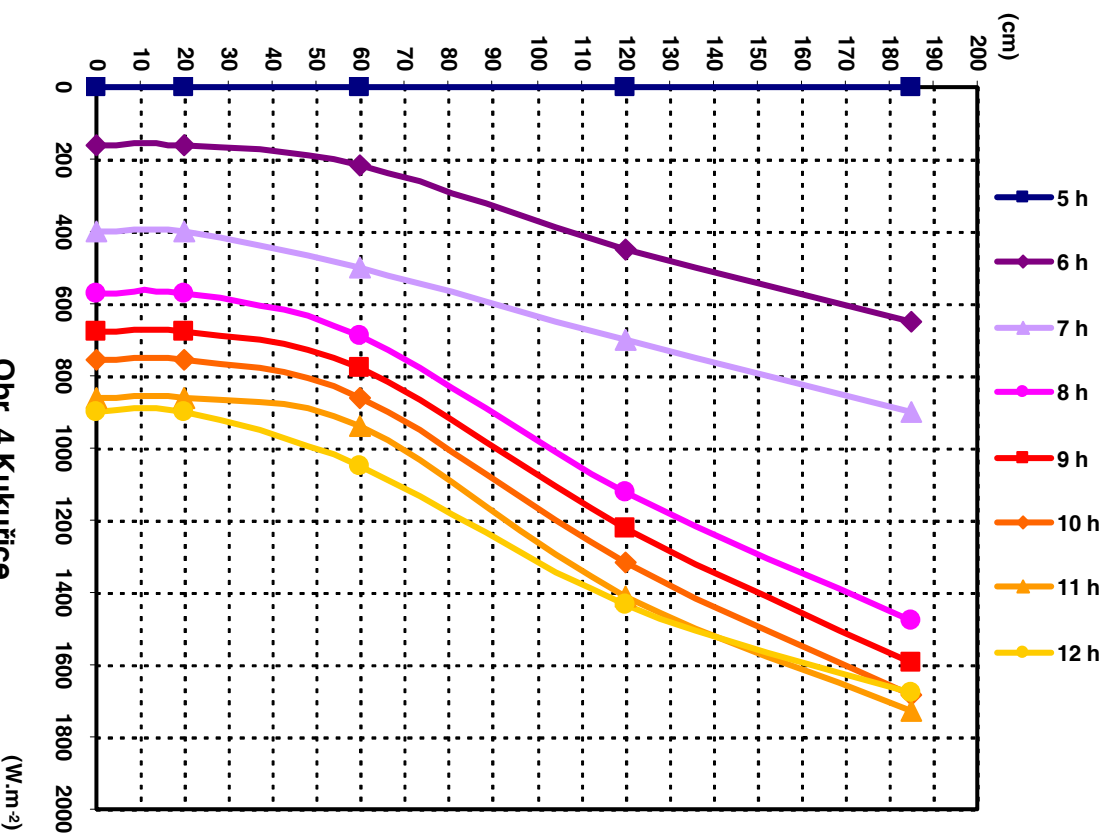
Pro zpracování dat jsme provedli kalibraci snímače podle aktinometru metodou „slunce-stín“ a údaje přečetli na jednotky energie. Výsledky jsme vyjádřili pomocí insolačních hodinových tautochron, které jsme pro lepší orientaci rozdělili u obou porostů na dvě části: skupinu tautochron určených zvyšováním množství dopadajícího slunečního záření (od východu Slunce do pravého místního poledne označených v grafech jako „dopoledne“) a skupinu tautochron určených poklesem intenzity zářivé energie (od pravého místního poledne do západu Slunce nazvaných v grafech jako „odpoledne“).

#### Výsledky

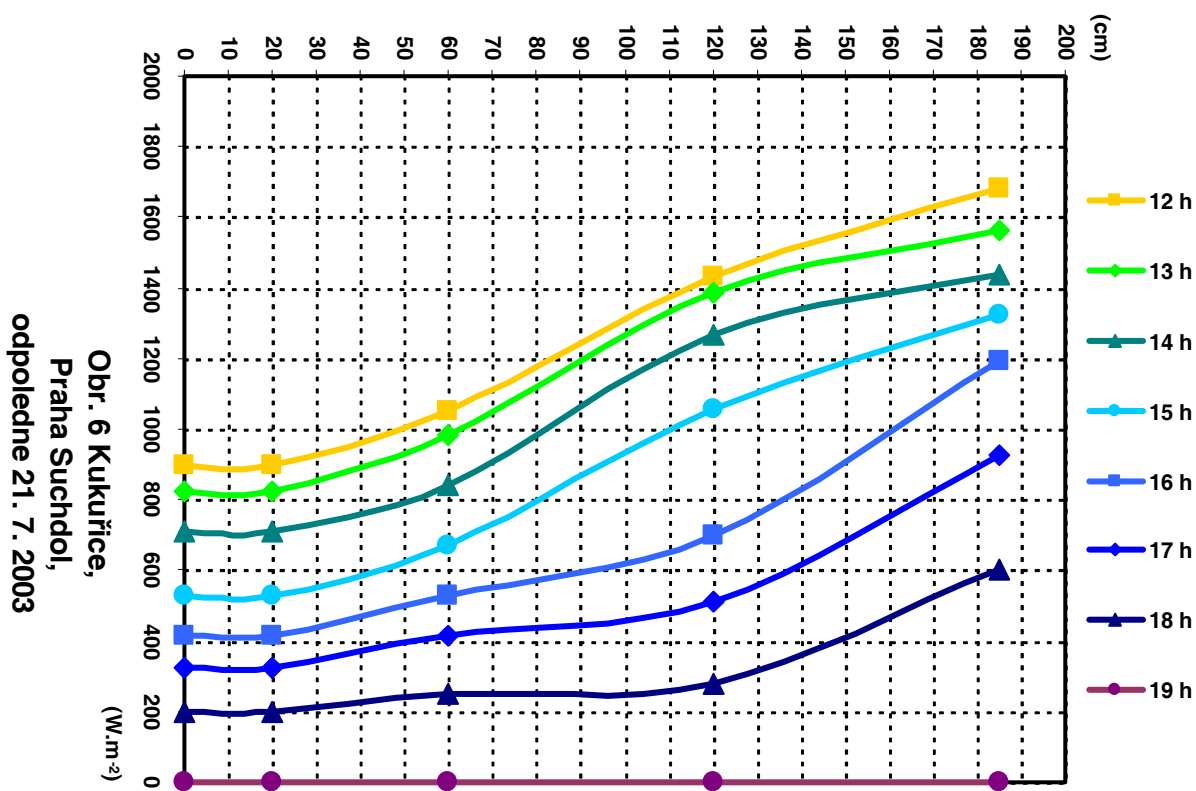
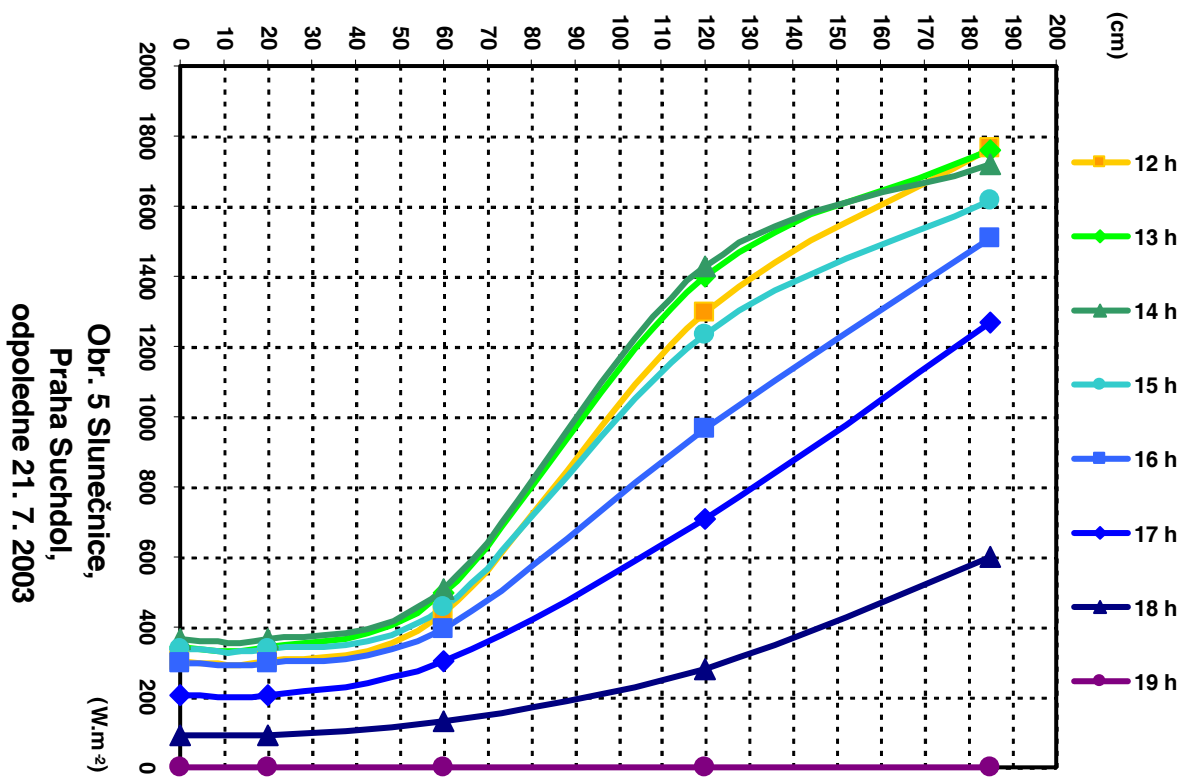
Insolační hodinové tautochrony (obr.3, 4, 5 a 6) jsou jednoduchou metodou umožňující posouzení denního chodu základních prvků radiačního režimu obou porostů v různých výškách. Z grafů je tedy například patrná větší amplituda stereoinsolace v porostu kukuřice, od nejvyšších pater až k povrchu půdy. Jednotlivé hodinové tautochrony mají přibližně stejný tvar, v případě slunečnice posunutý do nižších energetických hodnot, znamenající větší zachycení radiace porostem. Při vzájemném srovnání



Obr. 3 Slunečnice,  
Praha Suchdol,  
dopoledne 21. 7. 2003



Obr. 4 Kukuřice,  
Praha Suchdol,  
dopoledne 21. 7. 2003



hodinových tautochron obou porostů jsme zjistili, že ve svrchní vrstvě porostu slunečnice dochází přibližně od 11 hodiny k zajímavému jevu: množství naměřené energie je větší než u kukuřice a s postupujícím časem se tento efekt projevuje i v nižších patrech porostu. Příčinu vidíme v postupném zavádání listů slunečnice vlivem rostoucí teploty a klesající vlhkosti vzduchu, a tím i změně radiačního pole v celém profilu.

Na závěr lze konstatovat, že nově vyvinutý snímač pro měření stereoinsolace, umožňuje velmi dobře sledovat poměrně detailní změny v denním chodu radiačních podmínek aktivního povrchu tvořeném různým typem porostu a tím i reakci rostlin na sluneční záření.

#### Souhrn

Článek je příspěvkem k řešení problematiky fytoaktinometrických studií. Zabývá se měřením radiačního pole dvou vysokých morfologicky odlišných porostů slunečnice a kukuřice. Jako snímač byl použitý senzor popsáný v příspěvku „Nová metoda měření stereoinsolace pomocí speciálního termoelektrického snímače“ (2003). Pro stanovení rozdílů v denním chodu záření nazvaném „stereoinsolace“ byla použita metoda insolačních tautochron.

#### Klíčová slova

Sluneční záření; stereoinsolace; fytoklima; tautochrony

#### Literatura

Bitterman, M.: Solární plochy rostlin, Praha, Academia, 1968

Klabzuba, J., Kožnarová, V.: Zářivá energie jako faktor mikroklimatu porostu, ČZU Praha, 1991, 118 s.

Kožnarová, V., Klabzuba, J.: Denní distribuce slunečního záření ve vysokých porostech, tento sborník, 2003

Meteorologický slovník výkladový a terminologický, Academia, Praha, 1993