

ANALÝZA VLIVU POČASÍ NA ZCHLAZOVACÍ HODNOTU (REFRIGERACI) V INTERIÉRU EXPERIMENTÁLNÍ STÁJE PRO SKOT

*Klabzuba Jiří
Kožnarová Věra
Sulovská Soňa*

Summary: **STUDY OF COOLING POWER OF THE AIR WITHIN CATTLE STABLES AND ITS DEPENDENCE UPON OUTDOOR WEATHER**

The Cooling Power is one of the traditional biometeorological characteristics suitable to describe of indoor microclimate. C.P. (Refrigeration) is useful to quantify the heat-losses from the human or animal body surfaces. The papers deals with study of influence of outdoor meteorological factors (air temperature, wind velocity and direction especially) on the values of CP within stable. New type of electric kathathermometer recorder was constructed and tested during two winterseasons.

Key words: refrigeration, Cooling Power Dry, thermal discomfort, microclimate of stable, kathathermometer.

I. Úvod a rozbor problematiky

V osmdesátých letech minulého století proběhl rozsáhlý výzkum možností využití lehkých, nezateplených velkokapacitních staveb pro chov skotu v klimatických podmínkách střední Evropy. Na území České republiky byly vybudovány objekty podle originální importované dokumentace a různé modifikace respektující specifické podmínky ČR. Pokusné objekty byly určeny pro všechny kategorie skotu, tzn. od pavilonů mléčné výživy, přes odchovny mladých zvířat a výkrm až po produkční chovy dojníc.

Komplexní výzkum se zabýval hledisky stavebními, ekonomickými, zootechnickými, veterinárními, etologickými, organizační práce a hygienickými podmínkami pracovního prostředí, energetikou, dopravou i dalšími souvislostmi. Výsledky několikaleté výzkumné činnosti přinesly mnoho cenných nových poznatků a to pozitivních, negativních i diskutabilních a podnětných. Podrobnosti jsou přístupné v mnoha oponovaných dílčích i syntetických výzkumných zprávách v knihovnách zainteresovaných institucí.

Stěžejní otázka, vyžadující soubor kvalifikovaných dílčích odpovědí, se týká studia mikroklimatu interiérů experimentálních stájí v různých lokalitách a nadmořských výškách na území ČR v návaznosti na charakteristicky velkou variabilitu počasí v bezprostředním okolí

objektů, zejména v zimním období. Patrně nejdetailněji byla všestranně sledována experimentální odchovna jalovic pro 400 kusů statku Mnichovo Hradiště v obci Rokytá. Jednalo se o lehkou nezateplenou stavbu s průjezdnou krmnou chodbou, roštovými podlahami v boxech s volným ustájením a přirozeným gravitačním větráním. Výměna vzduchu byla zajišťována dřevěným šterbinovým opláštěním v bočních zdech pro přívod čistého vzduchu a podélnou hřebenovou šterbinou pro odvádění vydýchaného vzduchu (včetně produkovaných nežádoucích plynných příměsí a vodní páry ve stáji).

Mikroklimatický výzkum byl zaměřen na studium teplotních a vlhkostních poměrů interiéru, intenzitu proudění a výměnu vzduchu za různých povětrnostních podmínek. V konkrétní podobě byla zajištěna průběžná plynulá registrace hlavních meteorologických parametrů exteriéru i interiéru stáje. Za mimořádných situací, zvláště v období mrazů, byla stavba a chování zvířat podrobně sledováno pomocí ambulantních měření a etologických pozorování v průběhu celých 24 hodin.

Jedním ze specializovaných komplexních biometeorologických parametrů, úzce související se ztrátami tepla z těl ustájených zvířat (a tím také s jejich termickým komfortem nebo diskomfortem) je zchlazovací hodnota (refrigerace, Cooling Power). Fyzikálně tato veličina

postihuje ztráty tepla z jednotky plochy za jednotku času, nejčastěji se pomocí jednotek soustavy SI vyjadřuje v milijoulech tepla odváděného z centimetru čtvereční plochy za sekundu ($\text{mJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

II. Metodika

Ke konkrétnímu měření se používají skleněné kapalinové katateploměry, nejčastěji v podobě, kterou navrhl Hill na počátku dvacátého století. Předností této metody stanovující zchlazovací hodnotu je jednoduchost a spolehlivost, velkou nevýhodou je časová náročnost při rozsáhlejším průzkumu nebo dlouhotrvajícím měření.

Pro potřeby splnění požadavku trvalého měření refrigerace v interiéru stáje jsme na našem pracovišti vyvinuli registrační elektrický rtuťový katateploměr, který ve spojení s elektromechanickým reléovým systémem, univerzálním zapisovačem a časovým spínačem umožňoval v poloautomatickém režimu zaznamenávat hodnoty refrigerace během dvou zimních období na stálém místě uprostřed stáje, tj. v životní zóně zvířat.

Z rozsáhlého souboru získaných primárních dat (tj. z několika tisíc jednotlivých měření) jsme v souladu s doporučenými metodikami vyhodnocování vybrali vždy 3 údaje, které byly použity pro výpočet průměrné hodnoty refrigerace v daném termínu. První měření ze série jsme vždy vyřazovali – z grafických záznamů měření průběhu zchlazování je zřejmé, že se jedná o naprosto kategorický požadavek K vlastnímu výpočtu jsme použili standardní formule, doporučené autorem pro rychlost proudění vzduchu menší než 1 m/s. Vlastní analýza závislosti zchlazovací hodnoty na jednotlivých meteorologických faktorech exteriéru i interiéru probíhalo podle obvyklých statistických postupů, ve finální podobě bylo možno použít 129 měřících termínů, ve kterých bylo splněn požadavek komplexnosti požadovaných dat. Základní charakteristiky popisné statistiky, použitého souboru dat uvádí zkrácená tabulka, histogramy výchozích údajů jsou ve výsledkové části.

Tab 1 Popisná statistika dat použitých pro další zpracování

	teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)		refrigerace ($\text{mJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	rychlost proudění(m/s)	
	externí t_e	interní t_i		externí F_e	interní F_i
střední hodnota	2,99	9,92	33,34	2,01	0,07
minimum	-11,0	-0,5	13,40	0,0	0,0
maximum	22,0	25,5	49,40	10	0,42
amplituda	33	26	36,01	10	0,41
počet hodnot	129	129	129	129	129

III. Souhrn a diskuse výsledků

Základní meteorologické charakteristiky v konkrétních hodnocených nepravidelných termínech popisuje tabulka 1. Připomínáme, že se jedná o kompletní simultánní data získaná buď vlastním měřením jednotlivých prvků nebo odečtené z aktuálních materiálů publikovaných ČHMÚ (zejména v případě střední rychlosti a směru větru). Na obrázcích 1 a 2 jsou pomocí histogramů znázorněny absolutní četnosti naměřených hodnot teploty vzduchu venku (t_e) a uvnitř stáje (t_i). Obdobně je znázorněno rozdělení četností zchlazovací hodnoty (H_i) v interiéru stáje (obr 3).

Histogramy četností rychlostí větru (F_e) na grafu č. 4 a četností rychlostí proudění vzduchu ve stáji (F_i) na obrázku 5. představují typické

hodnoty pro zimní období se značným podílem bezvětrí venku a příznivými rychlostmi proudění uvnitř. Na grafu č. 6 jsou znázorněny naměřené párové hodnoty (t_i/t_e), regresní přímka a její rovnice vyjadřuje změnu t_i při změně t_e o 1°C a absolutní člen regrese nejpravděpodobnější hodnotu t_i při teplotě vzduchu venku $t_e = 0^{\circ}\text{C}$.

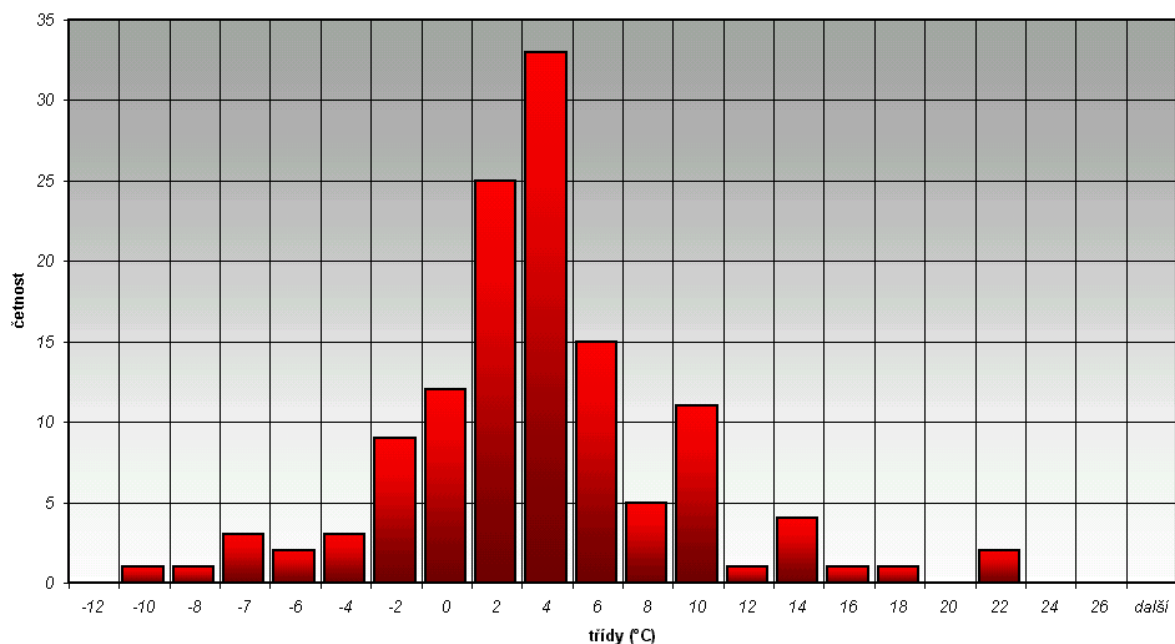
Obdobným způsobem jsou znázorněny závislosti zchlazovací hodnoty na teplotě vzduchu venku i uvnitř stáje. Ve všech případech zobrazené lineární regrese je zřetelná statistická závislost a lze konstatovat, že výsledky jsou ve shodě s obdobnými stavbami tohoto typu. Podstatně odlišné jsou výsledky zkoumání závislosti rychlostí proudění ve stáji (F_i) na ostatních

meteorologických faktorech. Jako příklad uvádíme obr. 9 a 10, z nichž je patrné, že proudění v interiéru je prakticky nezávislé na rychlosti venkovního větru (F_e) a je také nezávislé na teplotě venkovního vzduchu (přesněji na teplotním spádu $t_i - t_e$). Studium těchto vztahů je často komplikováno současným otevíráním obou vrat a většími rychlostmi větru ve směru shodným

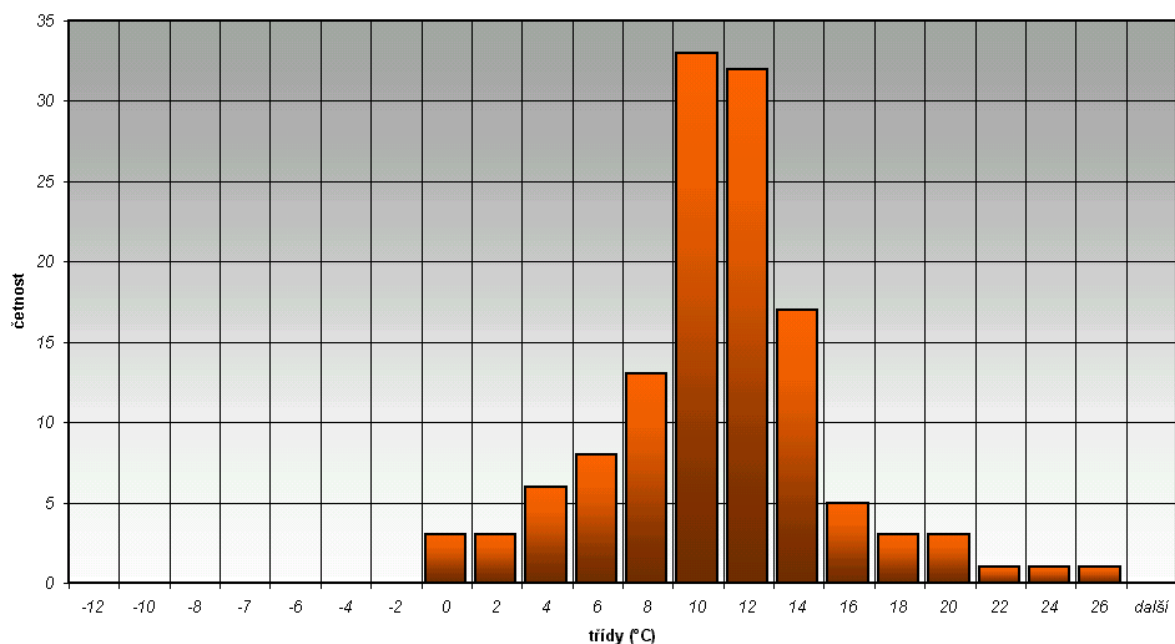
s podélnou osou stavby, což je patrné i z obrázku 9.

Předkládaná práce představuje pouze část rozsáhlejší studie, ve které jsou zkoumány i různé nelineární vztahy resp. dvoufaktorové statistické analýzy uvedených modelových vztahů.

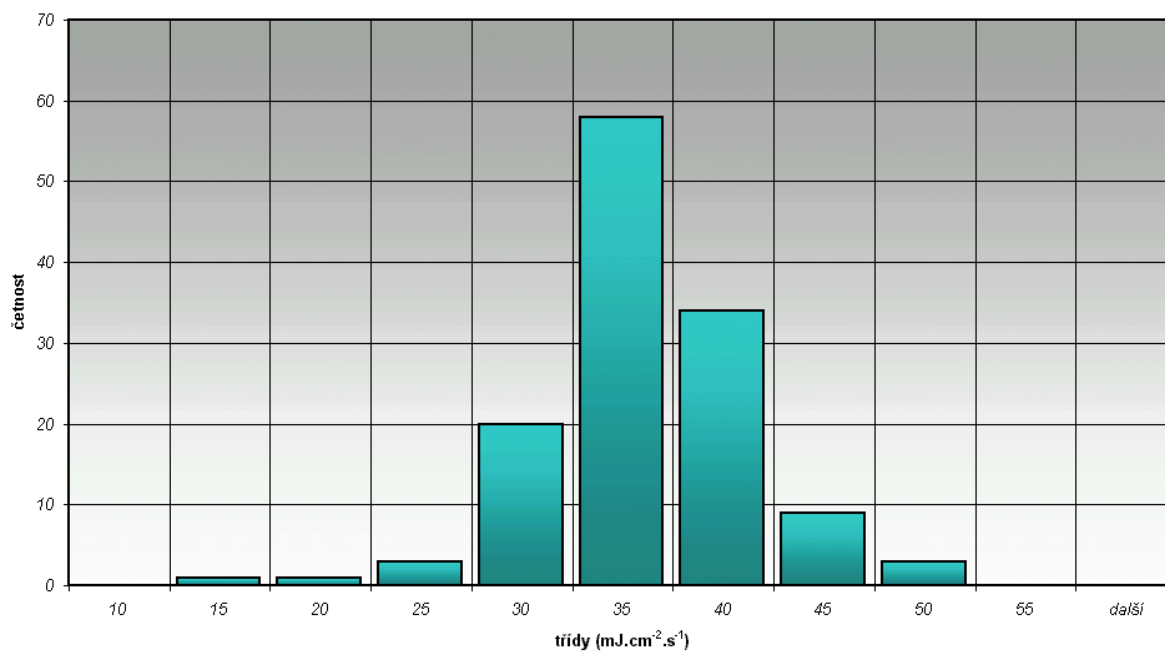
graf č. 1 Histogram četnosti naměřených hodnot teploty vzduchu v exteriéru (t_e)



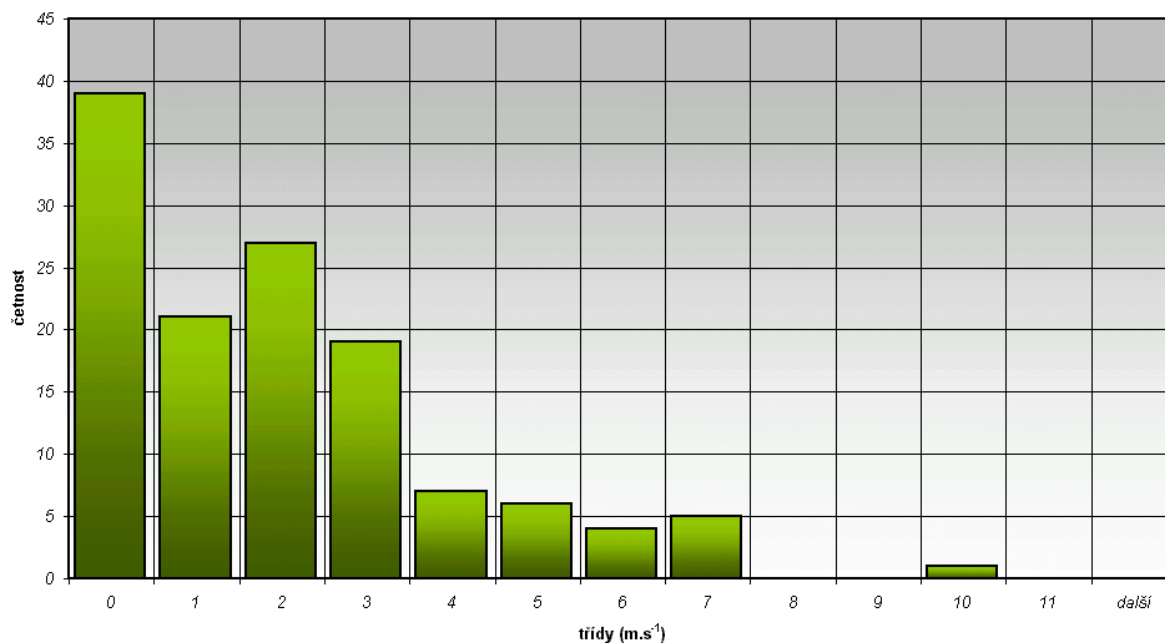
graf č. 2 Histogram četnosti naměřených hodnot teploty vzduchu ve stáji (t_i)



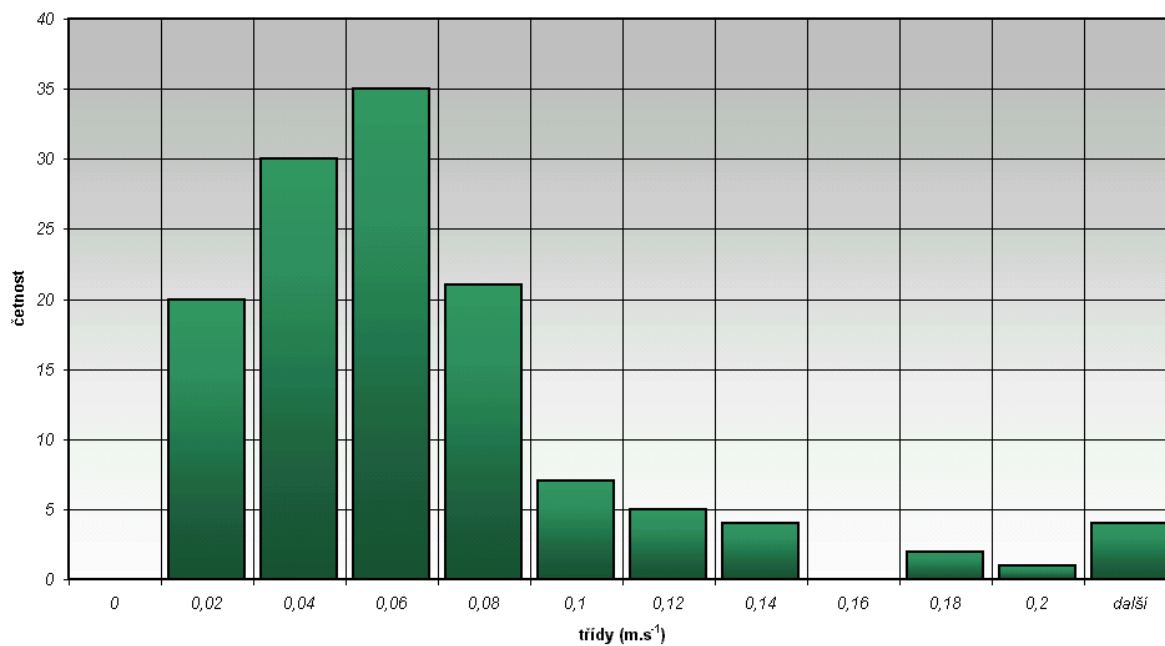
graf č. 3 Histogram četnosti průměrných zchlazovacích hodnot (H) z jednotlivých termínů měření



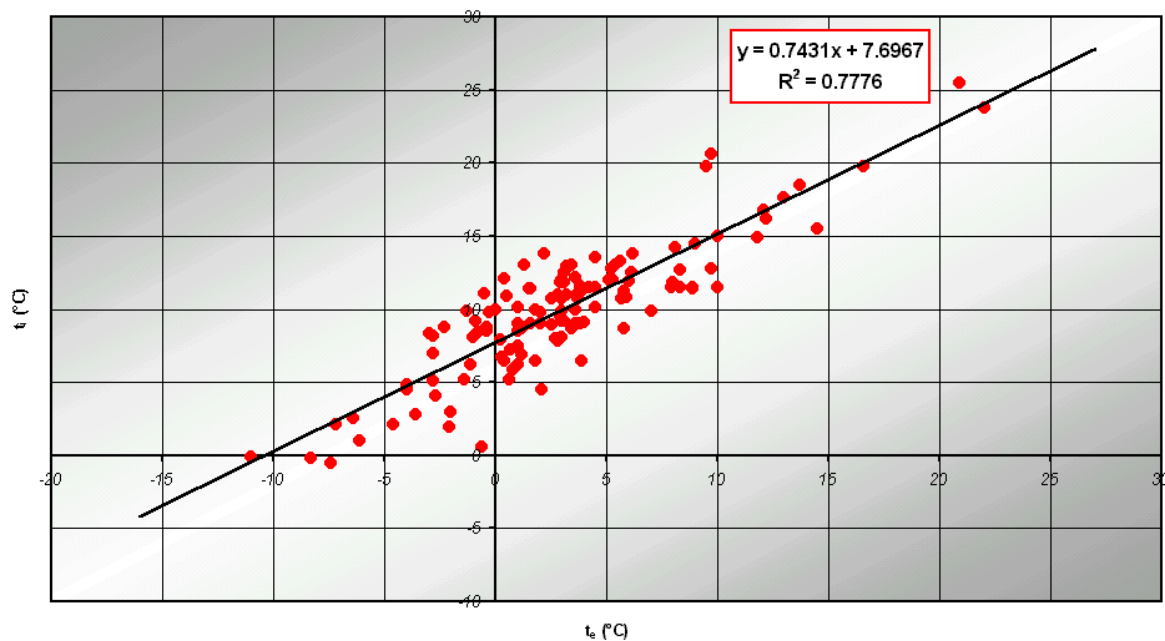
graf č. 4 Histogram četnosti rychlosti větru v exteriéru (F_e) v termínech měření



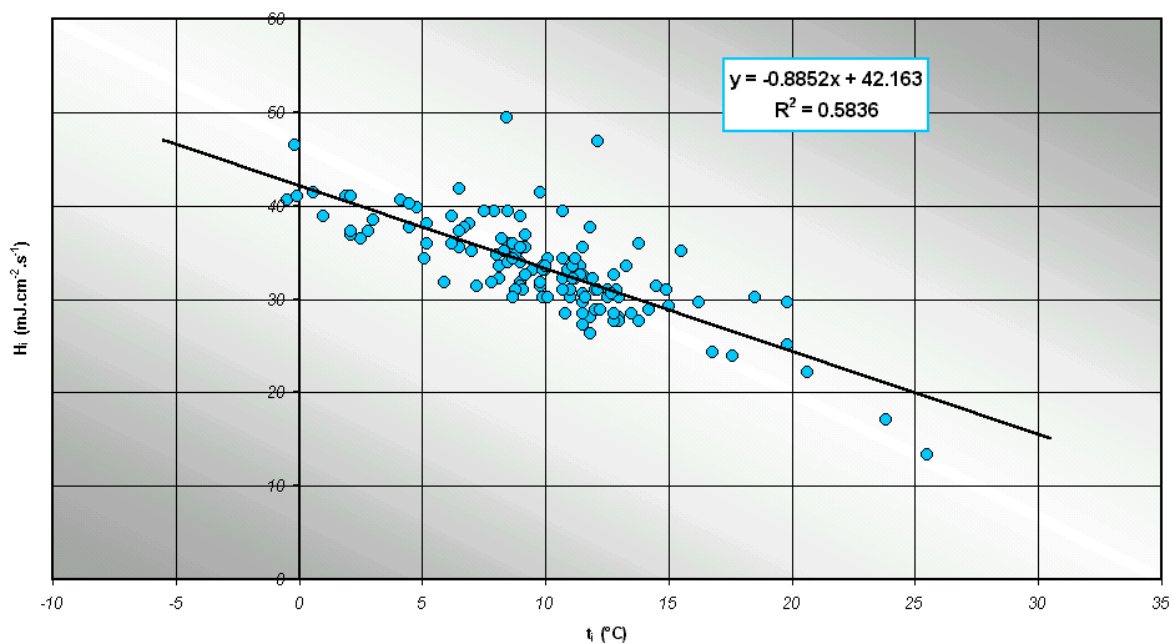
graf č. 5 Histogram četnosti rychlosti proudění vzduchu ve stáji (F_i)



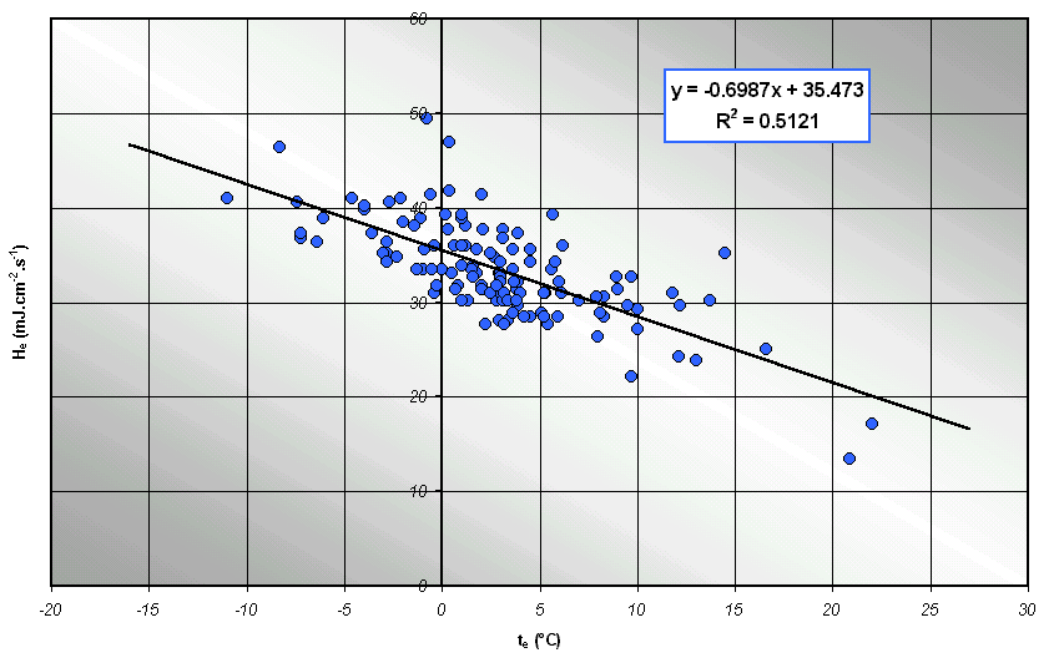
graf č. 6 Závislost teploty vzduchu ve stáji (t_i) na teplotě vzduchu v exteriéru (t_e)



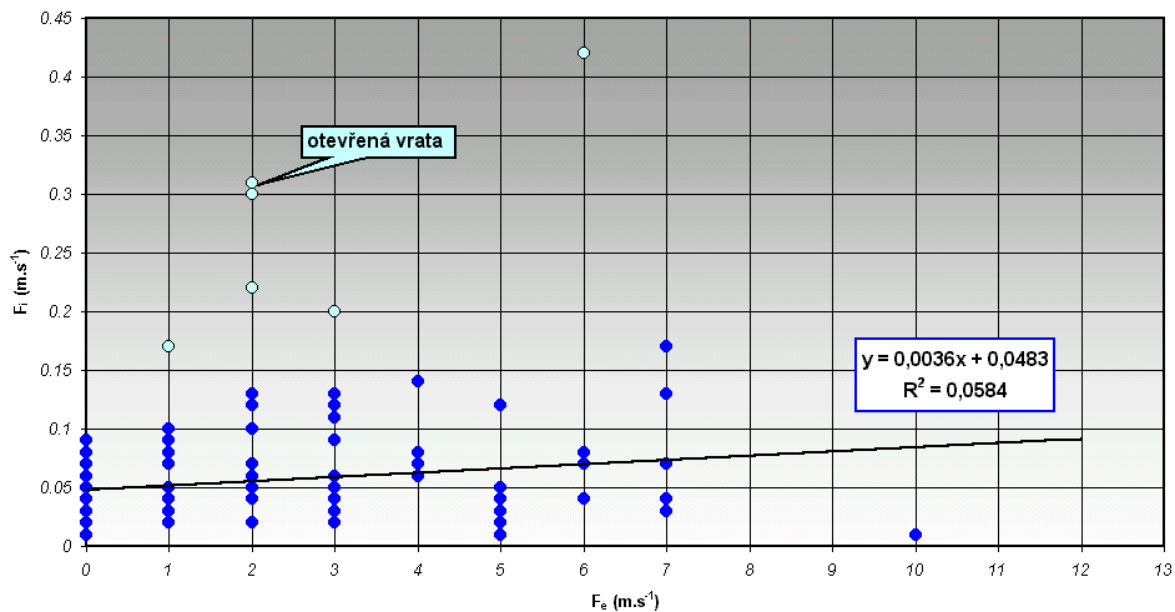
graf č. 7 Závislost zchlazovací hodnoty ve stáji (H_i) na teplotě vzduchu ve stáji (t_i)



graf č. 8 Závislost zchlazovací hodnoty ve stáji (H_i) na teplotě vydychu v exteriéru (t_e)



graf č. 9 Závislost rychlosti proudění vzduchu ve stáji (F_i)
na rychlosti proudění vzduchu v exteriéru (F_e)



graf č. 10 Závislost rychlosti proudění vzduchu ve stáji (F_i) na teplotě vzduchu v exteriéru (t_e)

