

- **Vizualizace teplotního pole hustých porostů pomocí tautochron**
- **Spatial Temperature Distribution within Dense Plant Canopies and Its Visualisation by means of Tautochrones**

• **Kožnarová, V., Klabzuba, J.**

- Abstract
- The contribution deals with possibilities of visualisation of the diurnal variations in thermal fields within plant stands by means of so called tautochrones (vertical air and soil temperature isochrones). Pictures illustrate hourly tautochrones within a dense plant canopy (sunflower) and on bare soil (as measured simultaneously during a cloudless day).
- Authors suppose that tautochrones might become a useful aid in modifying or correcting the macro and microclimatological input data into predictive growing models.

Úvod a nástin problematiky:

“Tautochrona je čára spojující místa, na nichž byl pozorován výskyt určitého jevu nebo daná hodnota meteorologického prvku ve stejném čase. Například na mapě zobrazuje nástup určité fenologické fáze (tedy spojuje místa, na nichž byl tento nástup pozorován ve stejný den) nebo výskyt bouřky ve stejnou hodinu. Název zavedl německý klimatolog W.BEZOLD v roce 1892 pro účely znázornění časového průběhu teploty v půdním profilu” (lit.7).

“V mikroklimatologii a bioklimatologii představují tautochrony křivky znázorňující rozložení hodnot určitého prvku v určitém profilu (například přízemní vrstvy ovzduší, půdní nebo vodní vrstvy) v určitém čase (hodinu, den, měsíc); mohou zobrazovat hodnoty momentální i průměrné. Svazek tautochron zobrazuje i amplitudu prvku ve zvoleném profilu” (lit.3).

Z definic citovaných ze slovníků je zřejmé, že tautochrony umožňují nejen velmi názorné okamžité zobrazení časoprostorového rozložení sledovaného meteorologického prvku pro studijní účely, ale také sledování dynamiky změn jeho pole, včetně kvantifikace hodnot. Tyto skutečnosti předurčují tautochrony zejména ke studiu toků a transformace energie na rozhraní dvou fyzikálně odlišných prostředí (např. půda – vzduch, voda – vzduch, betonový povrch vozovky – vzduch). Je nepochybné, že tautochrony budou užitečnou pomůckou i při řešení komplikovanějších případů, kdy je mezi jmenované povrchy vložena “přechodová vrstva” tvořená odlišným fyzikálním prostředím (sněhovou pokrývkou, nastýlanými materiály nebo různě vysokým a hustým porostem).

Na našem pracovišti (oddělení agrometeorologie na ČZU v Praze) se dlouhodobě zabýváme studiem porostového mikroklimatu se speciálním zaměřením na radiační bilanci a s tím související proměnlivost teplotního pole. V předkládaném příspěvku prezentujeme fragment z rozsáhlejší výzkumné práce zabývající se dynamikou tautochron v porostu slunečnice ve simultánním srovnání s půdou bez porostu a to v průběhu celého vegetačního období. Kromě využití výsledků při výuce posluchačů k demonstračním účelům, je hlavním cílem naší práce studium možností stanovení kvantitativních biometeorologických charakteristik použitelných v růstových simulačních modelech.

Historický přehled:

Během 20. století se profilovými nebo také gradientovými měřeními meteorologických prvků u nejrůznějších přírodních i umělých povrchů zabývalo mnoho autorů. Nejčastěji byly publikovány práce věnující pozornost detailním měřením teploty prostředí, tj. teploty vzduchu a půdy, později i vzduchu uvnitř porostů. S přibývajícím množstvím poznatků byla postupně konstatována značná rozmanitost a proměnlivost tvarů tautochron a byly také specifikovány a popsány vyhraněné typy charakteristické pro určité prostředí, dané počasí a příslušnou denní nebo roční dobu (obr.1). Dlouhou historii mají i pozdější kompletní gradientová měření v obdobných prostředích nebo i měření v časové posloupnosti. Od roku 1915 je známá "polední pouštní křivka" za bezoblačného počasí (lit.5), kdy autoři upozornili na nemožnost přesného měření teploty povrchu písku pro jeho velmi vysoké teploty (přes 71°C) a "velký teplotní skok" mezi povrchem a vzduchem (obr.2)

Nutno připomenout, že přehled tvarů na obr.1 a 2 není zdaleka úplný neboť byly popsány i složitější křivky používané u lesních porostů (s dvojitou noční inverzí, se sekundárními denními i nočními extrémy) nebo u sněhové pokrývky a vody, kde se významně uplatňují i jiné meteorologické faktory (vyzařování, konvekce, vlnění, vítr).

Logickým důsledkem vyplývajícím z prohlubujících se znalostí byly i praktické aplikace, z nichž patrně nejznámější se týkají rutinní revize dat získaných při měření teploty půdy na síti stanic ČHMÚ (lit.8), kdy pomocí průměrných měsíčních tautochron lze například zjistit hlavní závady v instalaci půdních teploměrů, časové změny teploměrů nebo zanedbání přístrojových korekcí, nedodržování termínů měření nebo i smyšlené údaje pozorovatelů (zejména ve večerním termínu). Méně známou aplikací je možnost hrubých odhadů výnosů zelené hmoty nebo sena u travních porostů pomocí rozdílných tvarů porostových a mimoporostových tautochron (lit.10).

Metodika měření a zpracování výsledků:

Detailní studium mikroklimatu porostu slunečnice probíhalo během několika posledních let na pozemku meteorologické stanice ČZU v Praze. K podrobnému měření teplotního zvrstvení uvnitř aktivního povrchu u obou variant jsme použili speciálně konstruovaných termistorových snímačů umístěných v půdě (v hloubkách "0", 2, 5, 10, 20, 30, 50 a 100cm) a ve vzduchu (ve výškách 1, 5, 20, 50, 100, 200 a 250cm). Termistory byly před použitím individuálně kalibrovány v laboratoři, setrvačnost byla upravena tak, aby byla srovnatelná se staničním teploměrem, půdní snímače byly opatřeny splehlivou izolací proti vlivu půdní vlhkosti a čidla snímačů teploty vzduchu byla odstíněna pomocí krytů z pěnového polystyrenu. Všechny snímače byly fixně instalovány na stojácích a spojeny kabelem s měřícím zařízením v místnosti stanice (přepínač měřících míst METRA a měřící můstek MLG 1). Naměřené údaje elektrického odporu příslušného termistoru byly vztaženy na pravý místní čas (s ohledem na radiační měření) a pomocí kalibračních křivek přepočteny na teplotu. Denní chod teploty vzduchu a půdy v jednotlivých výškách a hloubkách uvádíme v grafické podobě; (příklad je ze dvou srpnových dnů s insolačním typem počasí; podrobnější informace jsou zřejmé z vysvětlivek).

Vypočtené hodnoty znázorněné jako body na křivkách byly použity při konstrukci tautochron pro oba aktivní povrchy. Výsledné tautochrony jsou v obrázcích uspořádány tak, aby byla zřetelná dynamika ohřívání a ochlazování sledovaných povrchů zvlášť.

Souhrn výsledků a závěr:

- » Naše pracoviště se dlouhodobě zabývá problematikou mikroklimatu různých typů porostů včetně dynamiky změn v průběhu vegetace.
- » Hlavní pozornost je věnována detailnímu studiu bilance tepla se zvláštním zřetelem na radiační bilanci, transformaci toků zářivé energie v teplo a s tím související změny teploty půdy, porostu a vzduchu.
- » V předkládané práci jsou uvedeny výsledky simultánního sledování rozložení teploty vzduchu a půdy ve vertikálních profilech dvou rozdílných aktivních povrchů – půdy bez rostlin a ve 2m vysokém zapojeném porostu slunečnice.
- » Teplotní pole a jeho prostorové změny za bezoblačného dne byly zobrazeny pomocí hodinových tautochron.
- » .Spolu s izoplety považujeme tautochrony za velmi užitečný prostředek umožňující vizualizaci meteorologických dat, které by měly být používány jako vstupní údaje při aplikacích v růstových modelech.
- » .Výsledky naší práce považujeme za příspěvek k řešení často diskutované problematiky týkající se používání meteorologických údajů z meteorologické budky při hodnocení růstu a vývoje porostů zemědělských plodin.
- » .Jsme toho názoru, že pro další studium kvantitativních vztahů je prvořadým úkolem do budoucna vypracování digitalizovaných modelů proměn porostu během vegetace spolu s charakteristickým průběhem meteorologických prvků za různého počasí.

Klíčová slova:

mikroklima porostů, aktivní povrch, termické zvrstvení, tautochrony.

Abstract:

The contribution deals with the possibilities of the visualisation of the diurnal variations of thermal fields within plant stands by means of so called tautochrones (vertical air and soil temperature isochrones). On the pictures are presented hourly tautochrones within dense plant canopy (sunflower) and on the bare soil (as measured during the cloudless day simultaneously).

Athors suppose the tautochrones would be an useful aid to modify or correct macro and microclimatological input data into predictive growing models.

Použitá literatura:

- ALISOV, B. L.; DROZDOV, O. A.; RUBINŠTEIN, E. S.: Kurs klimatologii, díl I. a II., Gidrometeorologičeskoje izdatěl'stvo, Leningrad, 1952
- ANDERSON, M. C.: Radiation Climate, Crop Architecture and Photosynthesis, Proc. IBP/PP Tech. meeting Třeboň, PUDOC. Wageningen, Netherlands, 1970
- BIOKLIMATOLOGICKÝ slovník terminologický a explikativní, Academia, 1980
- DONALD AHRENS, C.: Meteorology Today, 3. ed., West Publishing Comp. St. Paul, N. York, Los Angeles, San Francisco, 1995
- GEIGER, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht, FIREDR. VIEWEG a SOHN, Braunschweig, 1950
- KLABZUBA, J.: O měření teploty v agrometeorologii a biklimatologii, Hab. práce AF, CZU Praha, 1994
- METEOROLOGICKÝ slovník výkladový a terminologický, Academia a MŽP, Praha, 1993
- NÁVOD k revizi výsledků meteorologických pozorování, Sborník předpisů č.6, HMÚ Praha, 1969
- OKE, T. R.: Boundary Layer Climates, London Methuen and CoLTD, ruský překlad Gidrometizdat Leningrad, 1982
- SAPOŽNIKOVA, S. A.: Mikroklimat i městnyj klimat, český překlad Brázda, Praha, 1952
- SAUGIER, B.: Sunflower, Chapt. 4 in MONTEITH, J. L.: Vegetation and the Atmosphere, Vol. 1, 2, Academic Press London, N. York, San Francisco
- TREFNÁ, E.: Základní zpracování klimatologického materiálu, Svazek č.12, HMÚ Praha, 1970
- TROMP, S. W.: Progress in Plant Biometeorology, Effect of Weather and Climate on Plants, Vol. 1, Period 1963-1974, Swets and Zetlinger B. V. Amsterdam, 1975
- TURMANIDZE, T.: Klimat i urožaj vinograda, Gidrometizdat Leningrad, 1981.

Prof., Ing. Jiří Klabzuba, CSc.
Ing. Věra Kožnarová, CSc.

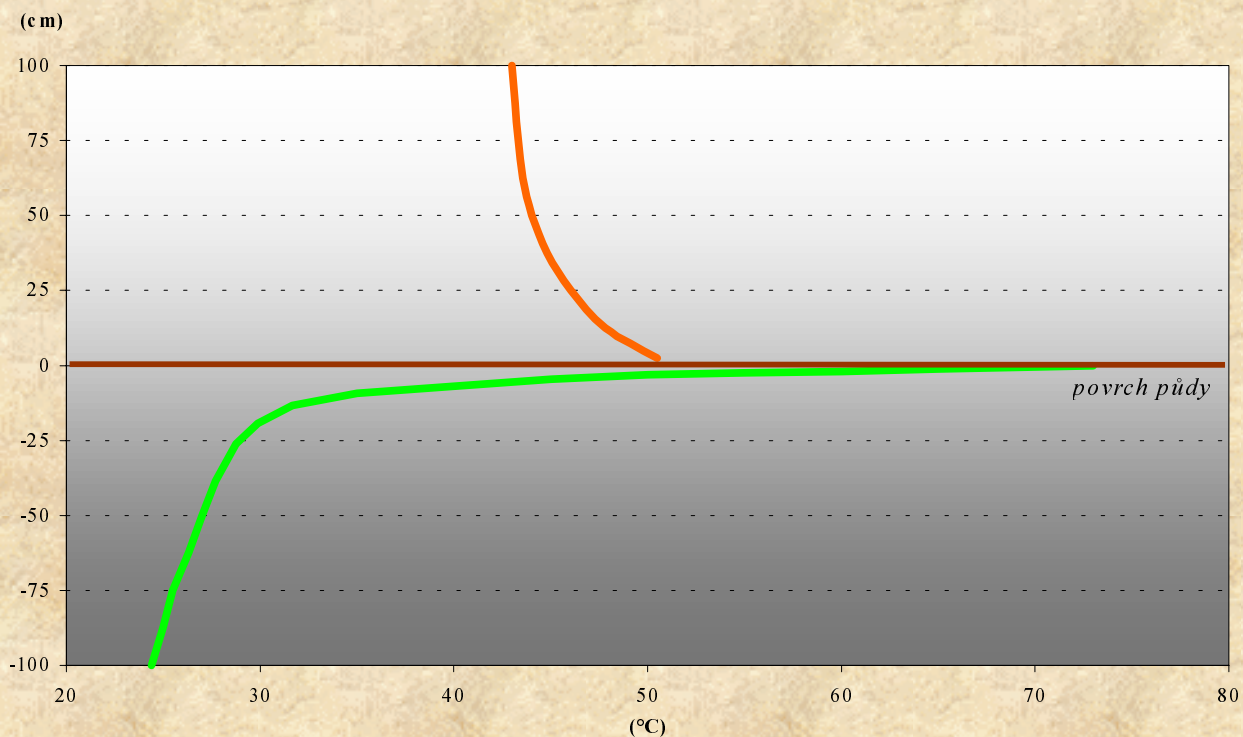
Česká zemědělská univerzita v Praze, AF KOPRA
Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, 165 21
tel.: +420224382785
fax.: +420224382778
e-mail: koznarov@af.czu.cz

Obr.1. Příklady charakteristických tvarů teplotních tautochron v porostech (lit.1, 5, 8, 9, 10).

Vysvětlivky: 1-večerní křivka na počátku noci, kdy ještě trvá večerní vánek (bríza),
2-noční zvrstvení za bezvětří, kdy se postupně prochladuje celý porost,
3-tvorba sekundárního nočního minima při déletrvajícím bezvětří,
4-promíchávání vzduchu při silném větru,
5-oteplení při noční tvorbě rosy v blízkosti povrchu půdy,
6-druhé ranní ochlazení při noční rose před východem slunce,
7-noční mlha nad loukou s inverzí způsobenou ohřevem vzduchu uvolněným, kondenzačním teplem.

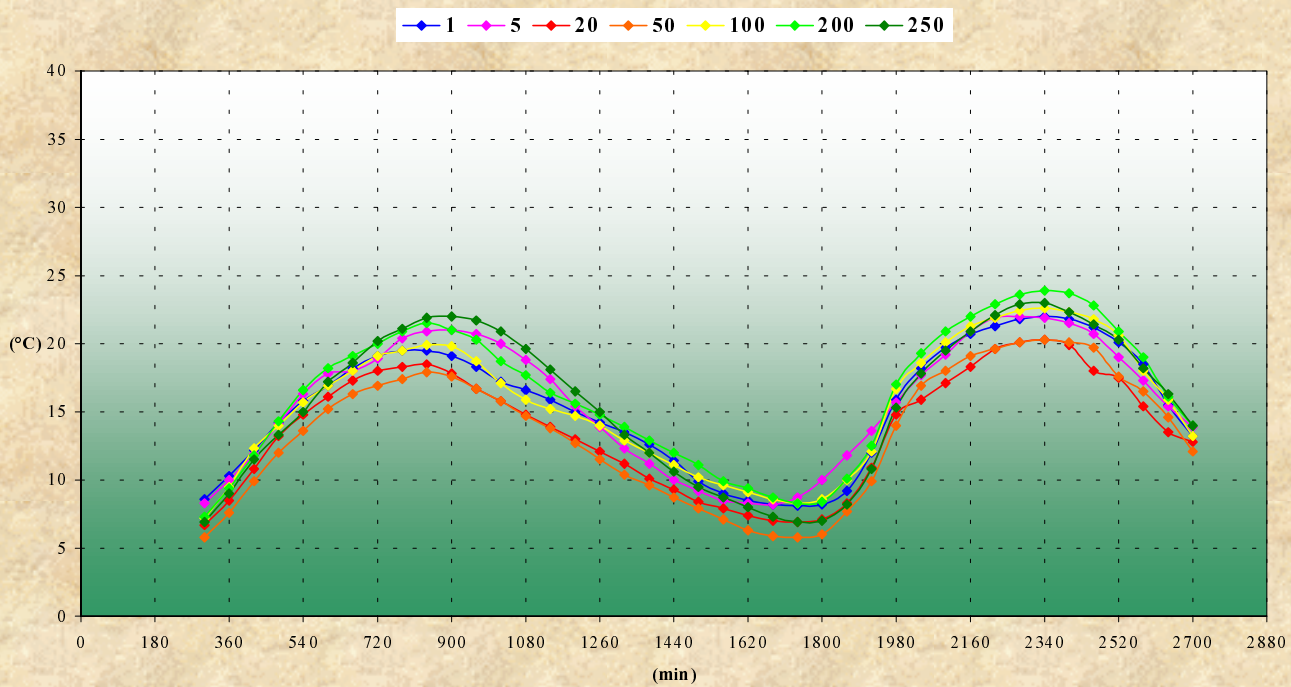


Obr.2. Tvar tautochrony nazývaný “polední křivka na poušti” za bezoblačného počasí (lit.5)



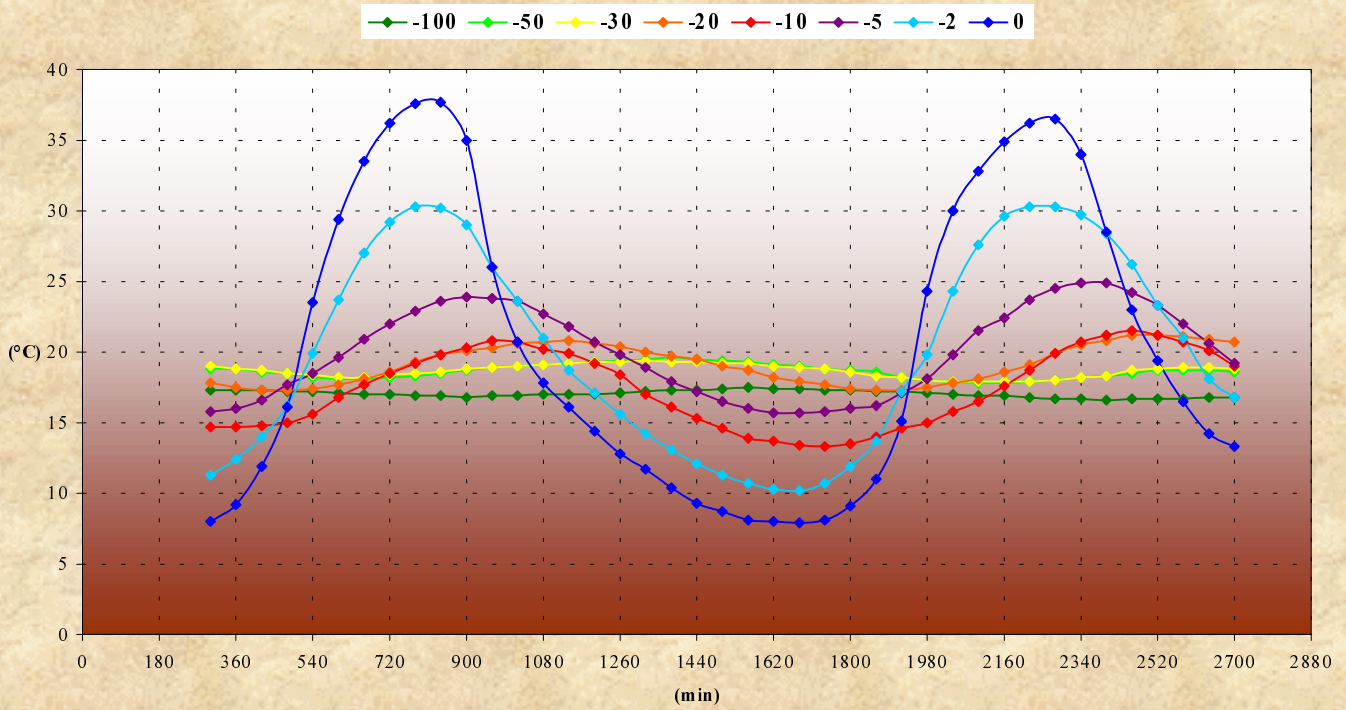
Obr. 3

Teplota vzduchu v porostu slunečnice
Praha Suchdol 30. až 31. 8. 1994



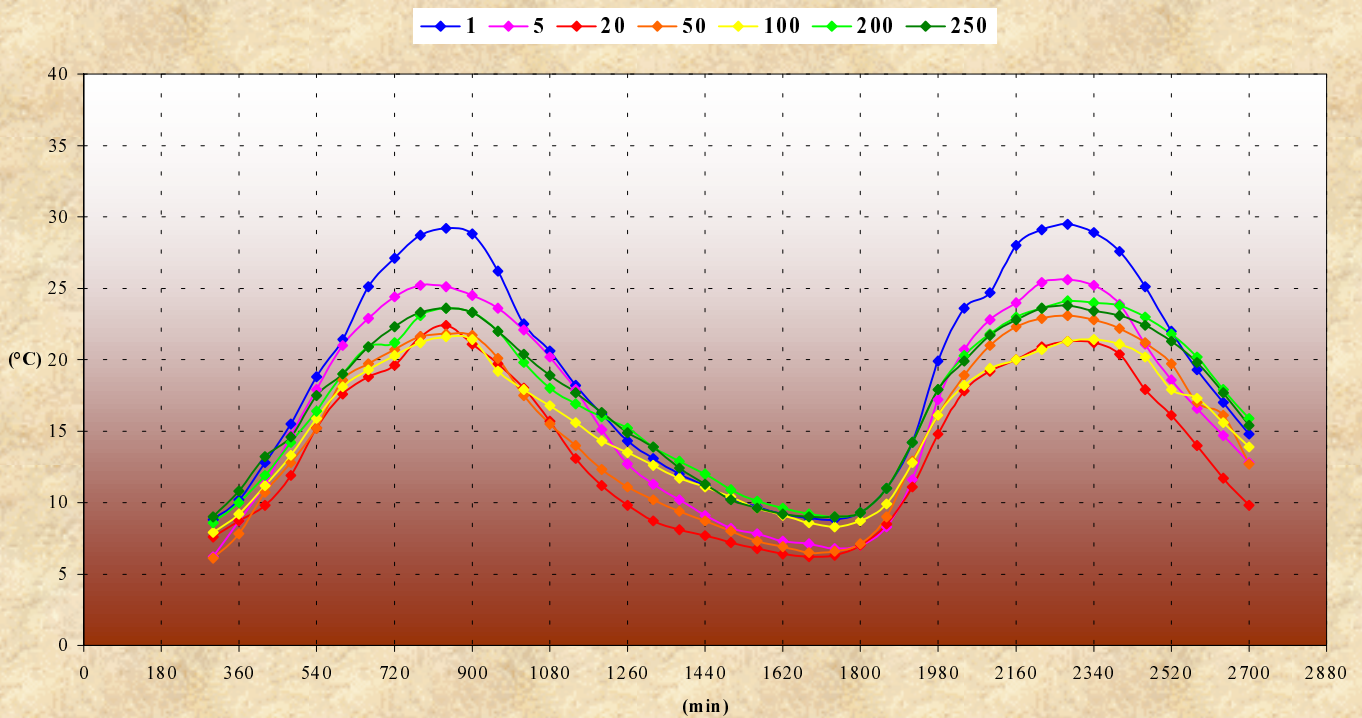
Obr. 4

Teplota půdy bez porostu
Praha Suchdol 30. až 31. 8. 1994

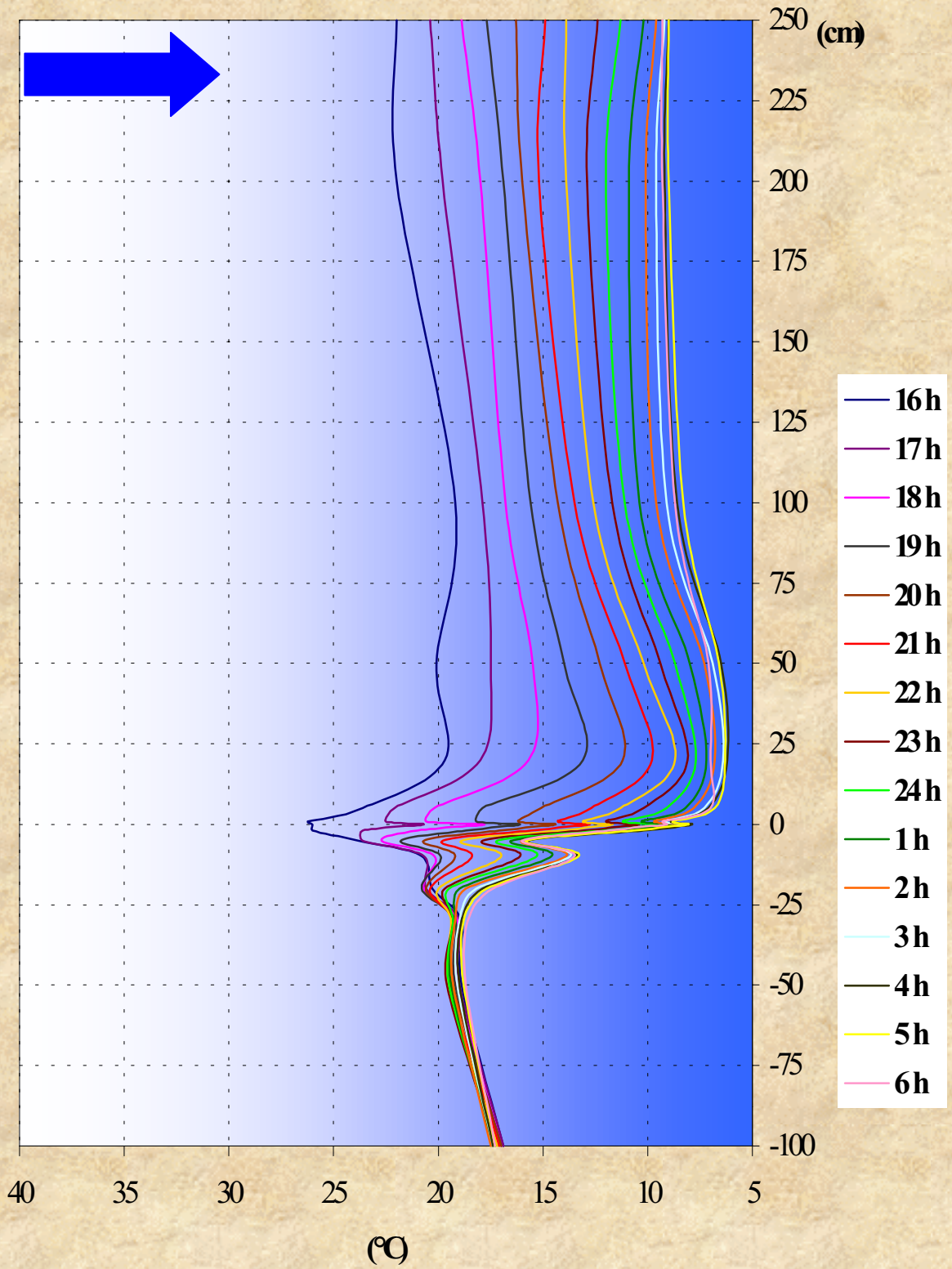


Obr. 5

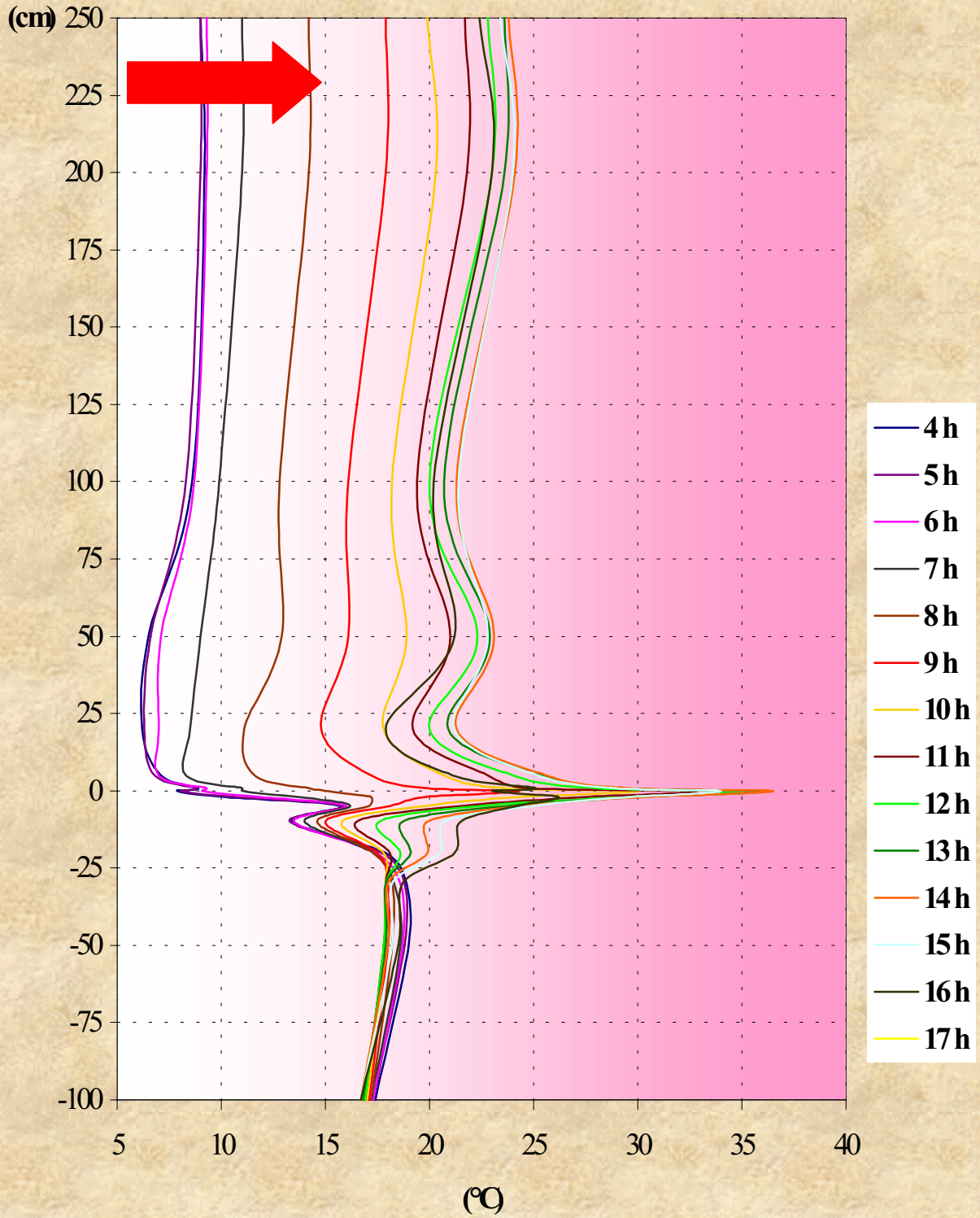
Teplota vzduchu nad půdou bez porostu
Praha Suchdol 30. až 31. 8. 1994



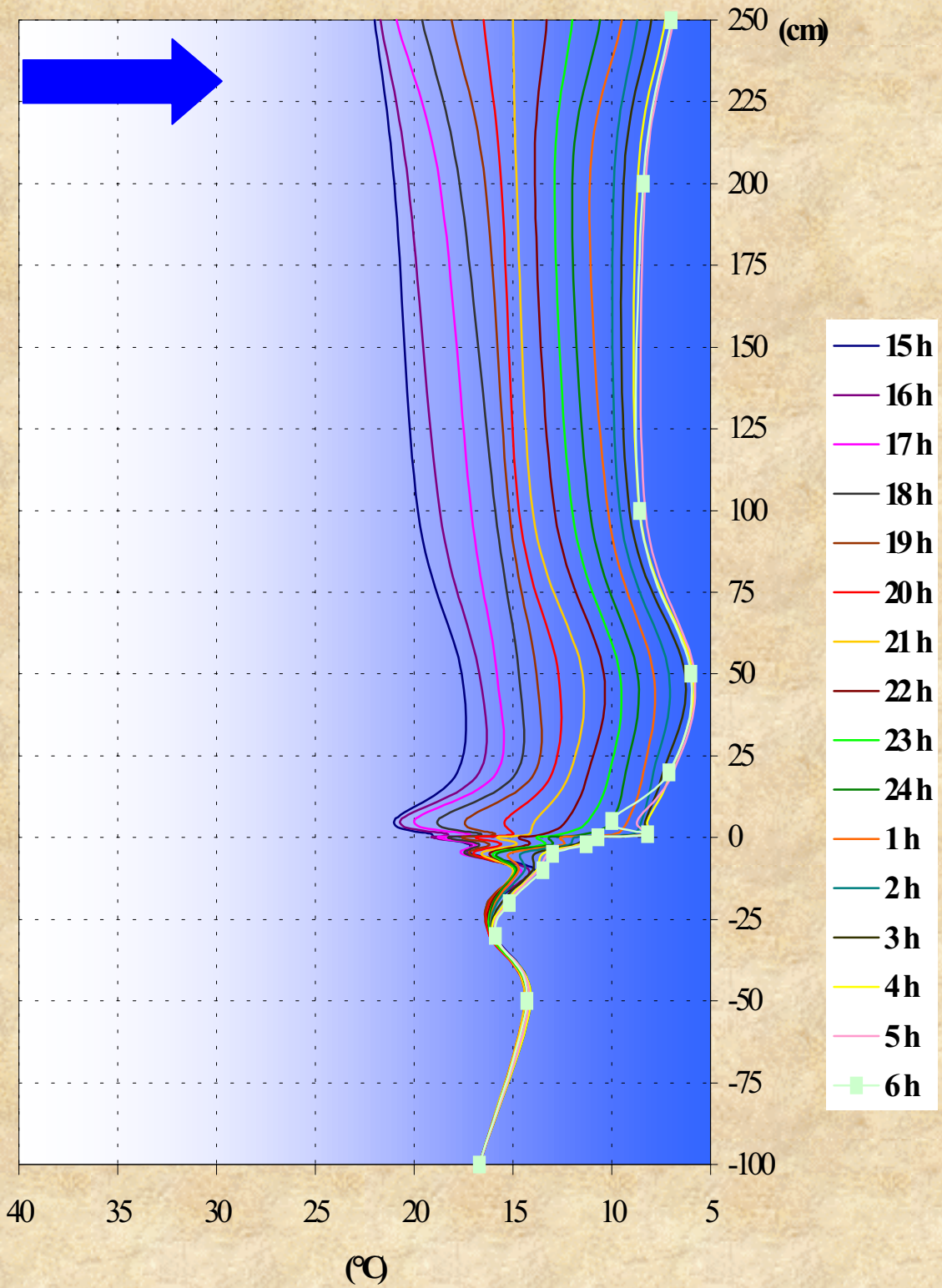
Tautochrony - ochlazování (půda bez porostu, Praha Suchdol, 30. až 31.8.1994)



Tautochrony - ohřívání (půda bez porostu, Praha Suchdol, 30. až 31.8.1994)



Tautochrony - ochlazování (porost slunečnice, Praha Suchdol, 30. až 31.8.1994)



Obr. 9

Tautochrony - ohřívání (porost slunečnice, Praha Suchdol, 30. až 31.8.1994)

