

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ANALÝZA PROUDĚNÍ VZDUCHU V MÍSTNOSTI

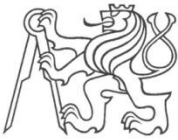
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Lenka Linhartová

Vedoucí diplomové práce : Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Konzultant(i): Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Linhartová Jméno: Lenka Osobní číslo: 396128
Zadávací katedra: k11125
Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Analýza proudění vzduchu v místnosti
Název diplomové práce anglicky: Analysis of air flow in a room

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte analýzu popisující vliv proudění vzduchu z distribučního prvku na uživatele ve vnitřním prostředí. Na základě vhodné metodiky pro laboratorní experiment proveďte měření rychlostí a teplot proudícího vzduchu pro zvolené prvky. Proveďte vyhodnocení dat. Zhodnoťte popsané podmínky z hlediska vlivu na člověka a jeho vnímání tepelného prostředí.

Seznam doporučené literatury:

Gebauer G., Horká H., Rubinová O. Vzduchotechnika, Era - vydavatelství, ISBN: 80-7366-027-X, 262 s., 2005.
Chyský, J. Hemzal, K. Větrání a klimatizace, Bolit press, Brno, ISBN 80-901574-0-8, s.560, 1993.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 20.2.2017 Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

27.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Ve Staré Boleslavi, 4. 6. 2017

.....

Poděkování

Děkuji panu Ing. Danielu Adamovskému Ph.D. za všestrannou pomoc, ochotu a trpělivost při zpracování diplomové práce. Dále děkuji své rodině za to, že mi umožnila studovat na této škole a všem svým bližním za podporu.

Obsah	
ABSTRAKT	7
ÚVOD	8
1 TEPELNÁ BILANCE ČLOVĚKA	9
1.1 Produkce tepla a tepelná bilance.....	9
1.2 Energetický výdej	9
1.3 Výdej tepla do prostředí	11
2 PROUDĚNÍ VZDUCHU V MÍSTNOSTI	12
2.1 Rozptýlení vzduchu	12
2.1.1 Mísení	12
2.1.2 Vytěsňování	13
2.1.3 Zaplavování.....	13
2.2 Tvar proudů.....	14
2.2.1 Kruhový.....	14
2.2.2 Plochý	14
2.2.3 Radiální	15
2.2.4 Kompaktní.....	15
2.3 Proudění podle teploty	15
2.3.1 Izotermní proud.....	16
2.3.2 Neizotermní proud	17
2.4 Měřená vyústka a předpoklad proudění vzduchu	17
3 HODNOCENÍ A PARAMETRY TEPELNÉHO STAVU PROSTŘEDÍ	18
3.1 Místní tepelný diskomfort.....	19
3.1.1 Průvan.....	19
3.1.2 Vertikální rozdíly teploty vzduchu	20
4 METODIKA MĚŘENÍ	21
4.1 Anemometry	21
4.1.1 Všesměrový anemometr	21
4.2 Čidla teploty	22
4.3 Ostatní použité přístroje	23
4.4 Popis laboratoře	26
4.5 Rozmístění čidel a doba měření.....	27

5	PŘÍPRAVA MĚŘENÍ	29
6	OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ.....	29
7	POPIS MĚŘENÍ	30
8	VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH STAVŮ	30
	8.1 Izotermní stav 1	31
	8.2 Izotermní stav 2	44
	8.3 Neizotermní stav studený	57
	8.4 Neizotermní stav teplý.....	71
	8.5 Celkové vyhodnocení	80
	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	86
	PŘÍLOHY.....	87

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je analyzovat obraz proudění vzduchu z distribučního prvku za různých okrajových podmínek a vyhodnotit jeho vliv na pobytovou oblast osob.

Tepelné pohodě se dnes věnuje velká pozornost. Člověk v současné době tráví ve vnitřním prostředí více jak 80 % svého času. Proto je důležité, aby se člověk v daném prostředí cítil dobře, jinak je nesoustředěný a dělá chyby. Tepelnou pohodu tvoří mnoho parametrů, které je nutné sledovat a řídit. Mezi tyto parametry patří zejména teplota, vlhkost a rychlost vzduchu.

V diplomové práci je zpracováno měření a postup při hodnocení vnitřního mikroklimatu. Hodnoceno bylo procento nespokojených osob obtěžovaných průvanem a vertikálním rozdílem teplot. Měřenými veličinami byla teplota a rychlost proudění vzduchu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tepelná pohoda, parametry tepelné pohody, teplota vzduchu, anemometr, měření, průvan, rychlost proudění, vertikální rozdíl teplot, žaluziový anemostat

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to analyze the image of the airflow from the distribution element under different boundary conditions and to evaluate its influence on the residential area of persons.

Thermal comfort is a great deal of attention today. People now spend more than 80% of their time in the inner environment. Therefore, it is important for a person to feel good in a given environment, otherwise he is unfocused and makes mistakes. Thermal comfort determines many parameters that need to be monitored and controlled. These parameters especially include temperature, humidity and air velocity.

The diploma thesis deals with the measurement and the procedure for evaluation of the internal microclimate. The percentage of people dissatisfied with the draft and the vertical temperature difference was evaluated. Measured variables were temperature and velocity of air flow.

KEYWORDS

Thermal comfort, parameters of thermal comfort, air temperature, anemometer, measurement, draught, flow velocity, vertical temperature difference, slat anemostat

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá obrazy proudění vzduchu v návaznosti na dopady místních diskomfortů na prostředí člověka, protože právě rychlostní a teplotní mikroklima nás jako uživatele vnitřního nuceně větraného prostředí nejvíce ovlivňuje, většinou není problém s tepelně vlhkostním mikroklimatem. Jedná se hlavně o místní tepelný diskomfort, který vystihuje nespokojenost uživatele s vnitřním prostředím.

V první části diplomové práce jsou uvedeny důvody, proč se tomuto tématu věnovat a obecné informace (teorie) k problematice. Ve druhé části je popsáno samotné měření s výpočty pro dané okrajové podmínky (průtok, teplota) v laboratoři. V další části se vypočítává stupeň místního tepelného diskomfortu (průvan, vertikální rozdíly teplot vzduchu), který se vyjadřuje ukazatelem DR - předpověď procenta osob obtěžovaných průvanem a PD - procento nespokojených jako funkci vertikálního rozdílu teplot vzduchu mezi hlavou a kotníky podle [5].

V další kapitole zaznamenávám grafické výsledky naměřených dat. Na závěr je uvedeno vyhodnocení dat provedeného experimentu.

1 TEPELNÁ BILANCE ČLOVĚKA

Aby se lépe pochopila daná problematika, je nutné si uvědomit, že na stav člověka nebude mít vliv pouze stav prostředí, ve kterém člověk pobývá, ale i stav samotného člověka. Jedná se hlavně o tepelnou rovnováhu člověka, která je závislá na metabolismu tzn. jeho teplota, výdej tepla a způsob jeho sdílení s okolím (dýchání, pocení, jeho aktivita, typ oblečení a v neposlední řadě je to i stav jeho mysli). Vnitřní prostředí budovy a stav člověka jsou navzájem provázány a ovlivňují se, a to jak kladným, tak i záporným způsobem.

1.1 Produkce tepla a tepelná bilance

Člověk na základě svých biologických pochodů neustále produkuje teplo, které odevzdává do svého okolí. Stav, kdy prostředí odebírá tělu tolik tepla, kolik právě produkuje, se označuje jako tepelná rovnováha. Teplo, které člověk vydává do okolí, závisí na teplotním spádu, tj., rozdílu teplot mezi povrchem těla a teplotou okolí. Teplota uvnitř lidského těla je okolo 37°C, zatímco teplota kůže se může pohybovat v rozmezí 31 až 34°C, podle okolního prostředí. Rozdíly vznikají v průběhu času (denní doba), ale i podle částí lidského těla (závisejí na pokrytí oblečením a množství krve, které protéká periferními kapilárami v podkoží). V lidském těle dochází k nepřetržitému procesu dopravy tepla z vnitřních tkání k povrchu kůže, odkud je teplo odváděno sáláním, prouděním, vedením a vypařováním. V případě, že je prostředí příliš chladné a odebírá tělu více tepla, než produkuje, nastává podchlazení. Organismus se tomu brání fyzikální termoregulací, tzn., omezí průtok krve do periferních částí těla, které tak v důsledku poklesu své povrchové teploty sníží výdej tepla do okolí. Takovým procesem je i svalový třes. Svalová práce má malou účinnost, tzn., že svalový výkon se z velké části mění na teplo. Povrchová teplota kůže je tak výsledkem neustálé interakce mezi člověkem a okolím, kterému se snaží přizpůsobit [1].

1.2 Energetický výdej

Energetický výdej, tepelný výkon člověka, závisí na aktivitě, osobě (věk, postava, fyzická kondice) a podmínkách, ve kterých se daná osoba nachází.

Metabolická tepelná produkce lidského těla se rozděluje do dvou skupin:

- Bazální metabolismus. I když člověk nevykonává žádnou činnost, např. spí, produkuje teplo. Toto teplo, je kontinuální „spalování pohonné látky“, kterou je potrava. Bazální metabolismus je funkcí hmotnosti výšky, věku a pohlaví. Tyto faktory však mají malý vliv, proto je možno používat hodnotu 44 W/m² pro muže a 41 W/m² pro ženy.
- Svalový metabolismus. Při konání práce se v lidském těle uvolňuje energie. Její část se spotřebuje na fyzickou činnost (výkon), většina se mění na teplo, které tělo odevzdává do okolí. Pokud nelze všechno nadbytečné teplo odvést do okolí, zapojují se termoregulační mechanismy těla.

Výpočet energetického výdeje se provede pomocí tab. 1.1, ve které je uveden měrný energetický výdej vztážený na 1 m² tělesné plochy. Výpočet plochy lidského těla podle hmotnosti a výšky se provede podle DuBoisova vzorce.

Tab. 1.1 Energetický výdej podle třídy práce (druhu činnosti) včetně bazálního metabolismu dle [7]

Třída práce	Druh práce	Energetický výdej M [W/m ²]
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozorovnách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění lehkých předmětů.	≤ 80
IIa	Práce převážně v sedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla, a některých dražších vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracování a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg - prodavači, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valciř hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků. Práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem, práce zdravotní sestry nebo ošetřovatelky u lůžka.	106 až 130
IIIa	Práce vstojе s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo v kleče, chůze - údržba strojů, mechanici, obsluha koksové baterie, práce ve stavebnictví - ukládání panelů na stavbách pomocí mechanizace, skladníci s občasným přenášením řemen do 15 kg, řezníci na jatkách, zpracování masa, pekaři, malíři pokojů, operátoři poloautomatických strojů, montážní práce na montážních linkách v automobilovém průmyslu, hutní údržba, průmyslové žehlení prádla, čištění oken, ruční úklid velkých ploch, strojní výroba v dřevozpracujícím průmyslu.	131 až 160
IIIb	Práce vstojе s trvalým zapojením obou horních končetin, trupu, chůze, práce ve stavebnictví při tradiční výstavbě, čištění menších odlitků sbíječkou a broušením, příprava forem na 15 až 50 kg odlitky, foukači skla při výrobě velkých kusů, obsluha gumárenských lisů, práce na lisu v kovárnách, chůze po zvlněném terénu bez zátěže, zahradnické práce a práce v zemědělství.	161 až 200
IVa	Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce ve stavebnictví, práce s lopatou ve vzpřímené poloze, přenášení břemen o váze 25 kg, práce se sbíječkou, práce v lesnictví s jedno-mužnou motorovou pilou, svoz dřeva, práce v dole - chůze po rovině a v úklonu do 15°, práce ve slévárnách, čištění a broušení velkých odlitků, příprava forem pro velké odlitky, strojní kování menších kusů, plnění tlakových nádob plyny.	201 až 250
IVb	Práce spojená s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce na pracovištích hlubinných dolů - ražba, těžba, doprava, práce v lomech, práce v zemědělství s vysokým podílem ruční práce, strojní kování větších kusů.	251 až 300
V	Práce spojené s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - transport těžkých břemen např. pytlů s cementem, výkopové práce, práce sekýrou při těžbě dřeva, chůze v úklonu 15 až 30°, ruční kování velkých kusů, práce na pracovištích hlubinných dolů s ruční ražbou v nízkých profilech důlních děl.	301 a více

Pro vyjádření hodnoty metabolismu byla zavedena jednotka **met**. Jeden met představuje metabolické teplo produkované člověkem při lehké práci (vsedě), vztažené na tělesnou

plochu (1,9 m²), tedy 58,2 W/m². Energetický výdej člověka při různých činnostech bývá vyjádřen v násobcích met [1].

1.3 Výdej tepla do prostředí

Tepelný výkon, který člověk předává do okolí má několik složek, jedna z nich je, výdej tepla dýcháním tvořící nejmenší podíl. Výdej tepla dýcháním roste s nízkou teplotou a vlhkostí vzduchu a také s celkovou produkcí tepla.

Výdej tepla prouděním roste s rychlostí proudícího vzduchu. Při vyšších teplotách vzduchu, kdy klesá teplotní spád mezi povrchem těla a okolím, člověka vítr příjemně ochladí, kdežto za bezvětří pociťuje horko. Uplatňuje se zde izolační vlastnost oděvu.

Výdej tepla sáláním mezi dvěma pevnými povrchy záleží na rozdílu jejich povrchových teplot. Pro člověka to znamená rozdíl mezi teplotou kůže resp. Oděvu, a teplotou okolních povrchů. Uplatňuje se zde izolační vlastnost oděvu a poloha těla. V tabulce 1.2 jsou vypsány tepelné izolace typických kombinací oděvu.

Tab. 1.2 Tepelná izolace typických kombinací oděvu [5]

Pracovní oděv	I _{cl}		Běžný oděv	I _{cl}	
	clo	m ² ·K/W		clo	m ² ·K/W
Spodky, kombinéza, ponožky, boty	0,70	0,110	Kalhoty, tričko, šortky, tenké ponožky, sandály	0,30	0,050
Spodky, košile, kombinéza, ponožky, boty	0,80	0,125	Spodky, košile s krátkými rukávy, lehké kalhoty, tenké ponožky, boty	0,50	0,080
Spodky, košile, kalhoty, pracovní šaty, ponožky, boty	0,90	0,140	Kalhotky, spodnička, punčochy, šaty, střevíce	0,70	0,105
Spodní prádlo s krátkými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, bunda, ponožky, boty	1,00	0,155	Spodní prádlo, košile, kalhoty, ponožky, boty	0,70	0,110
Spodní prádlo s dlouhými nohavicemi a rukávy, termobunda, ponožky, boty	1,20	0,185	Kalhotky, košile, kalhoty, bunda, ponožky, boty	1,00	0,155
Spodní prádlo s krátkými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, bunda, silná prošívaná venkovní bunda a kombinéza, ponožky, boty, čepice, rukavice	1,40	0,220	Kalhotky, punčochy, halenka, dlouhá sukně, bunda, boty	1,10	0,170
Spodní prádlo s krátkými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, bunda, silná prošívaná venkovní bunda a kombinéza, ponožky, boty, čepice, rukavice	2,00	0,310	Spodní prádlo s dlouhými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, svetr V, bunda, ponožky, boty	1,30	0,200
Spodní prádlo s dlouhými rukávy a nohavicemi, termobunda a kalhoty, parka, silná kombinéza, ponožky, boty, čepice, rukavice	2,55	0,395	Spodní prádlo s krátkými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, vesta, bunda, kabát, ponožky, boty	1,50	0,230

Člověk odevzdává do prostředí difuzí vody pokožkou určité množství vodní páry. Za optimálních podmínek vodní páru pohltí okolní vzduch a pokožka zůstává suchá. Pokud je prostředí velmi teplé, teplotní spád mezi povrchem těla a okolím se zmenšuje, člověk se

ochlazuje pocením. Z toho vyplývá maximální míra odpařování, k níž dojde v hypotetickém případě úplně mokré kůže [1].

2 PROUDĚNÍ VZDUCHU V MÍSTNOSTI

Vědní obor zabývající se prouděním vzduchu se nazývá aerodynamika. Proudění je fyzikální děj, který je spojen s přenosem látky a tepla. Jelikož je teoretické vyjádření s analytickým řešením náročné, provádějí se nejprve řešení založená na experimentálních metodách nebo počítačové modelování. Výstupy umožňují v jisté idealizaci postihnout tento fyzikální jev.

Základním kritériem stavu interního mikroklimatu je i rychlost a charakter proudění vzduchu ve vymezené části prostoru. Proudění vzduchu v místnosti je základní úlohou vzduchotechniky. Důležitými faktory ovlivňujícími proudění v reálných místnostech jsou **hybnost** (setrvačnost) přivodního vzduchu, **gravitační (vztlakové) síly**, **geometrie** místnosti a **pohyb** lidí.

Základní případy ve vzduchotechnice tvoří proudění vzduchu v prostoru, kterému se budu dále věnovat a proudění vzduchu potrubím. Dle prostoru, ve kterém se proud vyskytuje, jsou proudy **volné**, **poloohraničené** a **ohraničené**.

Proudění vzduchu v prostoru formuluje výslednice silových účinků setrvačných a gravitačních sil. K řazení proudění slouží celá řada faktorů, z nichž jsou základní **geometrie** a **teplota**, jimž se budu věnovat v dalších podkapitolách. Z aspektu geometrie jsou proudy **kruhové** (osově symetrické), **ploché** a **radiální**. Podle teploty a jejího rozdílu formulujícího tvar osy proudů jsou proudy **izotermní** (zatopené) a **neizotermní**.

2.1 Rozptýlení vzduchu

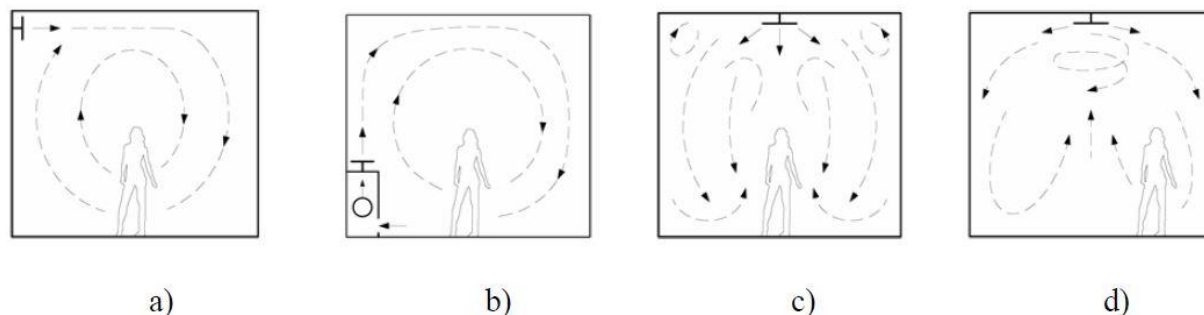
V zásadě můžeme způsoby rozptýlení vzduchu rozdělit do tří základních kategorií - mísení, vytěsňování a zaplavování. Každý z těchto typů rozptýlení vzduchu po místnosti má své klady a zápory a záleží na provozu, který typ zvolíme.

2.1.1 Mísení

Hlavní nejčastější případy rozptýlení vzduchu směřovacím principem jsou:

- Přívod vzduchu stěnovou výustí, dýzou, štěrbinou
- Přívod vzduchu stropním anemostatem žaluziovým nebo vířivým

Rozptýlení vzduchu mísením je znázorněno na obrázku 2.1



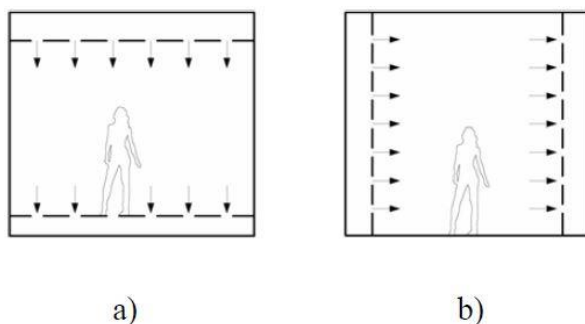
Obr. 2. 1 Rozptýlení vzduchu mísením; a) stěnová výustí, b) parapetní indukční jednotka, c) anemostat žaluziový, d) anemostat vířivý [3]

Směšováním primárního vzduchu se vzduchem v prostoru dochází k vyrovnání rychlostí, teplot i koncentrací v proudovém poli. Vysoká intenzita směšování je výhodná např. v klimatizaci pro přívod chladného vzduchu stropními anemostaty, což umožňuje přivádět do prostoru relativně malé množství vzduchu o velkém pracovním rozdílu teplot.

Na obrázku 2.1 c) je schématicky znázorněn typický obraz proudění pro přívod vzduchu stropním anemostatem s pevnými lamelami směšovacím principem. Primární proud vzduchu z anemostatu přisává indukci vzduch z prostoru a uvádí do pohybu primární vír. Účinkem primárního vzduchu vzniká v omezeném prostoru sekundární proudění - sekundární víry. Pro kvalitní ovzduší ve větraném prostoru je důležité, aby pásmo pobytu osob bylo provětráváno primárním vzduchem. Při výskytu příměsí (škodlivin) v prostoru budou koncentrace v primárním vzduchu nižší, než v proudě sekundárním. Pokud se vyskytují v prostoru zdroje tepla, pak jejich vliv na výsledné proudění, při použití směšovacího principu je potlačen. Vysokou intenzitou směšování se vyznačují zejména vířivé anemostaty.

2.1.2 Vytěšňování

Vytěšňovací princip se uplatňuje u rovnoměrného přívodu vzduchu stropem nebo stěnou do větraného prostoru. Je to v prostorech s vysokými nároky na kvalitu ovzduší (tzv. čistých místnostech), operačních sálech, laboratořích, kabinách pro stříkání nátěrů aj. V těchto případech je požadavkem, aby pásmo pobytu osob (resp. Pracovní oblast) bylo větráno rovnoměrně primárním vzduchem, bez vzniku sekundárních proudů. Případně uvolňované příměsí (škodliviny) jsou „pístovým účinkem“ primárního vzduchu bezprostředně odváděny mimo pracovní oblast. Příklad rozptýlení vzduchu vytěšňováním v čistém prostoru je na obrázku 2.2.



Obr. 2. 2 Rozptýlení vzduchu vytěšňováním; a) stropní přívod, b) stěnový přívod [3]

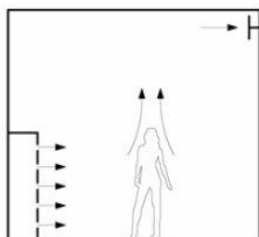
2.1.3 Zaplavování

Rozptýlení vzduchu zaplavováním je specifický případ vytěšňovacího principu, uplatňovaný pro větrání a klimatizaci halových prostorů i kancelářských místností. Na rozdíl od principu vytěšňování nevyužívá k vytvoření rovnoměrného proudění vzduchu v pásmu pobytu osob „pístového účinku“, ale neizotermičnosti přiváděného vzduchu.

Vzduch se přivádí velkoplošnými výustěmi u podlahy relativně malou rychlostí (0,3 až 0,5 m/s) o teplotě 3 až 5 K nižší, než je teplota vnitřního vzduchu v místnosti. Přiváděný chladný vzduch se gravitačním účinkem udržuje u podlahy a provětrává pásmo pobytu osob, v průmyslu i do značné vzdálenosti. Relativně malý pracovní rozdíl teplot i malá výstupní

rychlost vzduchu z výústí jsou podmíněny tím, aby nebyl narušen tepelný komfort osob v blízkosti výústí a rovněž aby se minimalizoval vznik sekundárních proudů.

U zaplavovacího principu dochází k výrazné vertikální stratifikaci teploty vzduchu i koncentrace příměsí. Zdroje tepla u podlahy výrazně ovlivňují proudění chladného vzduchu. Na obrázku 2.3 je schéma zaplavovacího principu pro klimatizaci.



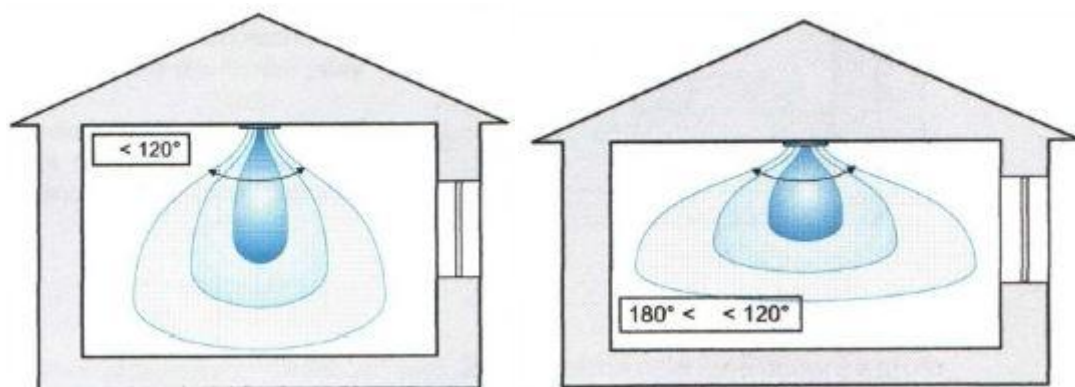
Obr. 2. 3 Rozptýlení vzduchu zaplavováním, přívod velkoplošnou výústí [3]

2.2 Tvar proudů

Tvar proudů je závislý na typu vyústky. Některé distribuční prvky umějí tvar proudu přizpůsobit podle toho, jakou teplotu má přívodní vzduch, jestli je teplota vůči okolí vyšší či nižší.

2.2.1 Kruhový

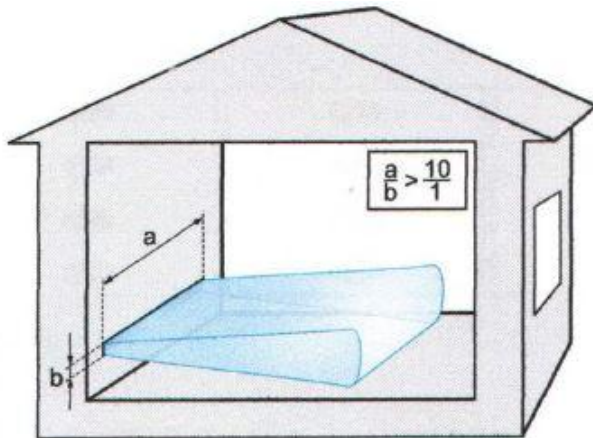
Proud kruhový někdy také nazývaný kuželový se vyznačuje úhlem výstupního proudu do 120° a větším dosahem proudu. Pro nižší prostory je vhodný úhel proudu výstupního vzduchu v rozmezí 120° až 180° s menším dosahem proudu. Typickým prvkem těchto proudů jsou žaluziové výustky nastavitelné vířivé výustě. Jsou vhodné pro běžné obchodní prostory, administrativní budovy apod. Obrazy proudění jsou patrné z obrázku 2.4.



Obr. 2. 4 Proud kuželový (kruhový) [1]

2.2.2 Plochý

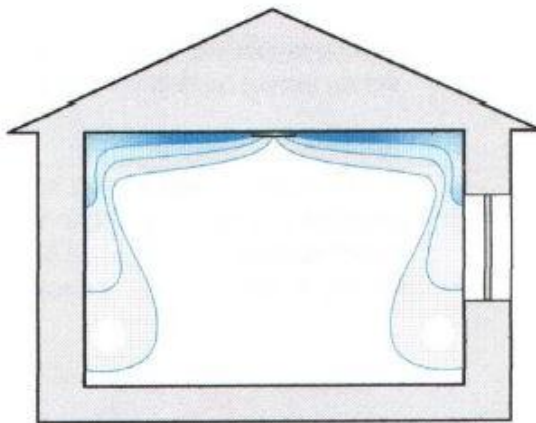
Plochý proud představuje proud vzduchu vystupující otvorem, jehož jeden rozměr je o mnoho menší než druhý. Typickým představitelem těchto proudů jsou štěrbiny. Schéma proudění je na obrázku 2.5.



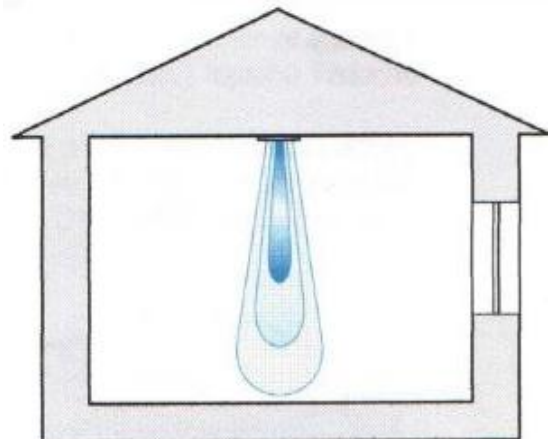
Obr. 2. 5 Proud plochý [1]

2.2.3 Radiální

Radiální proud je proud s výstupním úhlem proudu vzduchu asi 180°. Má charakter podstropního proudu, jehož využití je vhodné zejména pro přívod chladného vzduchu. Přestaviteli elementů s tímto typem proudu jsou např. vířivé vyústě, jednoúčelové tvarované deskové (panelové) difuzory a apostaty. Elementy s radiálním proudem vzduchu se používají v širokém spektru budov v místnostech se světlou výškou do 4 až 5m. Idealizovaný obraz proudění je na obrázku 2.6.



Obr. 2. 6 Proud radiální [1]



Obr. 2. 7 Proud kompaktní [1]

2.2.4 Kompaktní

Kompaktní proud je spojitě vyplněný vzdušinou v celém jeho profilu. Je to úzký, hladký, dlouhý proud s nepočitelnými okrajovými turbulencemi a minimální indukci vzduchu. Klasickým představitelem proudění s kompaktním proudem jsou trysky či dýzy. Kompaktní proud vzduchu lze využít pro přívod vzduchu na dlouhou vzdálenost. Jeho použití je tedy ideální ve velkých prostorách, jako jsou sportovní haly, obchodní centra, plavecké bazény apod. Schéma proudění je na obrázku 2.7.

2.3 Proudění podle teploty

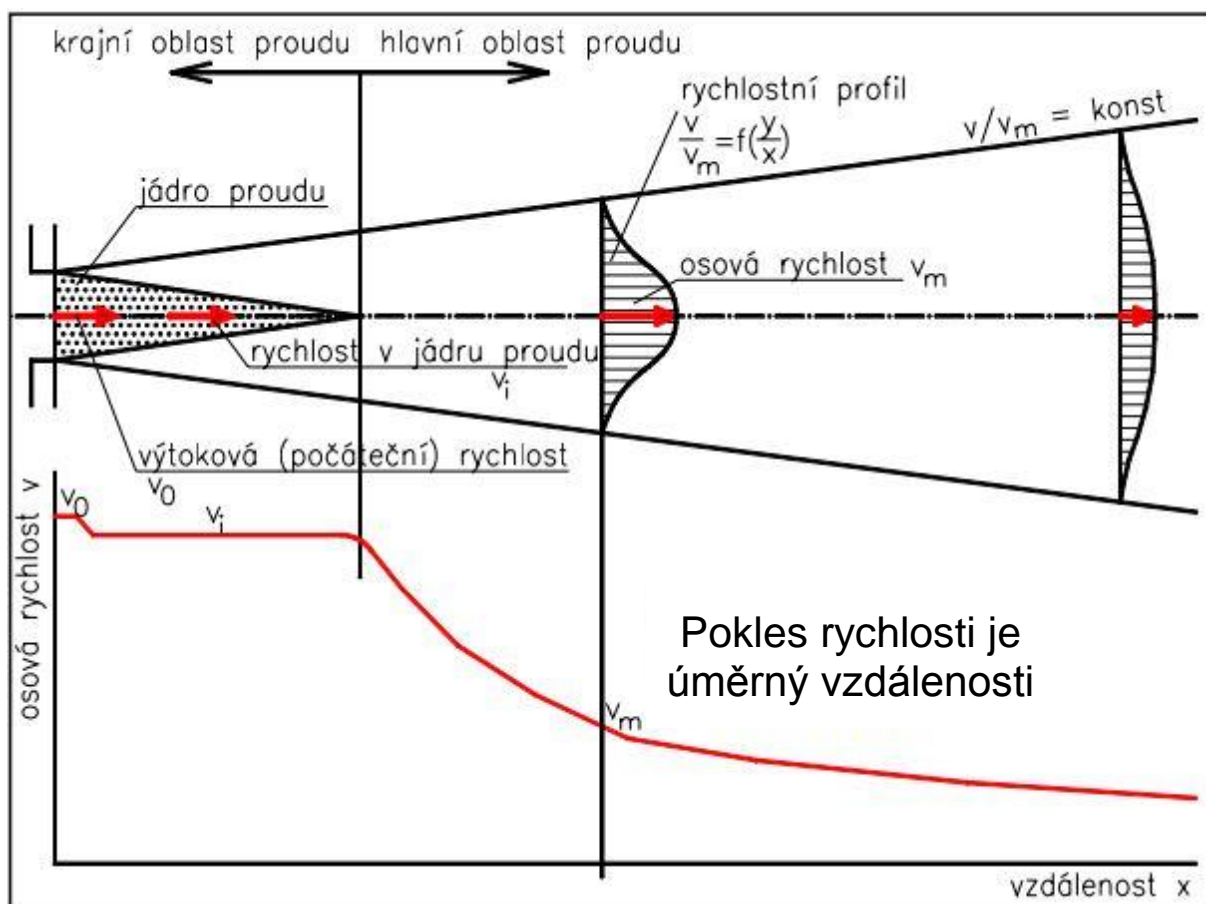
Tvar proudů respektive jejich osa se mění při přívodu vzduchu o rozdílné teplotě, než je teplota v místnosti. Přivádíme-li vzduch o stejné teplotě jako se nachází v místnosti, jedná se

o izotermní proudění. Má-li přiváděný vzduch jinou teplotu než vzduch v prostoru jedná se o neizotermní proudění.

2.3.1 Izotermní proud

Volné proudění představující tzv. zatopený proud nastane v případě, kdy teplota přivodního vzduchu je stejná jako teplota okolního vzduchu. Výchozím řešením je volné proudění vzduchu otvorem. Rovnost teplot a konstantní viskozity zjednodušuje řešení úlohy, protože proudění není závislé na Reynoldsově čísle. Klasické řešení vychází z teorie, kterou zpracoval G. N. Abramovič.

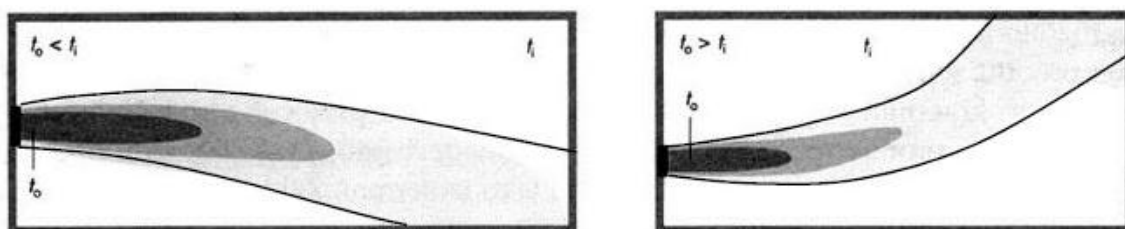
Při řešení zavedl experimentální konstantu, tzv. součinitel vířivosti α , charakterizující konstrukci vyústného otvoru. Schéma proudu a jeho charakteristických veličin je na obrázku 2.8. Proud vzduchu tvoří tzv. jádro, krajní a hlavní oblast proudu. Pro krajní oblast proudu je charakteristická konstantní rychlost pro zmenšující se jádro. Volné proudění lze demonstrovat případem nuceného větrání rozměrné místnosti (haly), kdy je teplota přivodního vzduchu stejná jako teplota vzduchu v místnosti a formuje se tak volný izotermní proud.



Obr. 2. 8 Schéma volného proudu vzduchu [1]

2.3.2 Neizotermní proud

Proudění se vyznačuje rozdílnou teplotou přivodního vzduchu a vzduchu v okolí proudu. Rozdíl teplot způsobuje deformaci proudu, jeho tvar pak formuje výslednice gravitačních a setrvačných sil. Jejich poměr vyjadřuje Archimedovo kritérium Ar_0 . Gravitační (vztlakové) síly se projevují vertikálním ohybem proudu. Při $Ar_0 < 0,001$ jsou proudy mírně neizotermní, v případech pro $Ar_0 > 0,01$ jsou proudy značně neizotermní. Do hodnoty $Ar_0 < 0,001$ lze řešit proudění jako izotermní. Základní případy obrazy proudů pro neizotermní proudění jsou patrné z obr. 2.9.



Obr. 2. 9 Volné neizotermní proudění [1]

2.4 Měřená vyústka a předpoklad proudění vzduchu

Měřenou vyústkou je lamelový stropní anemostat, viz obr. 2.10. Z hlediska rozptýlení vzduchu v místnosti se jedná o směšovací způsob, při kterém dochází k vyrovnání rychlostí, teplot i koncentrací škodlivin v proudovém poli. Tvar proudění z tohoto distribučního prvku bude pravděpodobně kruhový (kuželový) s úhlem výstupního proudu v rozmezí 120 až 180° s menším dosahem proudu. Co se týče neizotermičnosti přiváděného vzduchu, čekala bych, že při distribuci teplého vzduchu bude dosah proudu větší - teplý vzduch se dostane více do pobytové oblasti osob než přiváděný studený vzduch. U studeného vzduchu předpokládám, že se rychleji otočí vzhůru. Popsané stavy také závisí na rychlosti proudění. Bude-li rychlost proudění vysoká, je pravděpodobné, že rozdíl vertikálního obrazu proudění mezi teplým a studeným přiváděným vzduchem nebude velký. Naopak deformace proudů bude dobře viditelná u menších rychlostí a vyšších rozdílů teplot přiváděného a okolního vzduchu.



Obr. 2. 10 Měřená vyústka - lamelový anemostat s plenum boxem, foto autor

Kapitola 2 Proudění vzduchu v místnosti byla napsána za použití literatury [1], [2] a [3].

3 HODNOCENÍ A PARAMETRY TEPELNÉHO STAVU PROSTŘEDÍ

Definice „tepelné pohody“ je mnoho. V zásadě se jedná o takový tepelný stav člověka, který se vyznačuje tepelnou rovnováhou organismu (odtud také tepelná neutralita), která je objektivním kritériem a také tím, že člověk je s prostředím spokojen, tzn., že mu z hlediska subjektivního hodnocení vyhovuje. Jako tepelnou pohodu tedy nelze označit stav, kdy je sice organismus ve stavu tepelné rovnováhy, ale za cenu oblečení nepohodlného, např. velmi teplého oděvu. To znamená, že tepelná rovnováha nemusí nutně znamenat tepelnou pohodu, ale tepelná pohoda je podmíněna tepelnou rovnováhou. Objektivní hodnocení prostředí se děje měřením vybraných fyzikálních veličin tohoto prostředí. Pro subjektivní hodnocení vyjadřující spokojenost člověka s prostředím se používají různé posuzovací stupnice.

Tepelná rovnováha však není jedinou podmínkou. Pro člověka je důležitá tzv. radiační teplota, tj. aby teplo z okolí přijímal radiací (podobně jako od Slunce) a vyrobené teplo vydával konvekcí (prouděním), tj. ochlazováním okolním vzduchem. Pro tepelnou pohodu místnosti to znamená, že množství tepla, které člověk vydá do okolí konvekcí, má být minimálně stejné, pokud možno větší, než množství tepla předávaného do okolí sáláním. Z této podmínky plyne maximální přípustný rozdíl mezi teplotou vzduchu a stěn. Kromě tepelné rovnováhy a splnění radiační pohody je lidský organismus ještě citlivý na rovnoměrný odvod tepla do okolí, a to jednak v prostoru, jednak v čase. V prostoru to znamená, že ochlazování nohou se nemá příliš lišit od ochlazování hlavy a proudění vzduchu by mělo být rovnoměrné, jinak vzniká průvan.

Tepelný pocit člověka závisí hlavně na tepelné rovnováze jeho těla jako celku. Tuto rovnováhu ovlivňuje jeho tělesná činnost, oděv a parametry prostředí:

- teplota vzduchu
- střední radiační teplota (teplota povrchů)
- rychlost proudění vzduchu
- vlhkost vzduchu

Teplota vzduchu t je teplota interiérového vzduchu bez vlivu sálání z okolních povrchů. **Vlhkost vzduchu** - nejčastěji používána relativní vlhkost Ψ [%], která udává nasycení vzduchu vodní parou, nebo měrná vlhkost x [g/kg]. **Rychlost vzduchu** v ovlivňuje přenos tepla prouděním a odpařování vlhkosti z pokožky. Může však způsobit i pocit průvanu. **Energetická výdej** M závisí na fyzické aktivitě, může být ovlivněn jídlem a pitím i úrovní aklimatizace člověka. Oblečení je jeden z hlavních faktorů ovlivňujících odvod tepla z lidského těla do okolí, pro vyčíslení tepelného odporu oděvu slouží tab. 1.2.

Uvedené veličiny působí na člověka souhrnně, proto byla vytvořena celá řada komplexních kritérií, která vyjadřují objektivním způsobem celkové působení tepelného prostředí na člověka [1].

3.1 Místní tepelný diskomfort

PMV a PPD vyjadřují diskomfort z tepla nebo chladu pro tělo celkově. Nespokojenost s tepelným prostředím může být však také způsobena nežádoucím ochlazováním nebo oteplováním jednotlivých částí těla. To lze nazvat místním diskomfortem. Nejběžnější příčinou místního diskomfortu je průvan. Místní diskomfort může být také způsoben mimořádně velkým vertikálním rozdílem teplot mezi hlavou a kotníky, příliš teplou nebo příliš chladnou podlahou nebo příliš vysokou asymetrií radiační teploty.

K místnímu diskomfortu jsou citliví zvláště lidé při lehké práci vsedě. Ti budou hodnotit tepelný pocit pro celé tělo většinou neutrálně. Při vyšších úrovních aktivity jsou lidé méně tepelně citliví a riziko místního diskomfortu je proto nižší [5].

3.1.1 Průvan

Nežádoucí místní ochlazování lidského těla (**průvan**) vyvolané pohybem vzduchu závisí na rychlosti proudění vzduchu kolem těla a na jejích fluktuacích (makroturbulenci). Fluktuace charakterizuje **intenzita turbulence** [2].

Diskomfort kvůli průvanu lze vyjádřit jako předpověď procenta osob obtěžovaných průvanem. Vypočítá se stupeň obtěžování průvanem (DR) pomocí rovnice (3.1) (modelu průvanu):

$$DR = (34 - t_{a,l}) \cdot (\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot \bar{v}_{a,l} \cdot Tu + 3,14) \quad (3.1)$$

Pro $\bar{v}_{a,l} < 0,05\text{m/s}$: pomocí $\bar{v}_{a,l} = 0,05\text{m/s}$

Pro $DR > 100\%$: pomocí $DR = 100\%$

kde: $t_{a,l}$ je místní teplota vzduchu, 20°C až 26°C [°C]
 $\bar{v}_{a,l}$ je místní střední rychlost proudění vzduchu [m/s]
 Tu je místní intenzita turbulence, 10 % až 60 % [%]
pozn. není-li známa, může se použít 40 %

Model platí pro osoby při lehké práci vykonávané převážně vsedě, hodnotící svůj tepelný pocit pro celé tělo spíše neutrálně, a pro předpověď průvanu pocíťovaném na krku. Na úrovni paží a nohou může model předpokládaný stupeň obtěžování průvanem přeceňovat. Pocit průvanu je nižší při činnostech vstojie než při sezení (> 1,2 met) a u osob pocíťující prostředí spíše jako teplejší než neutrální [5].

Intenzita turbulence se podle [5] vypočte dle vzorce (3.2).

$$Tu = \frac{s}{\bar{v}} \quad [\%] \quad (3.2)$$

kde: s je standardní odchylka flukтуаčních rychlostí [m/s]
 \bar{v} je střední rychlost [m/s]

Standardní odchylka se spočítá [5]:

$$s = \sqrt{\frac{v'^2}{n-1}} \quad [-] \quad (3.3)$$

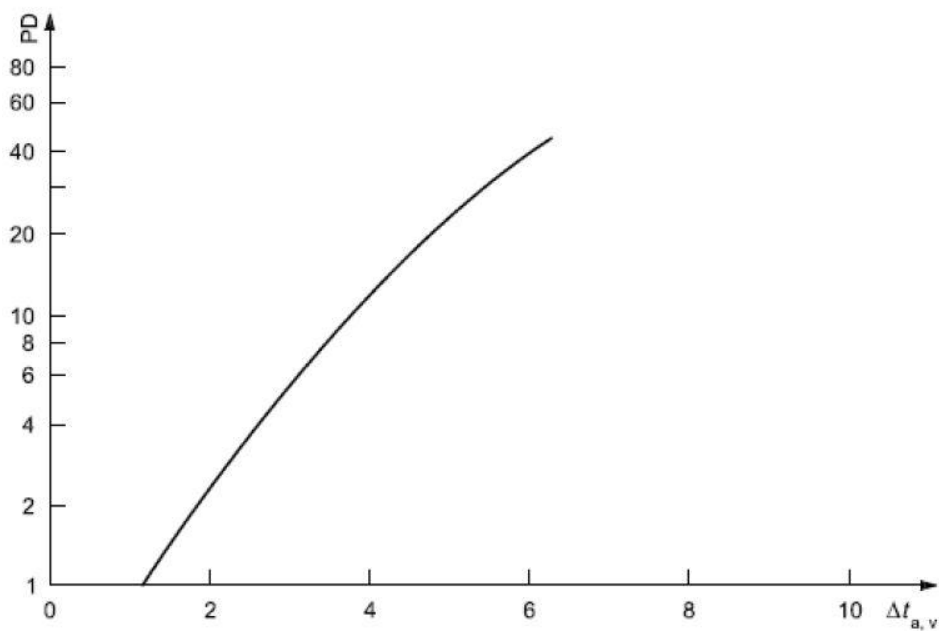
kde: v' je flukтуаční rychlosti (rozkyv od střední rychlosti) [m/s]
 n je počet časových okamžiků měření rychlostí [-]

3.1.2 Vertikální rozdíly teploty vzduchu

Vysoký vertikální rozdíl teplot vzduchu mezi hlavou a kotníky může způsobit diskomfort. Obrázek 3.1 ukazuje procento nespokojených (PD) jako funkci vertikálního rozdílu teplot vzduchu mezi hlavou a kotníky. Obrázek platí pro rostoucí teploty. Při klesajících teplotách jsou lidé méně citliví. PD se určí pomocí rovnice (3.4) [5].

$$PD = \frac{100}{1 + e^{(5,76 - 0,856 \cdot \Delta t_{a,v})}} \quad [\%] \quad (3.4)$$

kde: PD je procento nespokojených [%]
 $\Delta t_{a,v}$ je vertikální rozdíl teploty vzduchu mezi hlavou a nohama [°C]



Obr. 3. 1 Místní diskomfort způsobený vertikálním rozdílem teploty vzduchu

4 METODIKA MĚŘENÍ

V této kapitole budou představeny měřicí přístroje, jak fungují, jejich výhody a nevýhody. Dále zde bude podrobně popsána místnost laboratoře s rozmístěním měřících bodů. V neposlední řadě se určí umístění čidel a délka jejich doby snímání měřených veličin.

4.1 Anemometry

Rychlost proudění vzduchu v prostoru je nutné měřit metodami, které umožňují s dostatečnou přesností stanovit i nízké rychlosti proudění (0,05 až 0,5 m/s). Požadovaná přesnost měření je $\pm 0,1$ m/s, zatímco vhodná přesnost měření je $\pm 0,05$ m/s.

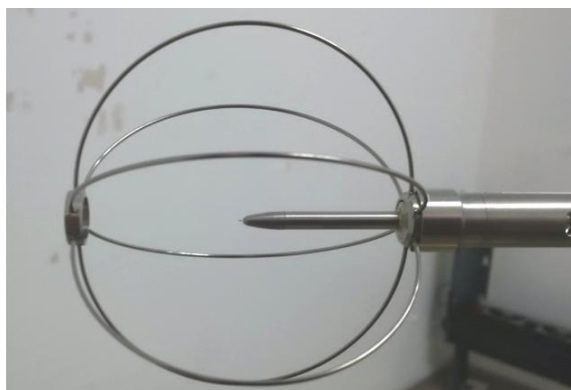
Pro stanovení přenosu tepla odpařováním a prouděním je třeba brát v úvahu rychlost proudění vzduchu. K vyhodnocení rychlosti proudění nemůžeme použít okamžité změřené hodnoty, neboť pohyb vzduchu je v prostoru časově proměnný a značně turbulentní. Proto použijeme pouze střední hodnotu za delší časový interval, minimálně 1 min, optimálně 3 min. U snímačů pro měření rychlosti proudění vzduchu je dobré se zajímat o citlivost čidla na směr proudění vzduchu. Doporučuje se použít všesměrové čidla s krátkou dobou ustálení. Při použití směrového čidla se musí měření minimálně 3x opakovat, aby se vyloučila chyba měření způsobená nesprávným směrem měření [11].

Pro měření rychlosti proudění vzduchu se nejčastěji používají 2 typy čidel:

- **všesměrová čidla** (např. termoanemometr, anemometr se zahřívající kuličkou, ultrazvukový anemometr, termistorový anemometr, apod.)
- **směrová čidla** - méně časté (např. anemometr se žhaveným vláknem, miskový anemometr, lopatkový anemometr). [11]

4.1.1 Všesměrový anemometr

Princip žhavého drátku/koule je založen na vyhřívání elementu (constant temperature anemometer = CTA), z něhož je teplo odnímáno studenějším prouděním vzduchu, viz. obr. 4.1. Teplota žhavého drátku se udržuje konstantní a to pomocí regulačního spínače a proud je přímo úměrný rychlosti proudění. Při použití žhavého drátku v turbulentních vzduchových proudech mohou být naměřené výsledky ovlivněny úhlem dopadu na snímač z více směrů. To může znamenat vyšší naměřenou hodnotu než např. u lopatkového čidla. Tato vlastnost obvykle převládá ve výstřkách, kde se turbulentní proudění vzduchu může vyskytnout i při velmi nízkých rychlostech [12].



Obr.4.1 Všesměrový termoanemometr, foto autor

Všesměrový termoanemometr se používá pro měření nízkých rychlostí proudění vzduchu a teploty v laboratořích a bezprašných prostředích.

Technická data:

Rozsah měření:

- proudění 0,00 - 5 m/s s přesností $\pm 0,05$ m/s nebo $\pm 3\%$ z měřené hodnoty
- teplotní závislost 0,01 m/s na 0,1°C

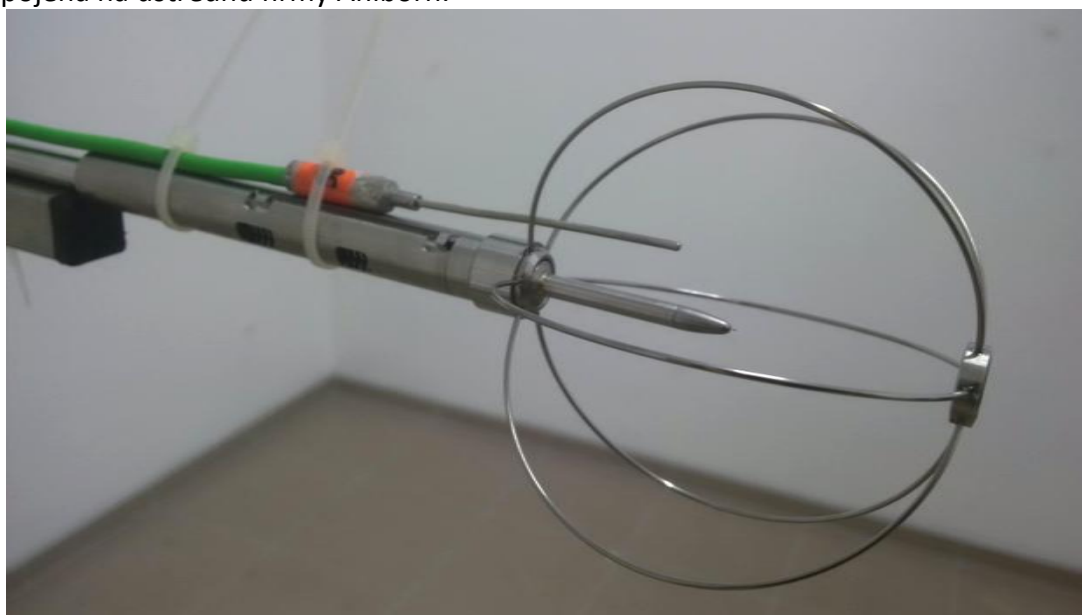
V normě ČSN EN ISO 7726 [4] Tabulka 2 - Charakteristiky měřících přístrojů jsou meze přesností a měřících rozsahů, které by měly být splněné. Pro teplotu se požaduje měřicí rozsah 10 až 40°C s požadovanou přesností $\pm 0,5^\circ\text{C}$ a pro rychlost proudění vzduchu je měřicí rozsah roven 0,05 m/s až 1 m/s s požadovanou přesností $\pm(0,05+0,05\cdot v_a)$ m/s pro třídu C (komfort), což vybraný všesměrový termoanemometr splňuje.

Hlavní nevýhody termoanemometrů jsou následující - citlivá elektronika, citlivé na mechanické poškození a kontaminaci proudění, citlivé na turbulentní proudění, relativně velká spotřeba proudu a limitní teplota okolí. Mezi výhody potom patří měření velmi malých rychlostí, malé rozměry a směrová necitlivost [13].

Kalibrace přístroje viz příloha A, v C technická specifikace.

4.2 Čidla teploty

Jelikož převodníky mezi anemometry a ústřednou, nejsou programově vybaveny na měření teploty, musela se čidla teploty přidělat samostatně. Použijí se chromniklové senzory, vhodné pro tuto aplikaci. Přidělení čidla k anemometru je na obr. 4.2. Čidla teploty budou připojena na ústřednu firmy Ahlborn.



Obr. 4.2 Všesměrový termoanemometr s čidlem teploty, foto autor

Čidlo teploty je přiděleno tak, aby nevadilo proudění okolo žhaveného tělíska anemometru, zároveň se konec teplotního čidla nesmí dotýkat anemometru, aby nedošlo k chybnému změření teploty vlivem odnímání tepla chladných povrchů okolí.

4.3 Ostatní použité přístroje

Vzduchotechnická jednotka Duplex firmy Atrea. Jednotka disponuje sedmi stupni nastavení otáček přívodního a odvodního ventilátoru. Může se nastavit by-pass na zimní, letní nebo automatickou regulaci. Regulace teploty přiváděného vzduchu před ventilátorem. Vzduchotechnická jednotka je na obr. 4.3.



Obr. 4.3 Vzduchotechnická jednotka, foto autor

Dalšími použitými přístroji jsou již zmiňované převodníky mezi anemometry a ústřednou, převodníky firmy Kimo typ C 310, ale bez obrazovky. Ostatní technické specifikace a kalibrace jsou v příloze B a D. Převodník znázorněn na obr. 4.4.



Obr. 4.4 Převodník C 310 firmy Kimo, foto autor

Pro zobrazení a editaci naměřených dat posloužily dvě ústředny. Pro měření a ukládání dat rychlostí byla použita ústředna od australské firmy Datataker Pty Ltd - Datalogger dataTaker DT80. S ústřednou se musel instalovat do počítače program na ovládání a nastavení ústředny dataTaker - Loggers connected to USB. Další technické specifikace jsou v příloze E.

Pro zaznamenání teplot se použila ústředna Ahlborn - Almemo 5690-2. Další specifikace o ústředně dostupné v příloze F. Tato ústředna se obsluhuje manuálně, bez připojení k počítači. Naměřená data se zaznamenávají na MMC kartu, ze které se data jednoduše vyexportují ve formátu poznámkového bloku. Použité ústředny jsou na obr. 4.5 a 4.6.



Obr. 4.5 Použité ústředny, blíže DataTaker s USB kabelem, vzadu Ahlborn, foto autor



Obr. 4.6 Ústředna Ahlborn - Almemo 5690-2 s kalibračním štítkem, foto autor

Dalšími potřebnými prvky byly: anemostat, stojan se spojkami a tyčkami, počítač na vyhodnocení a ovládání DataTakeru.

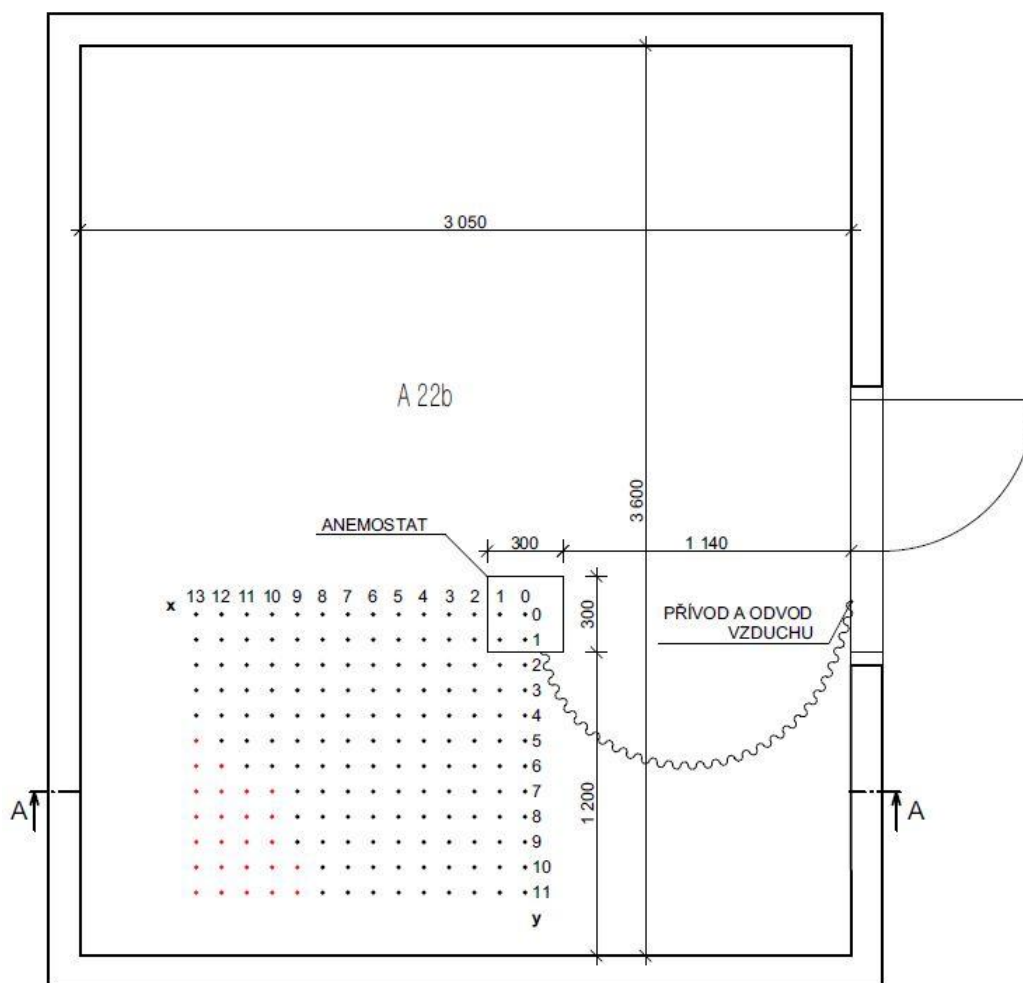
Celá měřící sestava je na obrázku 4.7.



Obr. 4.7 Měřící sestava, vlevo přívod/odvod, anemostat, stojan s měřicími přístroji, foto autor

4.4 Popis laboratoře

Laboratoř (demonstrační kabina) se nachází v Praze Dejvicích na fakultě stavební. Místnost nemá žádná okna a je vybavena přívodním distribučním prvkem a odtahem vzduchu, viz obr. 4.8 a 4.9.

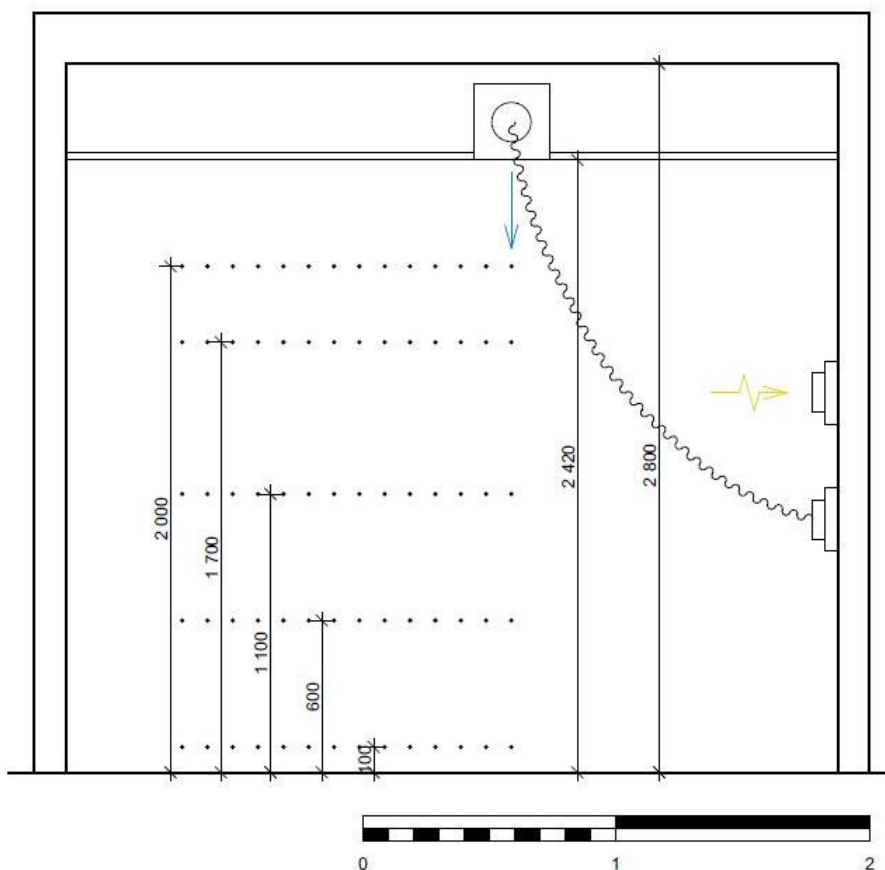


Obr. 4.8 Půdorys laboratoře (demonstrační kabiny)

Měřící body byly po laboratoři rozmístěny následujícím způsobem - jelikož měřený distribuční prvek je symetrický, bude stačit proměřit jeho jednu čtvrtinu. Síť měřících bodů byla rozmístěna v pravidelných rozestupech 100 x 100 mm.

Tato síť vychází z jiného experimentálního měření, dostupného z tzb-info.cz [14].

V půdoryse jsou vidět měřící body, jak jsou rozmístěny po jedné čtvrtině laboratoře. Červené body nelze změřit, protože se nad ně nelze dostat díky trojnožce stojanu. Body okolo zdí se neměří, natočení stojanu je tak velké, že by byly naměřeny chybné hodnoty, sám stojan by ovlivňoval proudění, „stínil“ by ho. Na jednu stranu je to škoda, není potvrzené, jestli okolo zdí vznikají specifická proudění. Na druhou stranu posuzují prostor z hlediska třídy práce I, což je práce převážně vsedě, lze tedy uvažovat, že v blízkosti stěn se žádné osoby pohybovat nebudou.



Obr. 4.9 Řez laboratoří (demonstrační kabinou)

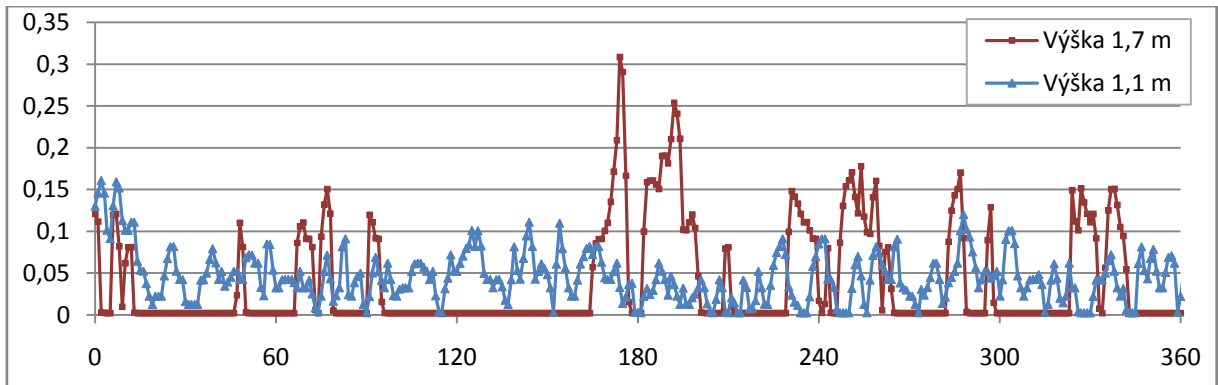
V řezu dobře vidíme přívod a odvod vzduchu, napojení lamelového anemostatu na přívod vzduchu pomocí flexi hadice. Je zde patrné rozvrstvení výšek měřených bodů, výška prostoru a umístění anemostatu.

4.5 Rozmístění čidel a doba měření

Měřící body jsou znázorněny v půdoryse a řezu laboratoře. Vertikální roviny budou čtyři a to ve výškách 0,1m; 0,6m; 1,1m a 1,7m, které odpovídají sedícímu a stojícímu člověku pro oblasti kotníků, břicha a hlavy podle [4], ze které se také budou brát postupy vyhodnocení tepelného prostředí. Pro lepší zmapování proudění obrazů v místnosti poslouží ještě pátá vertikální rovina ve výšce 2 metry nad zemí.

Anemometrické čidlo měřilo v horizontální poloze, protože v této poloze je citlivější na rychlost proudění vzduchu než ve vertikální poloze, kde měření rychlosti může být ovlivněno ochranným košem senzoru.

Doba měření rychlosti byla 180 s (3 minuty) se vzorkovací frekvencí jedné sekundy, tato časová hodnota vychází z [11] a [15]. Tento časový interval je optimální a měl by minimalizovat metodické chyby měření. Ověření proběhlo na větším intervalu, zkoumaly se velikosti hodnot středních a průměrných rychlostí za různé časové úseky, více graf 4.1 a tab. 4.1.



Graf 4.1 Průběh rychlosti, MS Excel

Graf ukazuje jeden měřený půdorysný bod a to pro výšku 1,7 m a 1,1 m. Z obrázku je dobře patrná rozkolísanost naměřených hodnot a z tohoto důvodu se rychlost měří relativně dlouho.

Tab. 4.1 Střední a průměrné hodnoty rychlosti prouděním, MS Excel

čas [s]	výška 1,7 m		výška 1,1 m	
	průměr	střední h.	průměr	střední h.
360	0,125	0,115	0,075	0,069
300	0,127	0,112	0,076	0,070
180	0,118	0,108	0,078	0,070
120	0,102	0,100	0,079	0,067

Z tabulky vyplývá, že čím bude doba měření delší, tím se výsledky více přiblíží realitě. Je vidět, že hodnoty se od sebe moc neliší, ale porovnáme-li například hodnoty výšky 1,7 m za 6 minut a za dvě minuty, je zde rozdíl téměř 0,2 m/s. Což mi přijde už hodně, proto byl zvolen časový interval 180 sekund (3 minuty).

Teplotu postačí měřit též 3 minuty, ale s frekvencí 15 sekund. Tato měřená veličina nekolísá a má téměř konstantní hodnotu v průběhu intervalu (změna hodnoty v řádu desetin).

5 PŘÍPRAVA MĚŘENÍ

Úplně na začátku bylo potřeba rozměřit síť měřících bodů. Postup byl následující - nejprve si, co nejpřesněji změřit půdorysný průmět středu a jednoho rohu anemostatu, což jsem provedla olůvkem zavěšeným na vlasci. Díky těmto dvěma bodům byl určený i směr os x, y. Dále jsem pomocí dvou metrů nakreslila na dlaždičky síť bodů, rozměrování bodů viz obr. 5.1.



Obr. 5.1 Rozměrování měřících bodů, foto autor

Po sestavení měřícího zařízení bylo potřeba správně seřadit čidla podle výšky, to se provedlo postupným otevíráním a zavíráním anemometrů. Teplotní čidla byla srovnána na základě reakce na podnět tepla.

6 OKRAJOVÉ PODMÍNKY MĚŘENÍ

Měření probíhalo vždy celý den. Byly změřeny čtyři různé stavy. By-passová klapka byla pro všechny čtyři stavy regulována automaticky podle nastavené teploty.

První stav byl izotermní (dále izotermní stav 1) s nastavenou teplotou před ventilátorem 20°C a ventilátor běžel na stupeň otáček č. 1, což je přibližně 325 m³/h, toto měření proběhlo 26.4.2017.

Druhý stav (dále izotermní stav 2) byl stejný jako první s tím rozdílem, že ventilátor běžel na 2. stupeň otáček (zhruba 530 m³/h). Stav byl proměřen 4.5.2017.

V pořadí třetí stav je neizotermní studený (dále neizotermní stav studený) - nastavená teplota před ventilátorem byla 16°C. Ventilátor běžel na první stupeň otáček, bylo to dne 9.5.2017. U tohoto stavu nutno podotknout, že se nechlادilo strojně, ale pouze venkovním vzduchem, kterým to ten den šlo. Tento den venku vál nárazový vítr a je možné, že v několika měření zafouknul až do měřící místnosti díky krátkému vzduchotechnickému vedení.

Poslední stav byl měřen 10.5.2017, kdy se jednalo o neizotermní proudění tentokrát , ale teplé s nastavenou teplotou před ventilátorem 24°C (dále neizotermní stav teplý).

Všechna měření probíhala za ustáleného stavu. V měřicí kabině byl vždy přítomen jeden člověk s výpočetní technikou (ústředny a počítač). Během samotného měření se nesmělo chodit po laboratoři, aby se naměřená data nezneškodila prouděním od procházející osoby.

7 POPIS MĚŘENÍ

Každé měření probíhalo za ustálených podmínek. Postup před každým měřením byl následující:

1. zapnutí a nastavení vzduchotechnické jednotky
2. otevření anemometrů
3. kontrola teplotních čidel, jestli se konec ničeho nedotýká
4. čekání na nastavenou teplotu
5. zapnutí a synchronizace časů ústředen (dataTaker - čas z počítače, Ahlborn - ručně)
6. před každým jednotlivým měřením ustálení rozkývaného stojanu
7. po skončení měření uzavření anemometrů
8. vypnutí VZT jednotky
9. export naměřených dat z ústředen

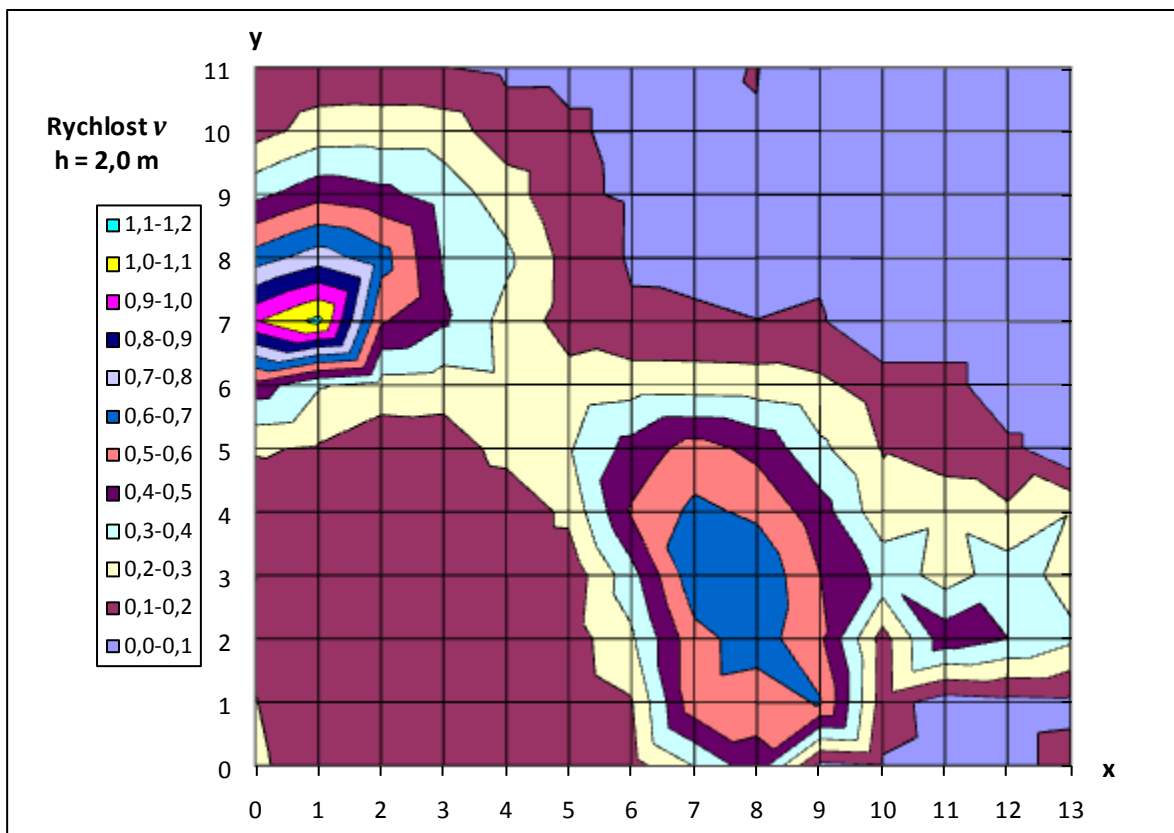
8 VYHODNOCENÍ JEDNOTIVÝCH STAVŮ

Veškeré výpočty proběhly podle vzorců 3.1 až 3.4 a byly provedeny v programu Microsoft Excel. Výsledná rychlost pro jeden měřený bod byla získána pomocí střední hodnoty za měřený čas, nikoli průměru, je to z důvodu možné chybně změřené hodnoty, zatímco u průměru by se hodnota promítla do výsledku, u střední hodnoty bude tato chyba potlačena.

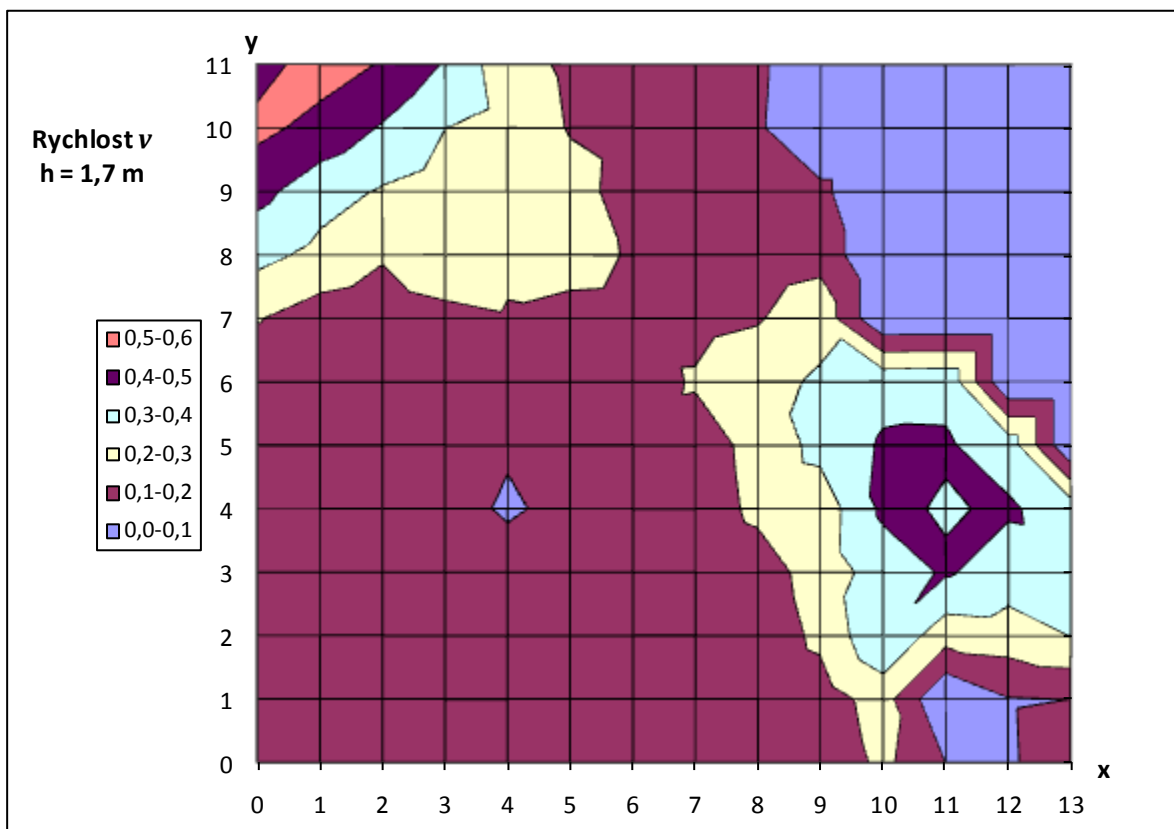
Změna nastala ve výpočtu středních hodnot a odchylky rychlosti, kde do výpočtů nebyly zahrnuty hodnoty menší než 0,05 m/s, protože se pravděpodobně jedná o šum způsobený přístroji. Kdyby se toto opatření nepřijalo, vycházela by standardní odchylka větší než střední rychlost a intenzita turbulence by tím pádem byla větší než 1 (vzorec 3.2 a 3.3), což je nesmysl. Tento fakt byl konzultován a odsouhlasen vedoucím práce.

8.1 Izotermní stav 1

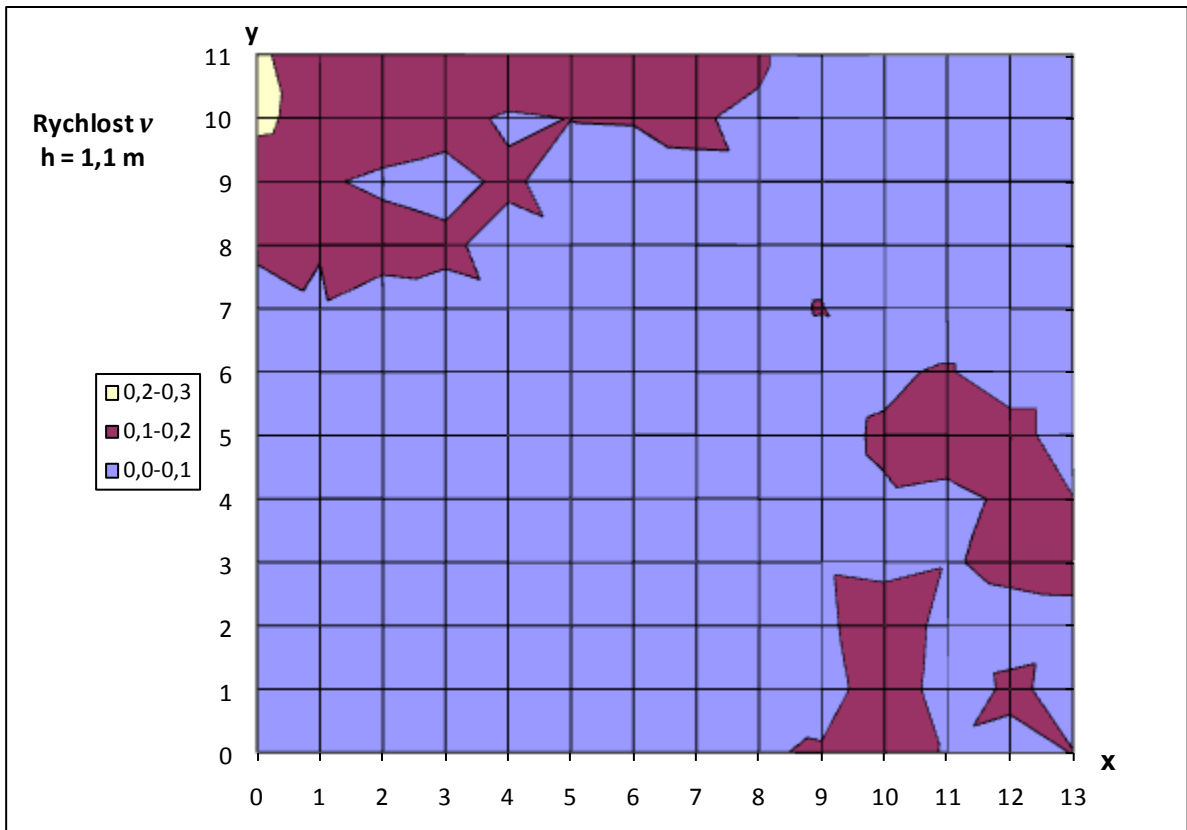
Jedná se o izotermní stav, kdy byla nastavena teplota před ventilátorem na 20°C. Následující grafy ukazují rozložení rychlostí v demonstrační kabině.



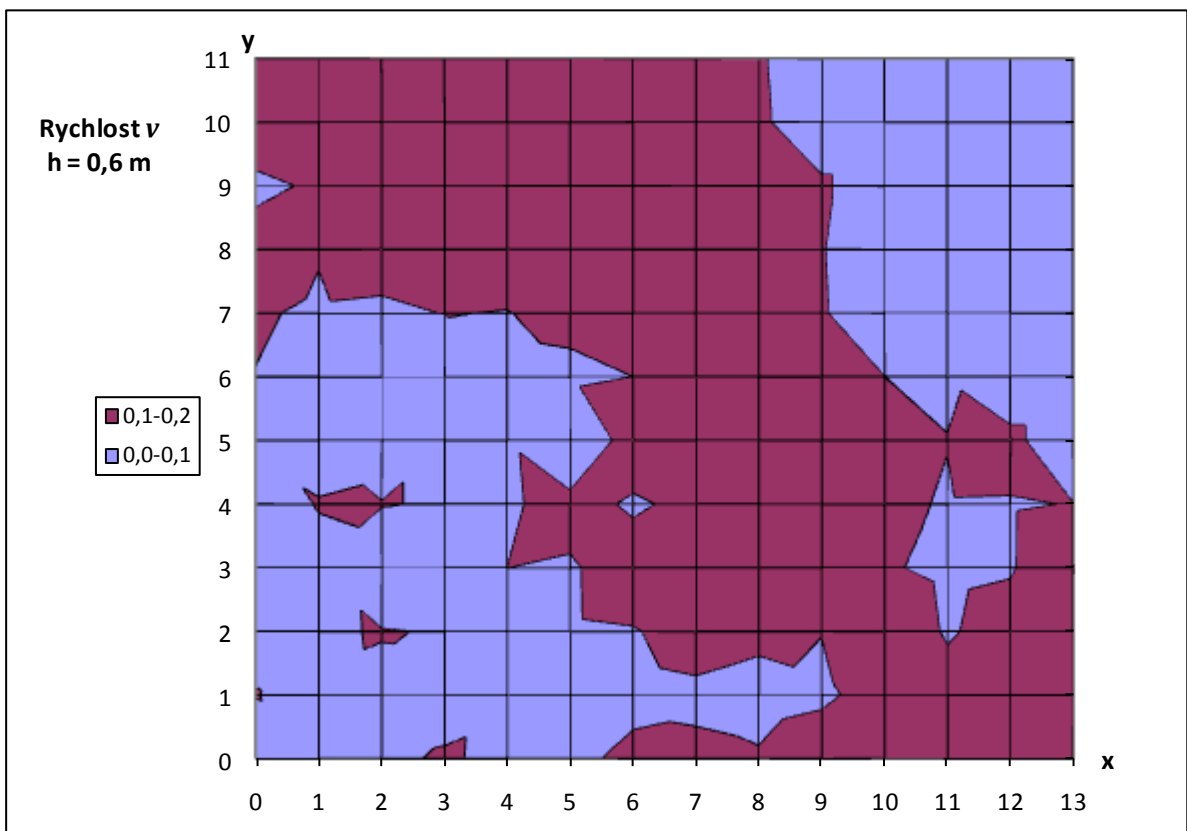
Graf 8.1.1 Izotermní stav 1, střední rychlosti ve výšce 2 m



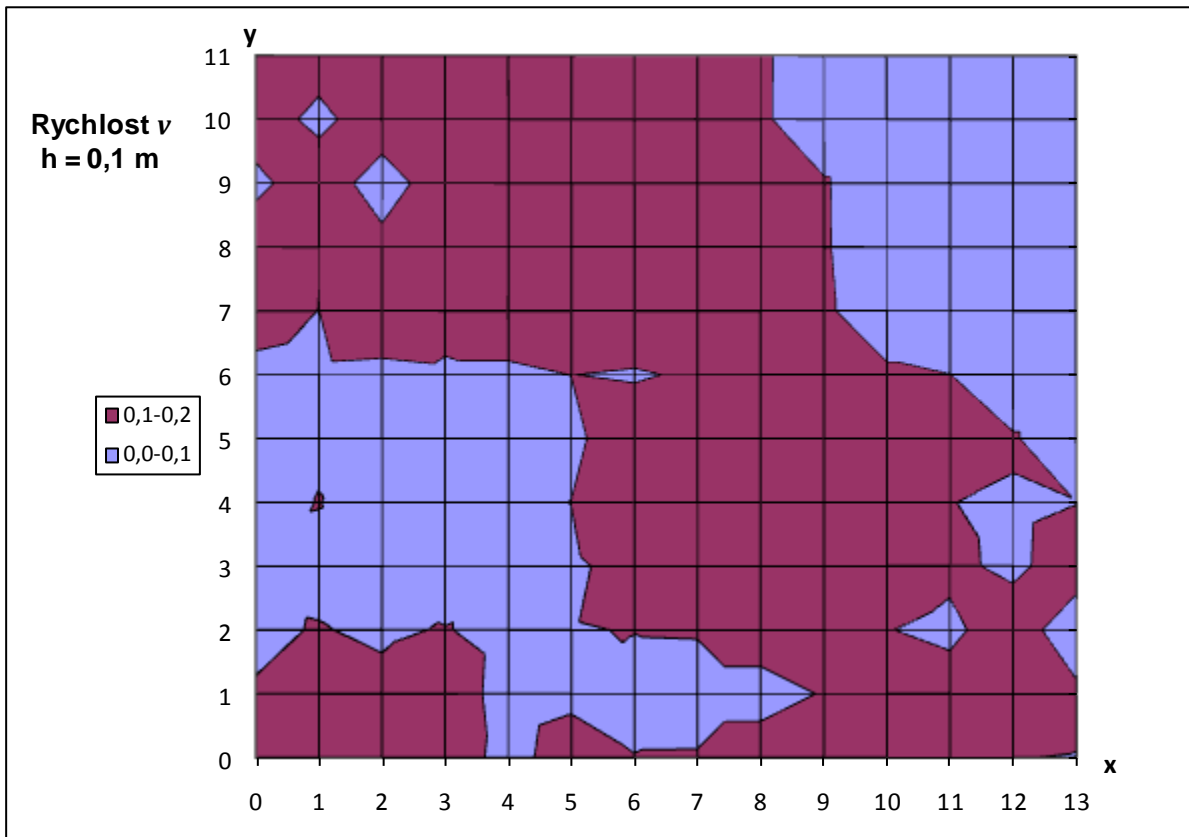
Graf 8.1.2 Izotermní stav 1, střední rychlosti ve výšce 1,7 m



Graf 8.1.3 Izotermní stav 1, střední rychlosti ve výšce 1,1 m



Graf 8.1.4 Izotermní stav 1, střední rychlosti ve výšce 0,6 m

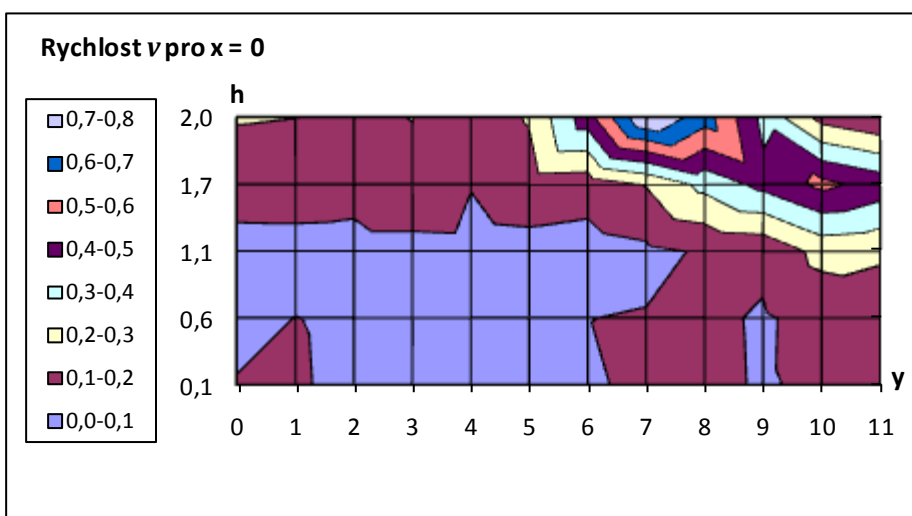


Graf 8.1.5 Izotermní stav 1, střední rychlosti ve výšce 0,1 m

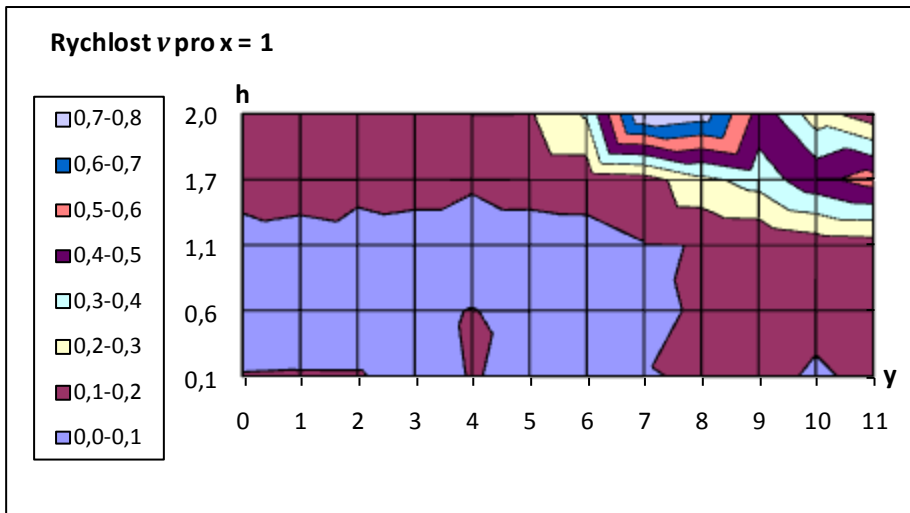
Z výškového rozložení rychlostí je dobře vidět, že nejvíce vzduchu je přiváděno zhruba uprostřed každé strany anemostatu, naopak v rozích (rohu) jsou malé rychlosti proudění.

Z půdorysů lze vyhodnotit, že rychlost proudění v pobytovém pásmu osob ve výšce 1,1 m (hlava sedícího člověka) nepřekročila maximální povolenou hodnotu 0,2 m/s podle [6].

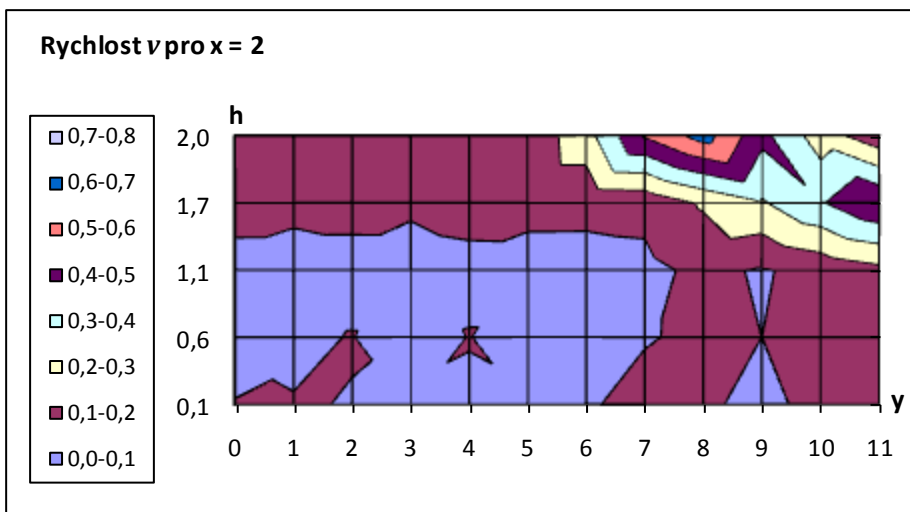
Následující grafy vybraných vertikálních řezů, proudy se zobrazují podélně.



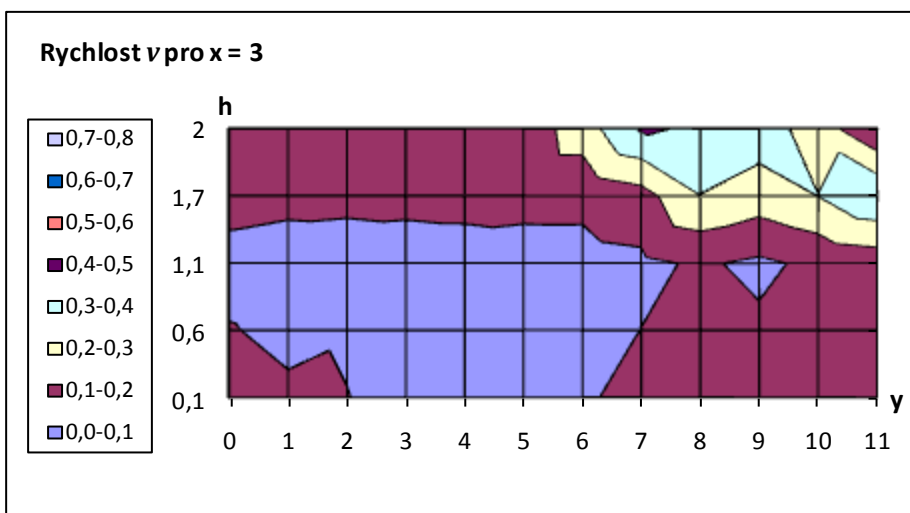
Graf 8.1.6 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $x = 0$



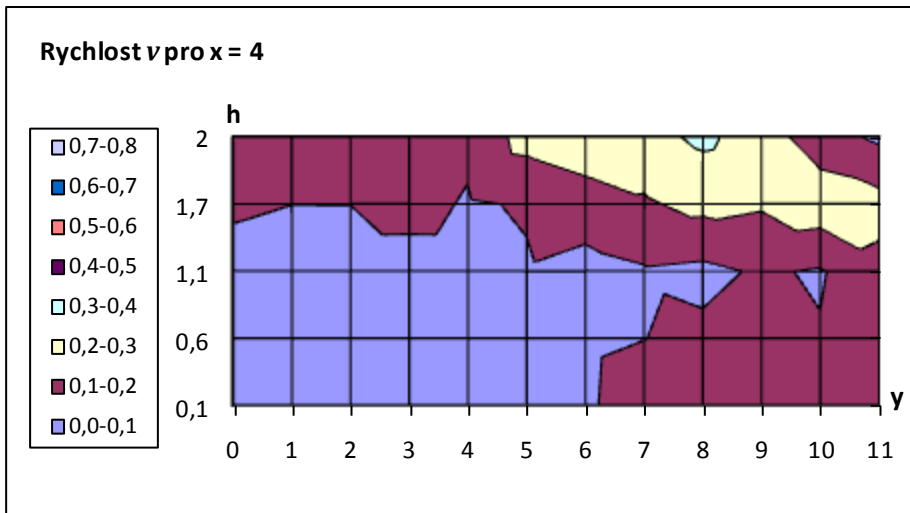
Graf 8.1.7 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $x = 1$



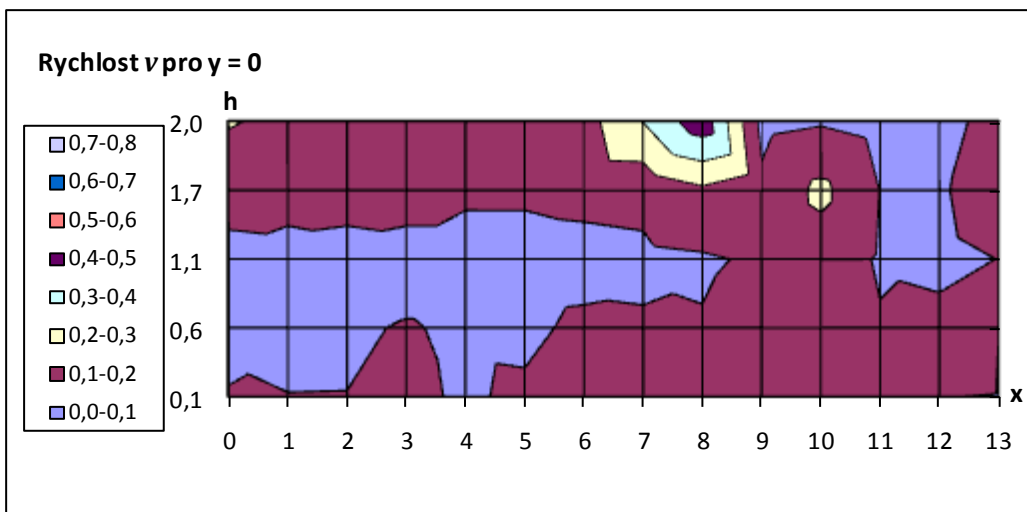
Graf 8.1.8 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $x = 2$



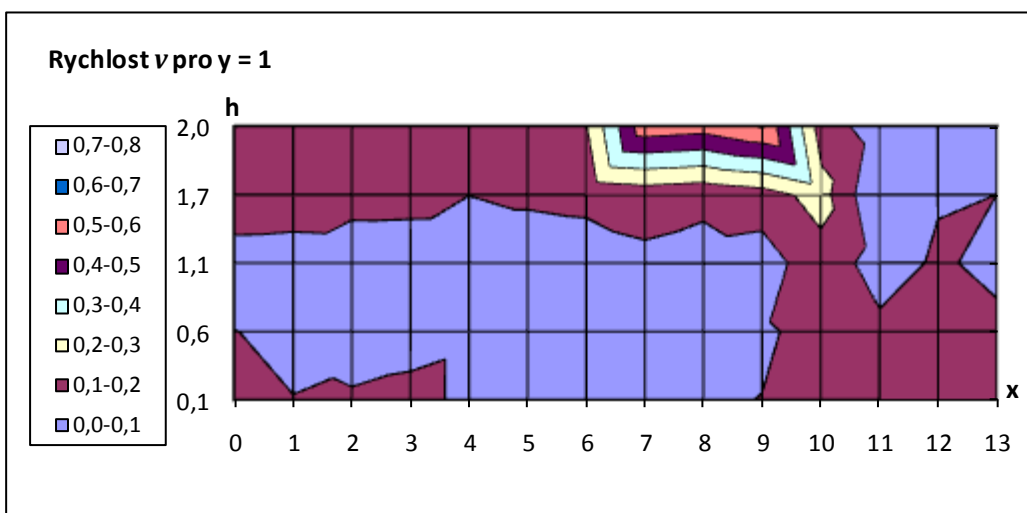
Graf 8.1.9 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $x = 3$



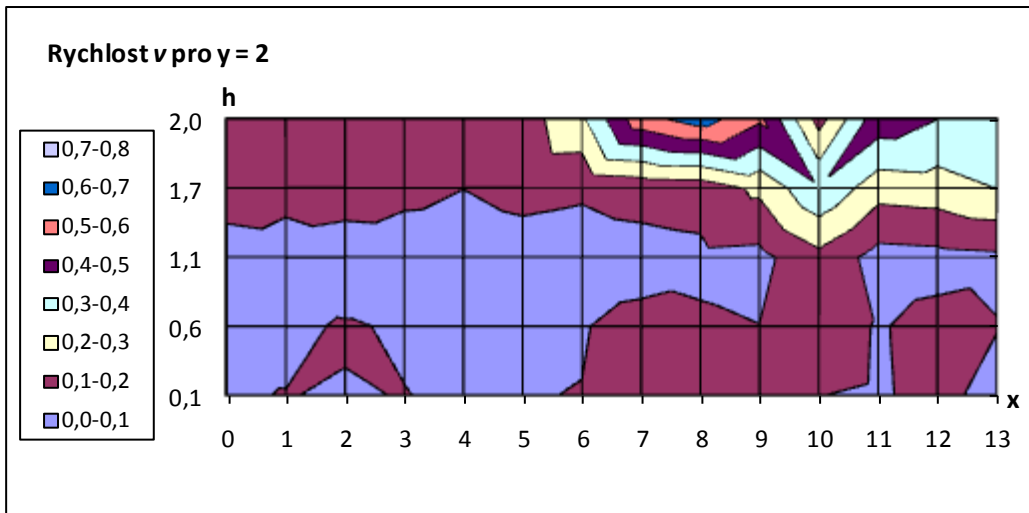
Graf 8.1.10 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $x = 4$



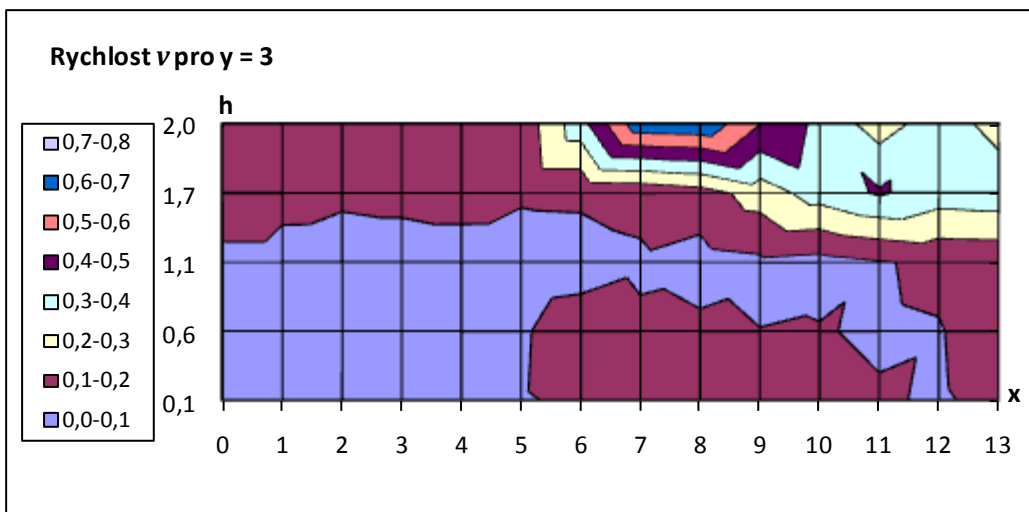
Graf 8.1.11 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $y = 0$



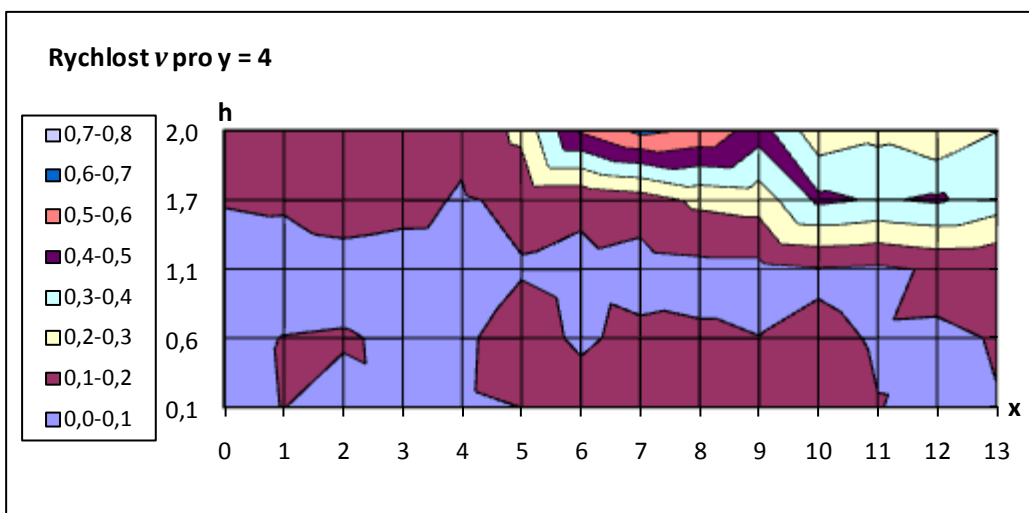
Graf 8.1.12 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro $y = 1$



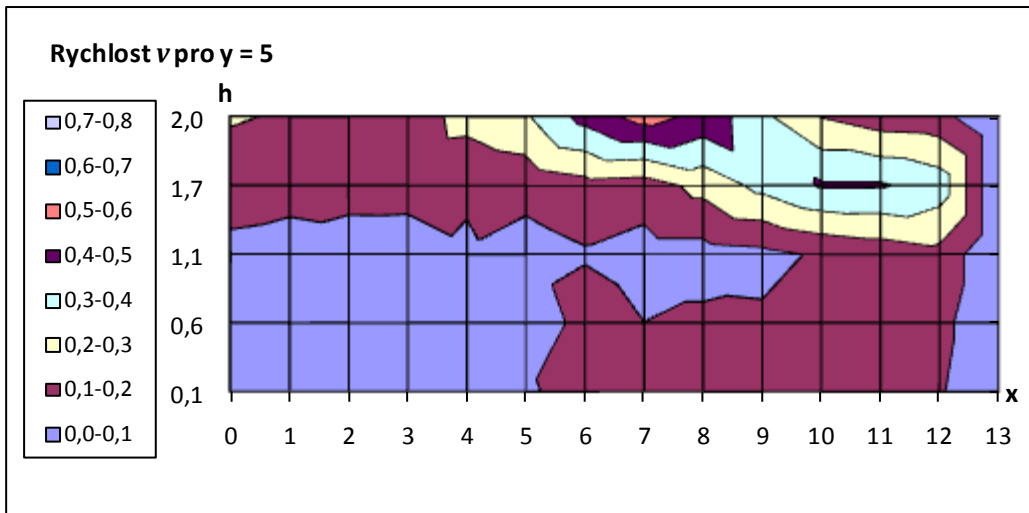
Graf 8.1.13 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro y = 2



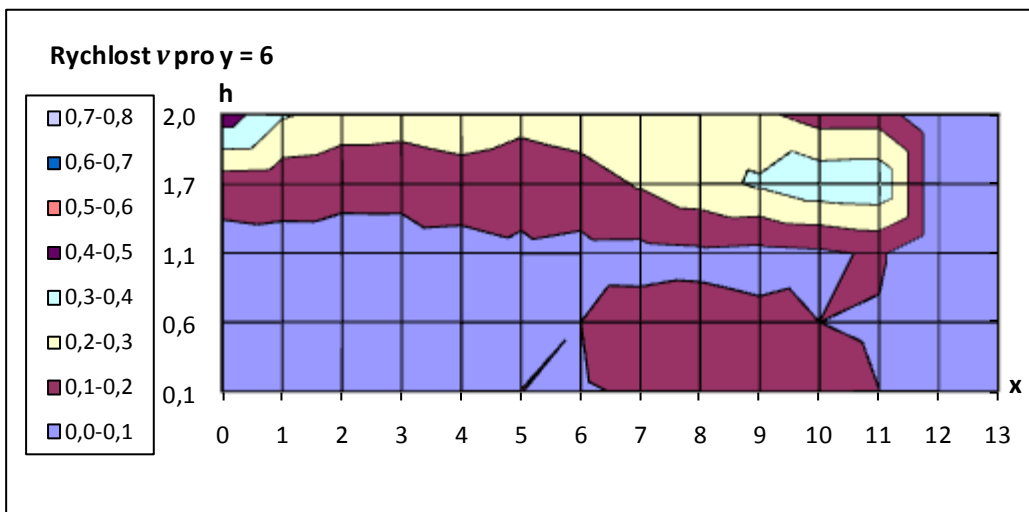
Graf 8.1.14 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro y = 3



Graf 8.1.15 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro y = 4



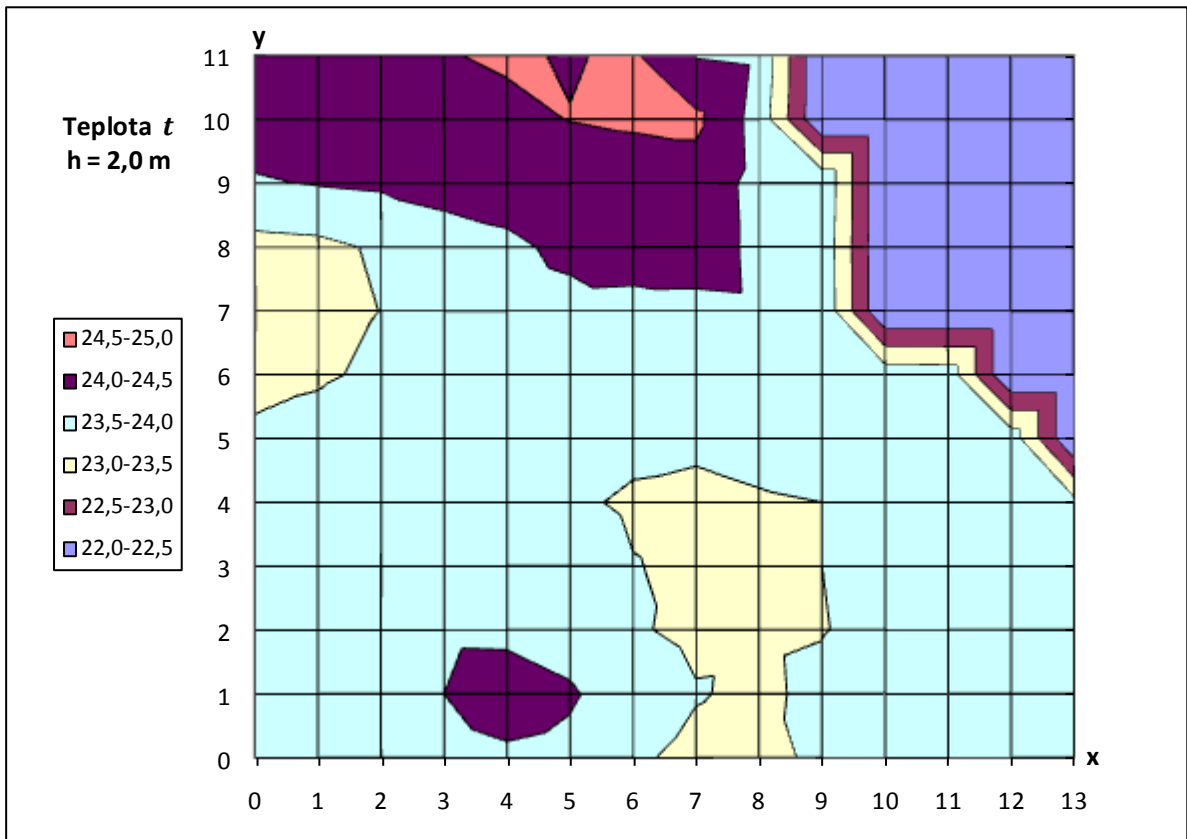
Graf 8.1.16 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro y = 5



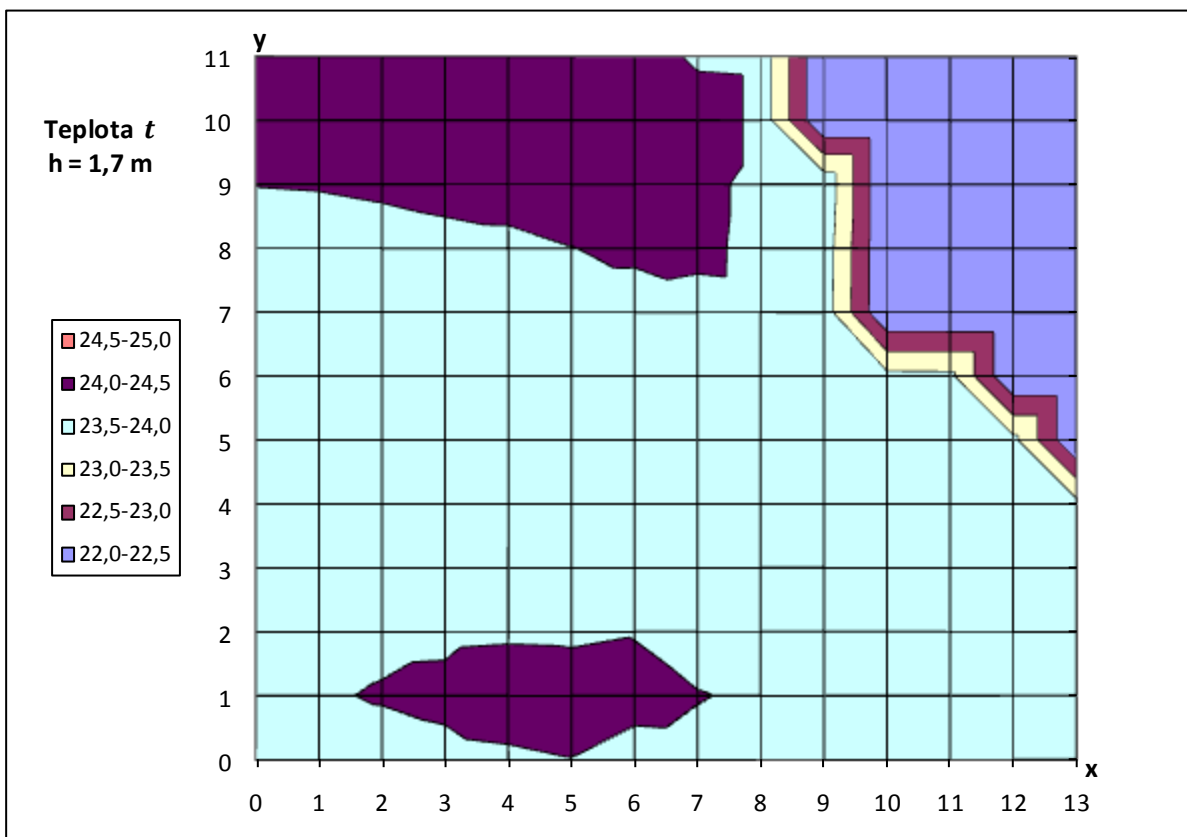
Graf 8.1.17 Izotermní stav 1, střední rychlosti pro y = 6

Z půdorysů a řezů rychlostí proudění, lze říci, že se z hlediska tvaru proudu jedná o kombinaci dvou případů a to radiální a kuželový. Kuželový proud má největší rychlosti soustředěné do kužele pod distribučním prvkem. Z měření vyplývá, že charakter tvaru proudění je dutý kužel, což lze přirovnat radiálnímu proudění, proud je ale uzavřenější. To znamená, že výstupní úhel přiváděného vzduchu není 180°, ale je přibližně 110°.

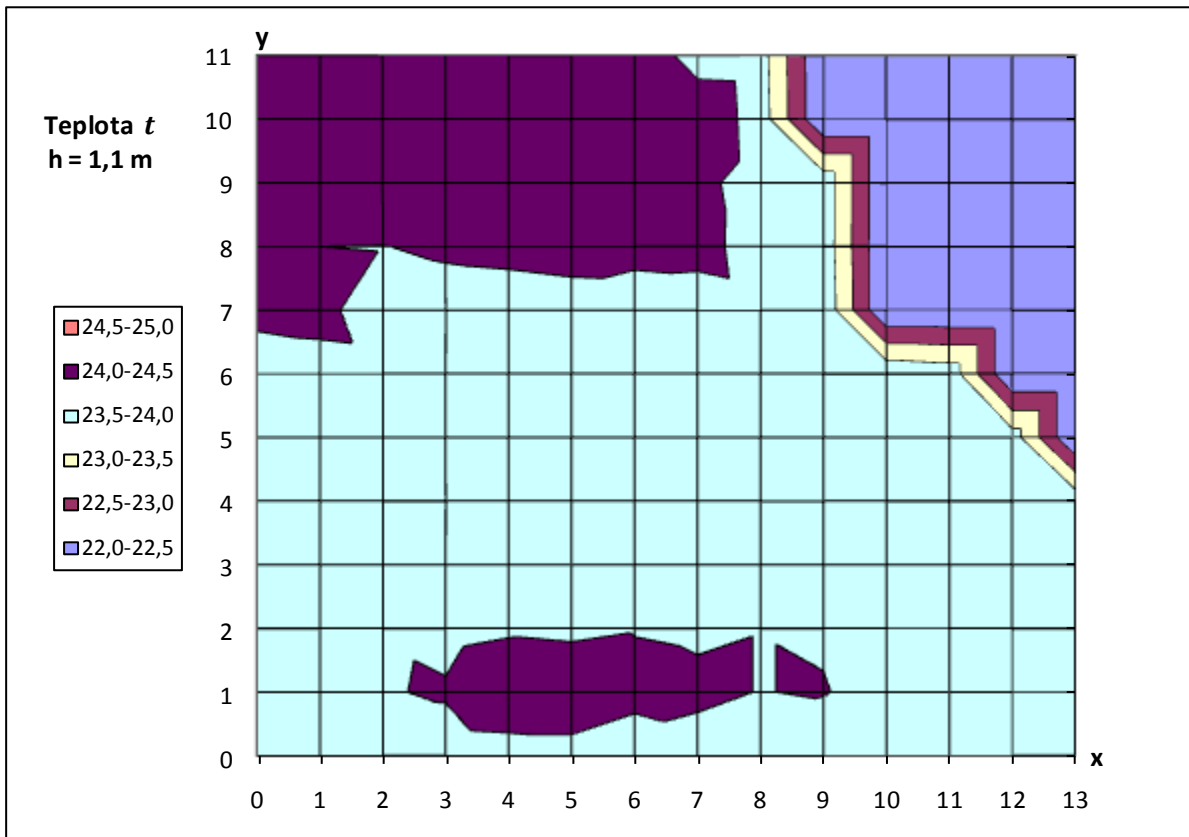
Další grafy ukazují rozložení teploty po výškách. Je z nich patrné, že proudění je skutečně izotermní, teplota se s výškou nemění. Pouze ve dvou metrech nad podlahou zaznamenávám jemný obrys studenějšího proudění (žluté plochy).



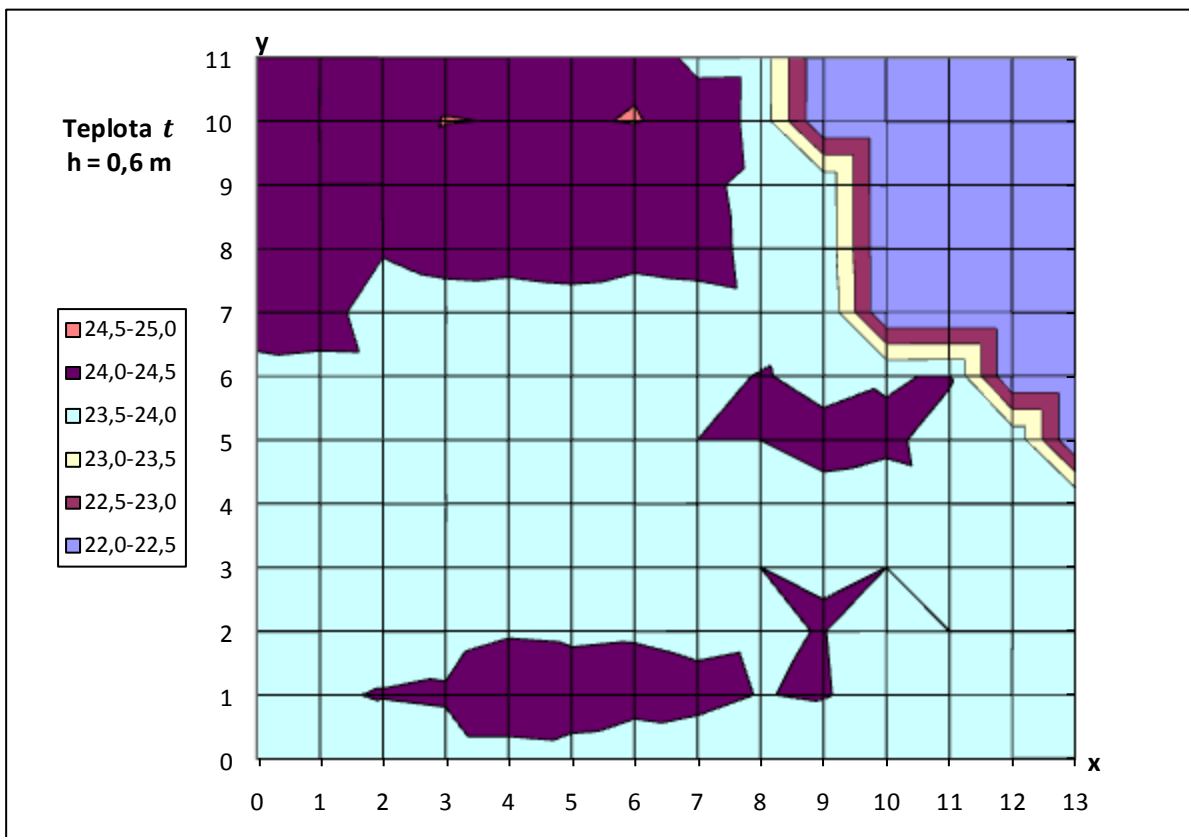
Graf 8.1.18 Izotermní stav 1, rozložení teploty ve výšce 2,0 m



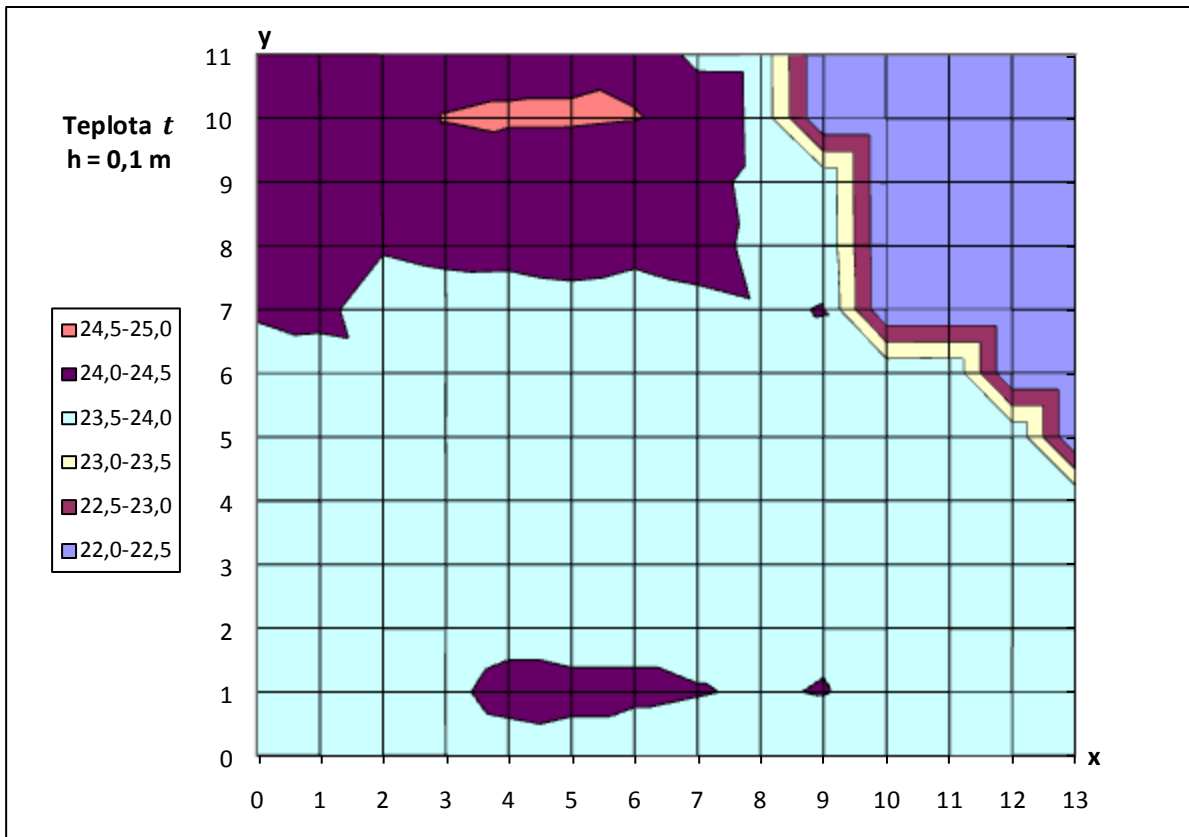
Graf 8.1.19 Izotermní stav 1, rozložení teploty ve výšce 1,7 m



Graf 8.1.20 Izotermní stav 1, rozložení teploty ve výšce 1,1 m

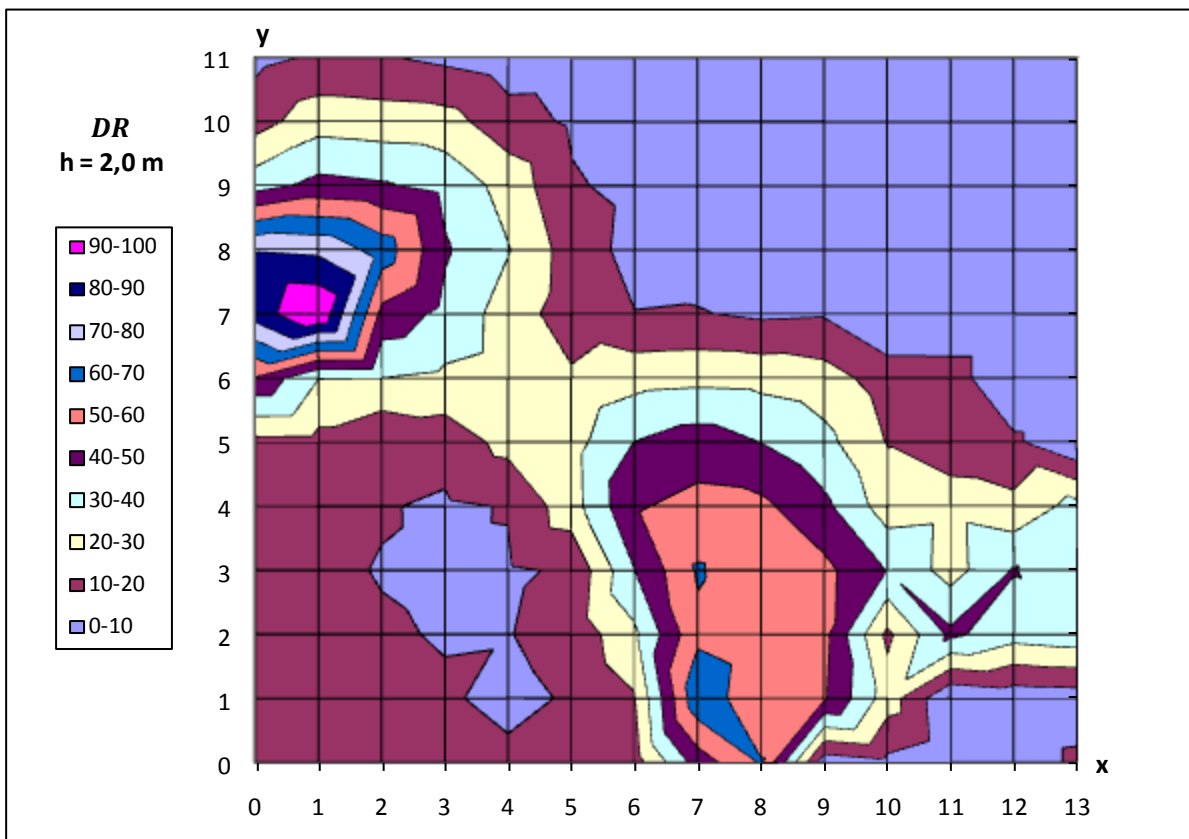


Graf 8.1.21 Izotermní stav 1, rozložení teploty ve výšce 0,6 m

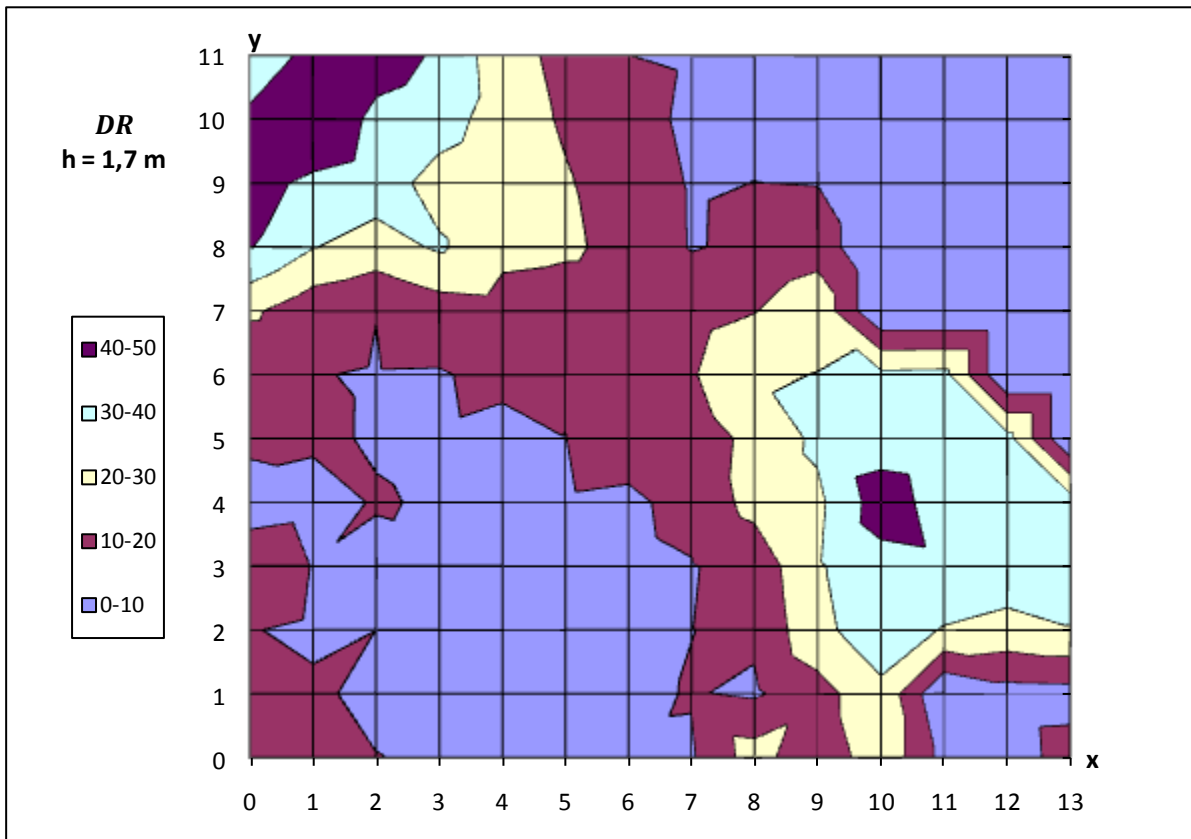


Graf 8.1.22 Izotermní stav 1, rozložení teploty ve výšce 0,1 m

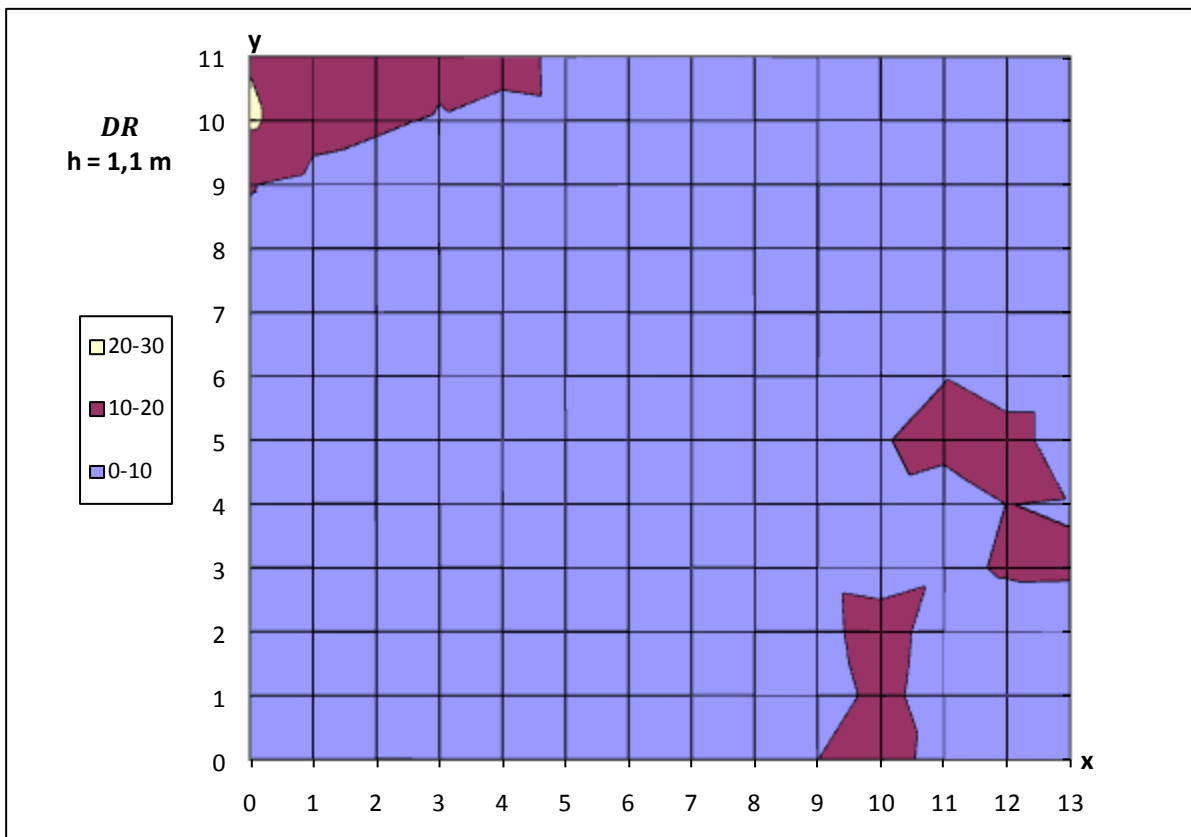
Následují grafy DR , které zobrazují procento lidí obtěžovaných průvanem. Vidíme zde podobné rozložení jako u rychlosti, teplota má minimální vliv.



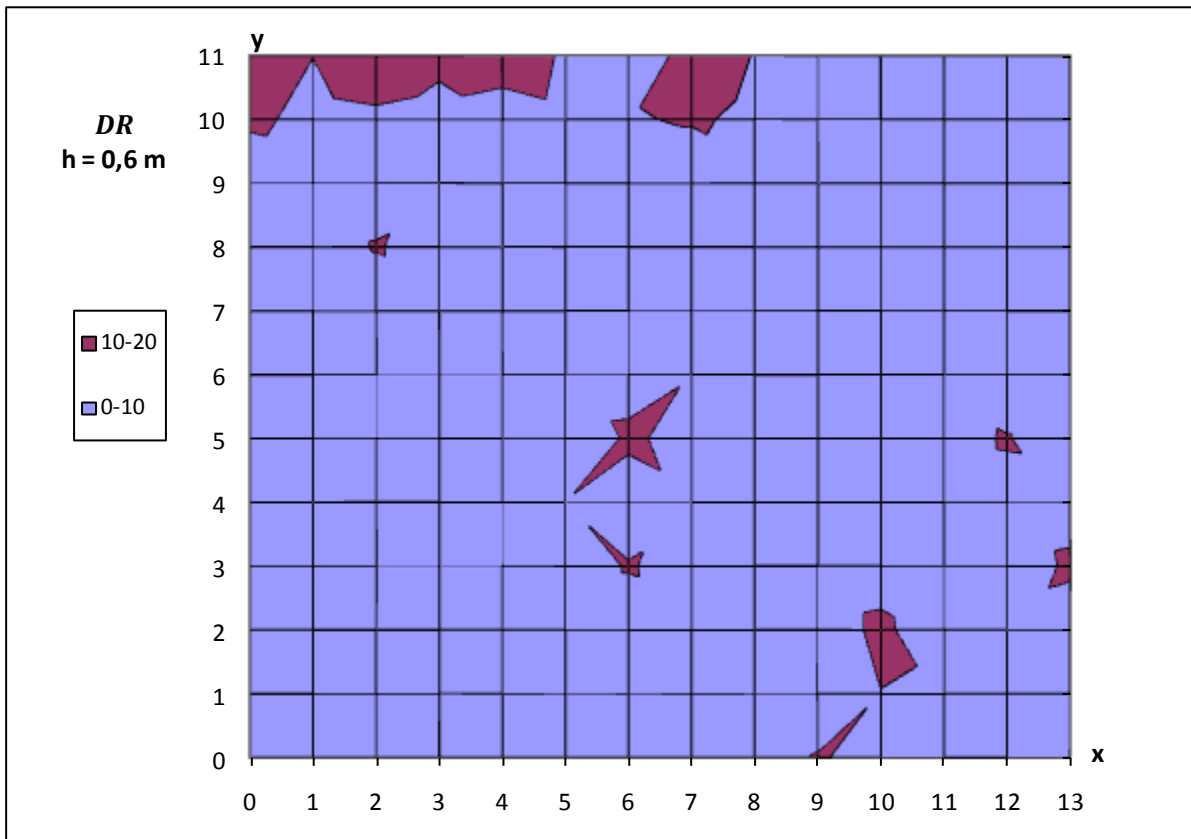
Graf 8.1.23 Izotermní stav 1, DR ve výšce 2,0 m



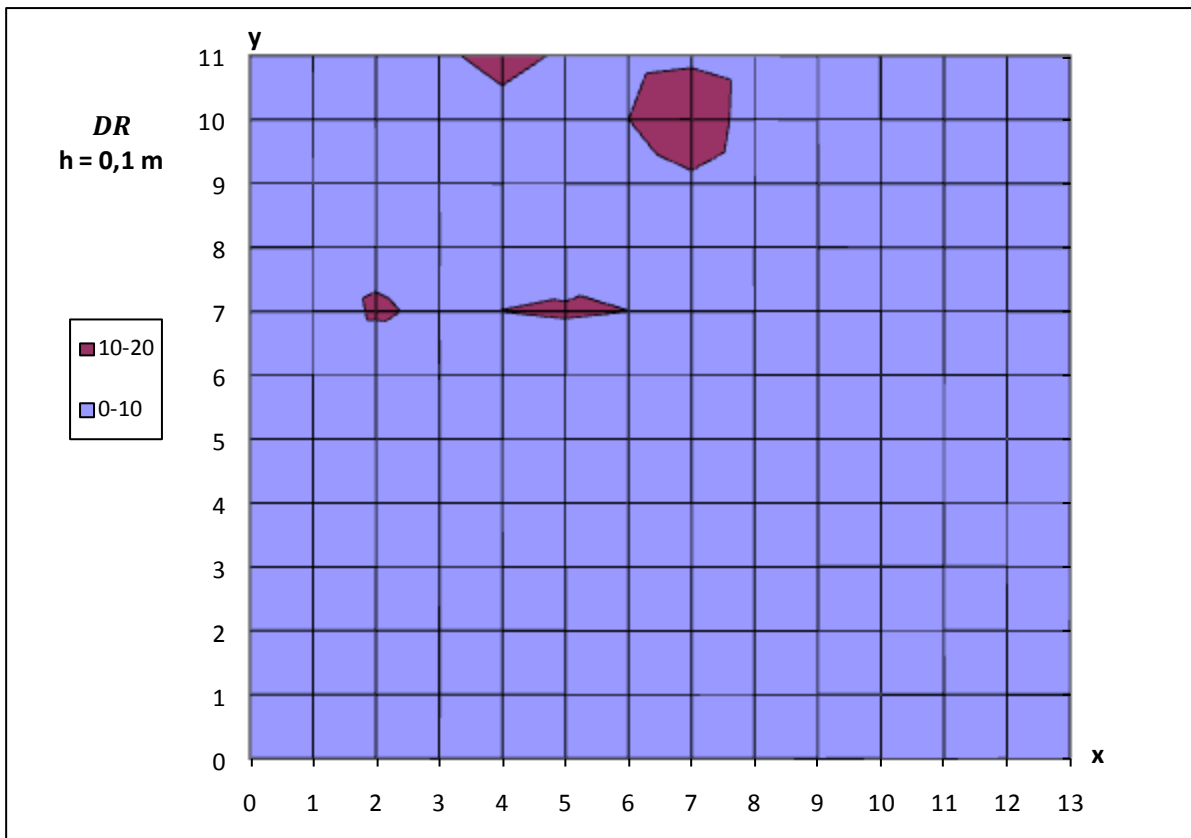
Graf 8.1.24 Izotermní stav 1, DR ve výšce 1,7 m



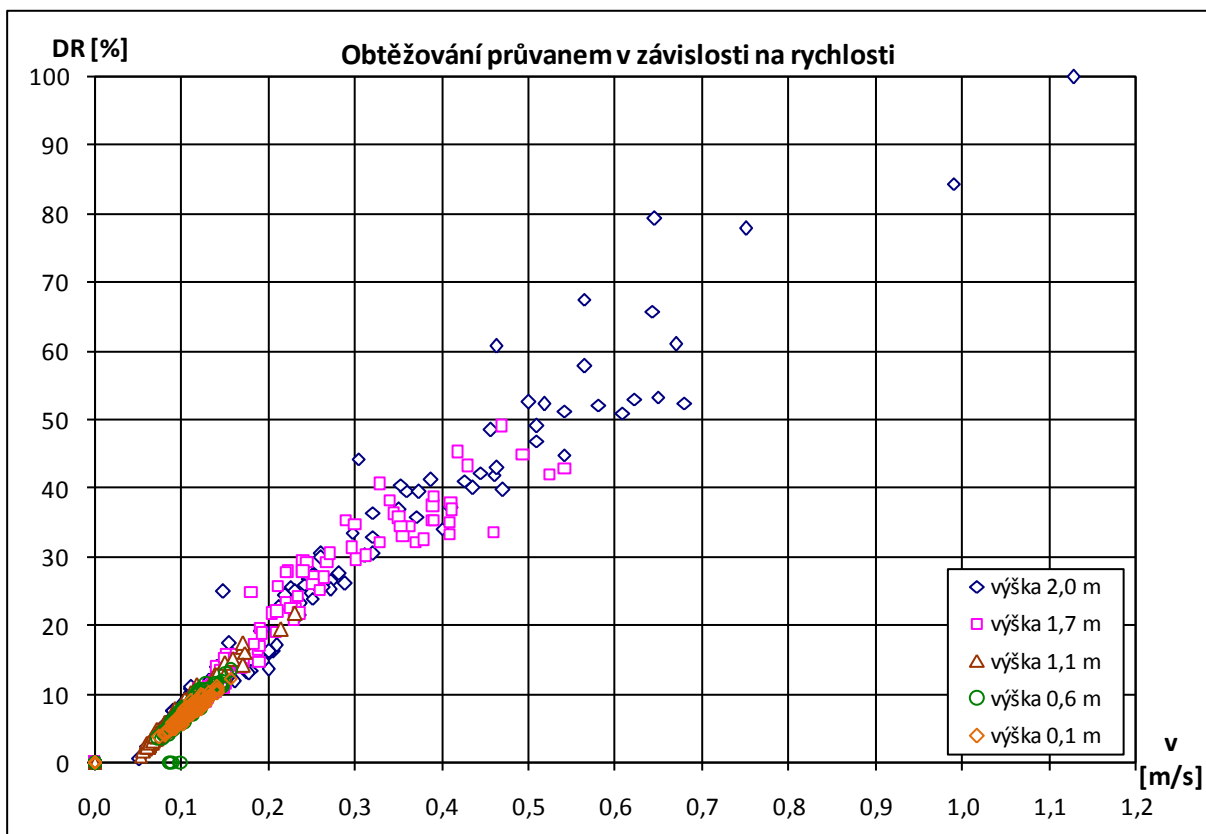
Graf 8.1.25 Izotermní stav 1, DR ve výšce 1,1 m



Graf 8.1.26 Izotermní stav 1, DR ve výšce 0,6 m



Graf 8.1.27 Izotermní stav 1, DR ve výšce 0,1 m



Graf 8.1.28 Izotermní stav 1, DR po výškách

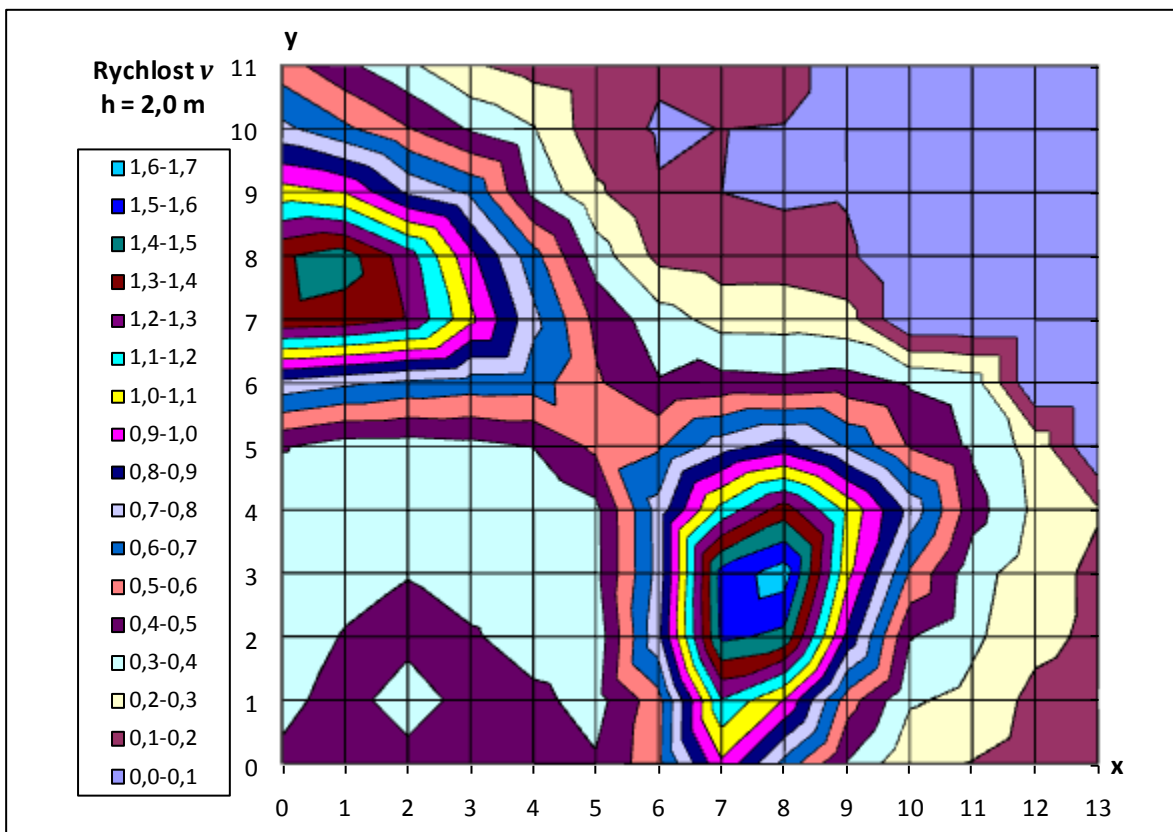
Z grafů je patrné, že nedojde k obtěžování průvanem, jedná-li se o osobu sedící, pro kterou platí tyto vzorečky (3.1) až (3.4).

Dále jsem si vyvrátila mylnou domněnku o tvaru proudění, jedná se o radiální proudění s úhlem přiváděného vzduchu okolo 110°.

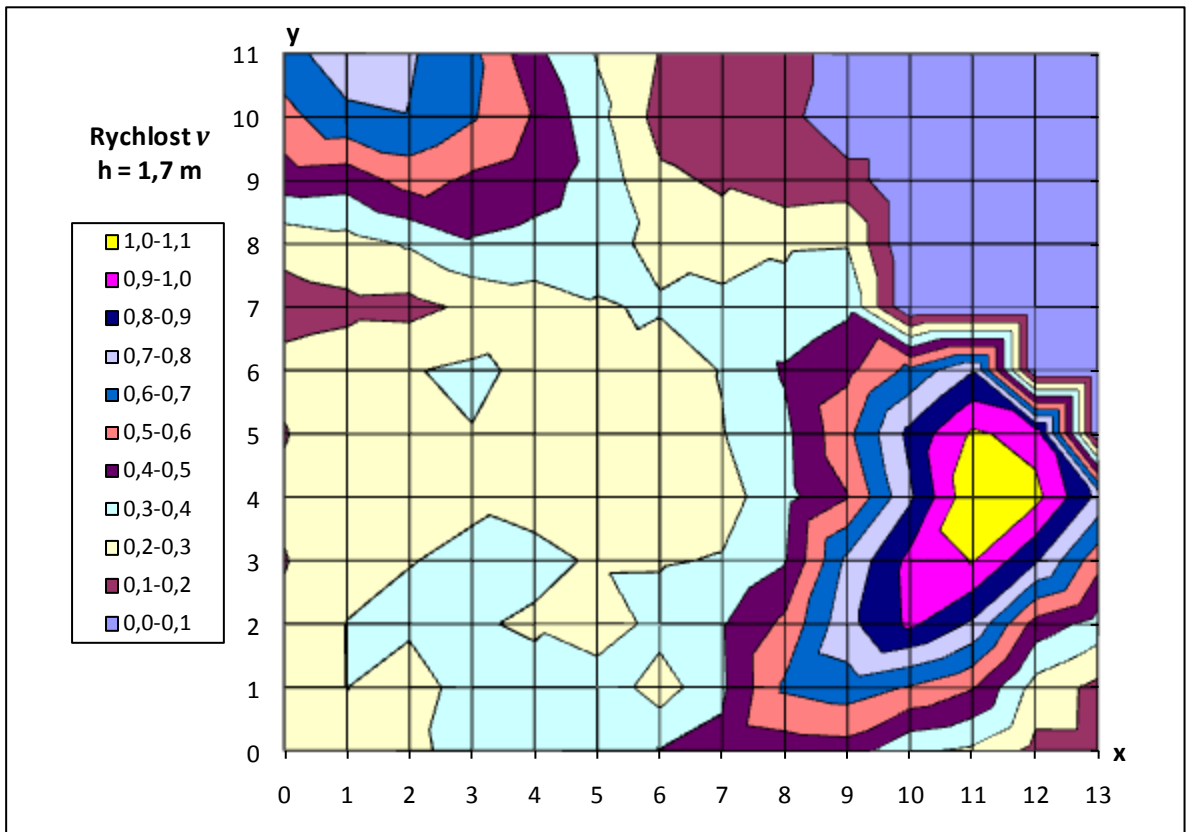
Z posledního grafu vyplývá, že procento obtěžovaných je úměrné rychlosti proudění, resp. zvýší-li se rychlost, vzroste i DR. U tohoto distribučního prvku také záleží na výšce - s klesající výškou, klesá i rychlost.

8.2 Izotermní stav 2

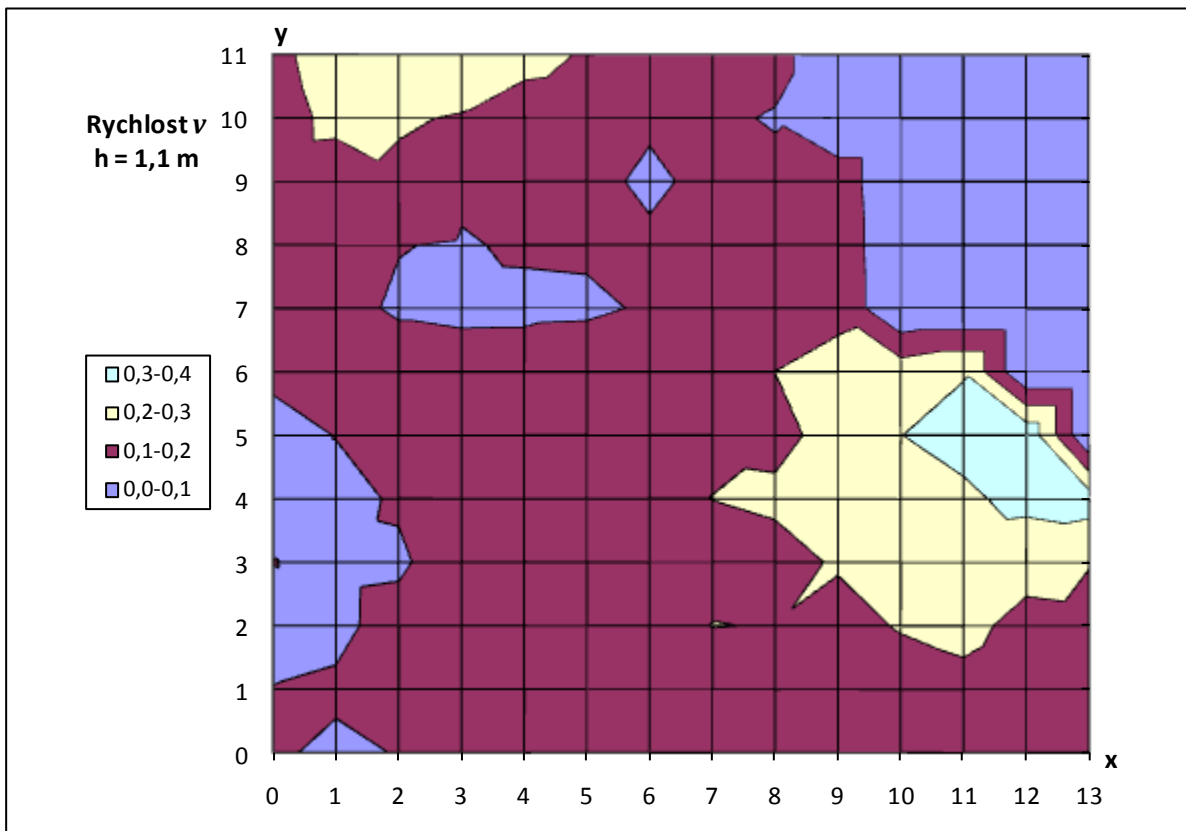
Jedná se o izotermní stav, kdy byla nastavena teplota před ventilátorem na 20°C a ventilátor běžel na 2. stupeň otáček. Následující grafy ukazují rozložení rychlostí v demonstrační kabině.



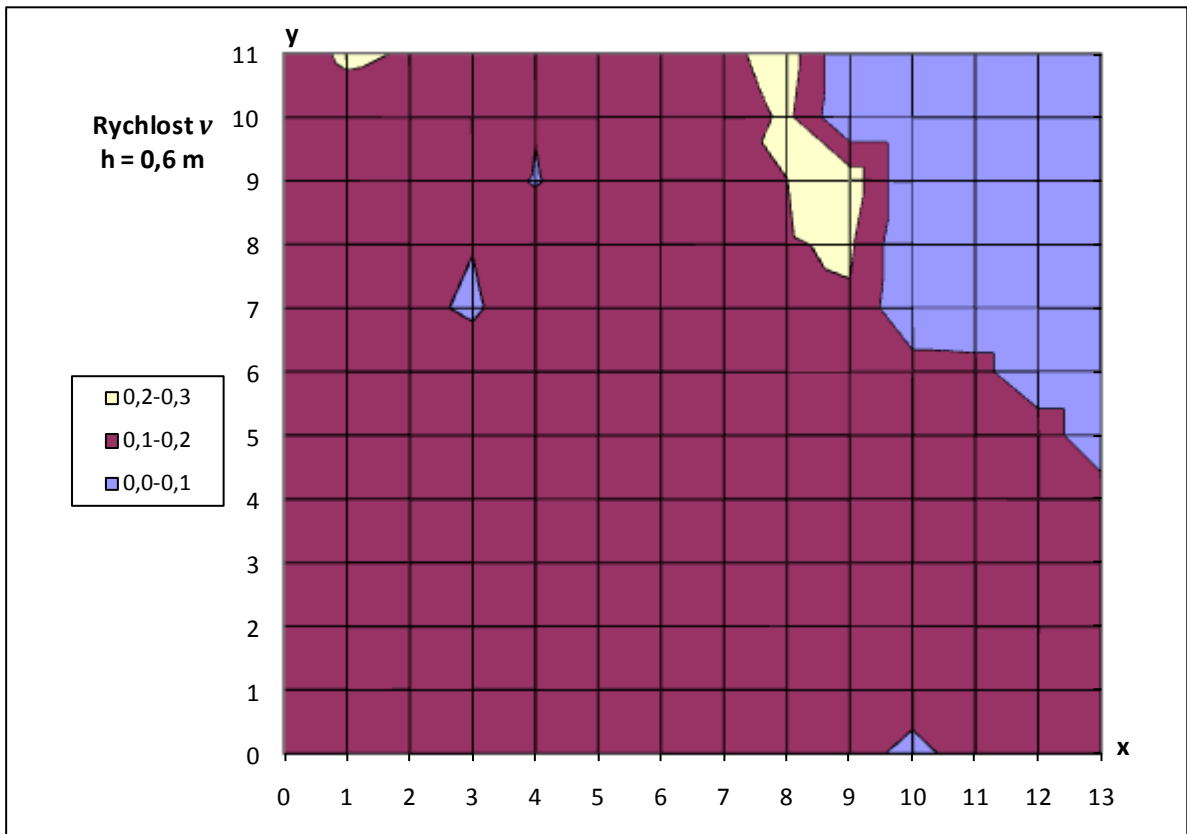
Graf 8.2.1 Izotermní stav 2, střední rychlosti ve výšce 2 m



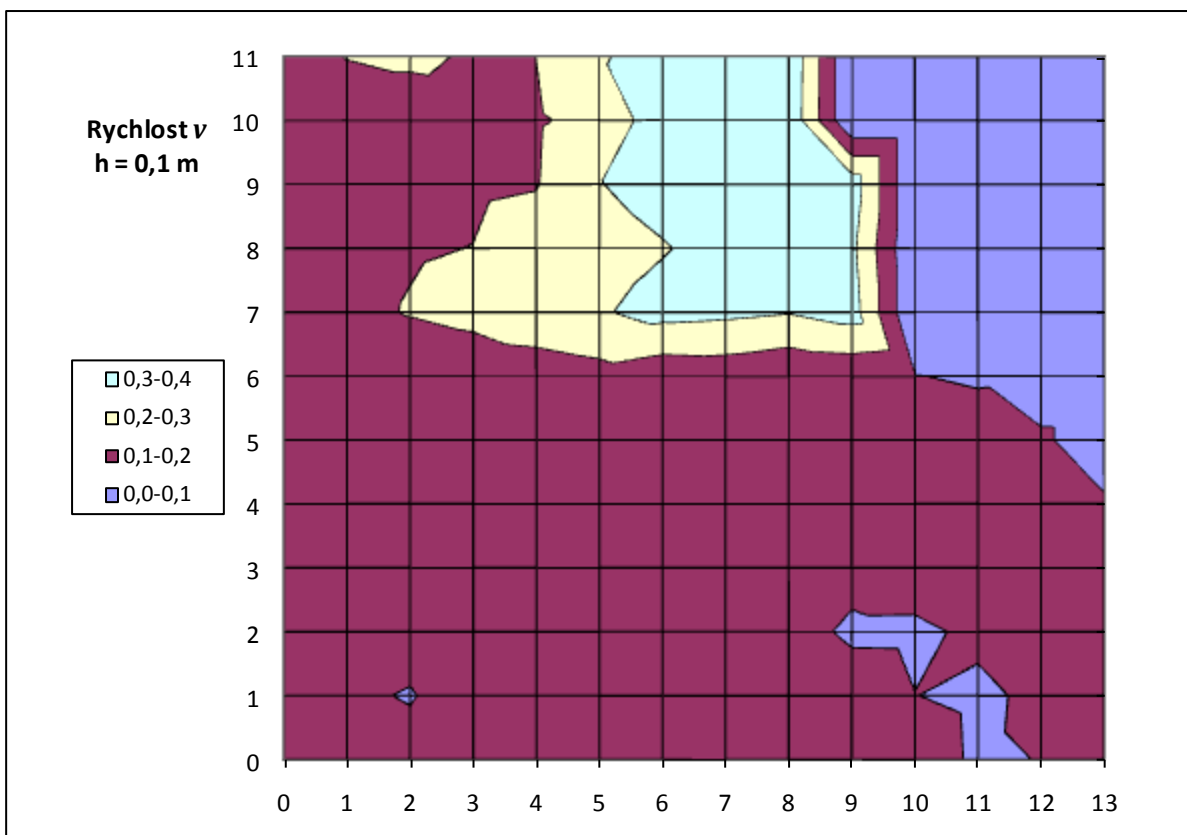
Graf 8.2.2 Izotermní stav 2, střední rychlosti ve výšce 1,7 m



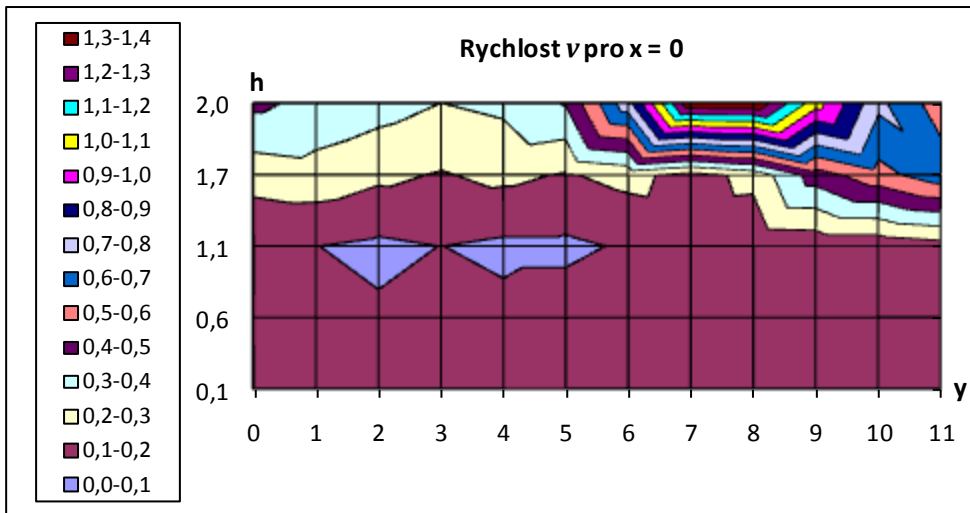
Graf 8.2.3 Izotermní stav 2, střední rychlosti ve výšce 1,1 m



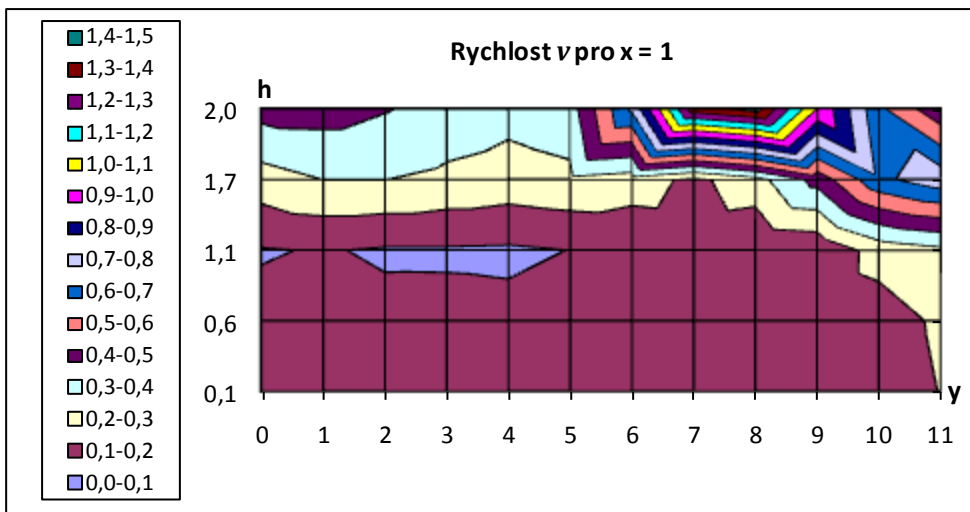
Graf 8.2.4 Izotermní stav 2, střední rychlosti ve výšce 0,6 m



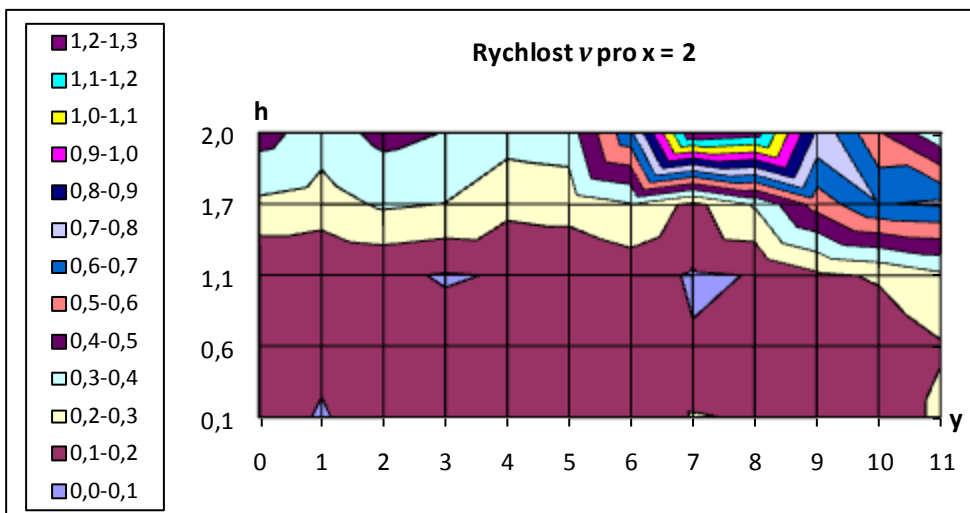
Graf 8.2.5 Izotermní stav 2, střední rychlosti ve výšce 0,1 m



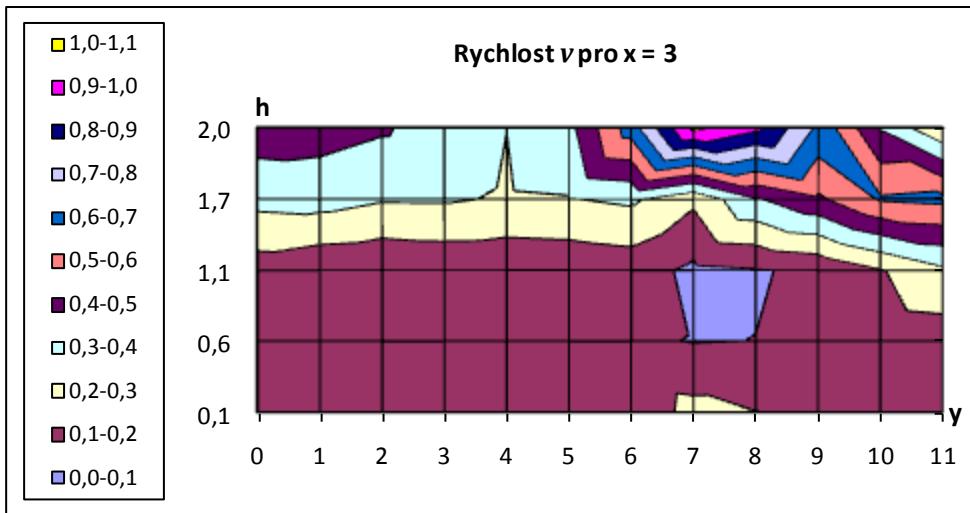
Graf 8.2.6 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $x = 0$



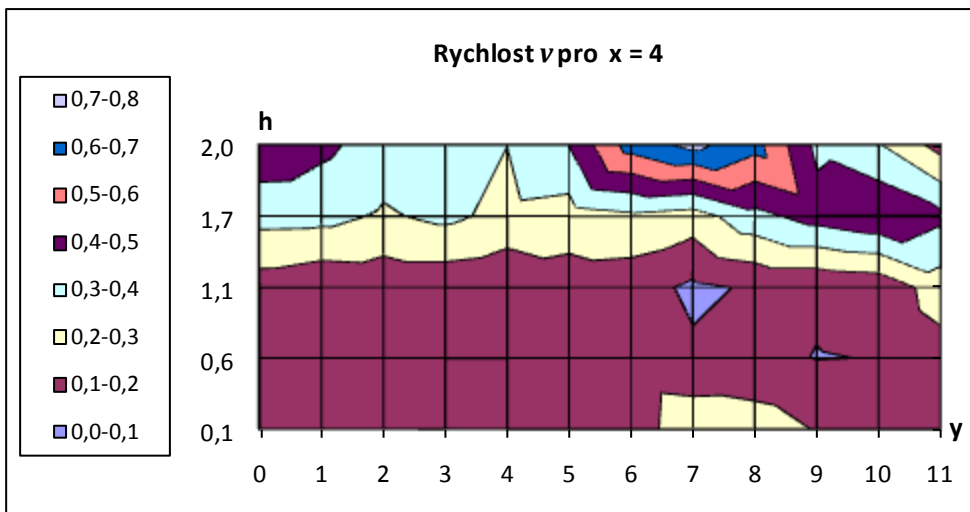
Graf 8.2.7 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $x = 1$



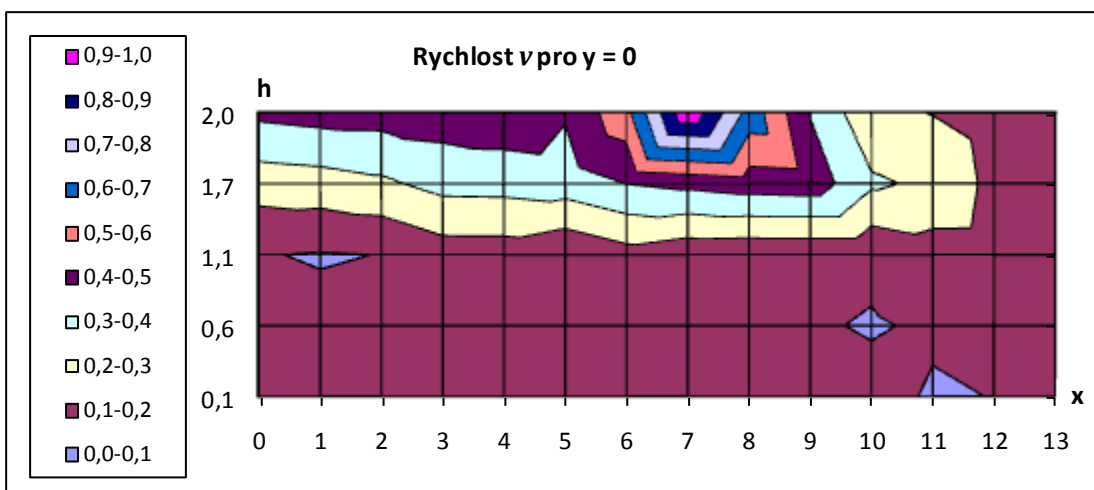
Graf 8.2.8 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $x = 2$



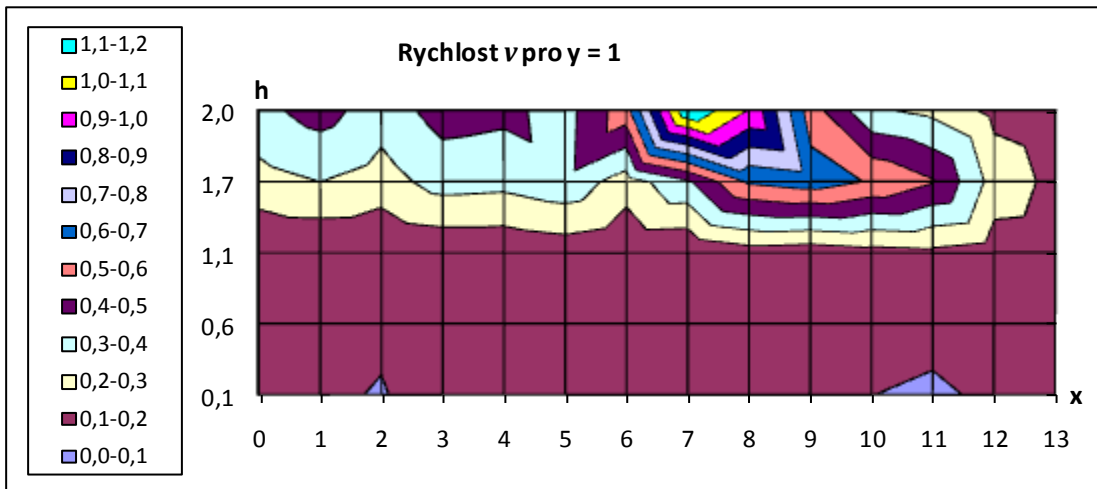
Graf 8.2.9 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro x = 3



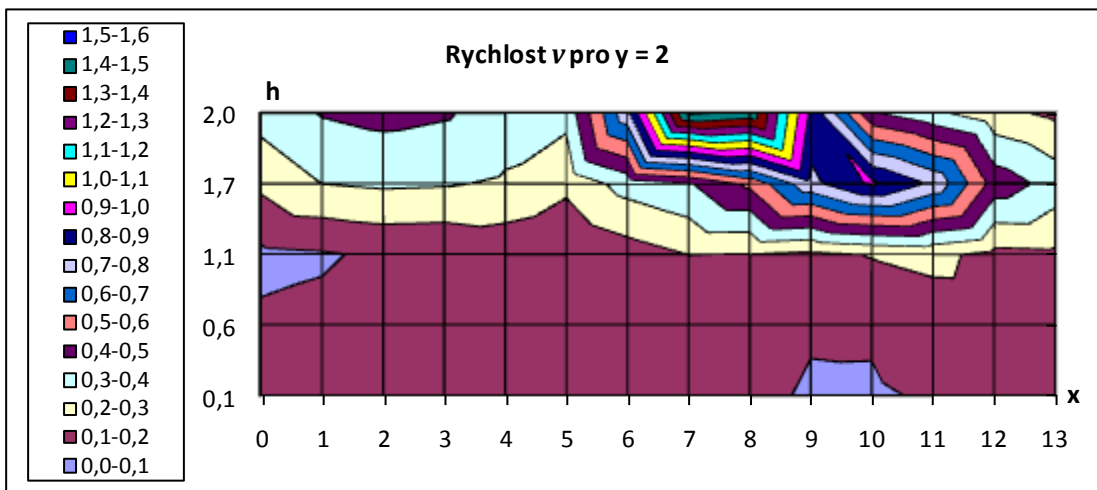
Graf 8.2.10 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro x = 4



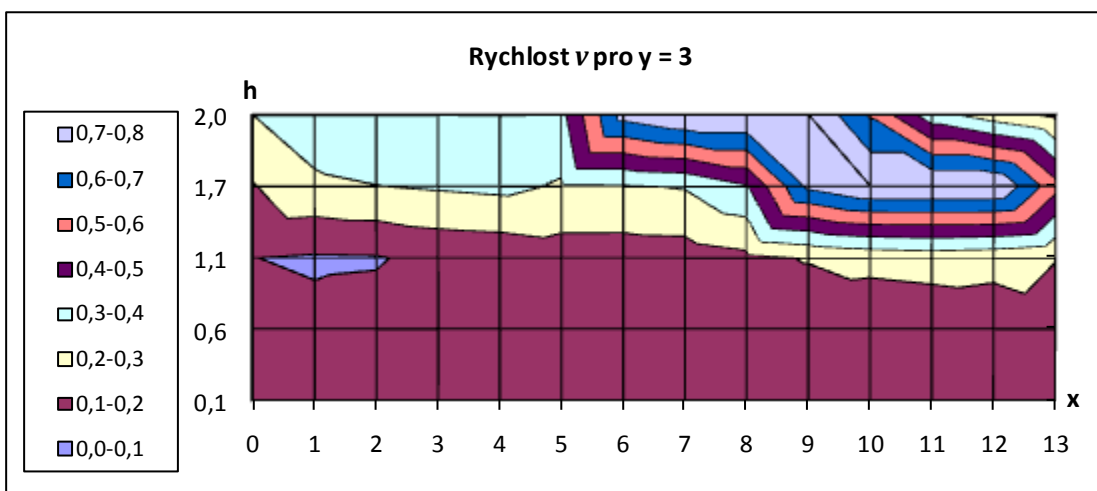
Graf 8.2.11 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro y = 0



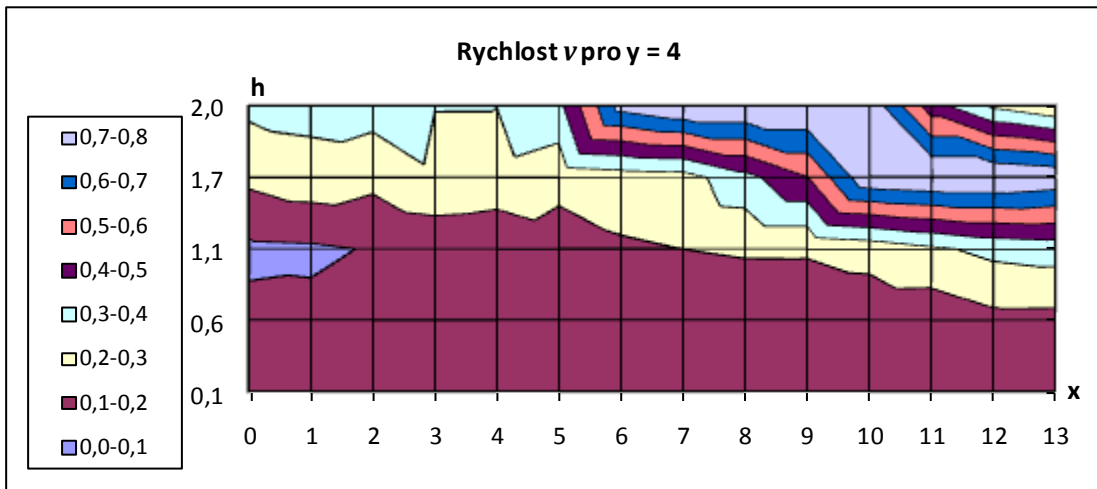
Graf 8.2.12 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $y = 1$



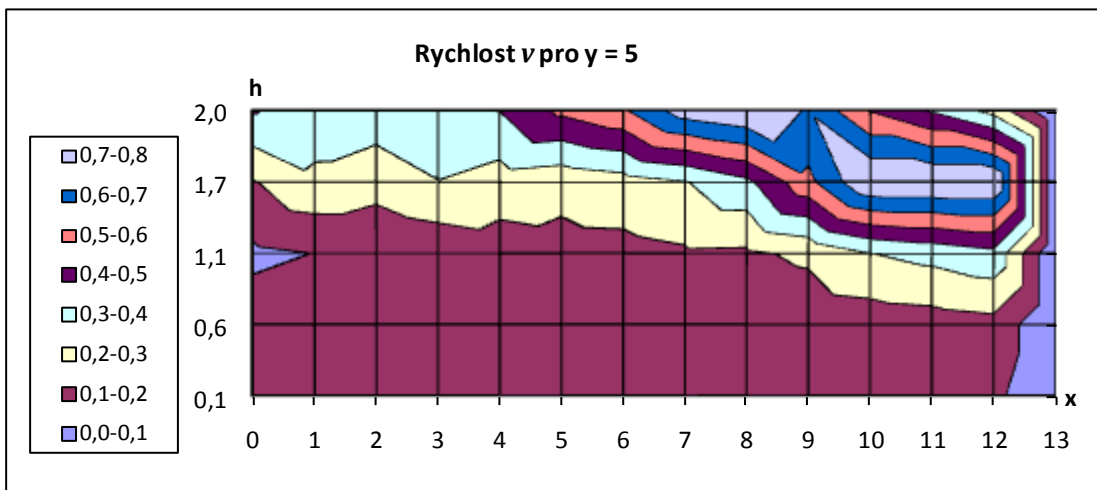
Graf 8.2.13 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $y = 2$



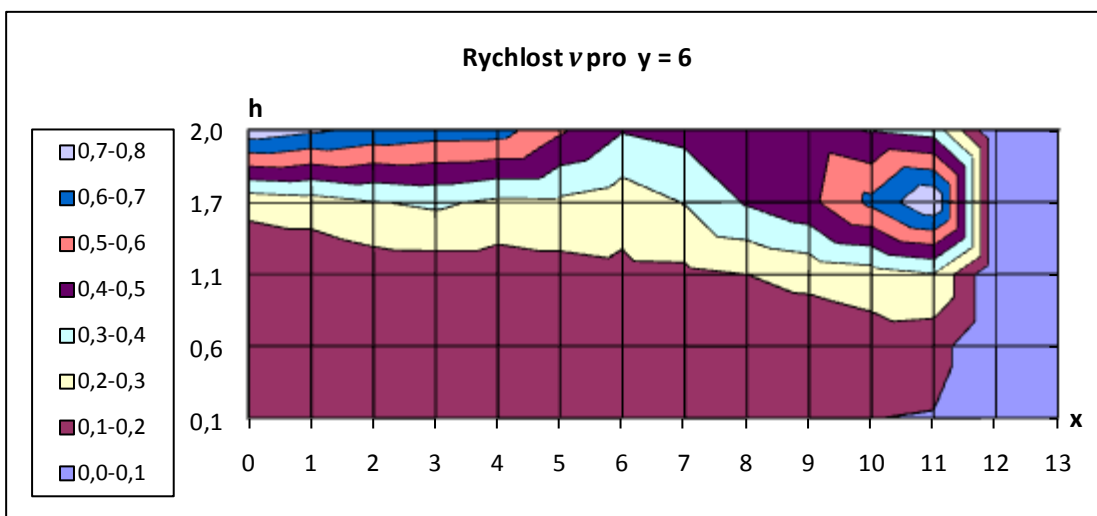
Graf 8.2.14 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $y = 3$



Graf 8.2.15 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $y = 4$

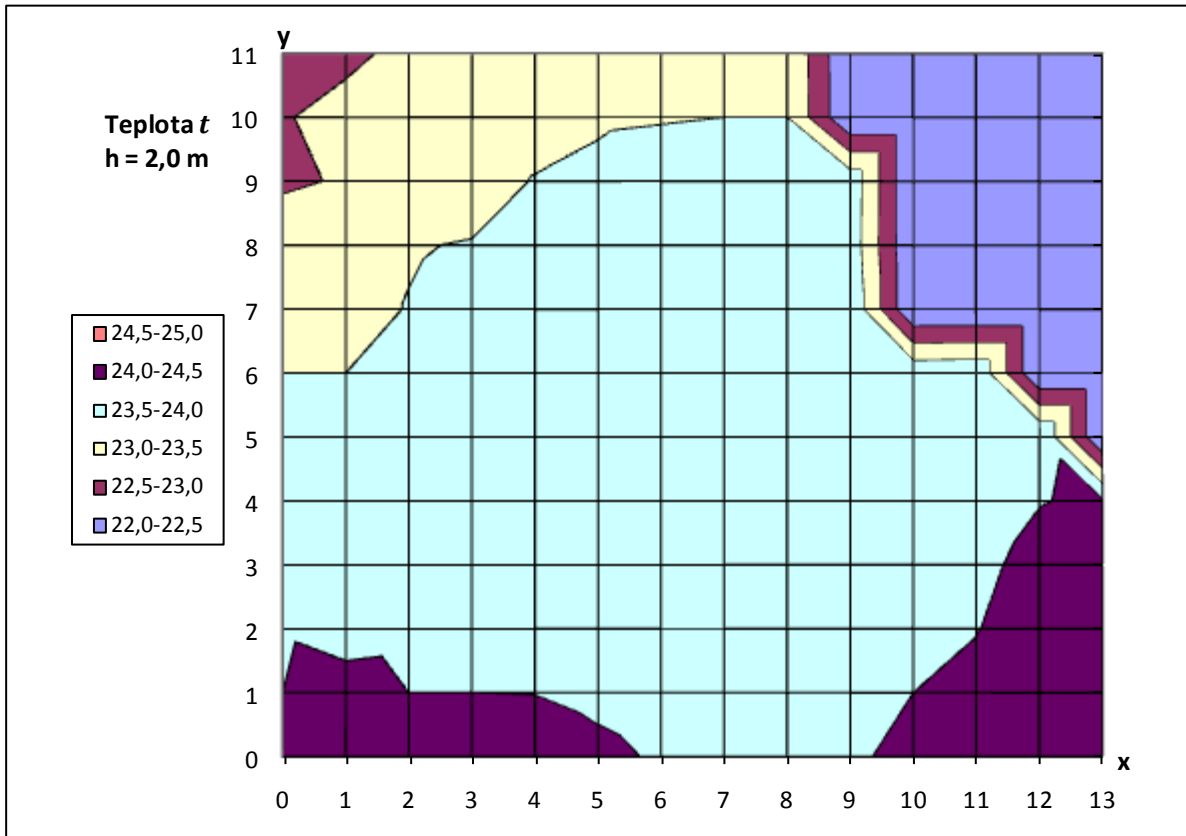


Graf 8.2.16 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $y = 5$



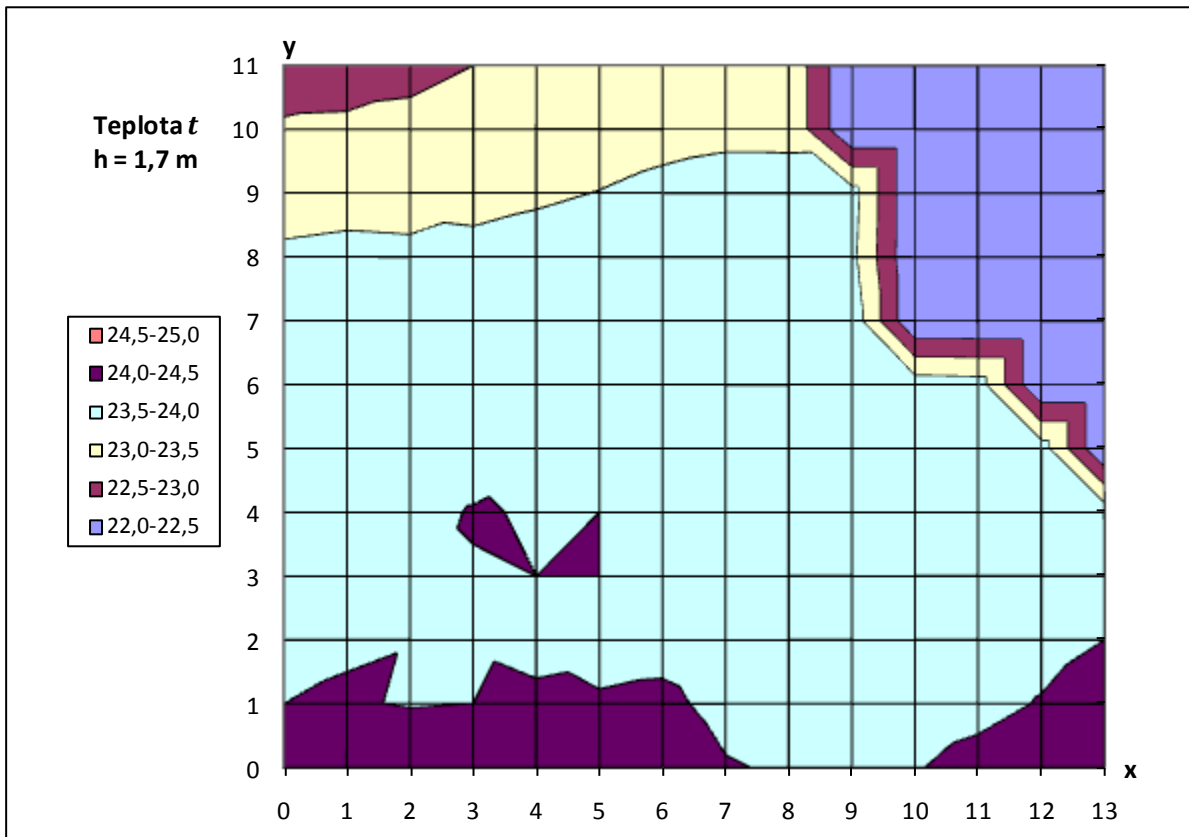
Graf 8.2.17 Izotermní stav 2, střední rychlosti pro $y = 6$

Z řezů a půdorysů obrazů proudění je vidět, že rychlost překračuje limit 0,2 m/s. Lidé by pociťovali nepříjemný pocit průvanu (nadměrné ochlazování) v oblasti hlavy a to jak při sezení, tak i při chůzi. Obraz proudění zasahuje více do pobytové oblasti lidí, což se dáno vyššími otáčkami ventilátoru (vyšší rychlost).

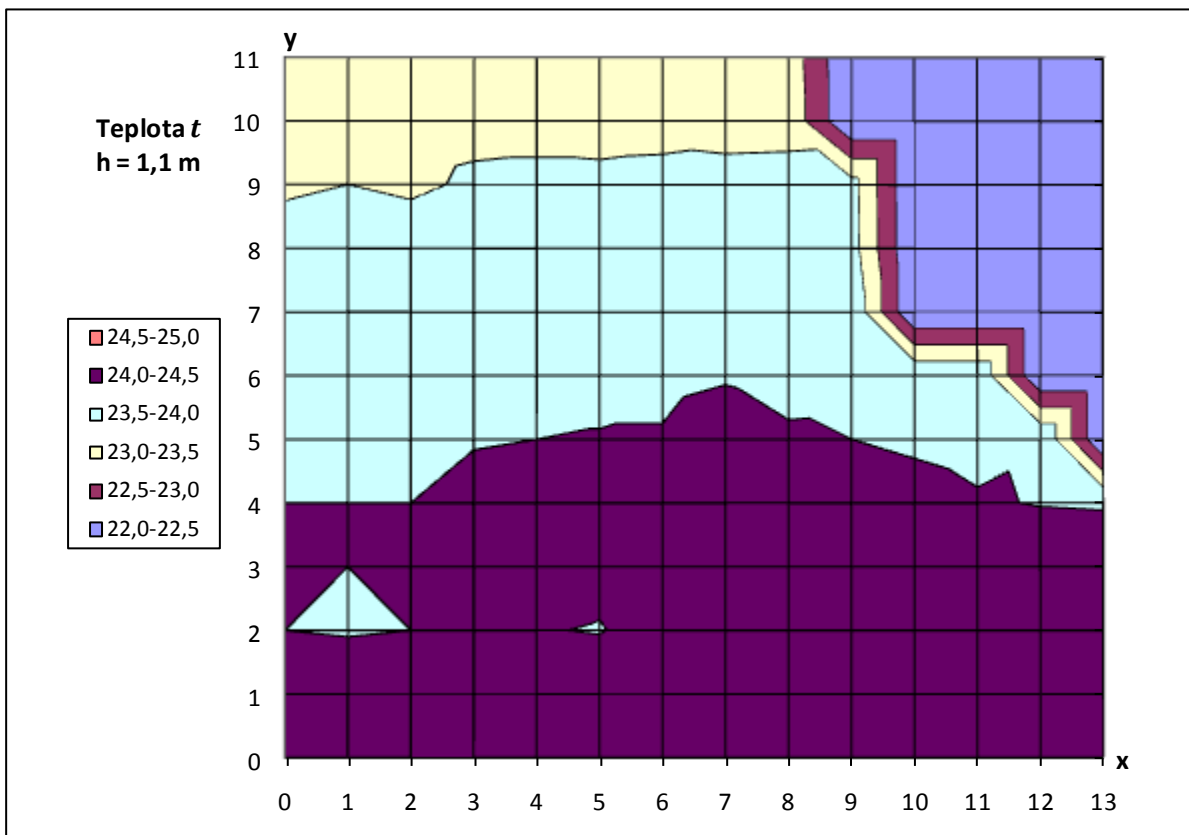


Graf 8.2.18 Izotermní stav 2, rozložení teploty ve výšce 2 m

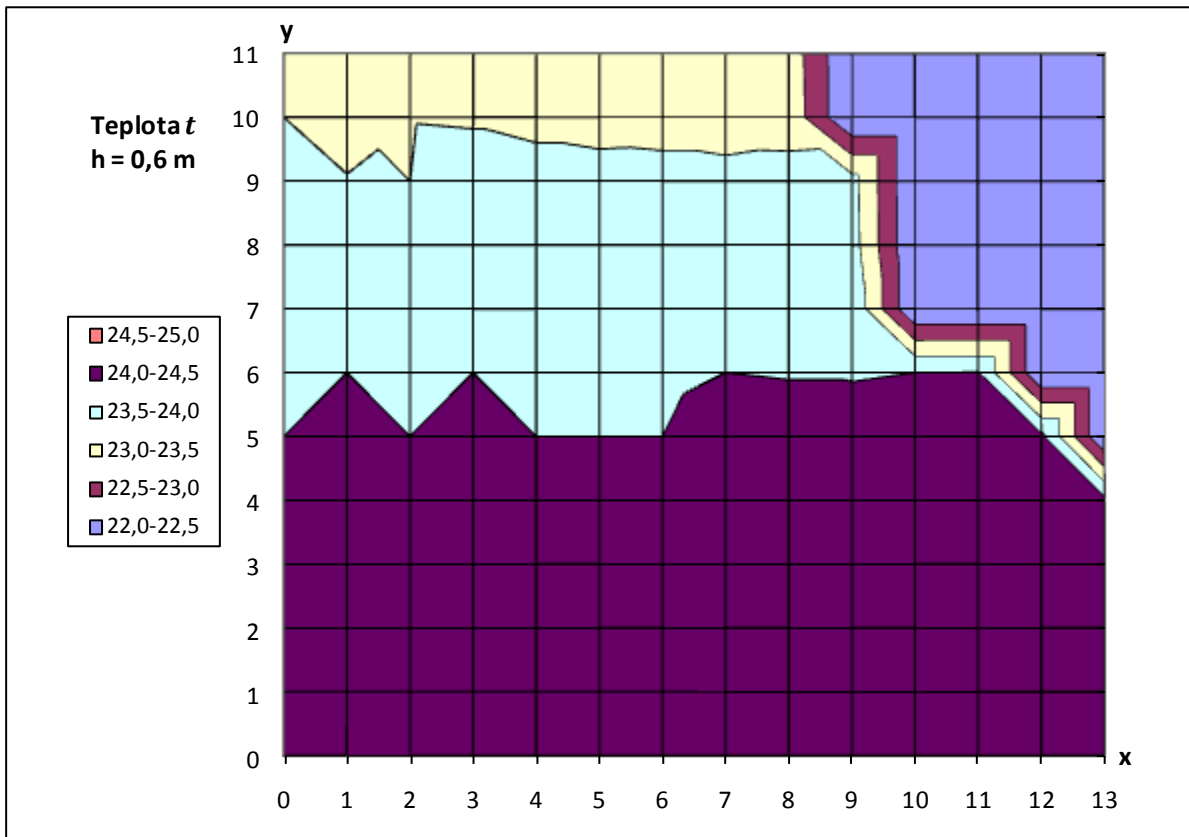
Grafy rozložení teploty ukazují téměř neměnnou teplotu v rozmezí 1,5°C. Teplota se s výškou postupně zvyšuje. Rozložení teploty do pruhů v jednotlivých výškách může být způsobeno postupem měření, které probíhalo od $y = 0$ do $y = 11$, kdy se do měření pravděpodobně promítla klesající večerní venkovní teplota.



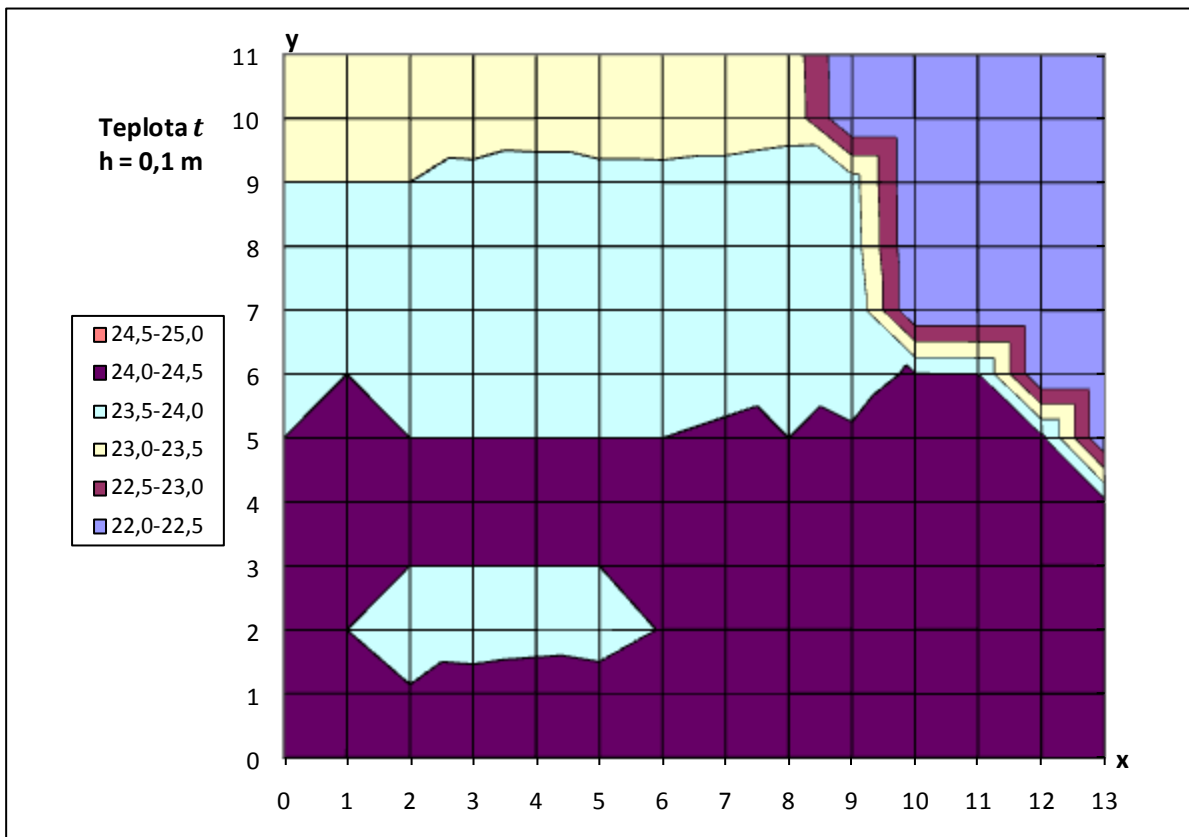
Graf 8.2.19 Izotermní stav 2, rozložení teploty ve výšce 1,7 m



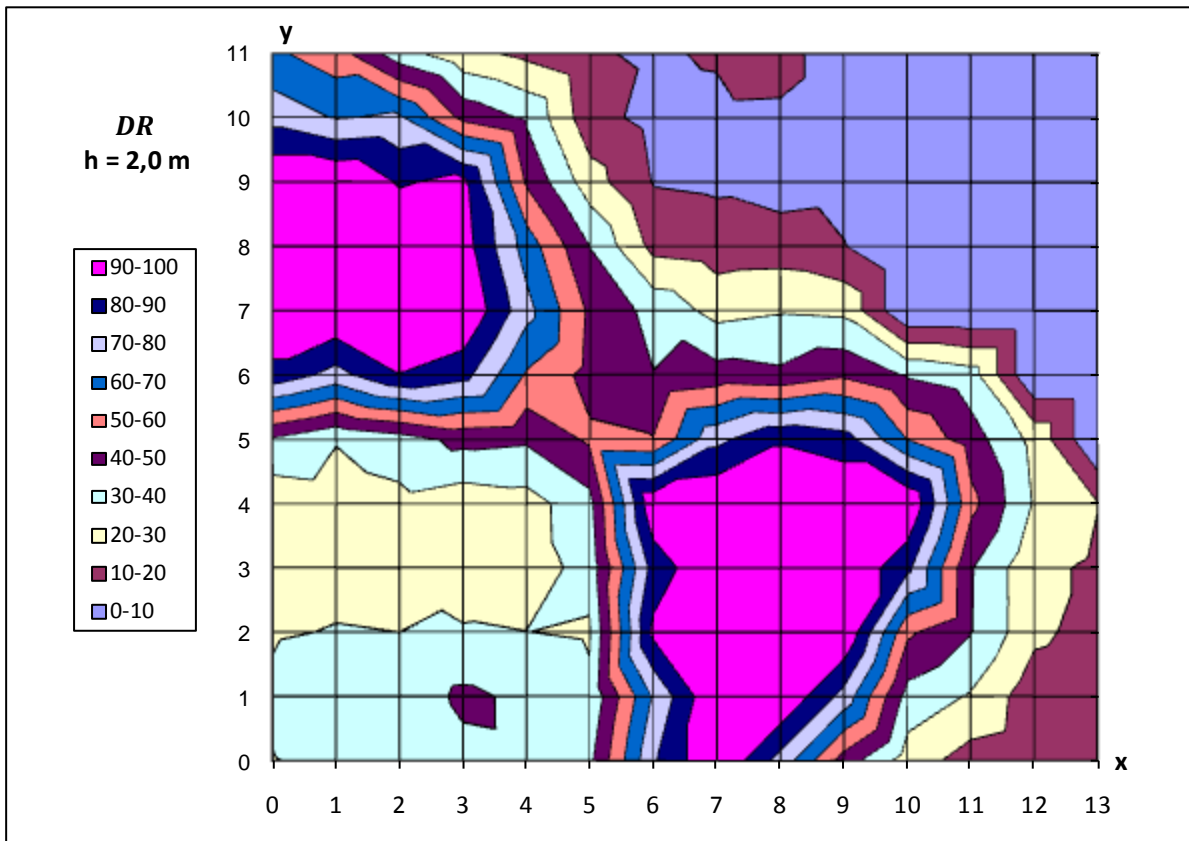
Graf 8.2.20 Izotermní stav 2, rozložení teploty ve výšce 1,1 m



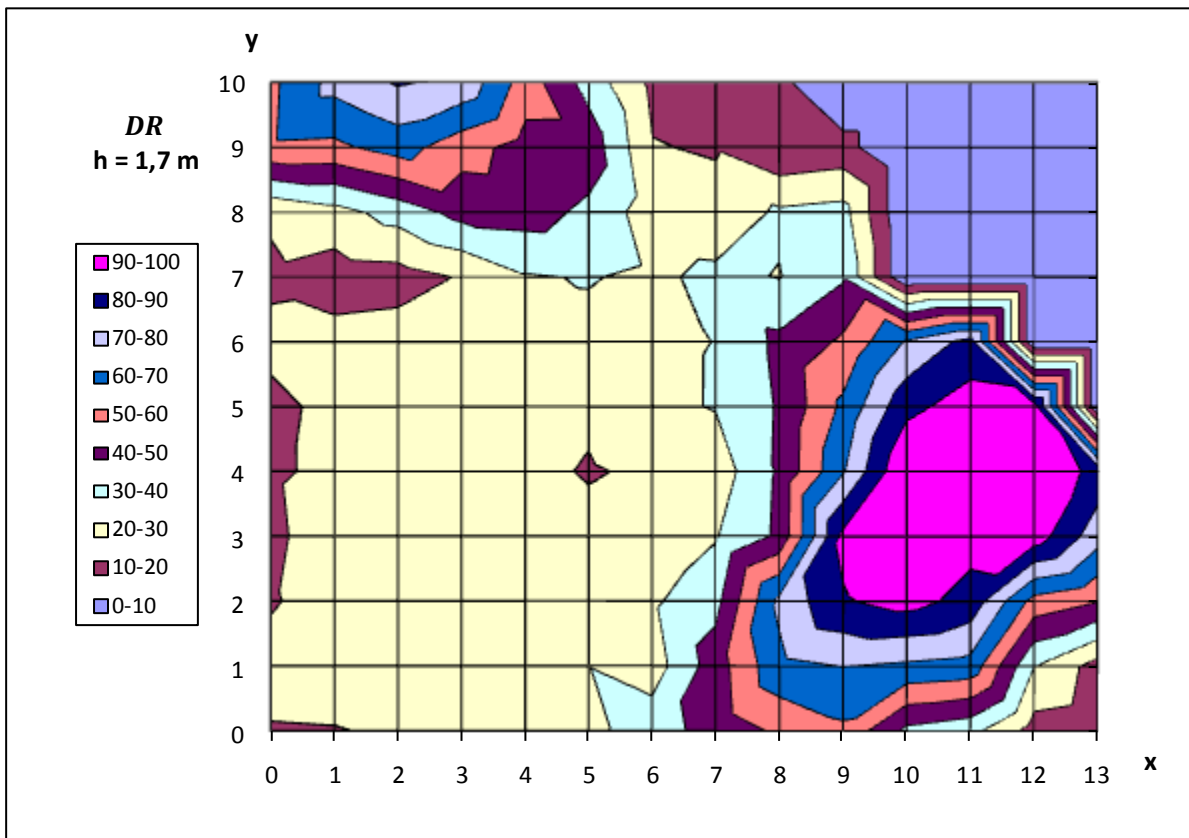
Graf 8.2.21 Izotermní stav 2, rozložení teploty ve výšce 0,6 m



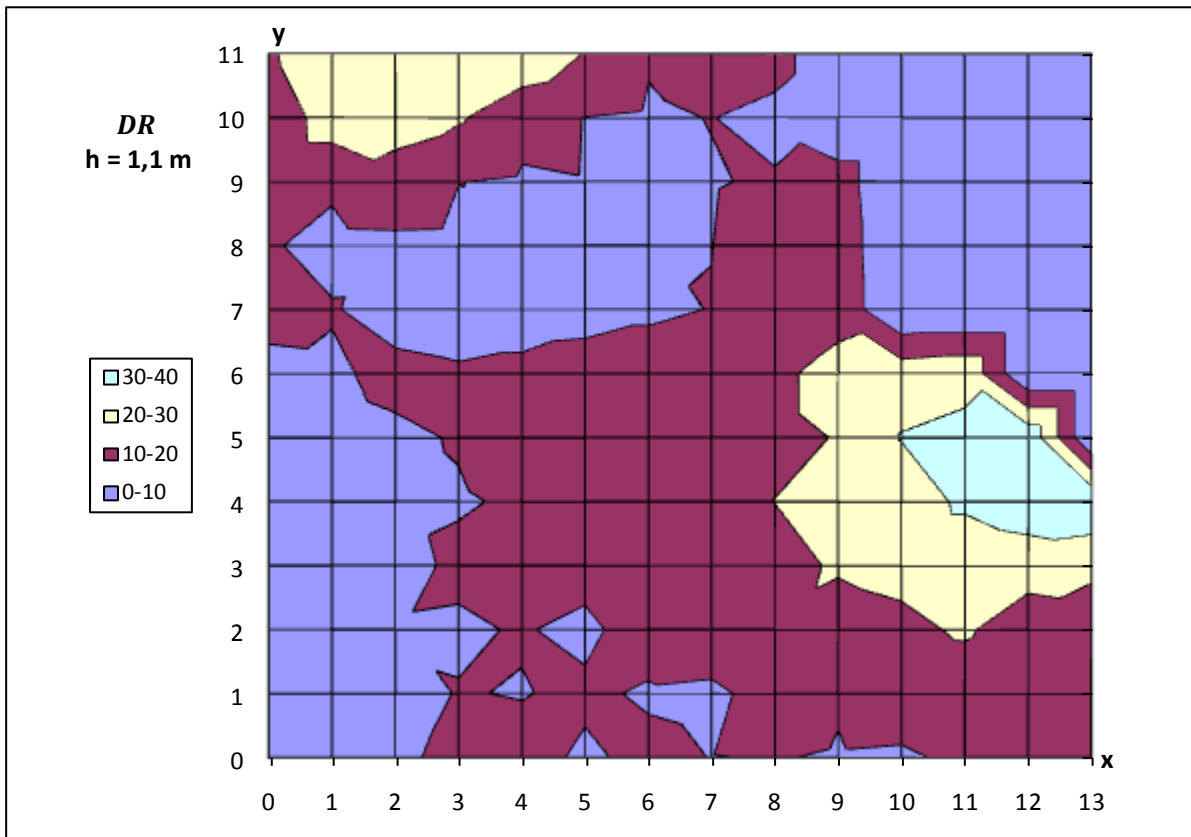
Graf 8.2.22 Izotermní stav 2, rozložení teploty ve výšce 0,1 m



Graf 8.2.23 Izotermní stav 2, DR ve výšce 2 m

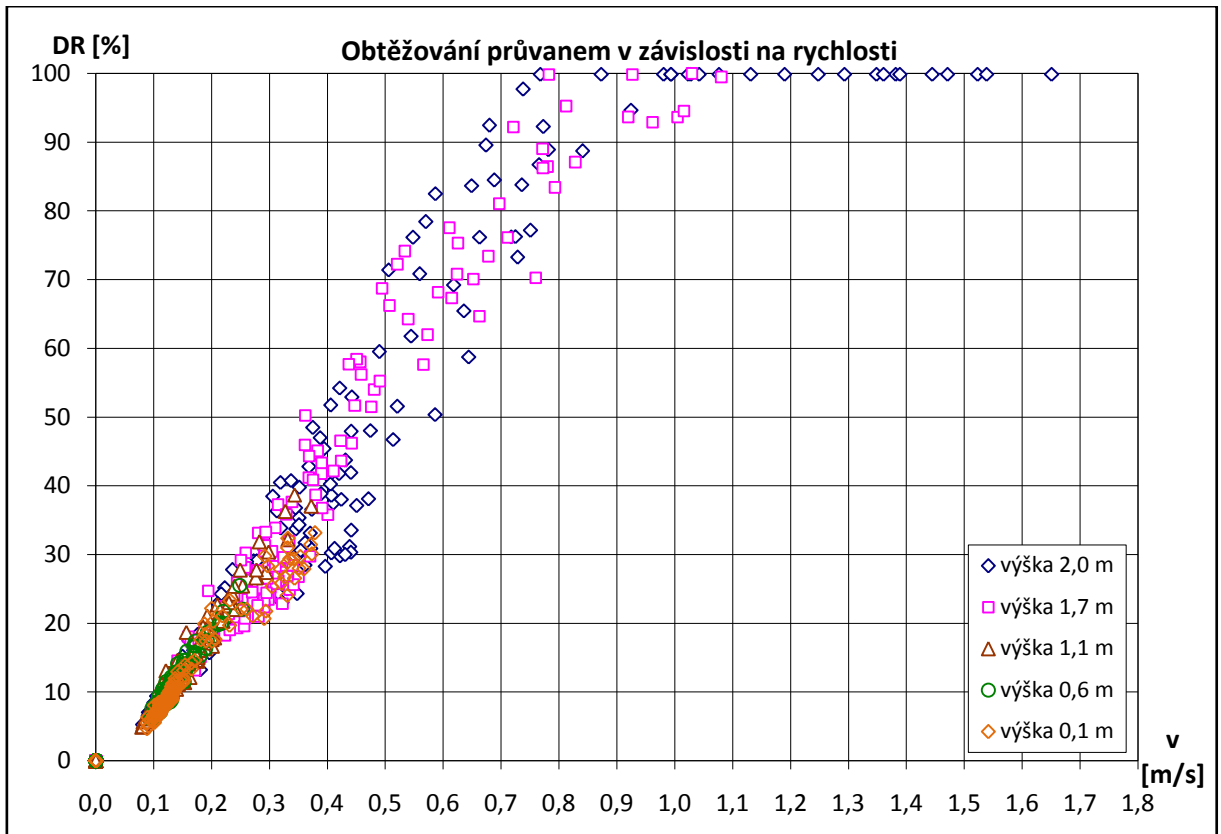


Graf 8.2.24 Izotermní stav 2, DR ve výšce 1,7 m



Graf 8.2.25 Izotermní stav 2, DR ve výšce 1,1 m

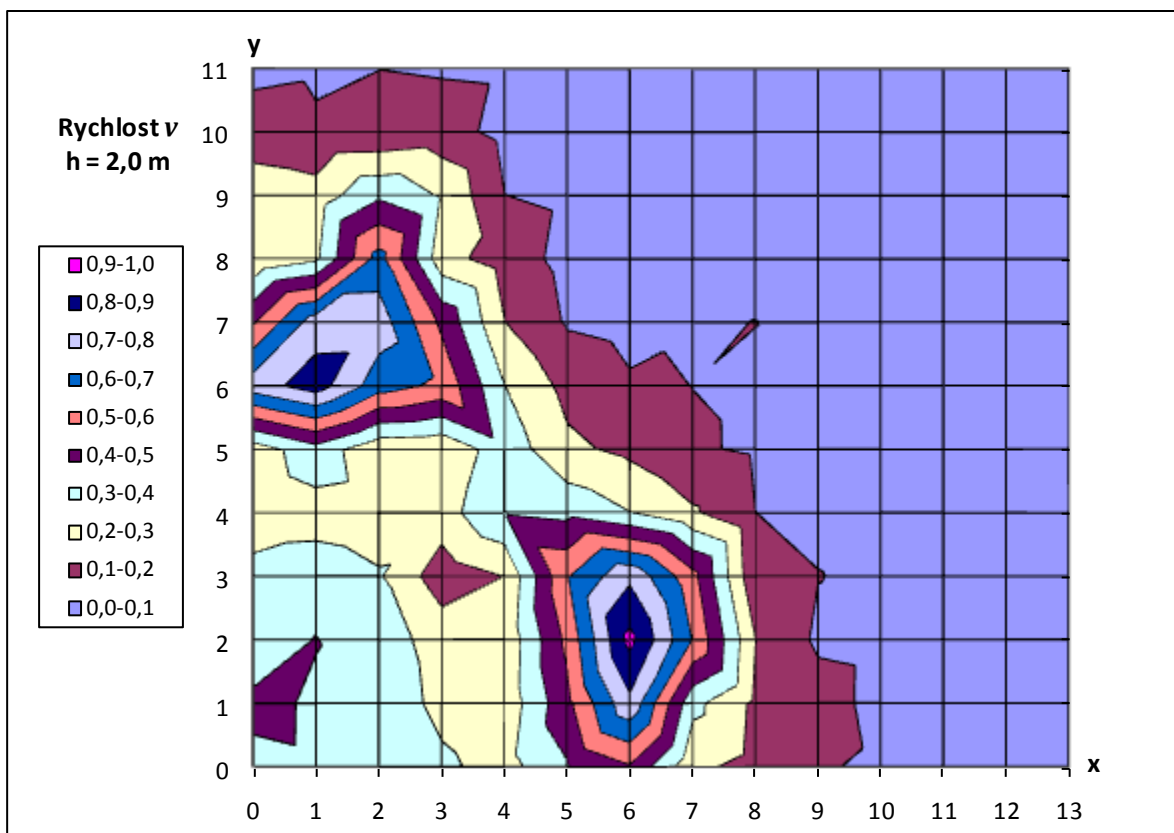
Ostatní grafy vyhodnocení DR mají maxima okolo 20 %. Nejdůležitějšími grafy pro hodnocení jsou ty ve výškách 1,7 m a 1,1 m, které odpovídají hlavě sedící a stojícího člověka. Sedící osoba vnímá citlivěji místní diskomfort způsobený průvanem.



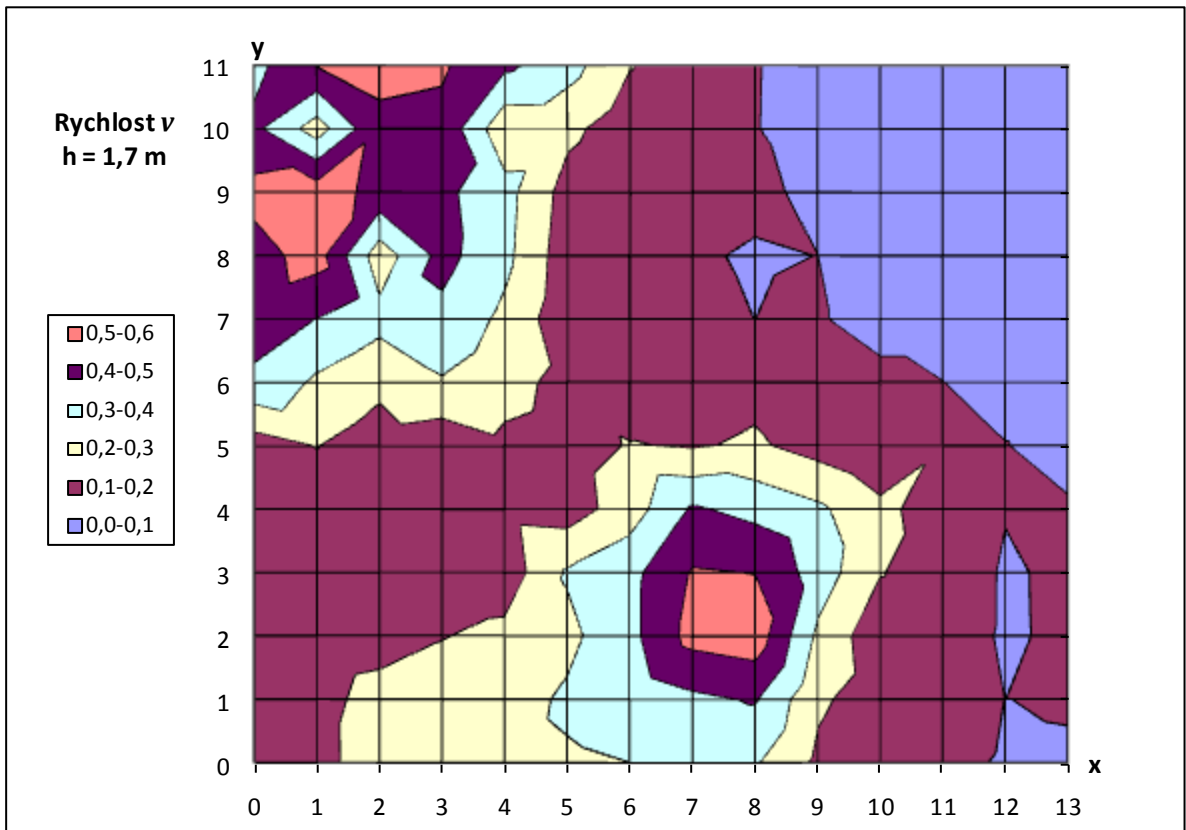
Graf 8.2.26 Izotermní stav 2, DR po výškách

8.3 Neizotermní stav studený

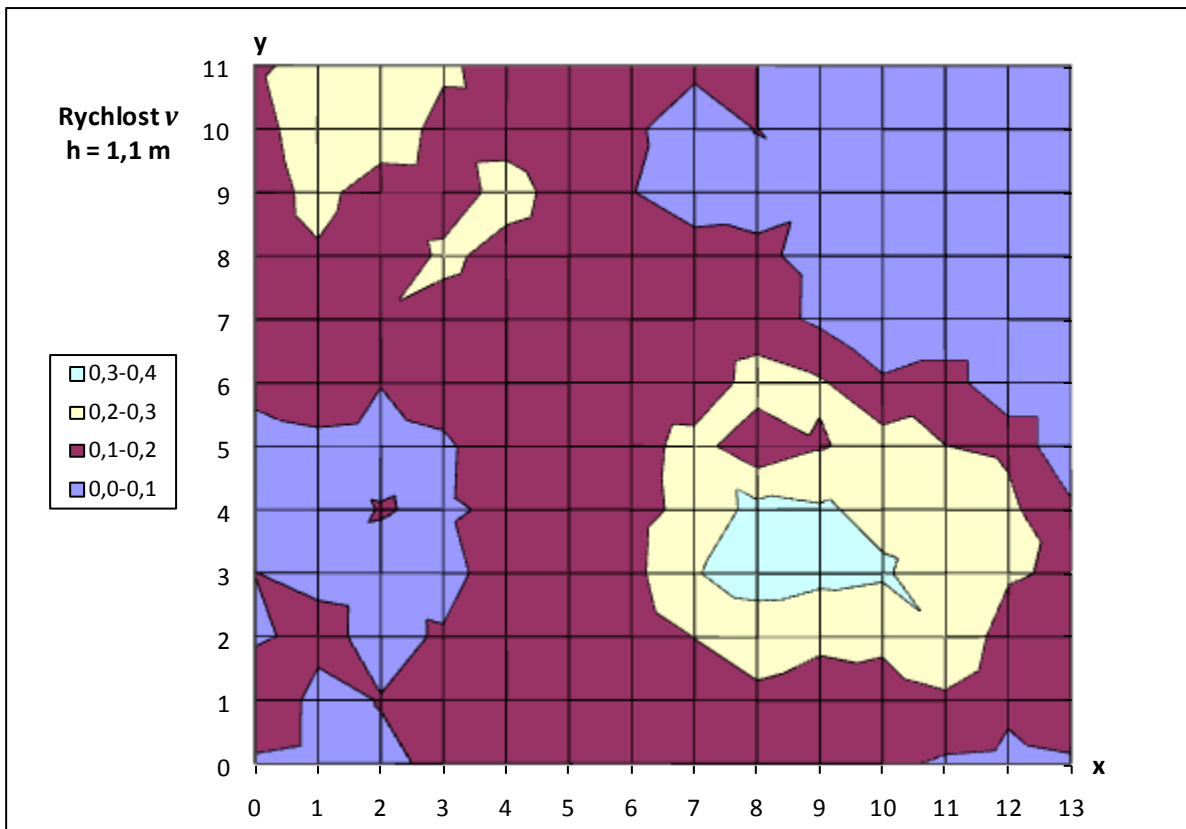
Jedná se o neizotermní stav, kdy byla nastavena teplota před ventilátorem na 16°C. Následující grafy ukazují rozložení rychlostí v demonstrační kabině.



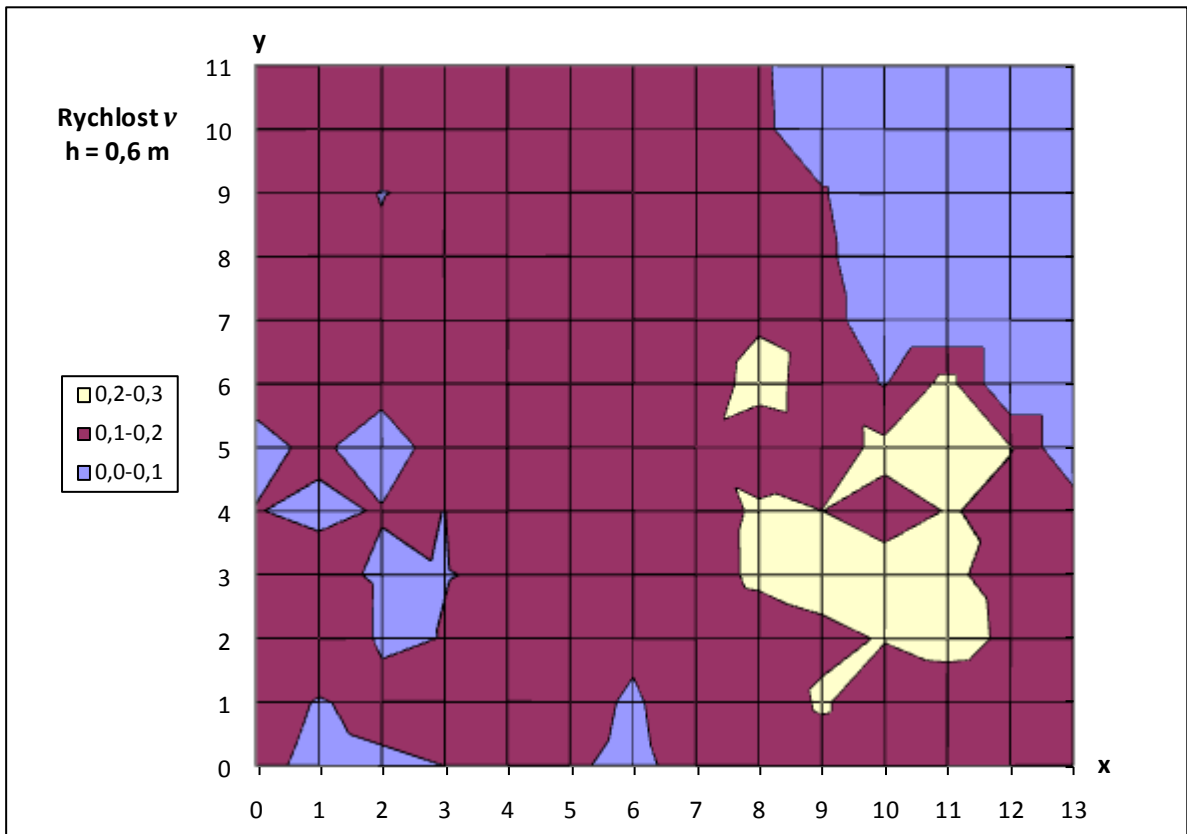
Graf 8.3.1 Neizotermní stav studený, střední rychlosti ve výšce 2 m



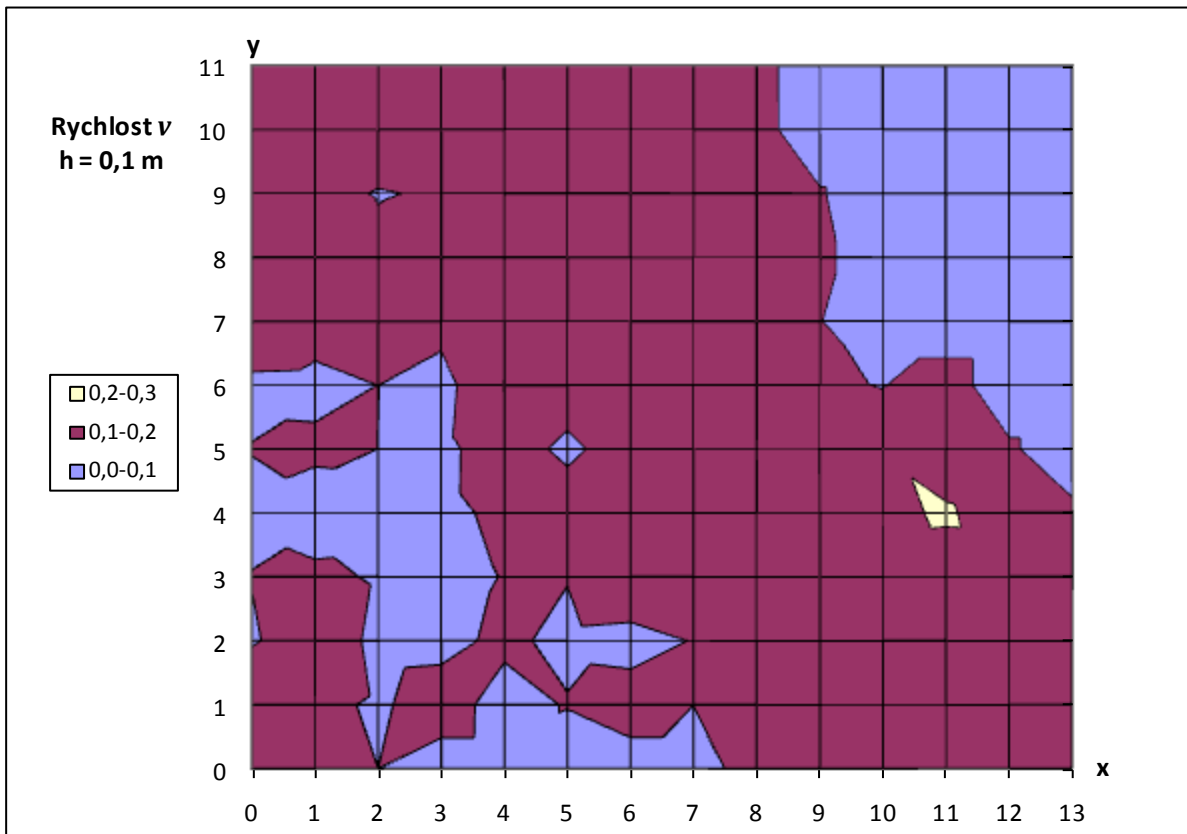
Graf 8.3.2 Neizotermní stav studený, střední rychlosti ve výšce 1,7 m



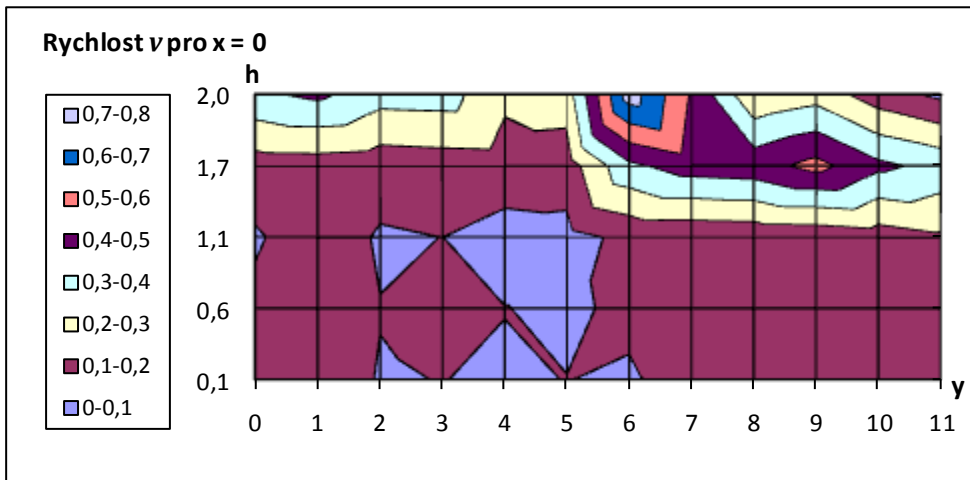
Graf 8.3.3 Neizotermní stav studený, střední rychlosti ve výšce 1,1 m



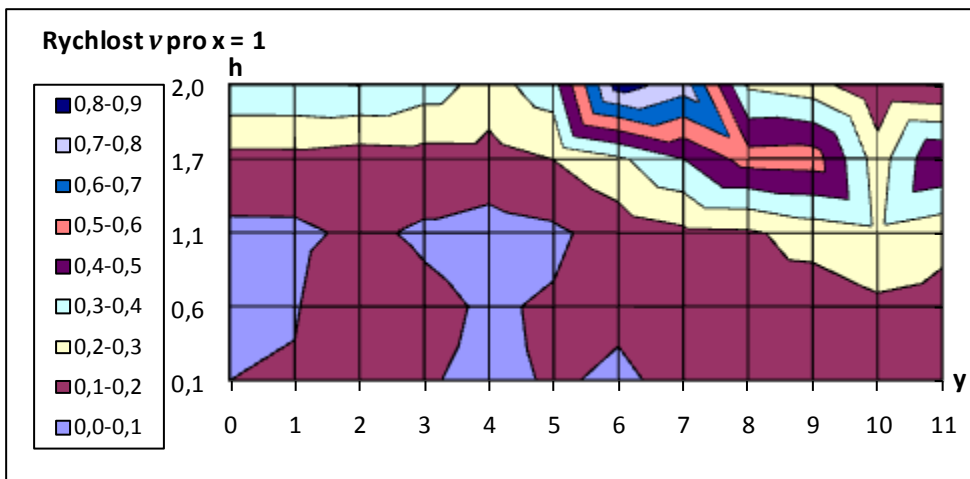
Graf 8.3.4 Neizotermní stav studený, střední rychlosti ve výšce 0,6 m



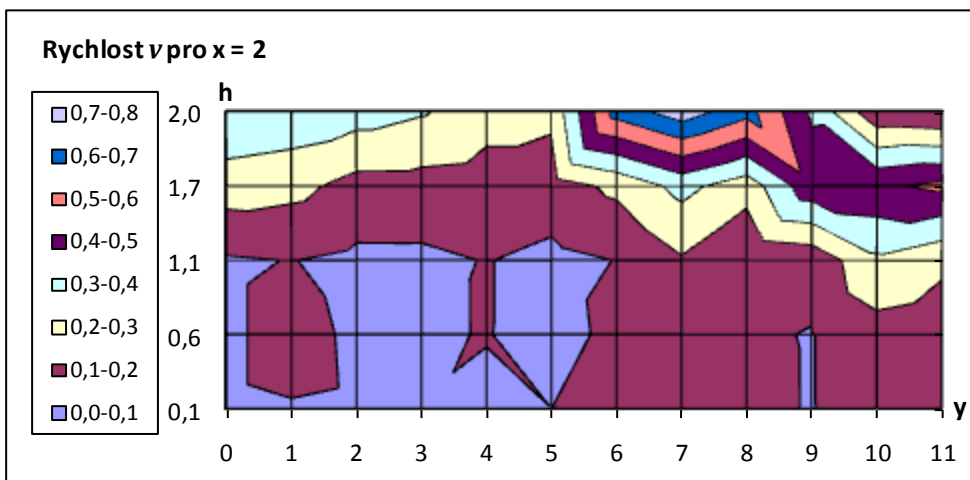
Graf 8.3.5 Neizotermní stav studený, střední rychlosti ve výšce 0,1 m



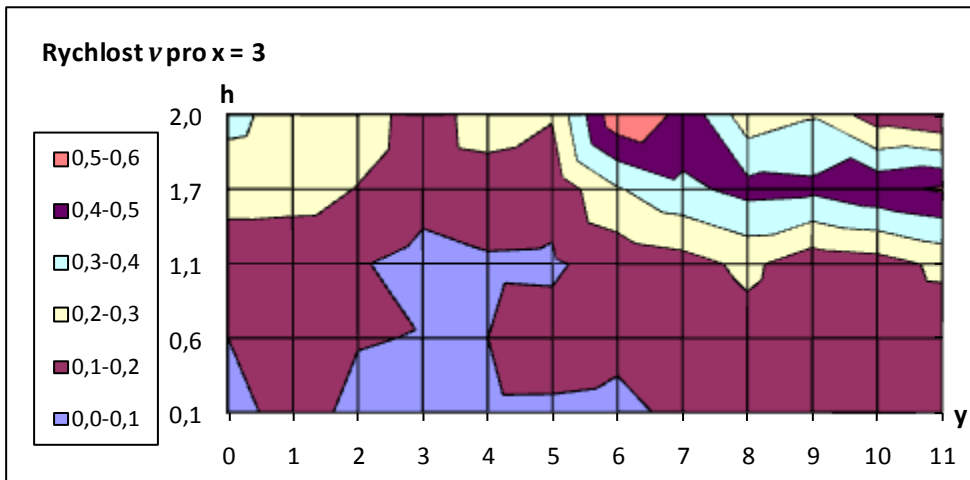
Graf 8.3.6 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $x = 0$



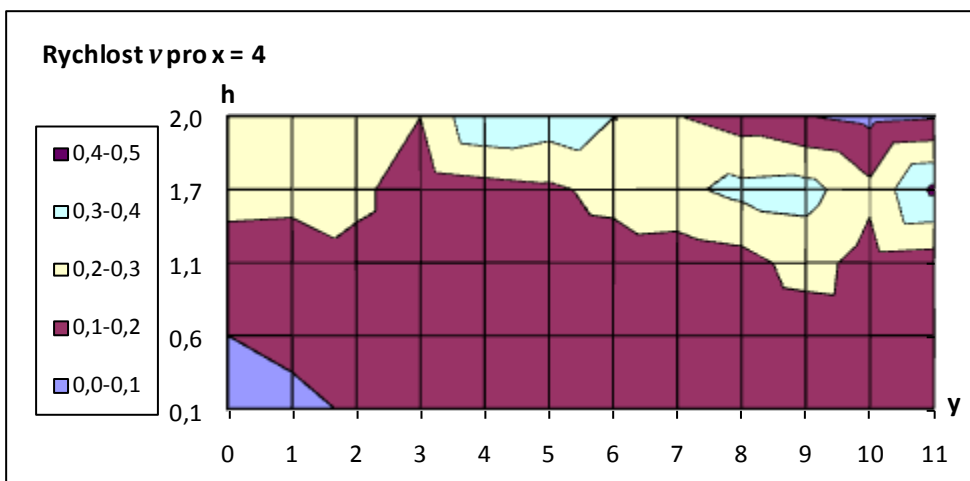
Graf 8.3.7 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $x = 1$



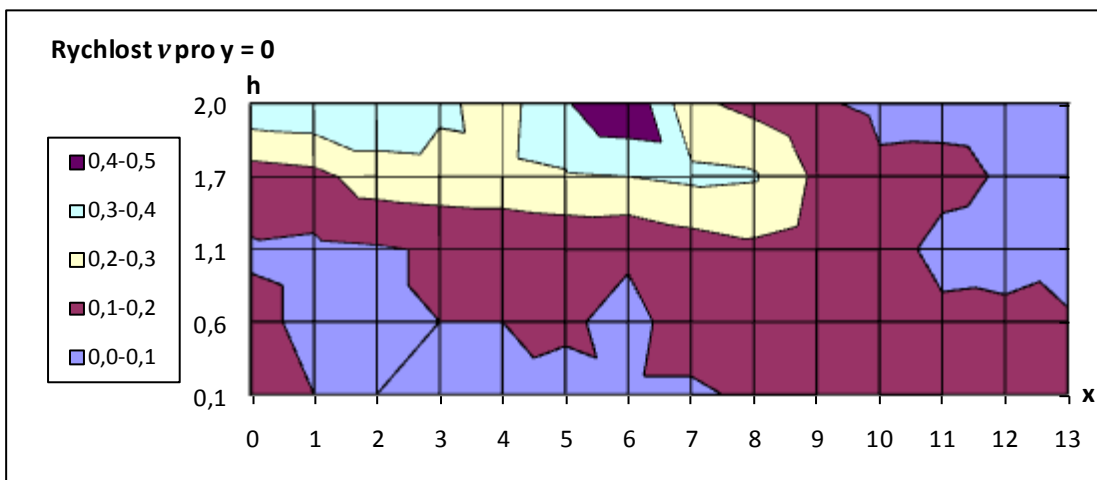
Graf 8.3.8 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $x = 2$



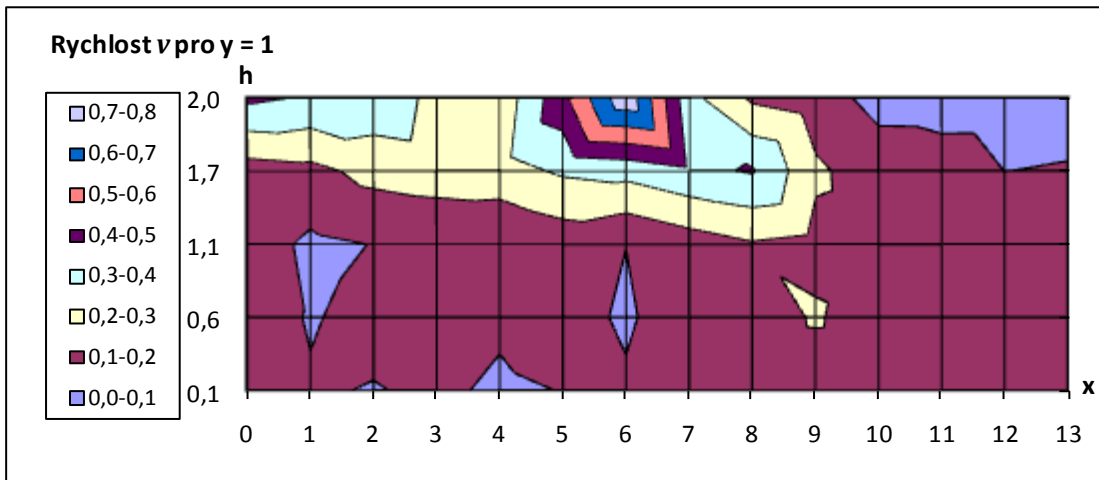
Graf 8.3.9 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $x = 3$



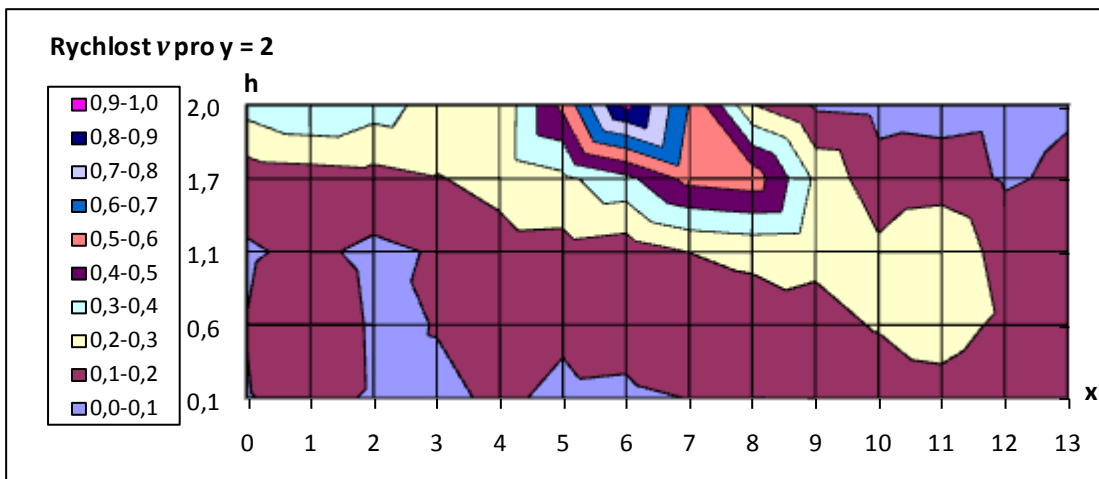
Graf 8.3.10 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $x = 4$



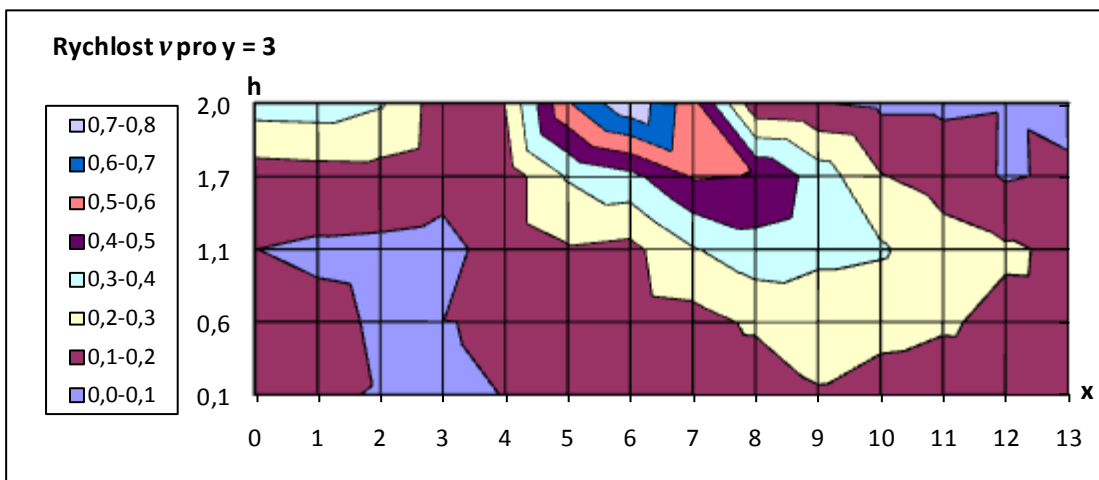
Graf 8.3.11 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $y = 0$



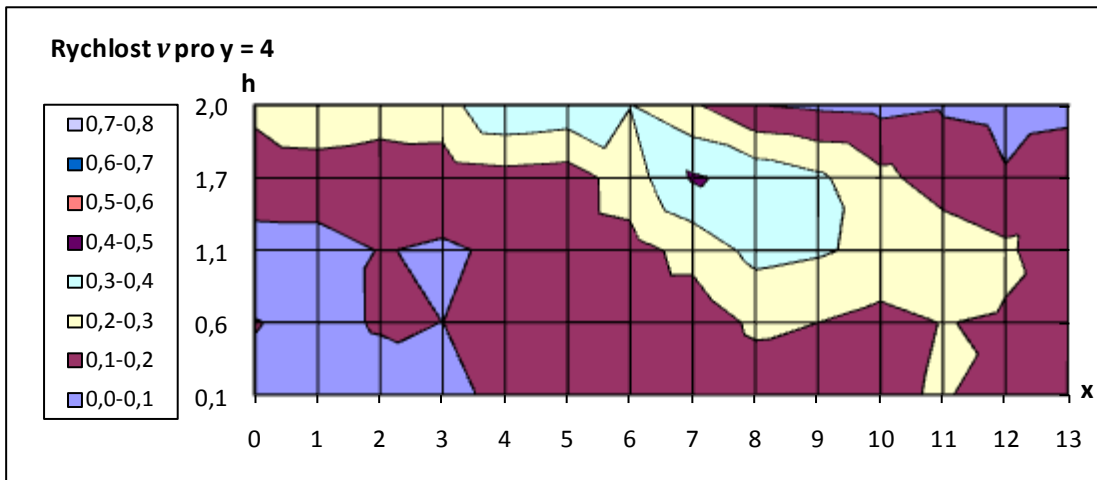
Graf 8.3.12 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $y = 1$



Graf 8.3.13 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $y = 2$

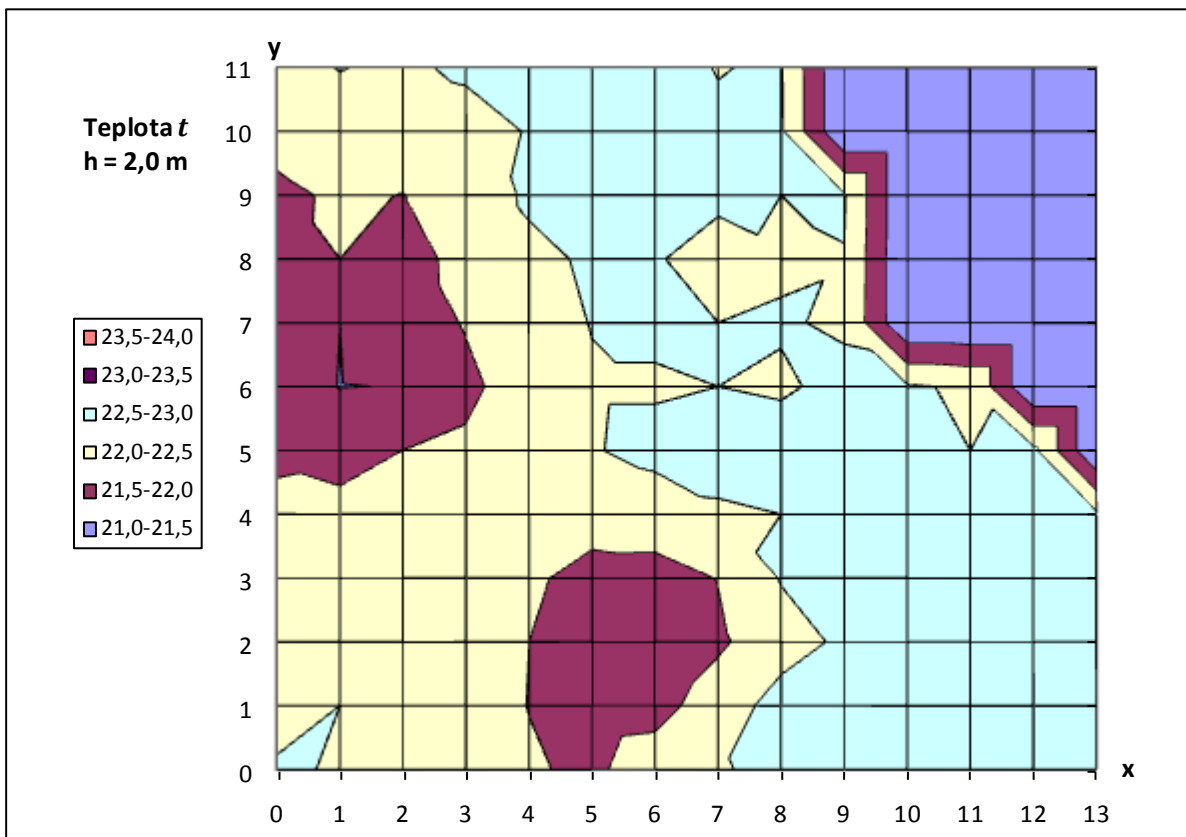


Graf 8.3.14 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $y = 3$

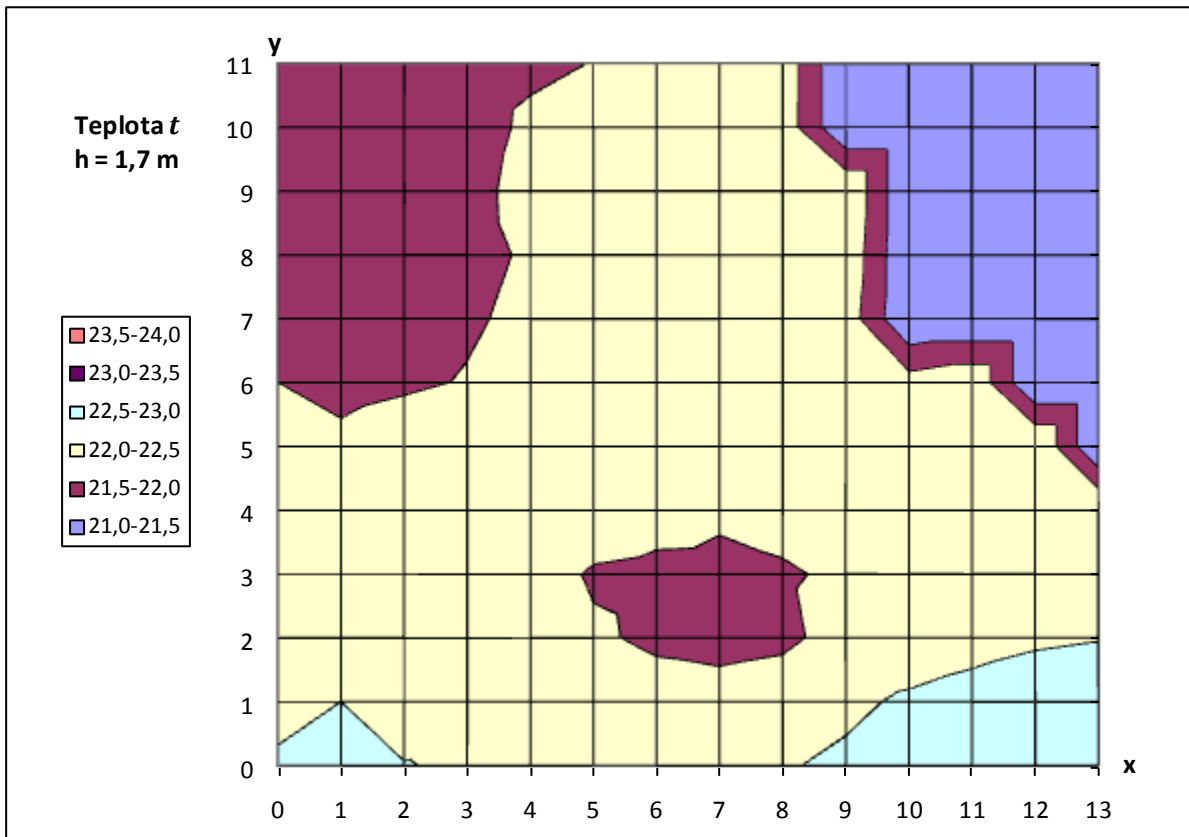


Graf 8.3.15 Neizotermní stav studený, střední rychlosti pro $y = 4$

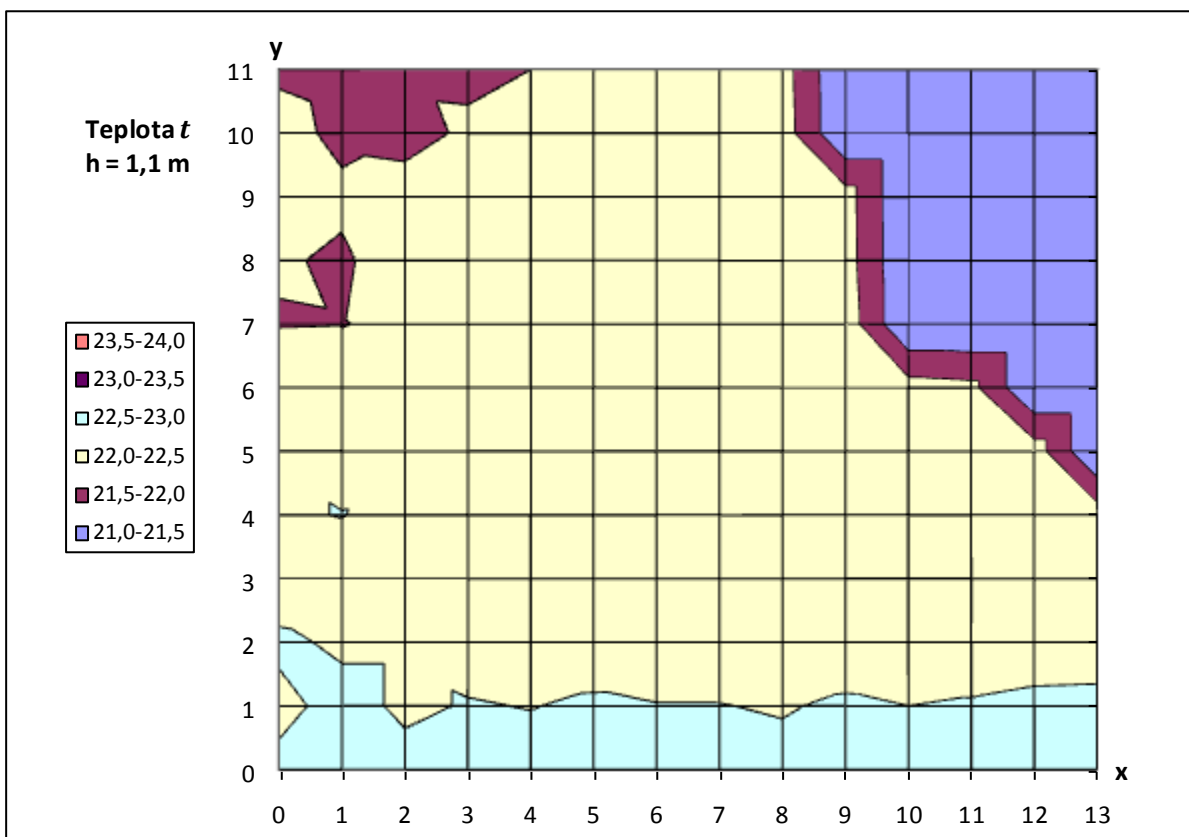
Z půdorysů středních rychlostí je patrné, že přiváděný studený vzduch nemá takový dosah proudu jako v 1. a 2. stavu. Naopak studený vzduch padá rychleji dolů, což je patrné z půdorysů i řezů. V některých místech klesá studený přiváděný vzduch téměř až k podlaze. Teplota přiváděného vzduchu byla mírně nad 18°C .



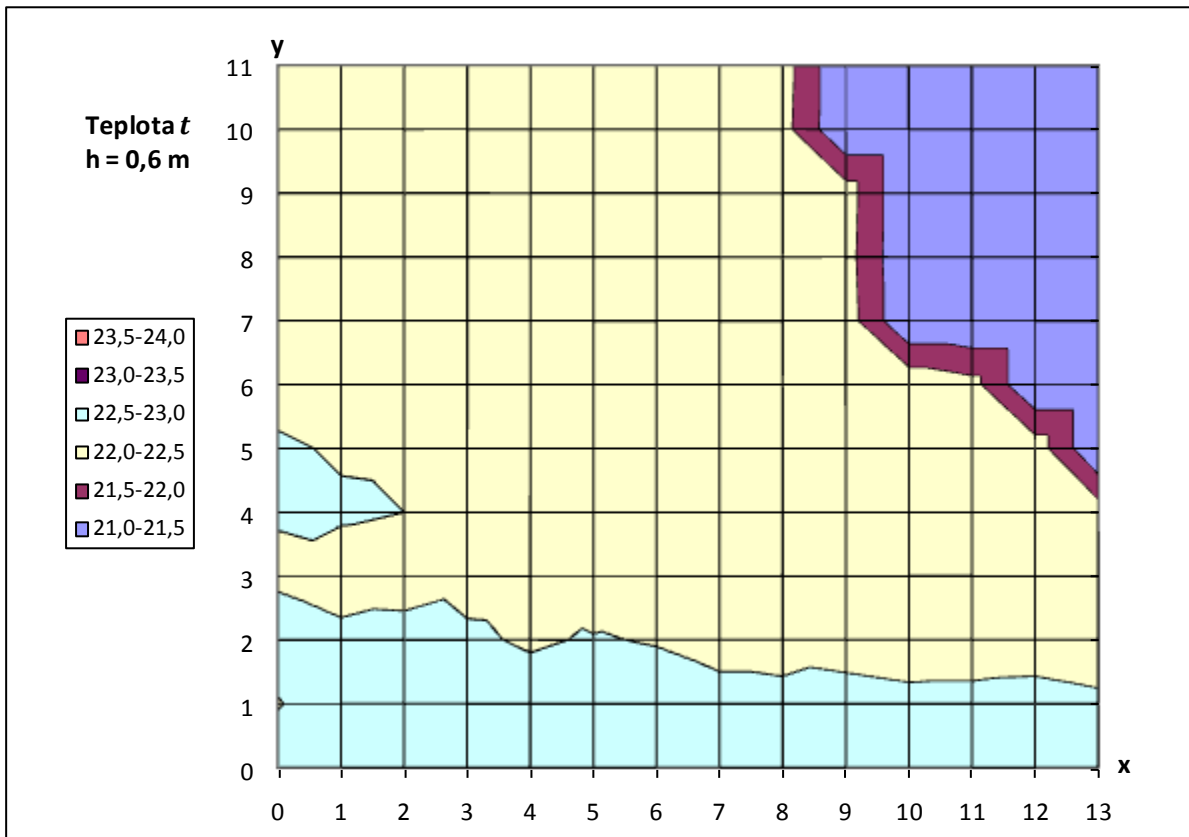
Graf 8.3.16 Neizotermní stav studený, rozložení teploty ve výšce 2 m



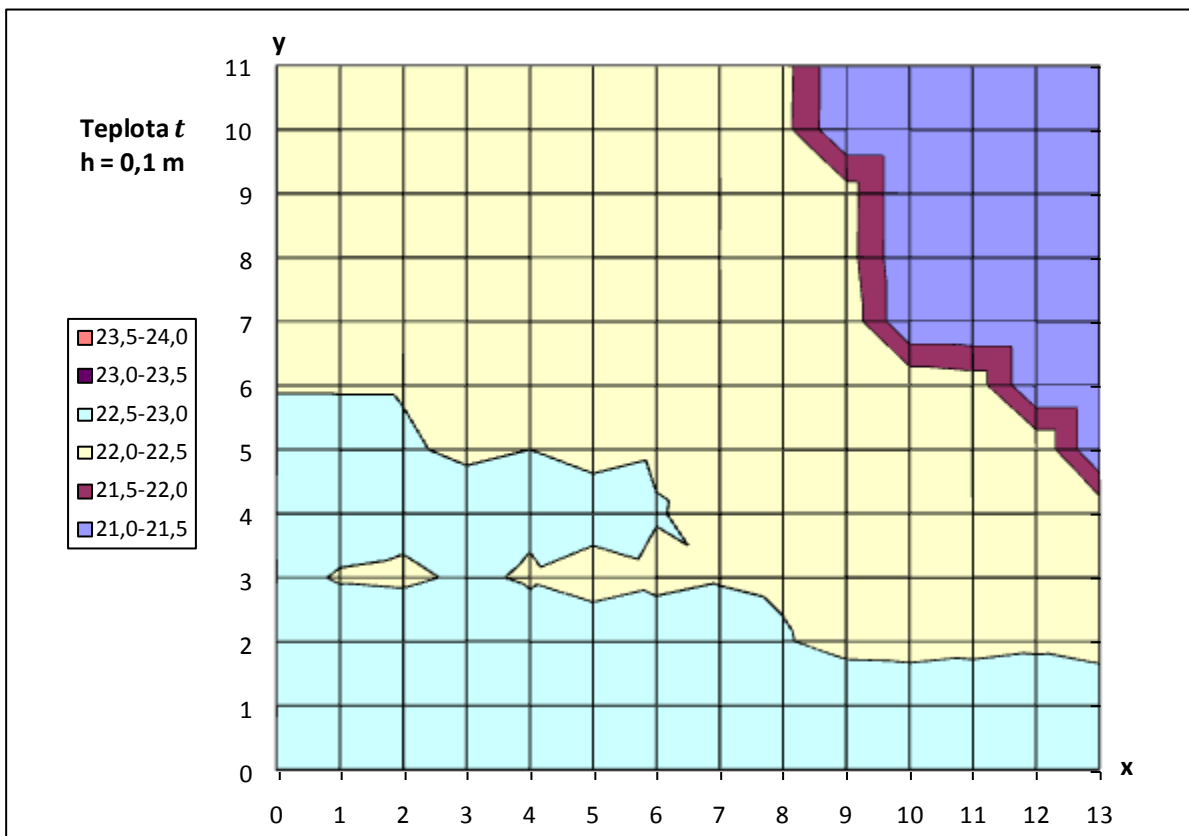
Graf 8.3.17 Neizotermní stav studený, rozložení teploty ve výšce 1,7 m



Graf 8.3.18 Neizotermní stav studený, rozložení teploty ve výšce 1,1 m

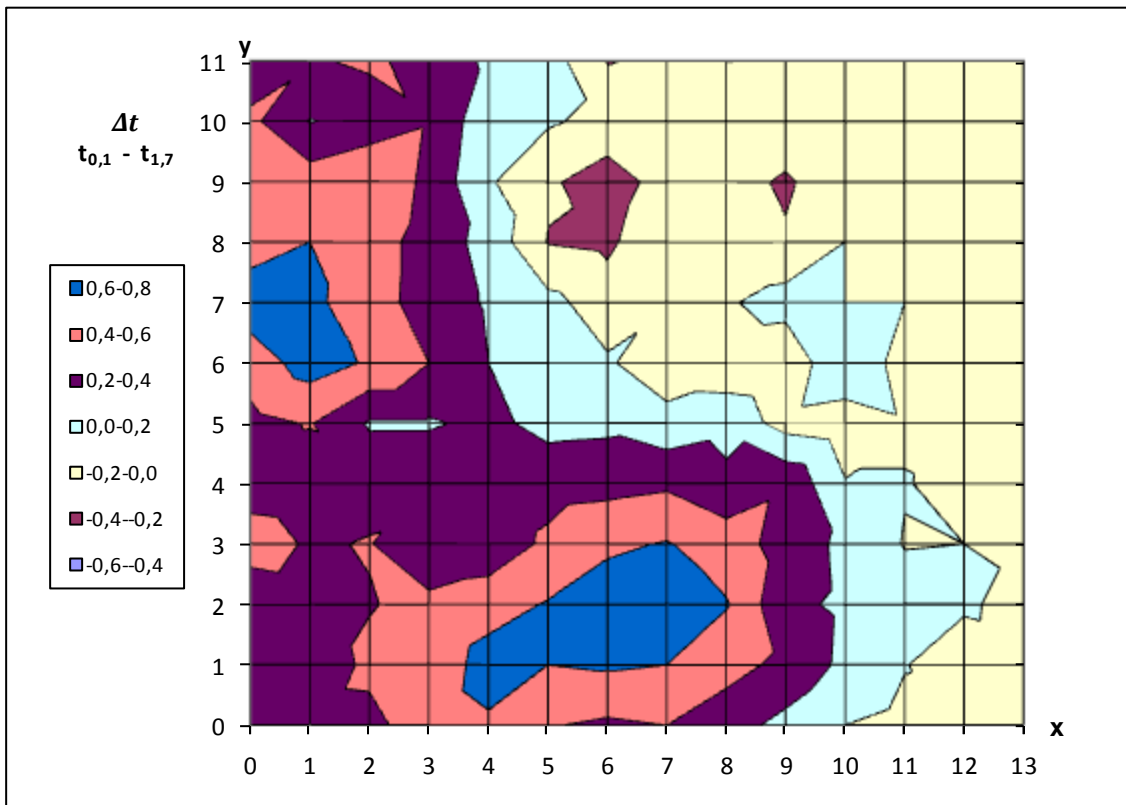


Graf 8.3.19 Neizotermní stav studený, rozložení teploty ve výšce 0,6 m

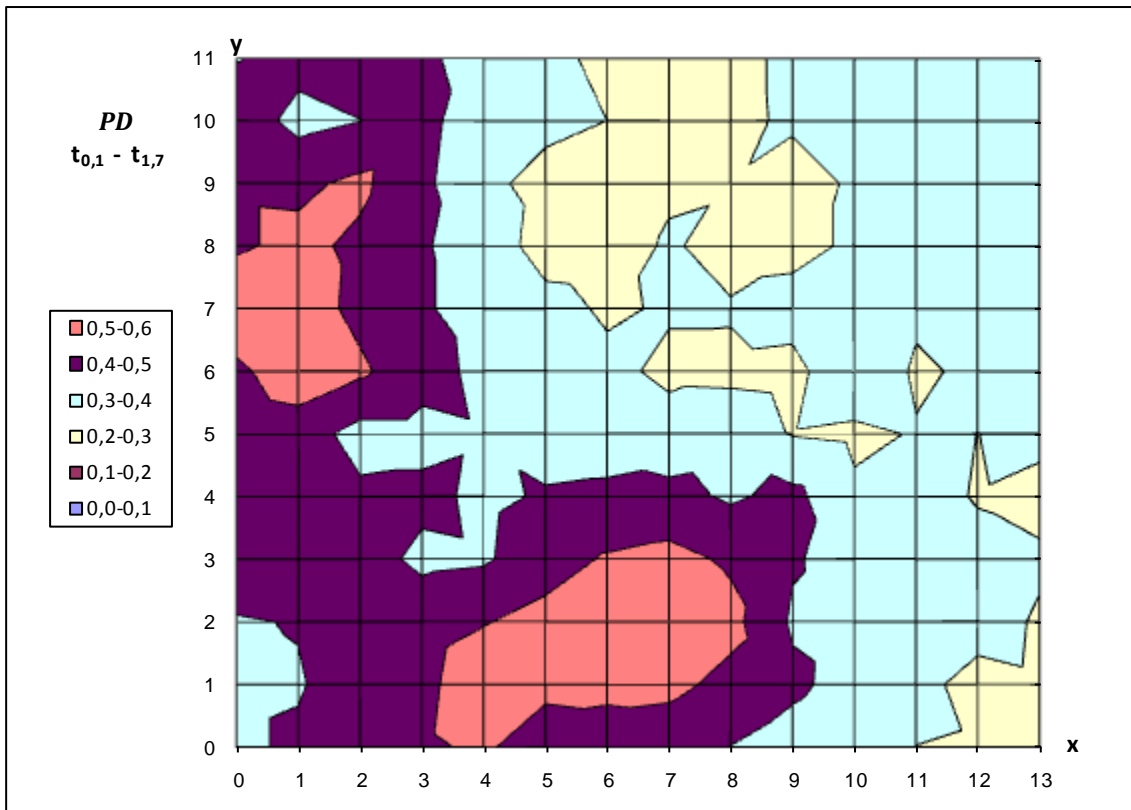


Graf 8.3.20 Neizotermní stav studený, rozložení teploty ve výšce 0,1 m

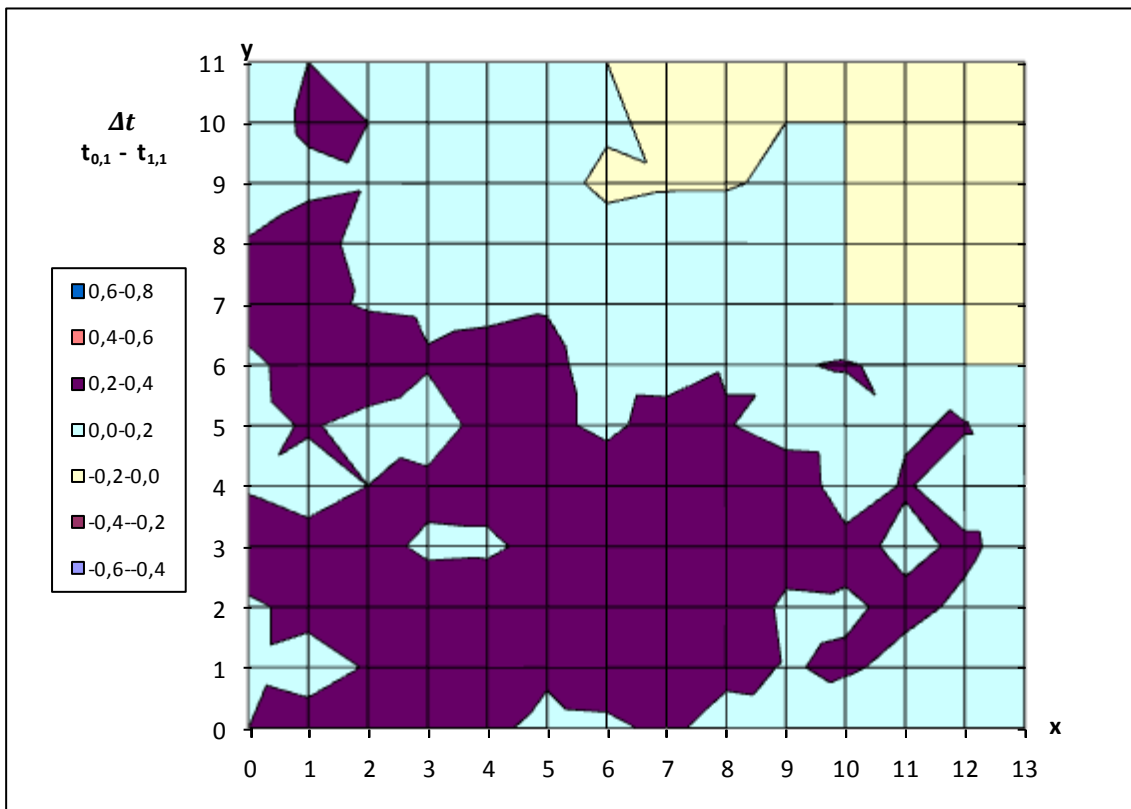
Následují grafy vertikálního rozdílu teplot a předpovědí procentuálního podílu nespokojených z rozdílů teplot. Největší rozdíl je dosažen pro rozdíl výšek $\Delta h = 0,1 - 2,0$, který činí $1,1^\circ\text{C}$ v PD to znamená pouhých 0,8% nespokojených. Při rozdílu menších výšek jsou hodnoty ještě menší. V ostatních měřených stavech toto vyhodnocení nemá smysl.



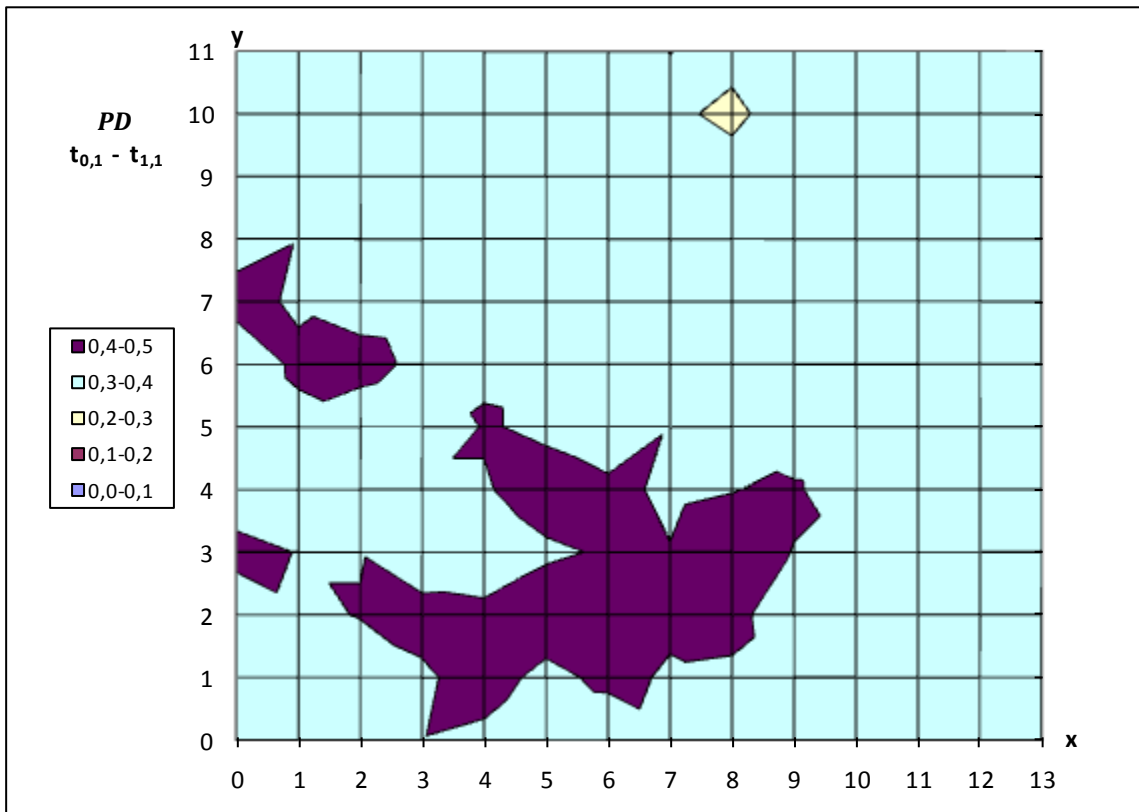
Graf 8.3.21 Neizotermní stav studený, rozdíl teplot pro 0,1 - 1,7 m



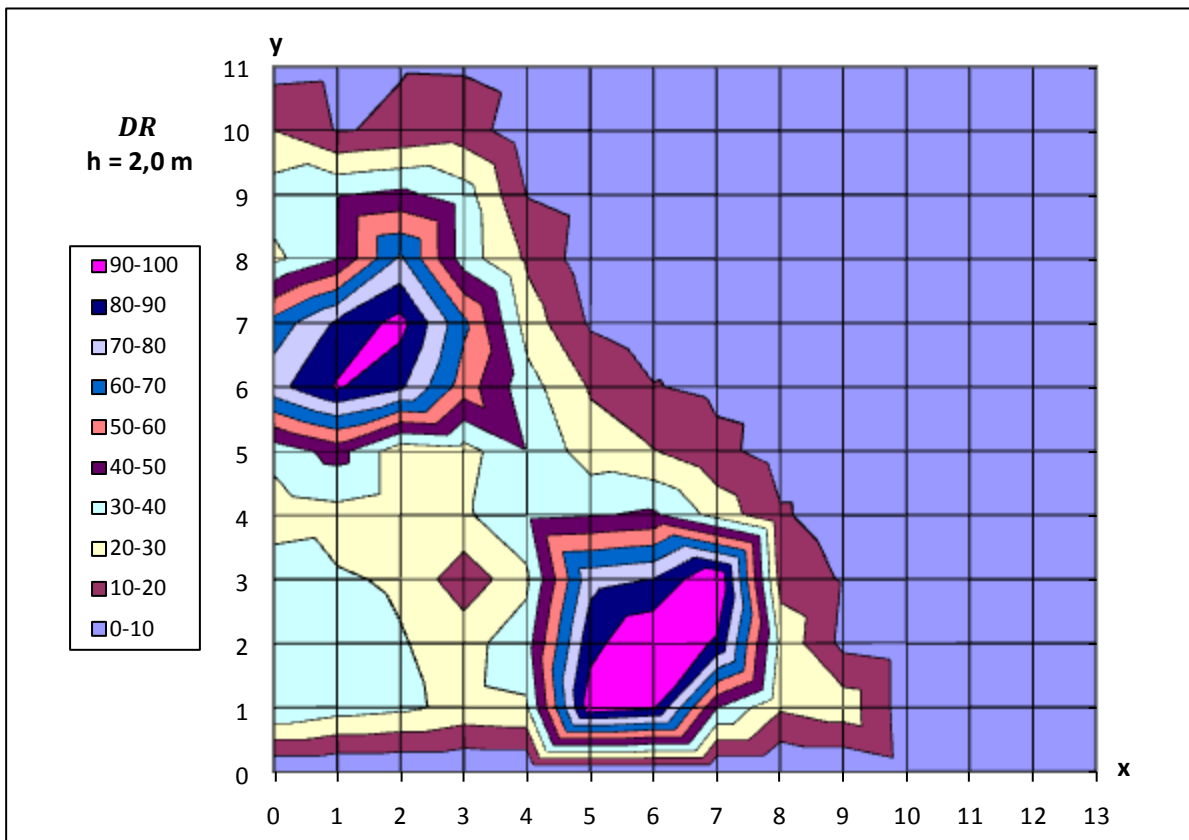
Graf 8.3.22 Neizotermní stav studený, PD pro rozdíl 0,1 - 1,7 m



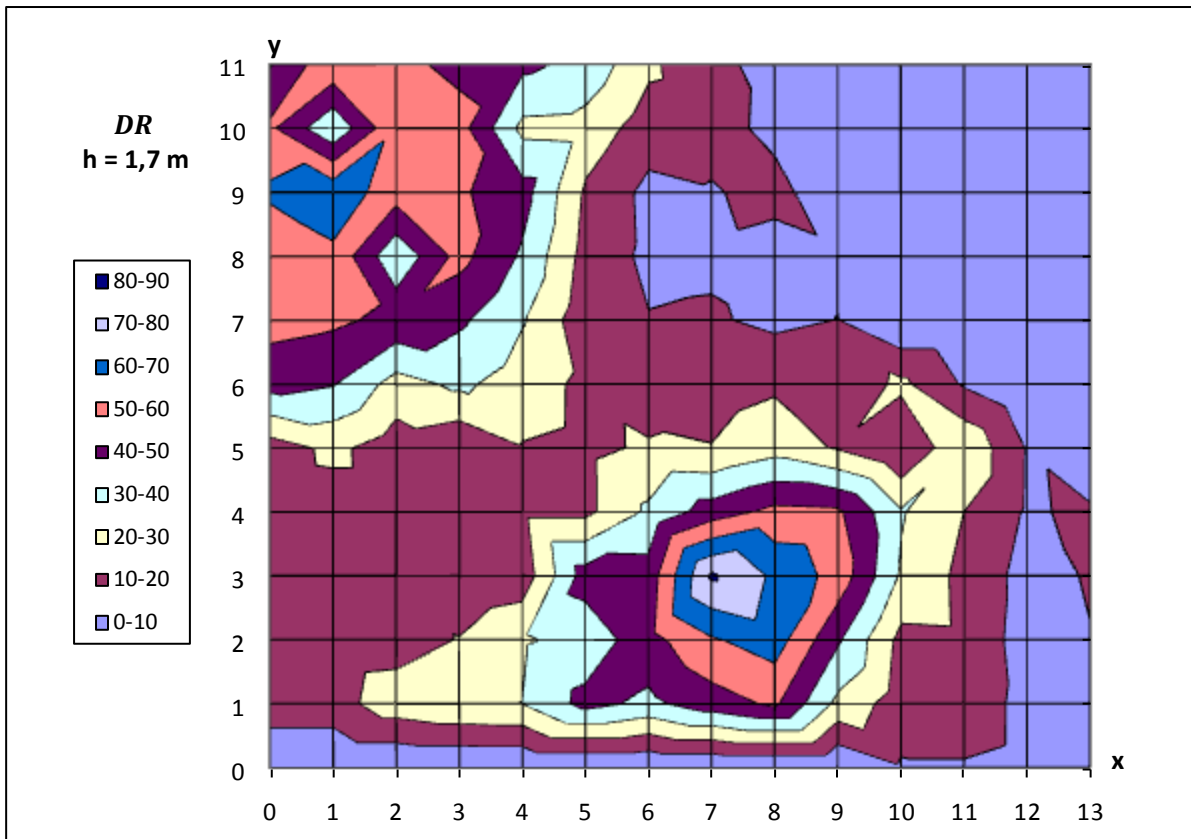
Graf 8.3.23 Neizotermní stav studený, rozdíl teplot pro 0,1 - 1,1 m



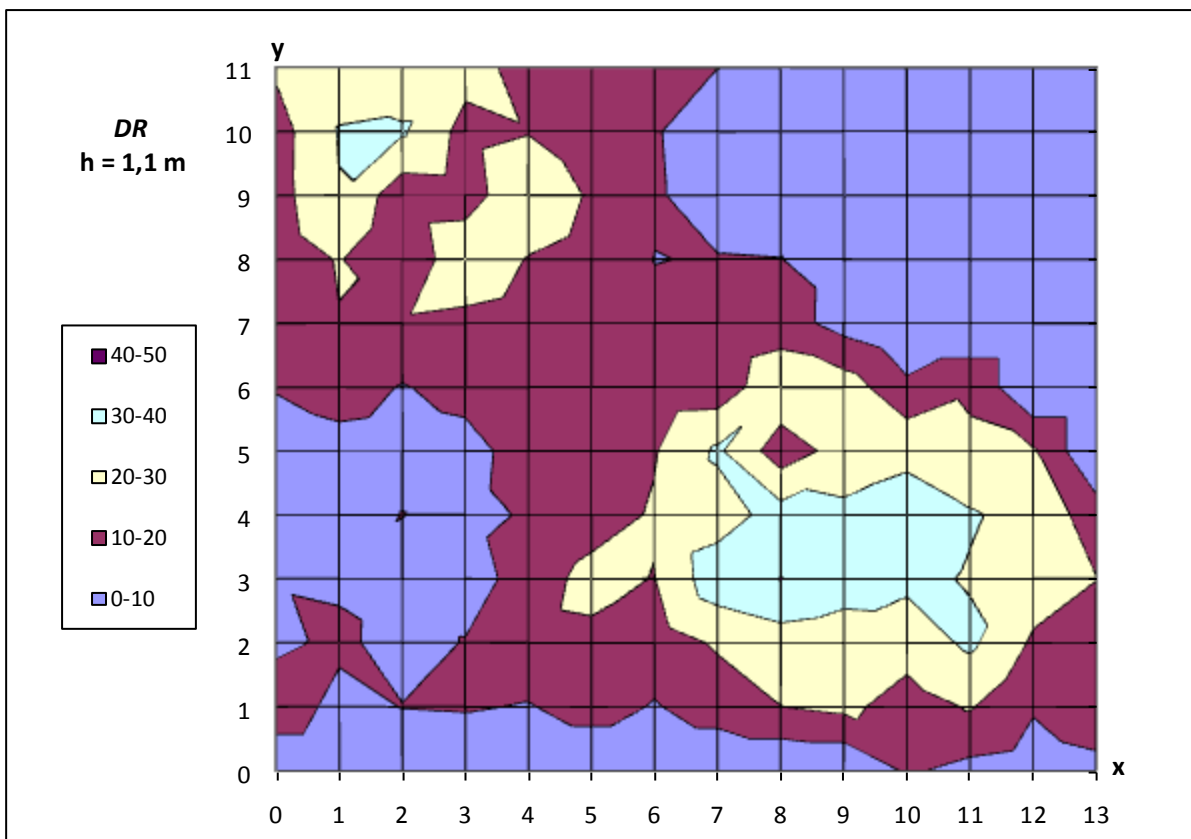
Graf 8.3.24 Neizotermní stav studený, PD pro rozdíl 0,1 - 1,1 m



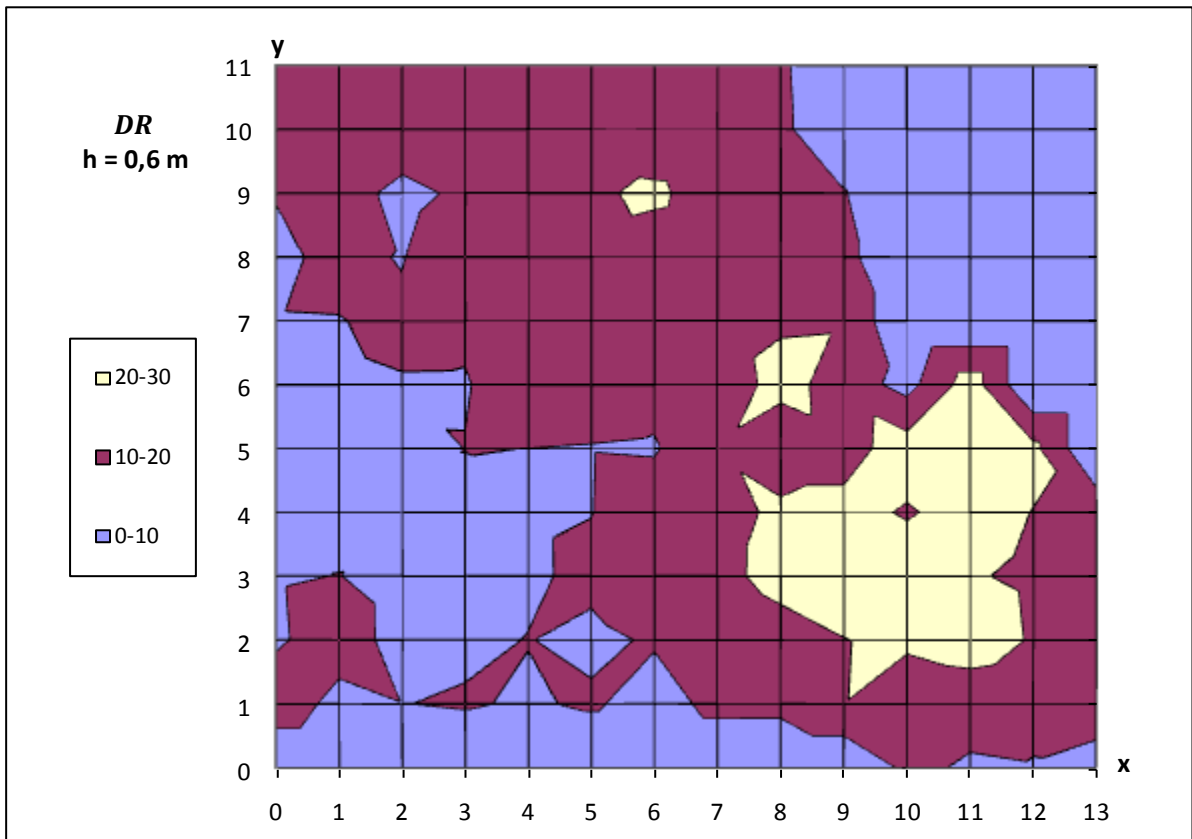
Graf 8.3.25 Neizotermní stav studený, DR ve výšce 2 m



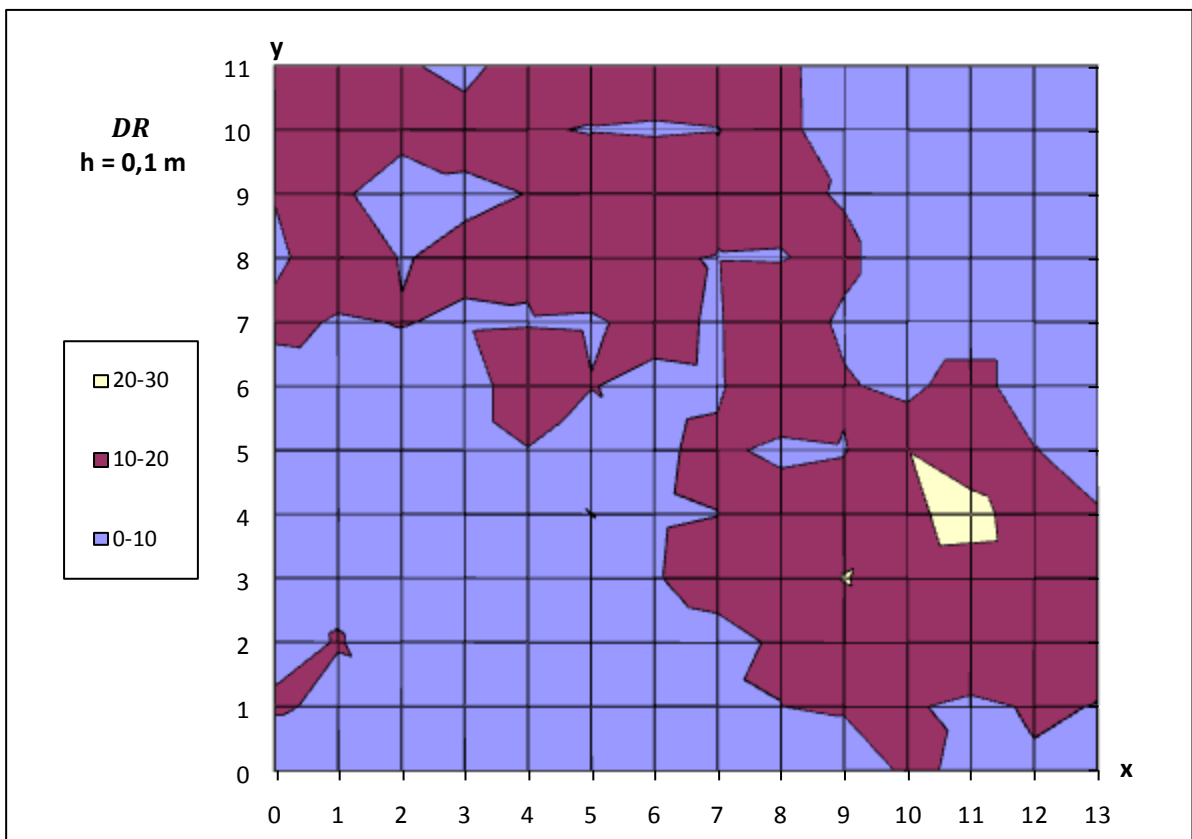
Graf 8.3.26 Neizotermní stav studený, DR ve výšce 1,7 m



Graf 8.3.27 Neizotermní stav studený, DR ve výšce 1,1 m



Graf 8.3.28 Neizotermní stav studený, DR ve výšce 0,6 m



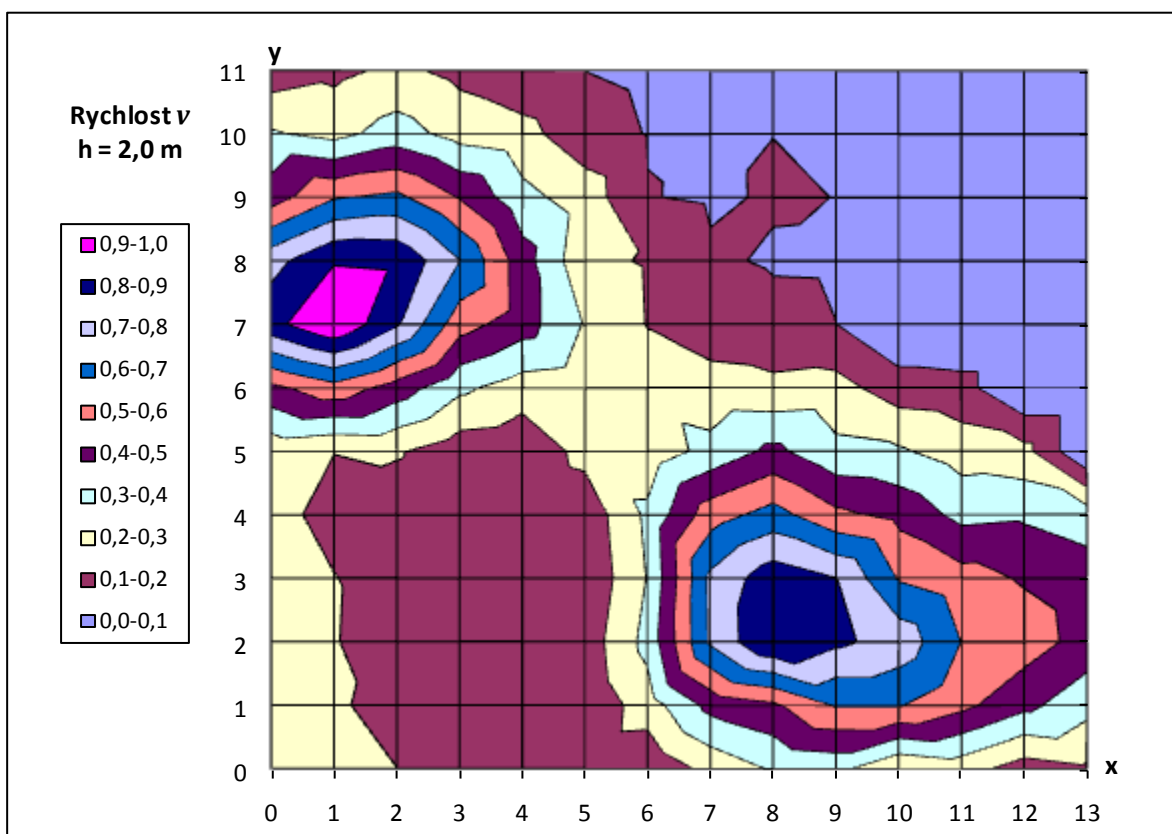
Graf 8.3.29 Neizotermní stav studený, DR ve výšce 0,1 m

Z měření vyplývá, že studený vzduch nemá takový dosah do dálky jako předchozí stavy. Studený vzduch má větší objemovou hustotu, proto padá hlouběji do obytného pásma osob.

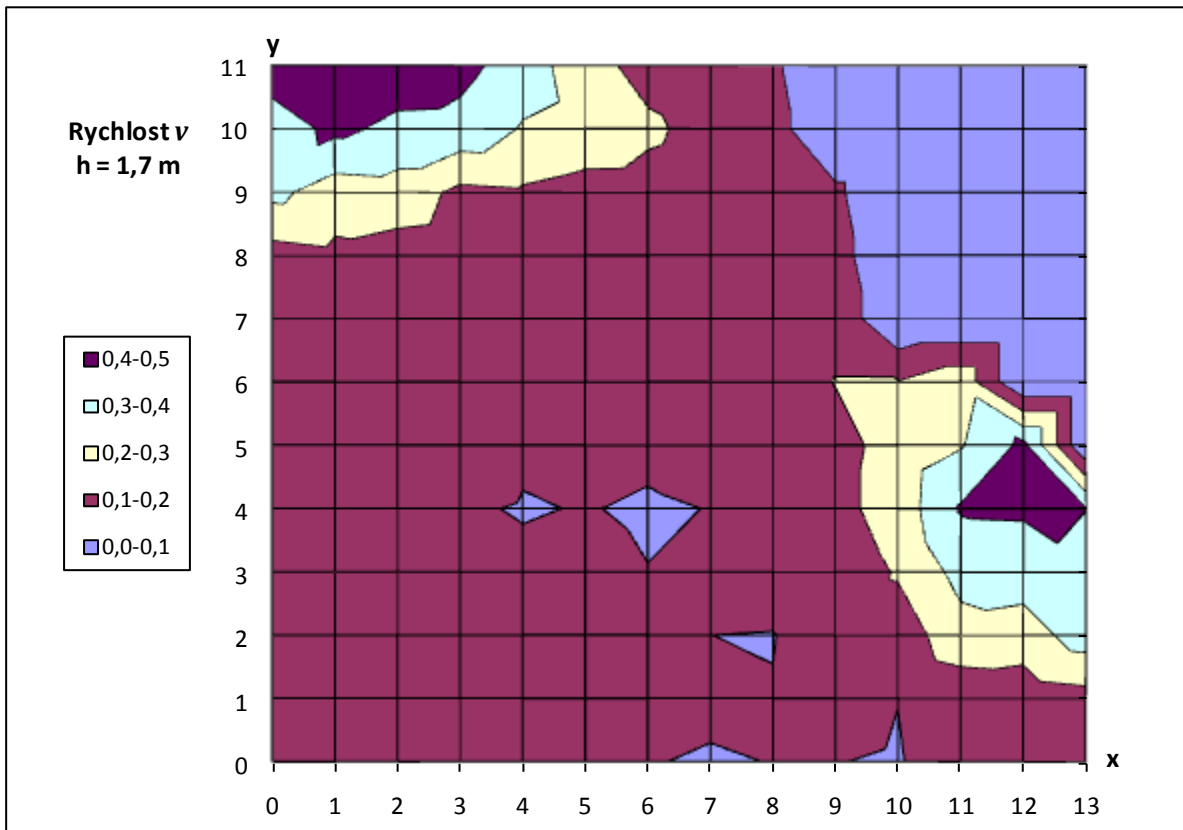
Procento lidí obtěžovaných vertikálním rozdílem teplot v našem případě 0,8°C bude téměř nulové (necelé 1 %).

8.4 Neizotermní stav teplý

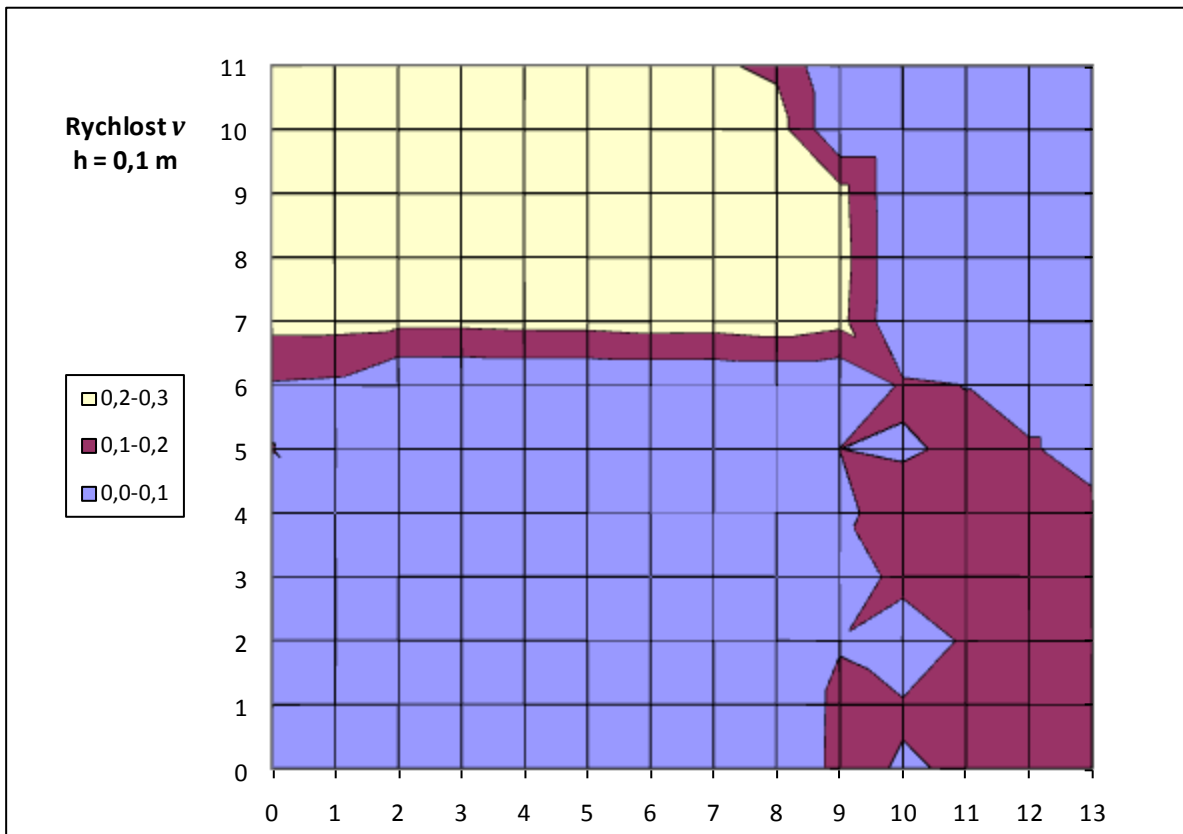
Jedná se o neizotermní stav, kdy byla nastavena teplota před ventilátorem na 24°C. Následující grafy ukazují rozložení rychlostí v demonstrační kabině.



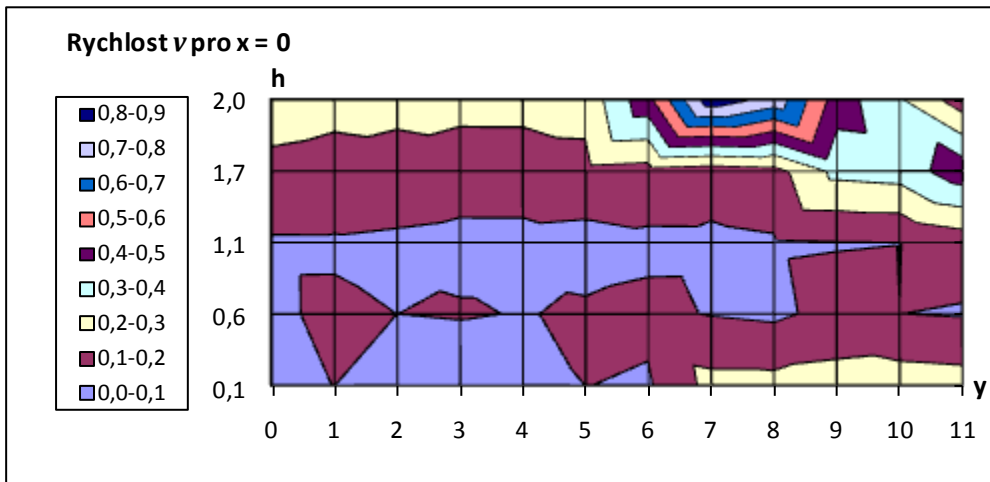
Graf 8.4.1 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti ve výšce 2 m



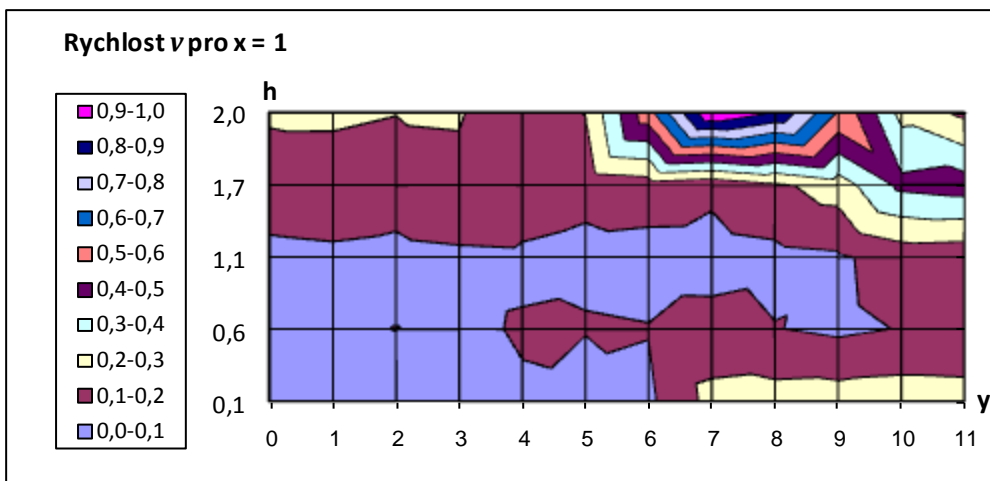
Graf 8.4.2 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti ve výšce 1,7 m



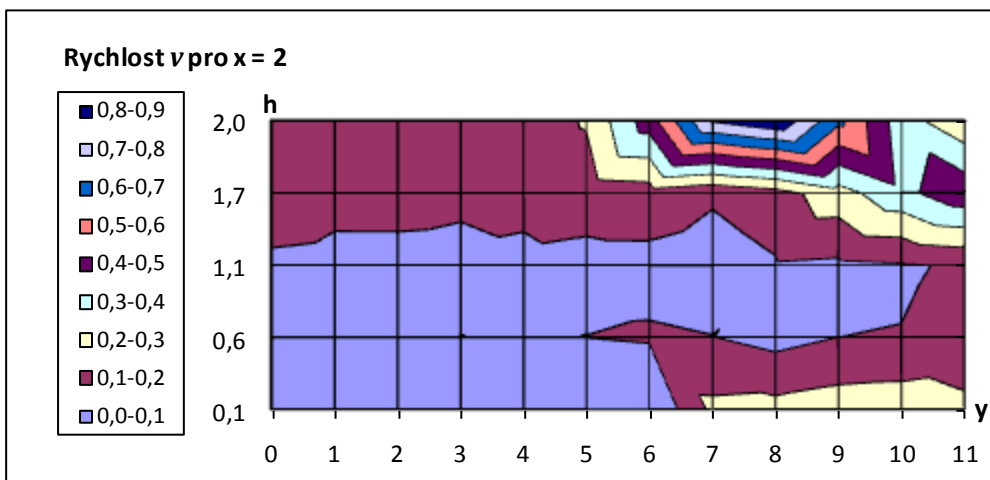
Graf 8.4.3 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti ve výšce 0,1 m



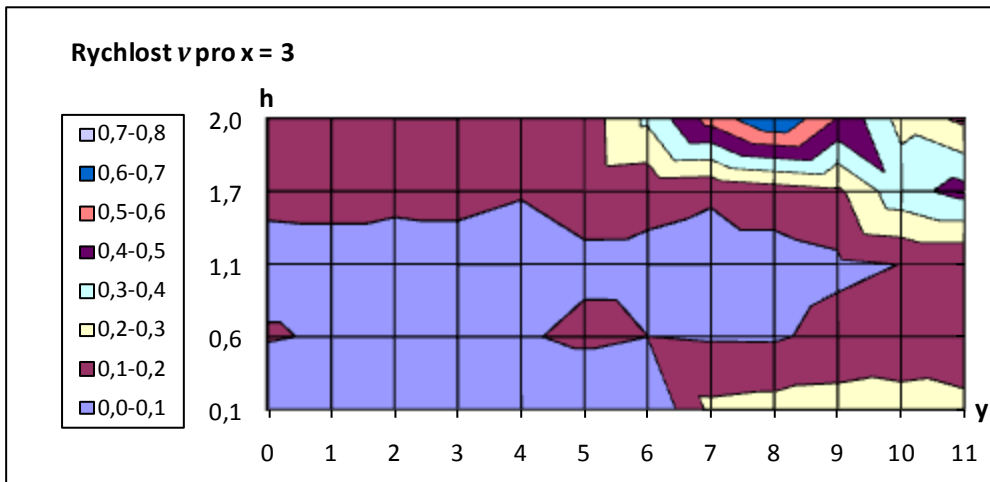
Graf 8.4.4 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $x = 0$



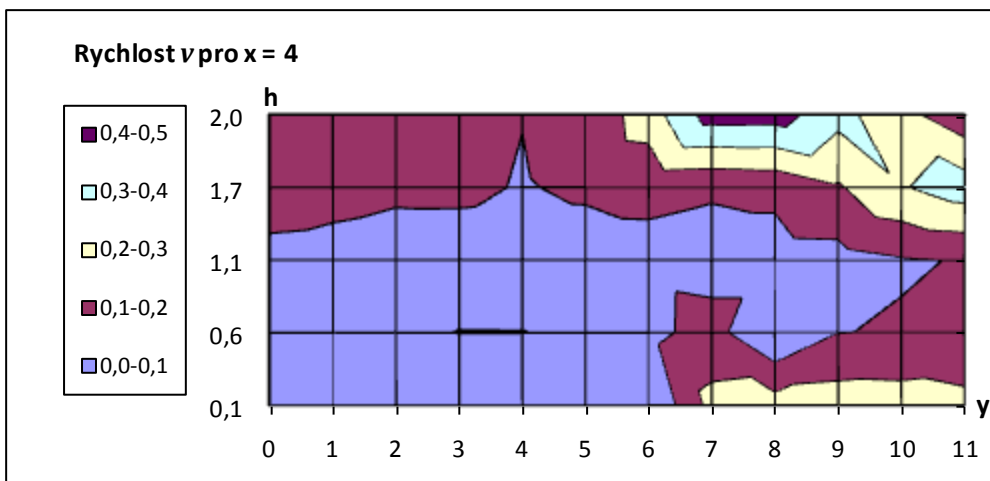
Graf 8.4.5 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $x = 1$



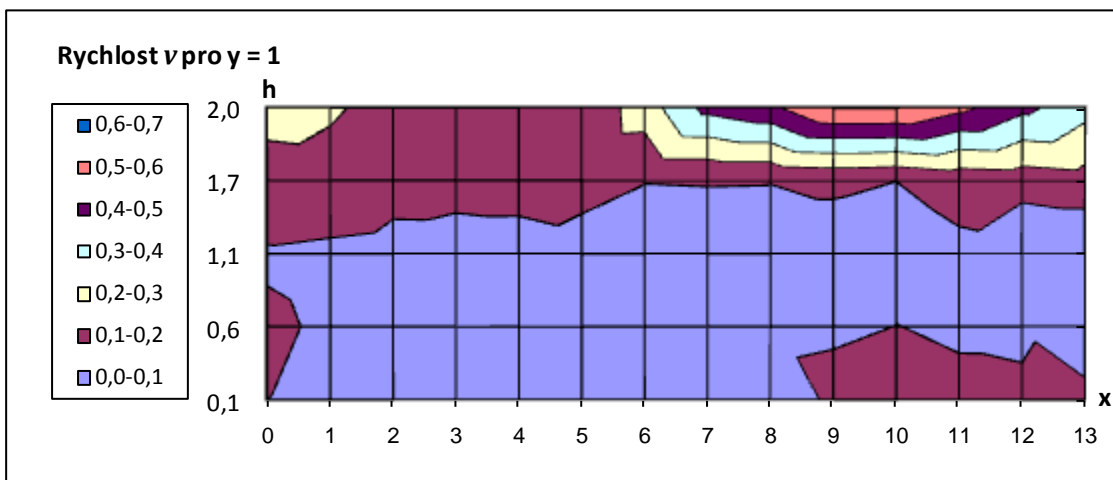
Graf 8.4.6 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $x = 2$



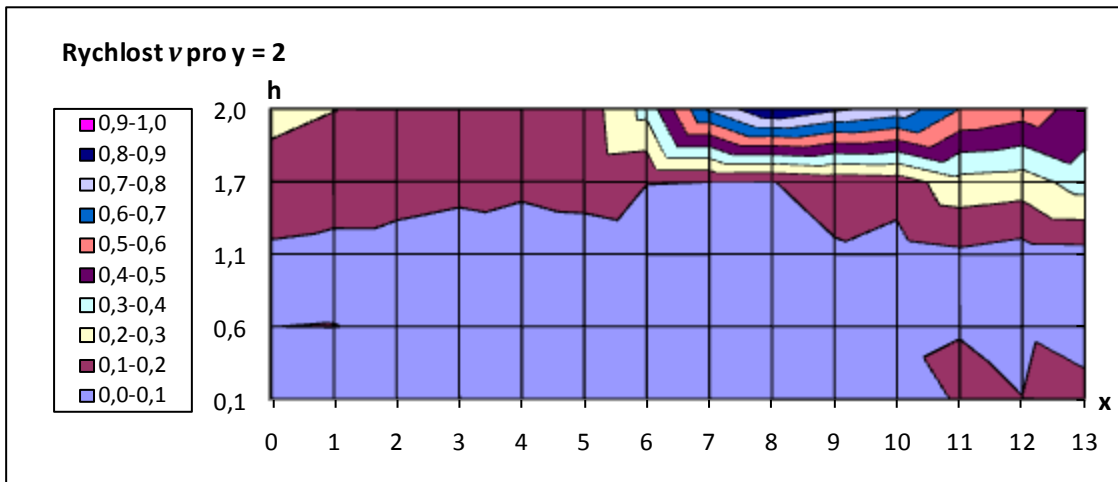
Graf 8.4.7 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $x = 3$



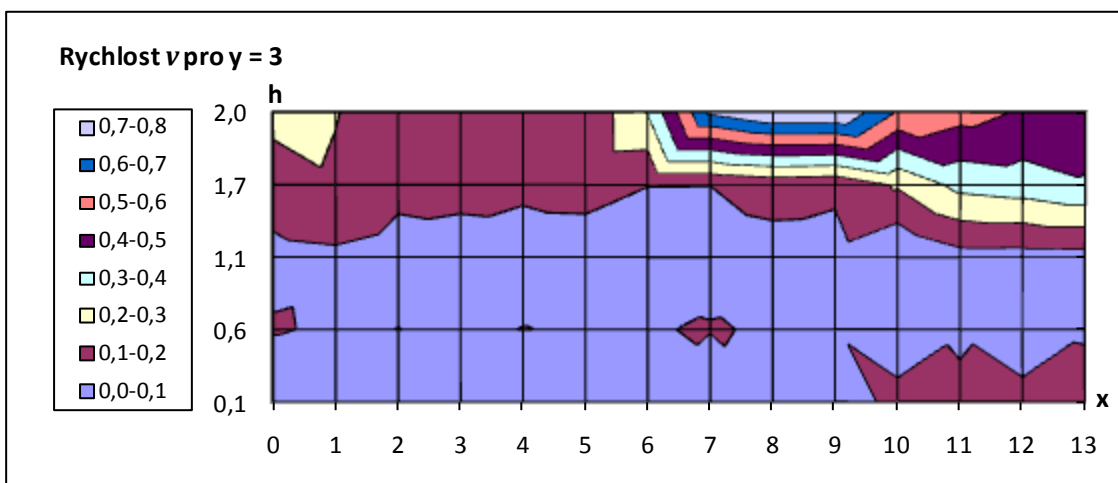
Graf 8.4.8 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $x = 4$



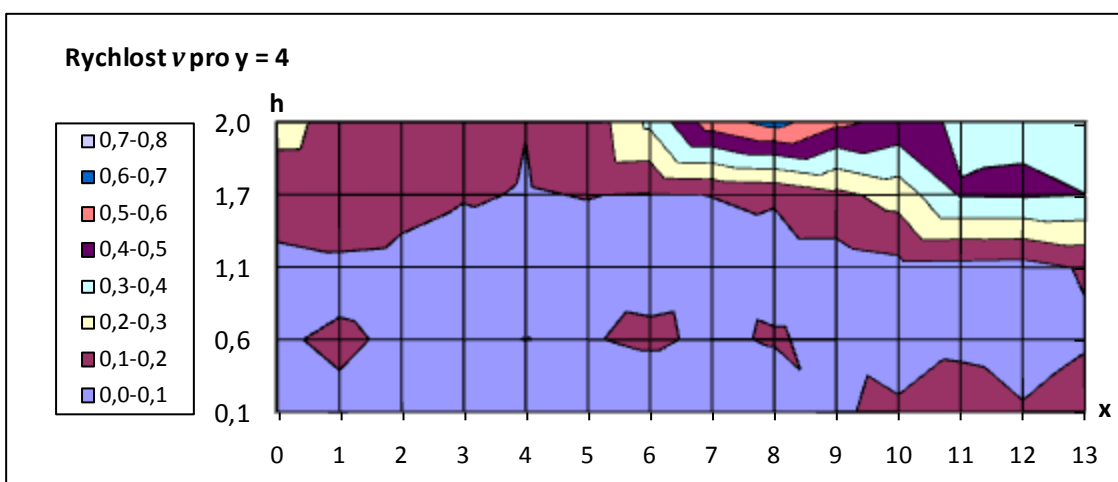
Graf 8.4.9 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $y = 1$



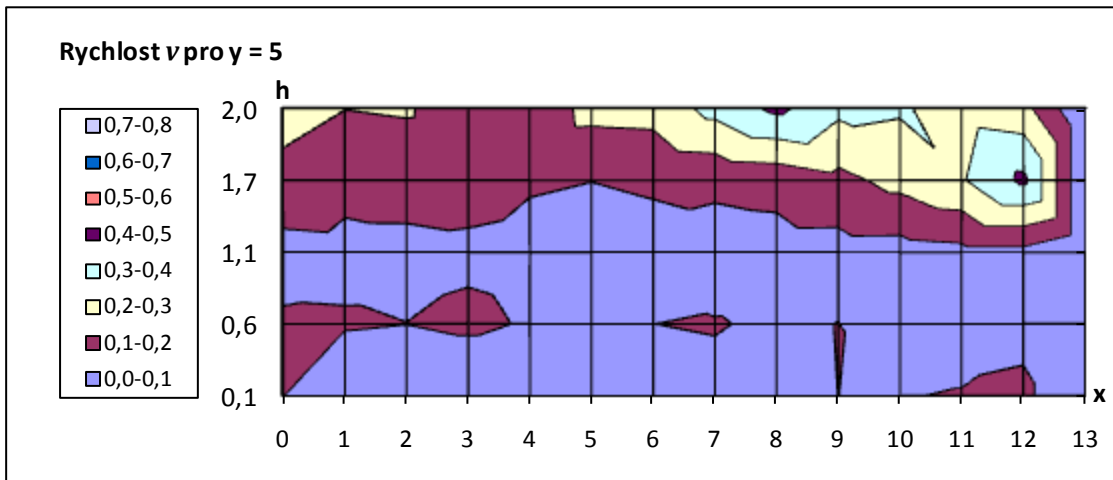
Graf 8.4.10 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $y = 2$



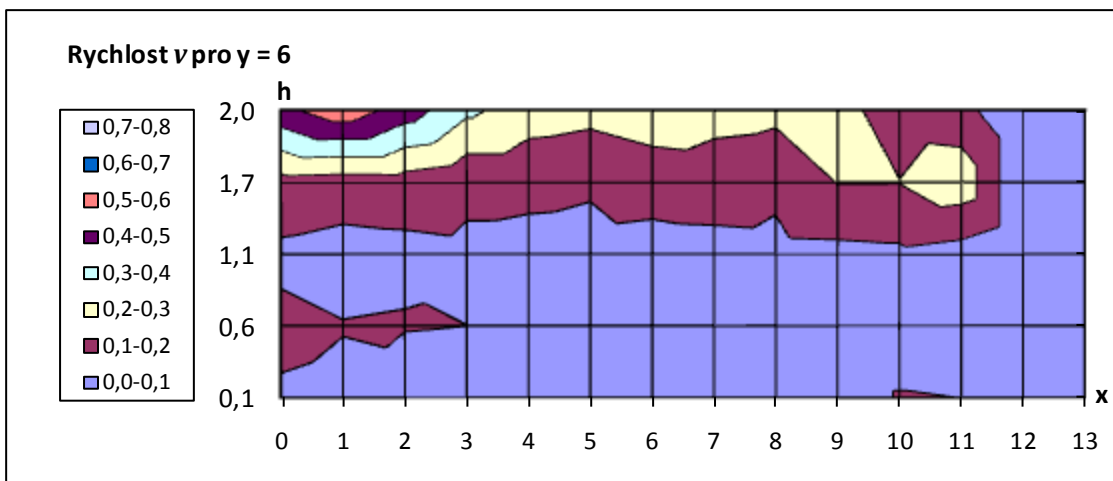
Graf 8.4.11 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $y = 3$



Graf 8.4.12 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro $y = 4$



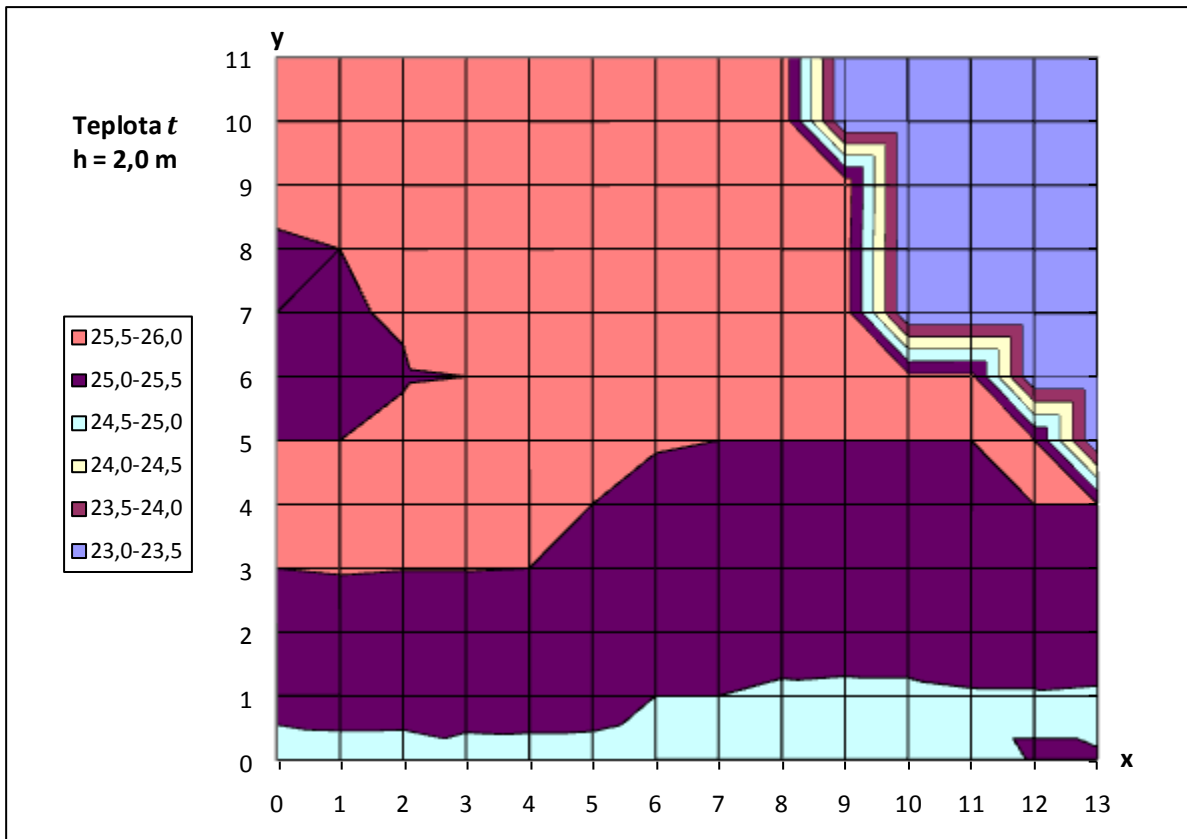
Graf 8.4.13 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro y = 5



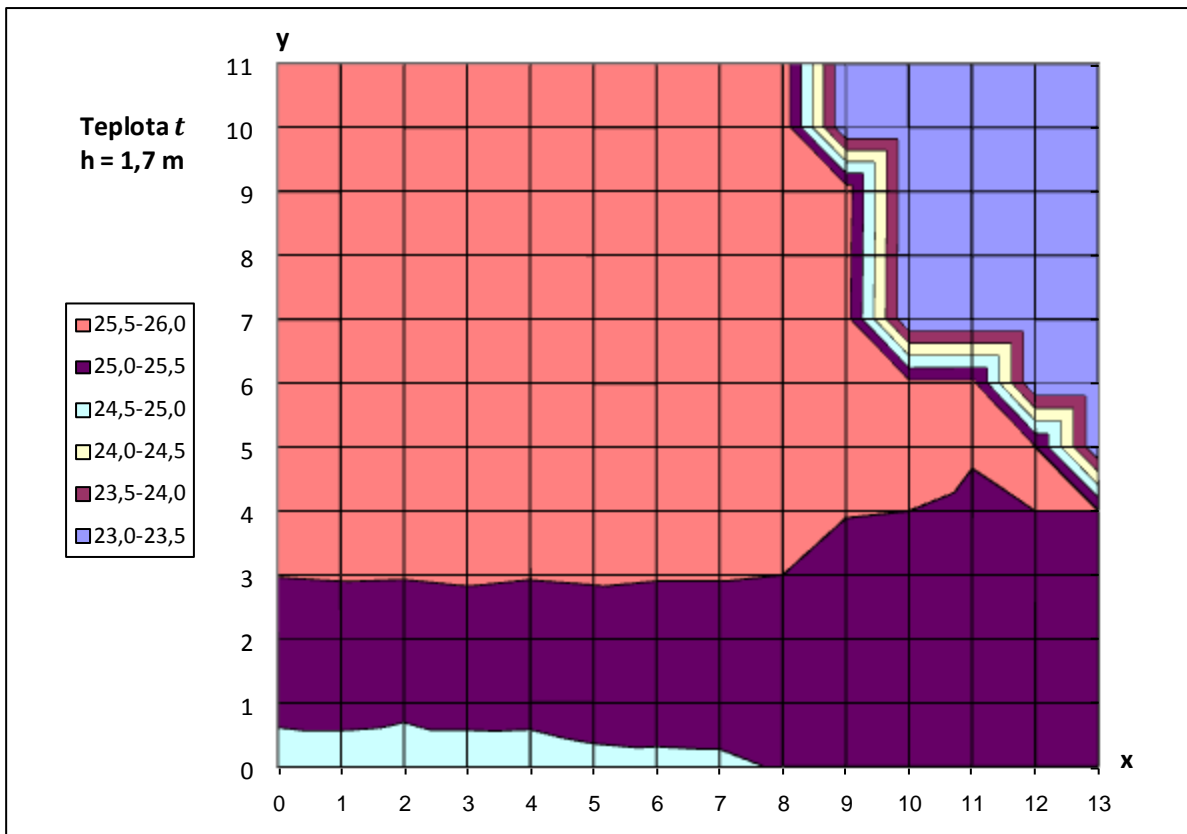
Graf 8.4.14 Neizotermní stav teplý, střední rychlosti pro y = 5

Průběh rychlostí pro neizotermní teplý stav je patrný z grafů a odpovídá mým předpokladům, totiž, že teplý vzduch neproniká do pobytového pásma osob, ale jelikož má větší objemovou hmotnost, než vzduch v místnosti obrátí se téměř ihned nahoru. Je to dobře vidět z řezů, ale i z půdorysu pro výšku 2,0 a 1,7 m.

Následují grafy s rozložením teploty.

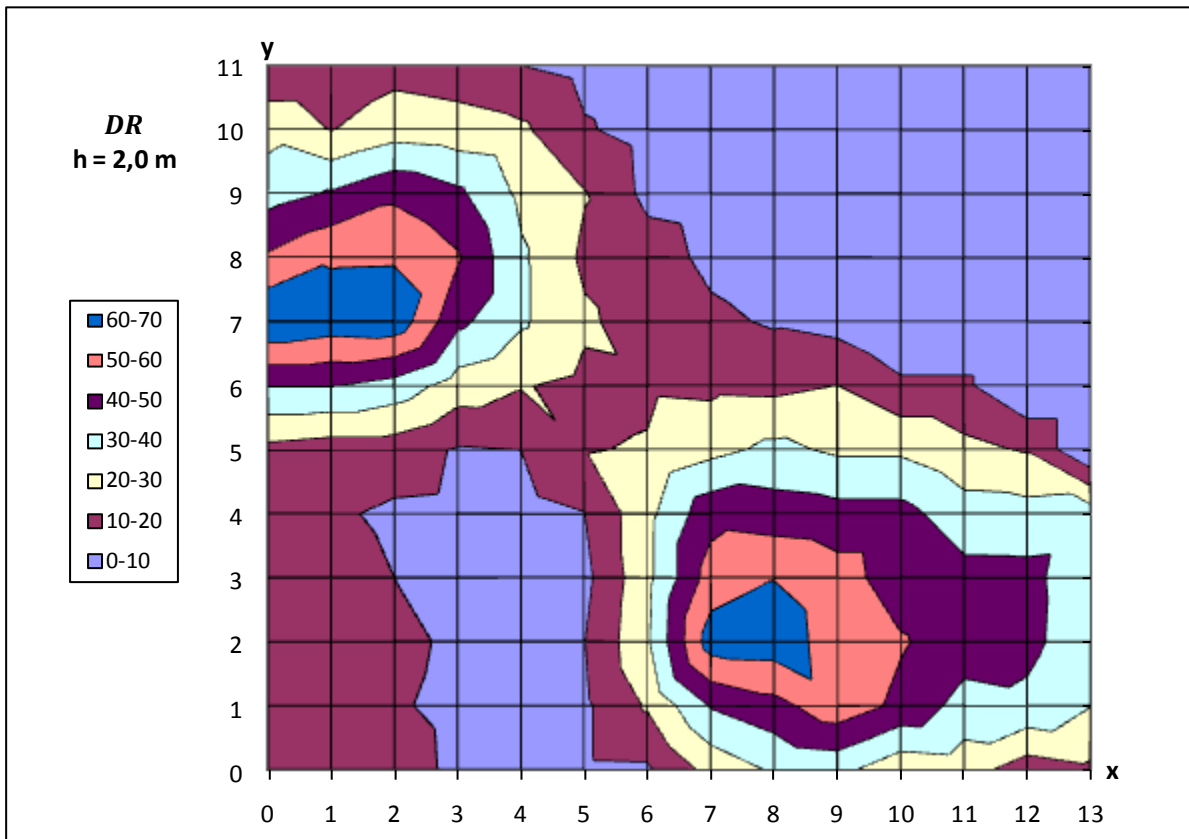


Graf 8.4.15 Neizotermní stav teplý, rozložení teploty ve výšce 2 m

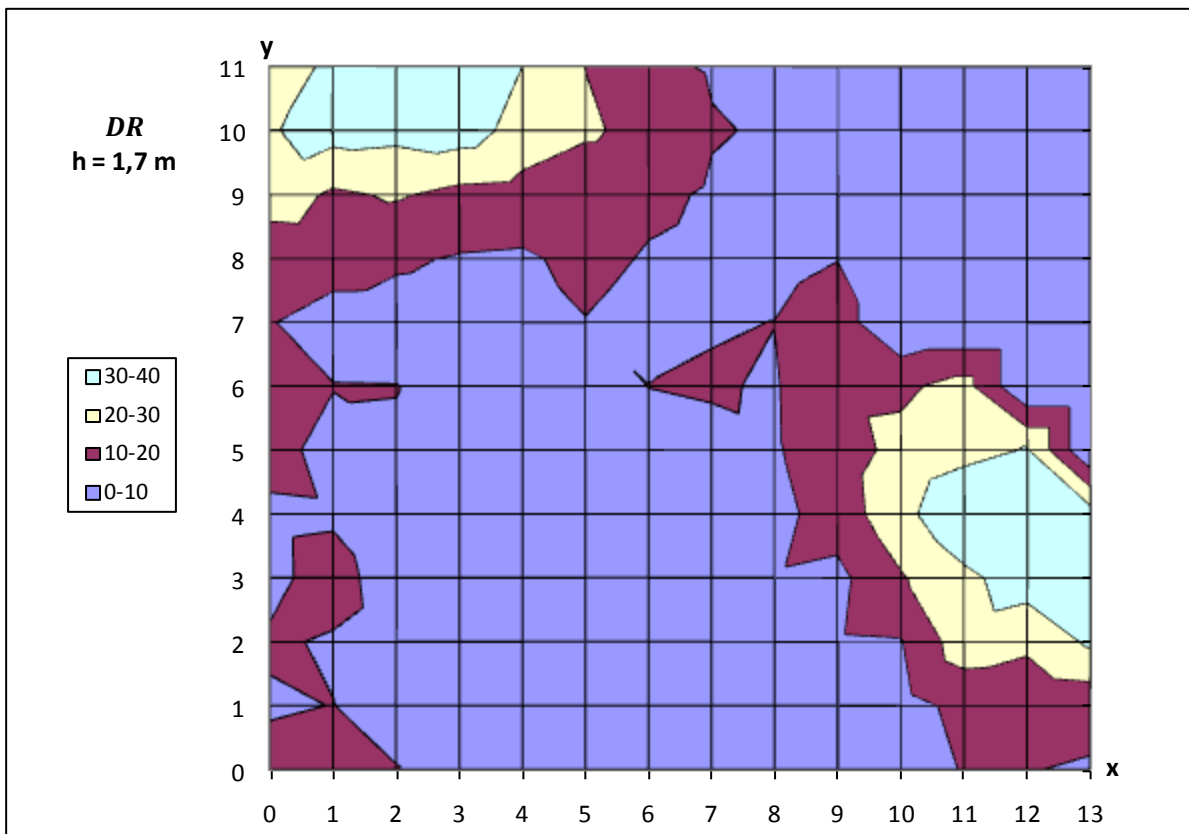


Graf 8.4.16 Neizotermní stav teplý, rozložení teploty ve výšce 1,7 m

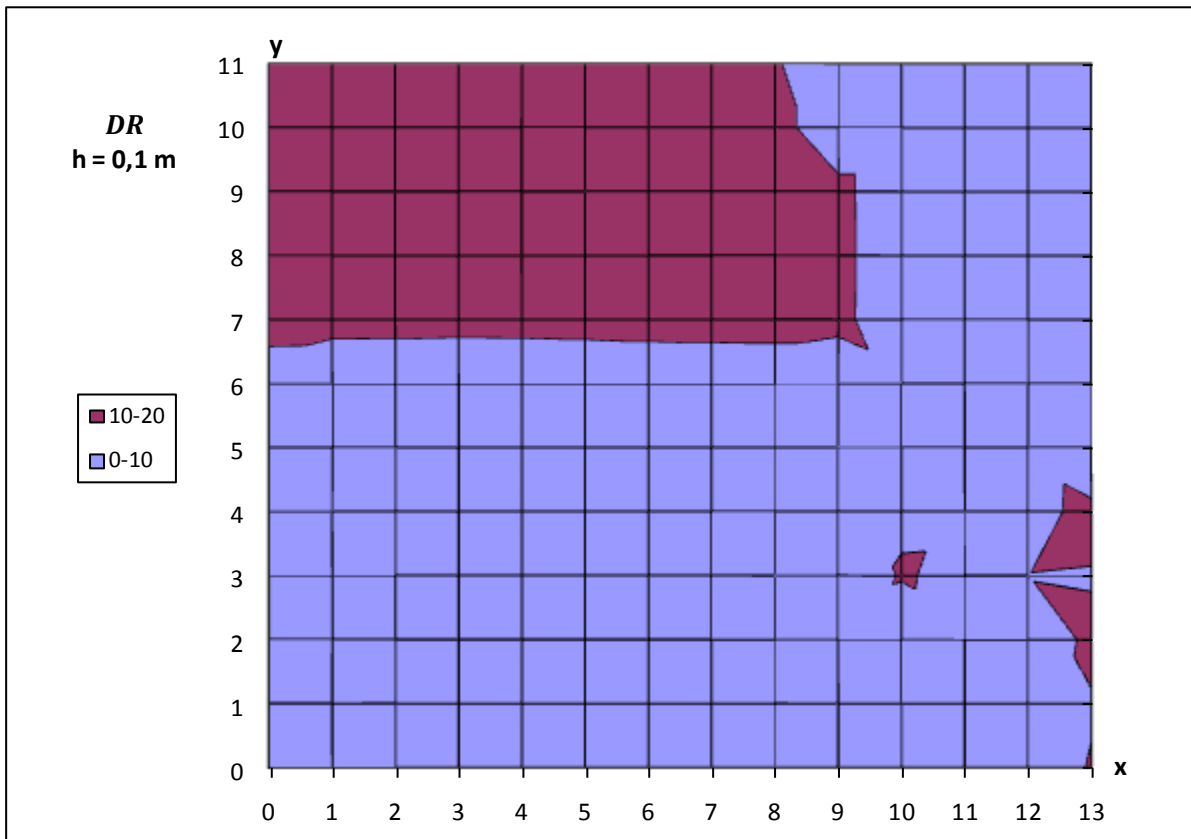
Teplé proudění se do rozložení teploty propsalo pouze minimálně a to ve výšce 2 m vidíme fialově zbarvenou plochu o souřadnicích $x = 0$ a 1 ; $y = 5$; 6 ; 7 ; 8 (graf 8.4.15, str. 77).



Graf 8.4.17 Neizotermní stav teplý, DR ve výšce 2 m



Graf 8.4.18 Neizotermní stav teplý, DR ve výšce 1,7 m

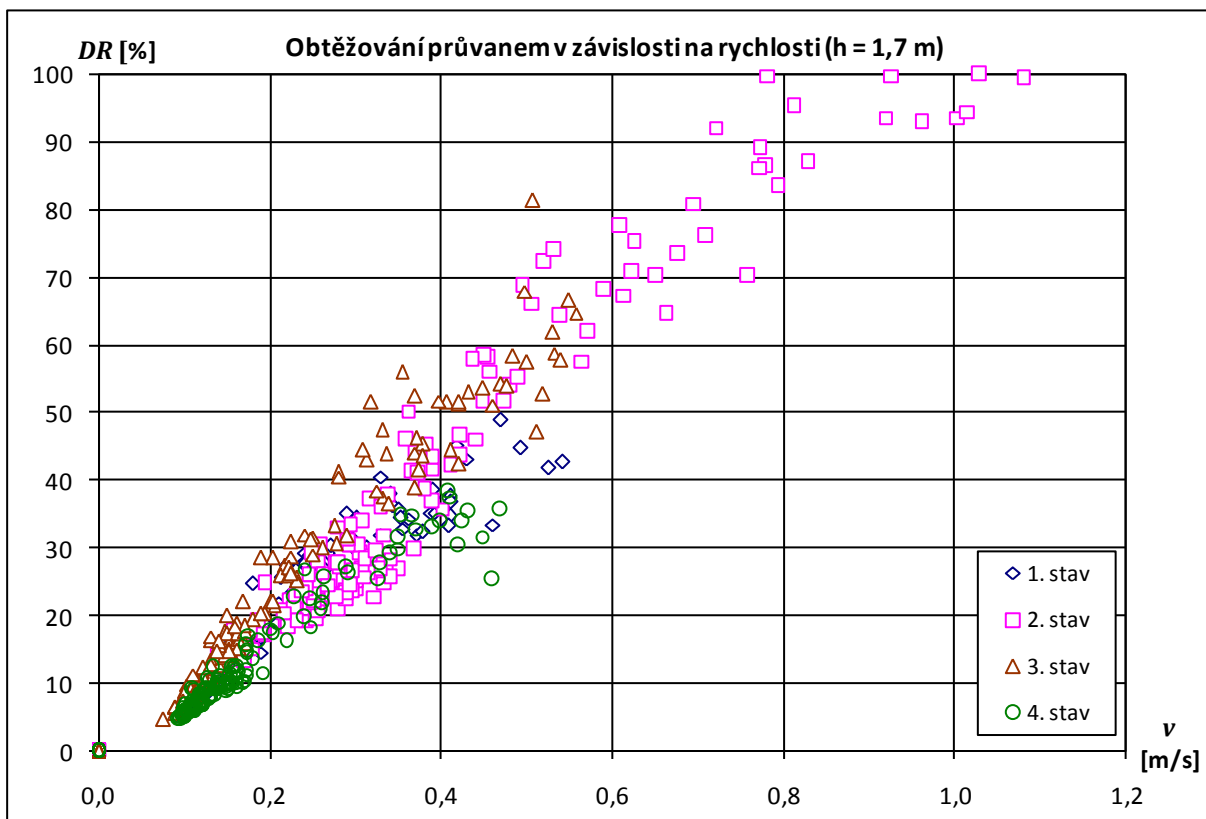


Graf 8.4.19 Neizotermní stav teplý, DR ve výšce 0,1 m

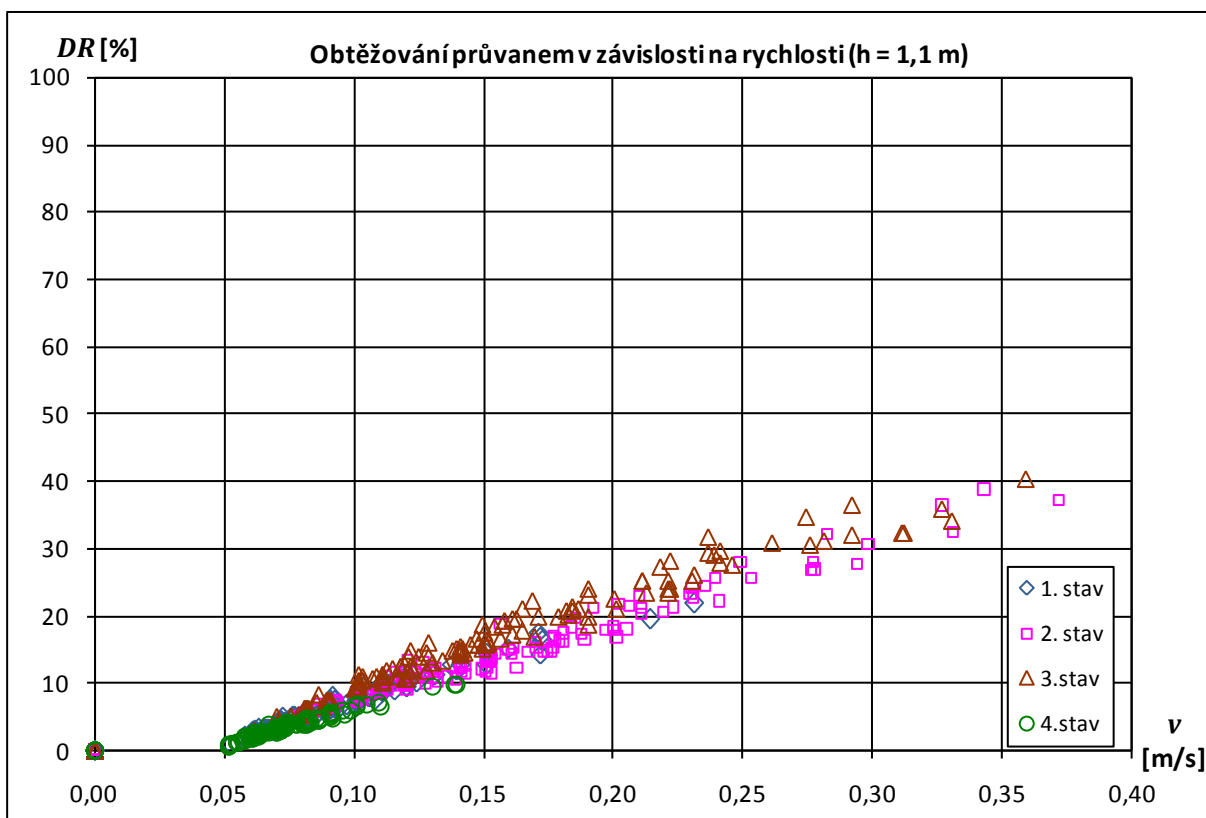
Z grafů DR vidíme, že DR opět kopíruje průběhy rychlosti. Grafy DR ve výškách 1,1 a 0,6 dosahují hodnot maximálně 10 % nespokojených.

8.5 Celkové vyhodnocení

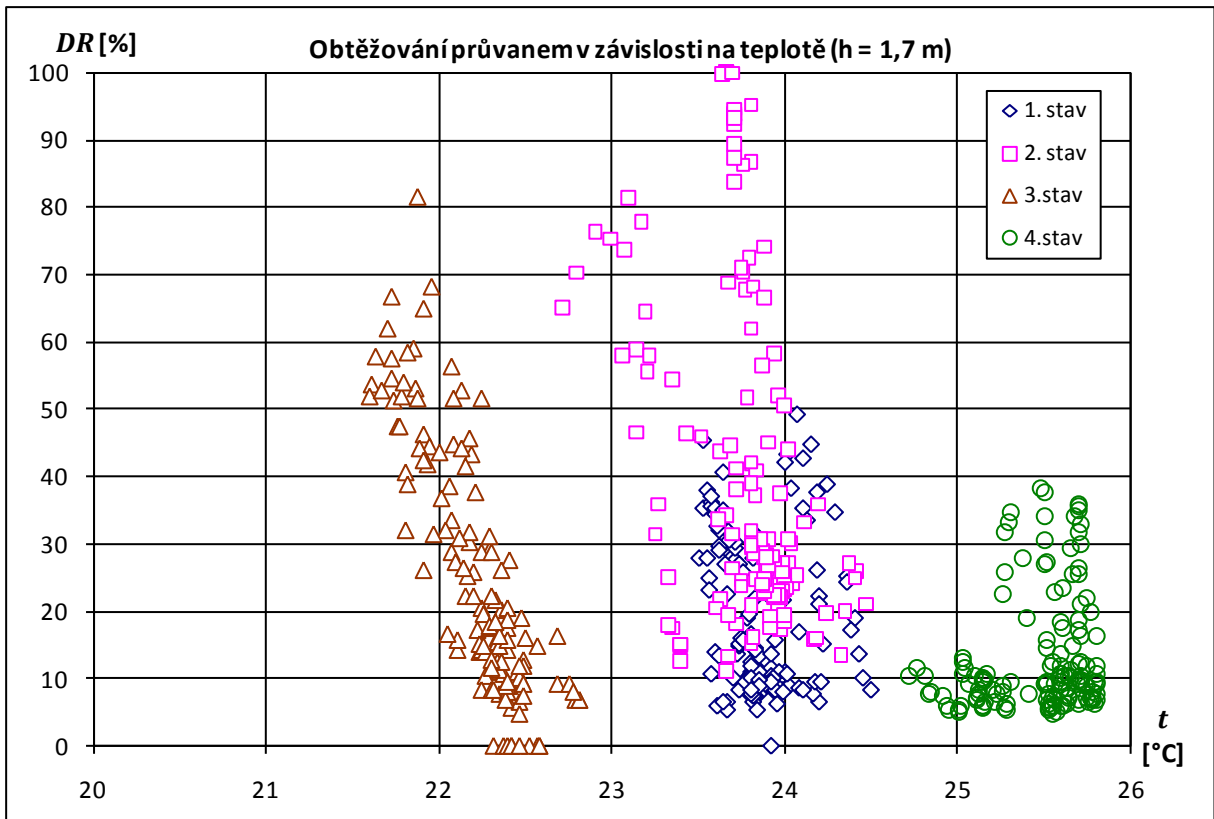
Nakonec ještě pár grafů - srovnání všech stavů - závislost DR na rychlosti a na teplotě pro výšky 1,7 m a 1,1 m.



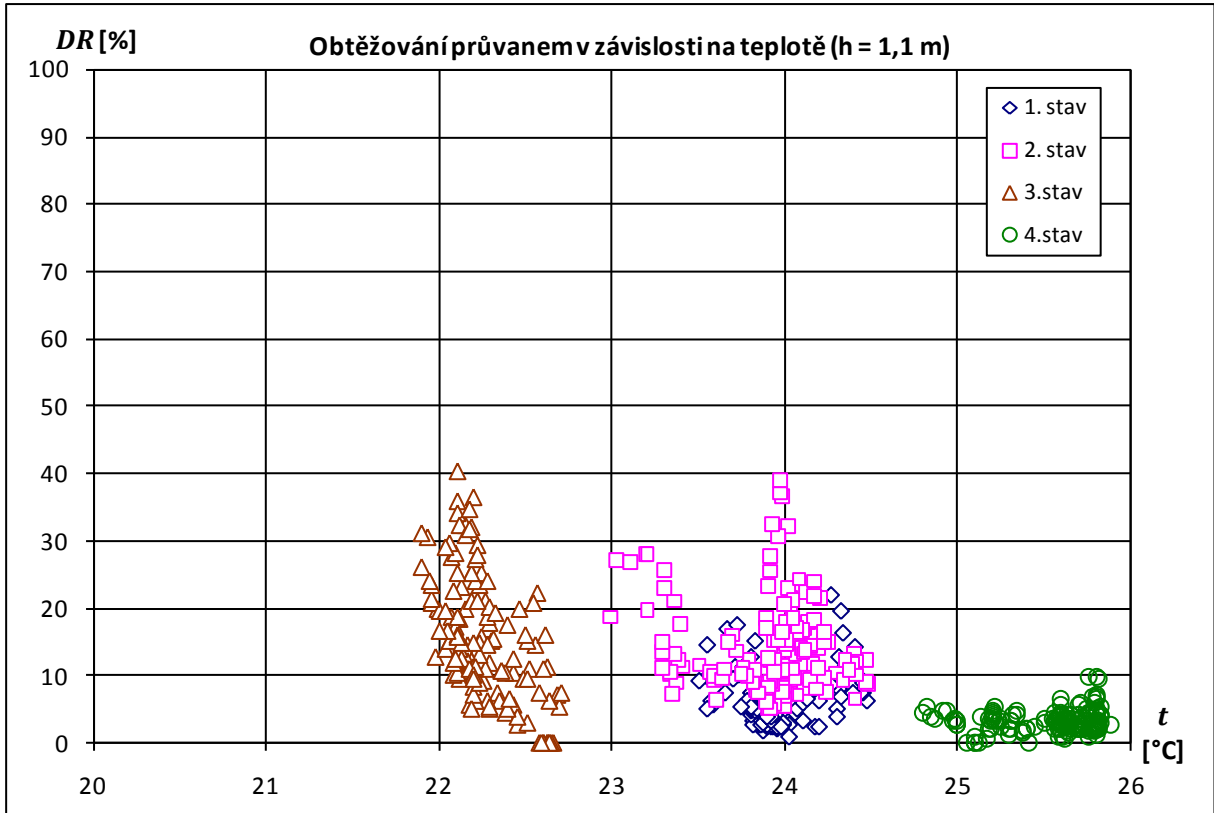
Graf 8.5.1 DR v závislosti na rychlosti pro všechny stavy a výšku 1,7 m



Graf 8.5.2 DR v závislosti na rychlosti pro všechny stavy a výšku 1,1 m



Graf 8.5.3 DR v závislosti na teplotě pro všechny stavy a výšku 1,7 m



Graf 8.5.4 DR v závislosti na teplotě pro všechny stavy a výšku 1,1 m

Pokud budeme stavy hodnotit podle [5] a vybereme nejměkčí kritérium tedy kategorii C, kde DR má být menší než 30 % a podle [6], kde je předepsaná maximální povolená rychlost proudění $v < 0,2$ m/s. Potom z grafů vyplývá, že pro **výšku 1,7 m** toto maximum překročí každý stav v některém místě.

2. stav	$DR_{\max} = 100 \%$	$v_{\max} = 1,10$ m/s	$t = 22,8$ až $24,5$ °C
3. stav	$DR_{\max} = 82 \%$	$v_{\max} = 0,57$ m/s	$t = 21,5$ až $22,8$ °C
1. stav	$DR_{\max} = 50 \%$	$v_{\max} = 0,56$ m/s	$t = 23,5$ až $24,5$ °C
4. stav	$DR_{\max} = 40 \%$	$v_{\max} = 0,50$ m/s	$t = 24,7$ až $25,8$ °C

Stejné vyhodnocení pro **výšku 1,1 m** vypadá následovně:

2. stav	$DR_{\max} = 40 \%$	$v_{\max} = 0,38$ m/s	$t = 23,0$ až $24,5$ °C
3. stav	$DR_{\max} = 40 \%$	$v_{\max} = 0,36$ m/s	$t = 21,8$ až $22,7$ °C
1. stav	$DR_{\max} = 23 \%$	$v_{\max} = 0,23$ m/s	$t = 23,5$ až $24,5$ °C
4. stav	$DR_{\max} = 10 \%$	$v_{\max} = 0,13$ m/s	$t = 24,7$ až $25,8$ °C

Zajímavý výsledek je dosažen právě ve výšce 1,1 m nad podlahou pro 2. a 3. stav, kdy se shoduje procento osob obtěžovaných průvanem, ale o něco málo vyšší rychlost 2. stavu (0,2 m/s) je kompenzována nižší teplotou v průměru asi o 1,5 °C.

Grafy dobře zaznamenávají šíření studeného, teplého a izotermního přívodního vzduchu. Studený vzduch klesá k podlaze v menší vzdálenosti od anemostatu než v ostatních případech. Také se dostává hlouběji do pobytového pásma osob, v některých místech až k podlaze. Izotermní proudění se pouze okrajově dotýká pobytové oblasti osob (záleží na rychlosti), zatímco teplý přiváděný vzduch se téměř okamžitě otočí vzhůru.

S rychlostmi také souvisí rozložení teplot, tam kde je proudění rychlejší, se naměřila obvykle i nižší teplota vzduchu.

Procento osob obtěžovaných vertikálním rozdílem teplot mělo smysl počítat pouze pro studený neizotermní stav, výsledkem bylo necelé procento nespokojených při rozdílu teploty do 1°C.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat obraz proudění vzduchu z distribučního prvku za různých okrajových podmínek a vyhodnotit jeho vliv na pobytovou oblast osob.

V první teoretické části popisují, jak člověk reaguje na různé podmínky vnitřního mikroklimatu, zejména jeho tepelnou bilanci, se kterou úzce souvisí druh prováděné práce a oblečení, jakožto izolace mezi tělem a prostředím.

V další kapitole se věnují proudění vzduchu v místnosti z různých pohledů - rozptýlení vzduchu po místnosti, tvarům proudů a ovlivnění proudění teplotou. Dále zde popisují, jak si myslím, že se bude chovat proudění z distribučního prvku. Zde jsem špatně odhadla tvar proudu, jedná se o radiální tvar s úhlem přívodního vzduchu menším než 180°, později dopočítáno, že se jedná zhruba o úhel 110°.

Dále je popsán výpočetní mechanismus vyhodnocení vlivu průvanu a vertikálního rozdílu teplot podle postupu daného ČSN EN ISO 7730 [5].

Ve čtvrté kapitole plynule přecházím k samotnému experimentu. Jmenuji použité přístroje včetně čidel. Popisují laboratoř, ve které experiment proběhl. Definují průběh měření, jaké veličiny se měří, rozmístění měřících bodů a časy (doba trvání) měření.

Další popis je věnován přípravám před samotným měřením a okrajovým podmínkám - nastavení vzduchotechnické jednotky.

Poslední kapitola ukazuje grafické vyhodnocení jednotlivých stavů definovaných okrajovými podmínkami. Provedené hodnocení zobrazuje tvary proudění v prostoru, dále rozložení rychlostí a teplot v nich. Nechybí ani hodnocení procenta nespokojených osob obtěžovaných průvanem a vertikálním rozdílem teplot.

Měření proběhlo pro 4 různé stavy - izotermní 1, izotermní 2, neizotermní studený a teplý stav. Grafy ukazují rozdílné šíření studeného, teplého a izotermního přívodního vzduchu. Studený vzduch klesá k podlaze v menší vzdálenosti od anemostatu než v ostatních případech. Také se dostává hlouběji do pobytového pásma osob, v některých místech až k podlaze. Izotermní proudění se pouze okrajově dotýká pobytové oblasti sedících osob (záleží na rychlosti), zatímco teplý přiváděný vzduchu se téměř okamžitě otočí vzhůru. Zajímavý výsledek je dosažen ve výšce 1,1 m nad podlahou pro 2. a 3. stav, kdy se shoduje procento osob obtěžovaných průvanem, ale o trochu vyšší rychlost 2. stavu (0,2 m/s) je kompenzována nižší teplotou v průměru asi o 1,5 °C. Naopak teplé neizotermní proudění je vnímáno pozitivněji.

S rychlostmi také souvisí rozložení teplot, tam kde je proudění rychlejší, propisuje se obvykle i nižší teplota vzduchu.

Procento osob obtěžovaných vertikálním rozdílem teplot mělo smysl počítat pouze pro studený neizotermní stav. Výsledkem bylo necelé procento nespokojených při rozdílu teploty do 1°C.

Na základě použité metodiky měření bylo v diplomové práci dosaženo výsledků, které byly vyhodnoceny z hlediska vlivu na člověka a jeho vnímání tepelného prostředí. Výsledky byly dosaženy pomocí komplexního a podrobného laboratorního experimentu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní publikace

- [1] GEBAUER G., HORKÁ H., RUBINOVÁ, O.: *Vzduchotechnika*, Era - vydavatelství, 2005. ISBN 80-7366-027-X
- [2] CHYSKÝ J., HEMZAL K.: *Větrání a klimatizace*, Bolit - B press Brno, 1993. ISBN 80-901574-0-8
- [3] DRKAL F., ZMRHAL V.: *Větrání*, Praha 2013. ISBN 978-80-01-05181-8

Technické normy

- [4] ČSN EN ISO 7726: 2001. *Ergonomie tepelného prostředí - Přístroje pro měření fyzikálních veličin*
- [5] ČSN EN ISO 7330: 2006. *Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu.*
- [6] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., *kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*
- [7] Nařízení vlády č. 523/2002 Sb., *kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.*

Firemní materiály, katalogy výrobců

- [8] KIMO instruments. <http://www.kimo.fr/>. [online]. [2017] [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://www.kimo.fr/produits/1349/c_310.html.
- [9] TR instruments spol. s r.o.: <http://www.trinstruments.cz/>. [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.trinstruments.cz/datalogger-datataker-dt80>.
- [10] AHLBORN. <http://www.ahlborn.cz/>. [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.ahlborn.cz/pristroje/merici-ustredny-almemo/almemo-5690-2m-merici-ustredna-az-se-100-univerzalnimi-mericimi-vstupy.html>

Ostatní webové materiály

- [11] Vysoké učení technické v Brně. <https://www.vutbr.cz/>. [online]. [cit. 2017-03-19].
Databáze závěrečných prací. Dostupné z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=70210.
- [12] TruTechTools. <https://www.trutechtools.com/>. [online]. [cit. 2017-03-19].
Databáze závěrečných prací. Dostupné z:
https://www.trutechtools.com/Measuring-Airflow-with-a-Hot-Wire-Anemometer_c_1001.html.
- [13] Vysoké učení technické v Brně. <https://www.vutbr.cz/>. [online]. [cit. 2017-03-19].
Databáze závěrečných prací. Dostupné z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=41212.
- [14] TZBinfo. <http://www.tzb-info.cz/>. [online]. [cit. 2017-02-25]. Dostupné z:
<http://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/5761-experimentalni-overeni-cfd-modelu-virive-vyusti>.
- [15] Fakulta strojní ČVUT v Praze. <https://www.fs.cvut.cz/>. [online]. [cit. 2017-03-19].
Dostupné z:
<https://www.fs.cvut.cz/ustavy/sekce-ustav-techniky-a-prostredi/ustav-techniky-a-prostredi-12116/odborna-cinnost-12116/vybaveni-12116/pristroje-12116/>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

DR	[%]	předpověď procenta osob obtěžovaných průvanem
h	[m]	výška nad podlahou
I_{cl}	[clo]	tepelný odpor oděvu
n	[-]	počet časových okamžiků měření rychlosti
PD	[-; %]	procento nespokojených jako funkce rozdílu teplot vzduchu mezi hlavou a kotníky
s	[m/s]	standardní odchylka flukтуаčních rychlostí
$t_{a,l}$	[°C]	místní teplota vzduchu
Tu	[%]	místní intenzita turbulence
v'	[m/s]	flukтуаční rychlost
\bar{v}	[m/s]	střední rychlost (pozn. v grafech pouze v)
$\bar{v}_{a,l}$	[m/s]	místní střední rychlost proudění vzduchu
$\Delta t_{a,v}$	[°C]	vertikální rozdíl teploty vzduchu mezi hlavou a nohama (kotníky)

PŘÍLOHY

A	Kalibrace anemometrů	87
B	Kalibrace převodníků	90
C	Technická specifikace anemometrů	93
D	Technická specifikace převodníků [8]	95
E	Technická specifikace ústředny DataTaker [9]	99
F	Technická specifikace ústředny Ahlborn [10]	103



CERTIFICAT D'AJUSTAGE
ADJUSTING CERTIFICATE

1 / 1

N°NAM1505226

Désignation : Sonde omnidirectionnelle télescopique avec capteur de température intégré
 Designation : SVO
 Omnidirectional telescopic probe with temperature sensor integrated SVO

Quantité : 1
 Quantity :

N° Série App \Sonde : 4F151108477

Serial number :

Constructeur : KIMO
 Manufacturer :

Echelle : - VITESSE D'AIR : 0,00 à 5 m/s
 Range : - TEMPERATURE : 0 à 50 °C

Nous certifions que l'appareil dont les références sont rappelées ci-dessus a été ajusté dans nos laboratoires, conformément aux méthodes et recommandations des normes en vigueur. L'appareil répond aux spécifications et caractéristiques techniques du constructeur. L'ensemble de nos instruments de référence utilisés pour l'ajustage est vérifié périodiquement par rapport aux étalons nationaux. Le raccordement à la chaîne nationale d'étalonnage est assuré par les équipements suivants.

We guarantee that the specified above unit was adjusted in our laboratories, according to the methods and recommendations of the current standards of calibration. This device unit meets the technical specifications of the manufacturer. All referenced instruments used for the calibration are periodically inspected and tested with national standards. The traceability to the national calibration standards is assured by the following equipment :

Domaines d'ajustage / Adjusting parameter :

VITESSE D'AIR

- ETV007 n°0109 (sonde LDA-200802001), raccordement COFRAC ou membre de l'EA A1515741H.
- ETV007 n°0109 (sonde LDA-200802001), connection to COFRAC or member of the EA A1515741H

TEMPERATURE

- ETT011-1 n°B0500639-10-001 (sonde n°02009703), raccordement COFRAC ou membre de l'EA P137009/1
- ETT016-5 n°125427, raccordement COFRAC ou membre de l'EA 15-C74-T011 R01.
- ETT016-7 n°125427, raccordement COFRAC ou membre de l'EA P148150/2
- ETT011-1 n°B0500639-10-001 (sonde n°02009703), connection to COFRAC or member of the EA P137009/1.
- ETT016-5 n°125427, connection to COFRAC or member of the EA 15-C74-T011 R01
- ETT016-7 n°125427, connection to COFRAC or member of the EA P148150/2

Ajustage effectué par **DOUAY Stephanie**
 Adjusting performed by

Date : 09 Décembre 2015

Responsable Métrologie
 Metrology Manager

Sébastien COUPEAU

P.O. Marine INGHELS
 Service Laboratoires

Usine et Siège Social
 Zone Industrielle - BP 116 - 24700 MONTRON
 Tel : 05 53 80 05 00 - kimo@kimo.fr

Alsace-Lorraine 03 88 48 16 99
 Bretagne 02 99 54 77 00
 Centre 02 39 33 00 41

Midi-Pyrénées 05 61 72 84 00
 Nord 03 20 90 92 95
 Paris Ouest 01 30 02 81 20

Paris Est 01 60 05 14 72
 PACA 04 42 57 33 94
 Rhône-Alpes 04 72 15 83 72

SA au capital de 1 027 657 € - RCS Pauqueux 349 282 095 - Siret 349 282 095 0001 18 - APE 2651 B - TVA FR 14 349 282 095

KIMO - Société du Groupe KGF



Instruments de Mesure et de Contrôle

CERTIFICAT D'AJUSTAGE

1 / 1

ADJUSTING CERTIFICATE

N°NAM1505225

Designation : **Sonde omnidirectionnelle telescopique avec capteur de température intégré**
 Designation : **SVO**
 Omnidirectional telescopic probe with temperature sensor integrated SVO

Quantité : **1**
 Quantity :

N° Série App \Sonde : **4F150807717**
 Serial number :

Constructeur : **KIMO**
 Manufacturer :

Echelle : **- VITESSE D'AIR : 0,00 à 5 m/s**
 Range : **- TEMPERATURE : 0 à 50 °C**

Nous certifions que l'appareil dont les références sont rappelées ci-dessus a été ajusté dans nos laboratoires, conformément aux méthodes et recommandations des normes en vigueur. L'appareil répond aux spécifications et caractéristiques techniques du constructeur. L'ensemble de nos instruments de référence utilisés pour l'ajustage est vérifié périodiquement par rapport aux étalons nationaux. Le raccordement à la chaîne nationale d'étalonnage est assuré par les équipements suivants :

We guarantee that the specified above unit was adjusted in our laboratories, according to the methods and recommendations of the current standards of calibration. This device unit meets the technical specifications of the manufacturer. All referenced instruments used for the calibration are periodically inspected and tested with national standards. The traceability to the national calibration standards is assured by the following equipment :

Domaines d'ajustage / Adjusting parameter :

TEMPERATURE

- ETT011-1 n°B0500639-10-001 (sonde n°02009703), raccordement COFRAC ou membre de l'EA P137009/1
- ETT016-5 n°125427, raccordement COFRAC ou membre de l'EA 15-C74-T011 R01
- ETT016-7 n°125427, raccordement COFRAC ou membre de l'EA P148150/2.
- ETT011-1 n°B0500639-10-001 (sonde n°02009703), connection to COFRAC or member of the EA P137009/1
- ETT016-5 n°125427, connection to COFRAC or member of the EA 15-C74-T011 R01
- ETT016-7 n°125427, connection to COFRAC or member of the EA P148150/2.

VITESSE D'AIR

- ETV007 n°0109 (sonde LDA-200802001), raccordement COFRAC ou membre de l'EA A1515741H
- ETV007 n°0109 (sonde LDA-200802001), connection to COFRAC or member of the EA A1515741H.

Ajustage effectué par **DOUAY Stephanie**
 Adjusting performed by

Date **09 Décembre 2015**

Responsable Métrologie
Metrology Manager

Sébastien COUPEAU

P.O. Maitre INMELLS
 Service Laboratoire

Usine et Siège Social
 Zone Industrielle - BP 16 - 24700 MONTRON
 Tél : 05 53 80 05 00 - kimo@kimo.fr

Alsace-Lorraine 03 89 48 16 90
 Bretagne 02 99 54 77 00
 Centre 02 38 23 03 40

Midi-Pyrenees 05 61 72 84 00
 Nord 03 20 90 93 98
 Paris Ouest 01 30 02 81 20

Paris Est 01 60 06 14 70
 PACA 04 42 97 33 54
 Rhône-Alpes 04 72 15 88 72

SA au capital de 1 027 657 € - RCS Périgueux 349 262 095 - Siret 349 262 095 0001 18 - APE 2651B - TVA FR 14 349 262 095

KIMO - Société du Groupe KGF



Instruments de Mesure et de Contrôle

CERTIFICAT D'AJUSTAGE

1 / 1

ADJUSTING CERTIFICATE

N°NAE1501249

Désignation <i>Designation</i>	Capteur transmetteur multifonction C310-BN Multifunction sensor transmitter C310-BN	Quantité <i>Quantity</i>
		1

N° Série App \Sonde : 3F151009280
Serial number

Constructeur : KIMO
Manufacturer

Echelle : - ELECTRICITE : 4 à 20 mA;0 à 20 mA;0 à 10 V;0 à 5 V
Range

Nous certifions que l'appareil dont les références sont rappelées ci-dessus a été ajusté dans nos laboratoires, conformément aux méthodes et recommandations des normes en vigueur. L'appareil répond aux spécifications et caractéristiques techniques du constructeur. L'ensemble de nos instruments de référence utilisés pour l'ajustage est vérifié périodiquement par rapport aux étalons nationaux. Le raccordement à la chaîne nationale d'étalonnage est assuré par les équipements suivants :

We guarantee that the specified above unit was adjusted in our laboratories, according to the methods and recommendations of the current standards of calibration. This device unit meets the technical specifications of the manufacturer. All referenced instruments used for the calibration are periodically inspected and tested with national standards. The traceability to the national calibration standards is assured by the following equipment :

Domaines d'ajustage / Adjusting parameter :

ELECTRICITE

ETM023 n°9827001, raccordement COFRAC ou membre de l'EA 1E150597c

ETM023 n°9827001, connection to COFRAC or member of the EA 1E150597c

Ajustage effectué par DURDILLY Kelly
Adjusting performed by

Date : 09 Décembre 2015

Responsable Métrologie
Metrology Manager

Sébastien COUPEAU

F.O. MARIN D'ACHEL
Service Laboratoire

Usine et Siège Social
Zone industrielle - BP 16 - 24700 MONTPOUJ
Tel : 05 53 80 05 00 - kimo@kimo.fr

Alsace-Lorraine 03 68 48 16 90
Bretagne 02 99 54 77 00
Centre 02 38 23 00 30

Midi-Pyrenees 05 61 72 84 00
Nord 03 20 50 32 95
Paris Ouest 01 30 02 81 20

Paris Est 01 60 05 14 72
PACA 04 43 07 32 94
Rhône-Alpes 04 72 15 65 72

SA au capital de 1 027 657 € - RCS Périgueux 249 282 095 - Siret 249 282 095 000 18 - APE 2651 B - TVA FR 14 349 282 095

KIMO est un membre du Groupe KGF



CERTIFICAT D'AJUSTAGE
ADJUSTING CERTIFICATE

1 / 1

N° NAE1501250

Désignation : **Capteur transmetteur multifonction C310-BN**
 Designation : **Multifunction sensor transmitter C310-BN**

Quantité :
 Quantity :
1

N° Série App \Sonde : **3F151009281**

Serial number :

Constructeur : **KIMO**
 Manufacturer :

Echelle : **- ELECTRICITE : 4 à 20 mA; 0 à 20 mA; 0 à 10 V; 0 à 5 V**
 Range :

Nous certifions que l'appareil dont les références sont rappelées ci-dessus a été ajusté dans nos laboratoires, conformément aux méthodes et recommandations des normes en vigueur. L'appareil répond aux spécifications et caractéristiques techniques du constructeur. L'ensemble de nos instruments de référence utilisés pour l'ajustage est vérifié périodiquement par rapport aux étalons nationaux. Le raccordement à la chaîne nationale d'étalonnage est assuré par les équipements suivants.

We guarantee that the specified above unit was adjusted in our laboratories, according to the methods and recommendations of the current standards of calibration. This device unit meets the technical specifications of the manufacturer. All referenced instruments used for the calibration are periodically inspected and tested with national standards. The traceability to the national calibration standards is assured by the following equipment :

Domaines d'ajustage / Adjusting parameter :

ELECTRICITE

- ETM023 n°9827001, raccordement COFRAC ou membre de l'EA 1E150597c
- ETM023 n°9827001, connection to COFRAC or member of the EA 1E150597c

Ajustage effectué par : **DURDILLY Kelly**
 Adjusting performed by
 Date : **09 Décembre 2015**

Responsable Métrologie
 Metrology Manager
Sébastien COUPEAU
 P O Marie ENGELS
 Site: Laboratoire

Usine et Siège Social
 Zone Industrielle - BP 16 - 24700 MONTPON
 Tel : 05 53 80 05 00 - kimo@kimo.fr

Alsace-Lorraine 03 88 48 16 90
 Bretagne 02 99 54 77 00
 Centre 02 38 23 10 30

Mid-Pyrénées 05 61 72 64 00
 Nord 03 20 20 62 35
 Paris Ouest 01 30 02 61 20

Paris Est 01 60 06 14 72
 PACA 04 42 07 33 94
 Rhône-Alpes 04 72 15 85 72

SA au capital de 1 027 657 € - RCS Périgueux 349 282 095 - Siret 349 282 095 000 10 - APE 2651 B - TVA FR 14 349 282 095

KIMO - Société du Groupe KSE



Instruments de Mesure et de Contrôle

CERTIFICAT D'AJUSTAGE
ADJUSTING CERTIFICATE

1 / 1

N°NAE1501251

Designation : **Capteur transmetteur multifonction C310-BN**
 Designation : **Multifunction sensor transmitter C310-BN**

Quantité :
 Quantity :
1

N° Série App \Sonde : **3F151009282**

Serial number :

Constructeur : **KIMO**

Manufacturer :

Echelle : **- ELECTRICITE : 4 à 20 mA;0 à 20 mA;0 à 10 V;0 à 5 V**
 Range :

Nous certifions que l'appareil dont les références sont rappelées ci-dessus a été ajusté dans nos laboratoires, conformément aux méthodes et recommandations des normes en vigueur. L'appareil répond aux spécifications et caractéristiques techniques du constructeur. L'ensemble de nos instruments de référence utilisés pour l'ajustage est vérifié périodiquement par rapport aux étalons nationaux. Le raccordement à la chaîne nationale d'étalonnage est assuré par les équipements suivants.

We guarantee that the specified above unit was adjusted in our laboratories, according to the methods and recommendations of the current standards of calibration. This device unit meets the technical specifications of the manufacturer. All referenced instruments used for the calibration are periodically inspected and tested with national standards. The traceability to the national calibration standards is assured by the following equipment :

Domaines d'ajustage / Adjusting parameter :

ELECTRICITE

ETM023 n°9827001, raccordement COFRAC ou membre de l'EA 1E150597c.
 ETM023 n°9827001, connection to COFRAC or member of the EA 1E150597c

Ajustage effectué par DURDILLY Kelly
 Adjusting performed by

Date : **09 Décembre 2015**

Responsable Métrologie
Metrology Manager

Sébastien COUPEAU

F.O. Marie INGHELS
 Service Laboratoires

Usine et Siège Social
 Zone Industrielle - BP 16 - 24700 MONTPON
 Tél : 05 53 60 05 00 - kimo@kimo.fr

Alsace-Lorraine 03 68 40 16 90
 Bretagne 02 99 54 77 00
 Centre 02 39 23 07 00

Midi-Pyrénées 05 51 72 84 00
 Nord 03 20 90 92 25
 Paris Ouest 01 30 02 61 20

Paris Est 01 60 06 14 72
 PACA 04 42 97 33 54
 Rhône-Alpes 04 72 15 88 72
 KIMO - Société du Groupe KIP

SA au capital de 1 027 607 € - RCS Périgueux 349 282 095 - Siret 349 282 095 00018 - AFC 2551 B - TVA FR 14 349 282 095



Technical Data Sheet

Pressure / Temperature / Humidity / Air Velocity / Airflow / Sound level

Probes and interchangeable boards for class 310 sensors

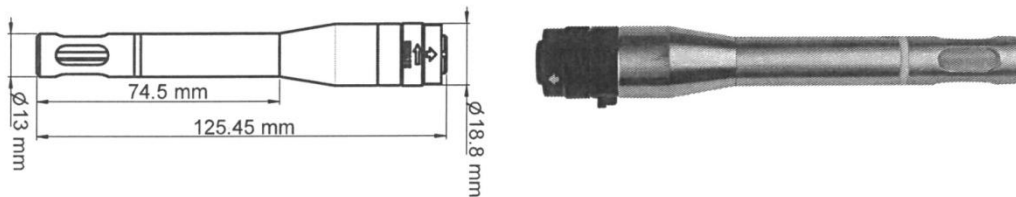


Ambient hygrometry/temperature probes..... 1
 Stainless steel hygrometry/temperature probes..... 1
 Remote hygrometry/temperature probes..... 2
 Stainless steel hygrometry/temperature probes..... 2
 Polycarbonate hygrometry/temperature probes..... 2
 Temperature probes..... 3
 CO₂/temperature probes and CO/temperature..... 4
 Air velocity probes and temperature..... 4
 Ø14 mm vane probe..... 4
 Ø70 mm vane probe..... 5
 Ø100 mm vane probe..... 5
 Hot-wire probe..... 5
 Omnidirectional probe..... 6
 Extensions for probes..... 6
 Interchangeable boards..... 6
 Pressure boards..... 6
 Current/Voltage boards..... 7

AMBIENT HYGROMETRY/TEMPERATURE PROBES

➤ Stainless steel hygrometry/temperature probes

Interchangeable hygrometry and ambient temperature probe in stainless steel with stainless steel filter. Standard mounting probe 120 mm length with a watertight connector of 1/4 turn. In option: protective tips, filters. Supplied with adjustment certificate. Ref: SHSI

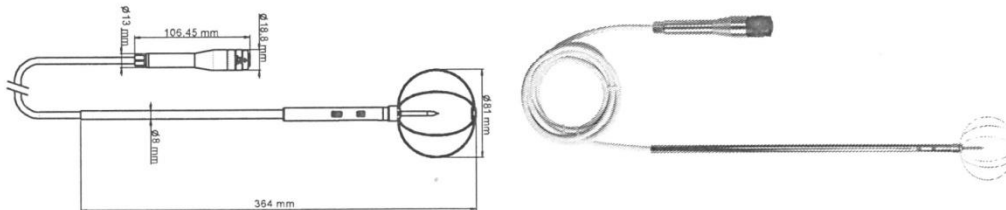


Parameter	Measuring range	Accuracy*	Resolution
Temperature Pt100 (°C, °F)	From -20 to +80 °C	±0.3% of reading ±0.25 °C	0.1 °C
Wet temperature ¹ (°C _w , °F _w)	From -50 to 100 °C _w	-	0.1 °C _w
Dewpoint ¹ (°C _d , °F _d)	From -50 to +100 °C _d	-	0.1 °C _d
Relative humidity (%RH)	From 0 to 100%RH	Hygrometry: - Accuracy (Repeatability, linearity, hysteresis): ±1.5%RH (from 15 °C to 25 °C) - Factory calibration uncertainty: ±0.88 %RH - Temperature dependence: ±0.04 x (T-20) %RH (if T<15 °C or T>25 °C)	0.1 %RH
Absolute humidity ¹ (g/m ³)	From 0 to 600 g/m ³	-	0.1 g/m ³
Enthalpy ¹ (kJ/kg)	C310/CA310: from 0 to 15 000 kJ/kg CPE310: from 0 to 9999 kJ/kg	-	C310/CA310: from 0 to 9999.9: 0.1 kJ/kg from 10 000 to 15 000: 1 kJ/kg CPE310: from 0 to 999.9: 0.1 kJ/kg from 1000 to 9999: 1 kJ/kg
Combination ration ¹ (g/kg)	C310: from 0 to 10 000 g/kg CA310: from 0 to 9999.9 g/kg CPE310: from 0 to 9999 g/kg	-	C310/CA310: 0.1 g/kg CPE310: from 0 to 999.9 g/kg: 0.1 g/kg from 1000 to 9999 g/kg: 1 g/kg

*All the accuracies indicated in this technical datasheet were stated in laboratory conditions, and can be guaranteed for measurements carried out in the same conditions, or carried out with calibration compensation.
¹Calculated value

➤ SVO : omnidirectional probe

Interchangeable air velocity and temperature remote omnidirectional hot-wire probe in stainless steel 300 mm length, 8mm diameter, white PVC cable 2 m length with watertight connector 1/4 turn. Supplied with carrying case and tripod.



Measuring ranges	From 0 to 5 m/s / from 0 to +50 °C
Accuracy*	Air velocity: ± 3% reading ± 0.05 m/s / Temperature Pt100 1/3 DIN: ± 0.3% reading ± 0.25 °C
Resolution	0.01 m/s / 0.1 °C

EXTENSIONS FOR PROBES



R310-5: Extension of 5 m for interchangeable probes class 310



R310-10: Extension of 10 m for interchangeable probes class 310

INTERCHANGEABLE BOARDS

➤ Pressure boards SPI-2

Interchangeable pressure board with electro-valve and terminal for K thermocouple probe for C310 and CA310 sensors. Supplied with pressure fitting and silicone tubes.

- Ref: SPI2-100
- SPI2-500
- SPI2-1000
- SPI2-10000

• Pressure

Measuring ranges	SPI2-100: from -100 to +100 Pa SPI2-500: from -500 to +500 Pa SPI2-1000: from -1000 to +1000 Pa SPI2-10000: from -10000 to +10000 Pa
Accuracy*	SPI2-100: ±0.2% of the reading ±0.8Pa SPI2-500: ±0.2% of the reading ±2Pa SPI2-1000: ±0.2% of the reading ±2Pa SPI2-10000: ±0.2% of the reading ±10Pa
Admissible removal	SPI2-100 / SPI2-500 / SPI2-1000: 21 000 Pa SPI2-10000: 69 000 Pa
Units and resolution	1 Pa / 0.1 mmH ₂ O / 0.01 mbar / 0.01 inWG / 0.01 mmHG / 0.1daPa / 0.001 kPa / 0.01 hPa

• Temperature K thermocouple

Measuring ranges	From -200 to +1300 °C (according to the probe)
Accuracy*	±1.1 °C or ±0.4% of the read value ¹
Units and resolution	0.1 °C / 0.1 °F

¹All the accuracies indicated in this technical datasheet were stated in laboratory conditions, and can be guaranteed for measurements carried out in the same conditions, or carried out with calibration compensation. The accuracy is expressed by a gap in °C, or by a percentage of the read value. Only the bigger value is held.



Technical Data Sheet

Pressure / Temperature / Humidity / Air Velocity / Airflow / Sound level

Multifunction transmitter C 310

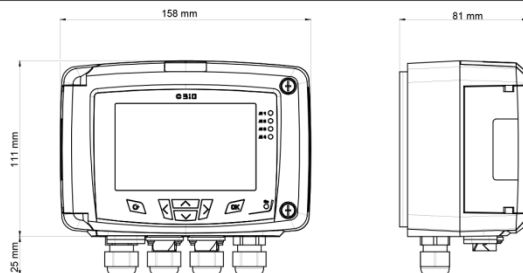


KEY POINTS

- 2 inputs for interchangeable probes
- 1 location for interchangeable SPI-2 board
- Simultaneous display of 1 to 4 parameters
- Trend indicator
- 4 visual (dual-color LEDs) and audible alarms
- 2 analogue outputs (4 wires) 0/5-10 V or 0/4-20 mA, 2 additional outputs (optional)
- 4-relay board (optional)
- 24 Vdc/Vac or 115/230 Vac power supply
- Outputs diagnostic
- Ethernet communication (optional)
- MODBUS network RS485 system (optional)
- ABS housing with stainless steel front, IP65, with or without backlit graphic display
- "¼ turn" system mounting with wall-mount plate



FEATURES OF THE HOUSING



Material: ABS V0 as per UL94

Protection: IP65

Display: Graphic from 1 to 4 lines, 240 x 128 px;
Size: 86 x 51 mm,
Backlit

Height of digits: Values: 10 mm; Units: 5 mm

Cable gland: in polyamide for cables Ø9 mm maximum

Weight: 700 g

PART NUMBERS

- **C310-BO** : multifunction transmitter, 24 Vac/Vdc power supply, with display
- **C310-BN** : multifunction transmitter, 24 Vac/Vdc power supply, without display
- **C310-HO** : multifunction transmitter, 115-230 Vac power supply, with display
- **C310-HN** : multifunction transmitter, 115-230 Vac power supply, without display

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Power supply	24 Vac / Vdc ±10% 100-240 Vac, 50-60 Hz Warning: risk of electric shock ⚠
Outputs	2 x 0/4-20 mA or 2 x 0-5/10 V (4 wires) Optional additional outputs: 2 x 0/4-20 mA or 2 x 0-5/10 V (additional consumption for 24 V model: 1 VA / for 115-230 V model: 2 VA) Common mode voltage <30 VAC Maximum load: 500 Ohms (0/4-20 mA) / Minimum load: 1 K Ohms (0-5/10 V)
Galvanic isolation	Inputs (power supply) and outputs (on 115 Vac/230 Vac models) Device fully protected by DOUBLE ISOLATION or REINFORCED ISOLATION <input type="checkbox"/> Outputs (on 24 Vac/Vdc models)
Consumption with probe and without option	C310-BO and C310-BN: 6 VA C310-HO and C310-HN: 8 VA (CO2 probe additional consumption for 24 V and 115-230 V models: 2 VA)
Relays (optional)	4 RCR relays 5 A / 230 V (additional consumption for 24 V model: 5 VA / for 115-230 V model: 8 VA)
European directives	2014/30/EU EMC; 2014/35/EU Low Voltage; 2011/65/EU RoHS II; 2012/19/EU WEEE
Electrical connections	Screw terminal block for cables from 0.05 to 2.5 mm ² or from 30 to 14 AWG Carried out according to the code of good practice
RS485 communication (optional)	Digital: Modbus RTU protocol, configurable communication speed from 2400 to 115200 Bauds
Ethernet communication (optional)	Ethernet communication module allowing transmission, monitoring and maintenance of transmitters via an Ethernet network in 10 BASE-T and 100 BASE-TX LAN/WAN supporting TCP/IP protocol (additional consumption for 24 V and 115-230 V models: 1 VA)

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Audible alarm	Buzzer (70 dB at 10 cm)
Environment and type of fluid	Air and neutral gases
Conditions of use (°C/%RH/m)	From -10 to +50°C. In non-condensing condition. From 0 to 2000 m
Storage temperature	From -10 to +70°C
Security	Protection class 2; Pollution degree 2; Overvoltage category 2

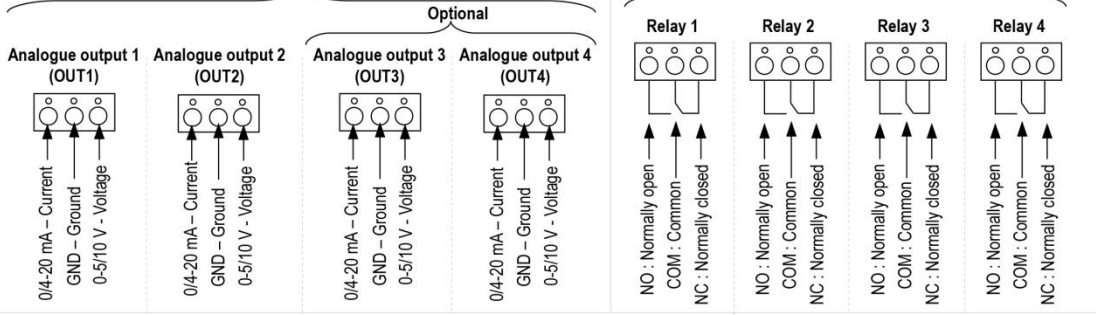
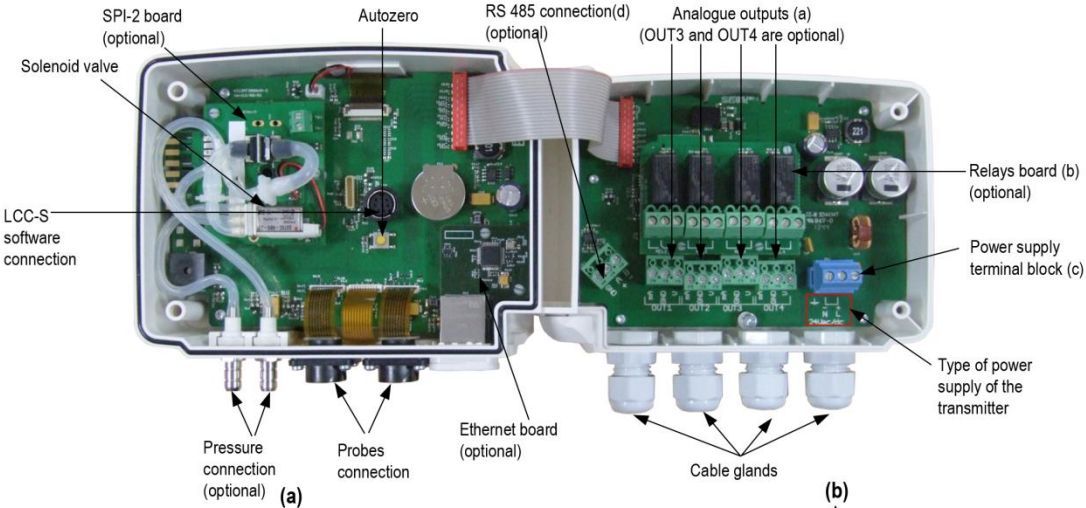
RELAYS AND ALARMS

The C 310 transmitter has 4 independent and configurable alarms : these are visual and audible alarms and it is possible to couple them with 4 relays (optional).

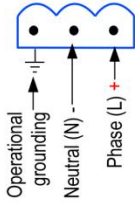
Available settings:

- Selection of the parameter (pressure, air velocity, temperature,...)
- Time-delays duration from 0 to 600 s
- Alarm action : rising edge, falling edge, monitoring or state of the transmitter
- Operating mode of the relays : negative or positive safety (optional)
- Activation of the audible alarm (buzzer) that can be acknowledged by the front keypad (optional)

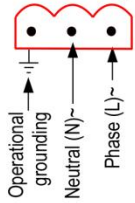
CONNECTIONS



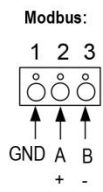
For 24 Vdc/Vac power supply models:



or For 115 Vac or 230 Vac power supply models:



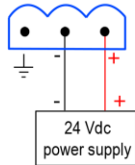
(d)



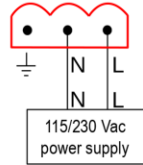
ELECTRICAL CONNECTIONS – as per *NFC15-100 Norm*

⚠ This connection must be made by a formed and qualified technician. Whilst making the connection, the transmitter must not be energized. The presence of a switch or a circuit breaker upstream the device is compulsory.

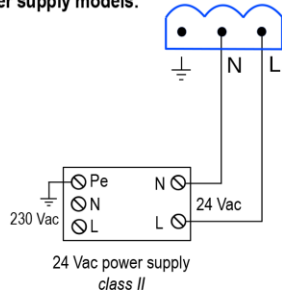
> For 24 Vdc power supply models:



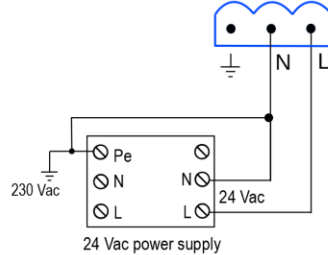
> For 115 Vac or 230 Vac power supply models:



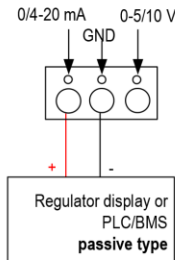
> For 24 Vac power supply models:



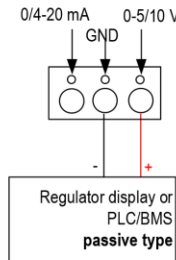
or



> 0/4-20 mA current output connection:



> 0-5/10 V voltage output connection:



POSSIBLE OPTIONAL MEASUREMENTS

The following probes and boards are available as option for C310 transmitters. For further details please see the technical datasheet of probes for class 310 transmitters.

Probes	Measuring ranges
Stainless steel or polycarbonate hygrometry / temperature probe	From 0 to 100%RH and from -40 to +180°C (according to probe)
Air velocity vane probe: air velocity / temperature / airflow	From -5 to 35 m/s (according to probe) / From -20 to +80°C / From 0 to 99 999 m³/h
Air velocity hotwire probe: air velocity / temperature / airflow	From 0 to 30 m/s / From -20 to +80°C / from 0 to 99 999 m³/h
Omnidirectional probe: air velocity / temperature	From 0 to 5 m/s and from 0 to 50°C
Pt100 1/3 DIN temperature probe	From -50 to +180°C / From -20 to +80°C
CO / temperature probe	From 0 to 500 ppm and from 0 to 50°C
CO ₂ / temperature probe	From 0 to 20 000 ppm and from 0 to 50°C
Boards	Measuring ranges
Pressure / atmospheric pressure	From -100 to +10 000 Pa (according to boards) / from 800 to 1100 hPa
Relays	4 relays 3 A with 3-point terminal blocks

RS 485 MODBUS PROTOCOL (optional)

Class 310 transmitters can be linked in one network operating on a RS485 home bus. The RS 485 digital communication is a 2-wire network, on which the transmitters are connected in parallel. They are connected to a PLC/BMS via the RTU Modbus communication system. Since the C310 can be configured with the keypad, the MODBUS enables remote configuration, to measure 1 or 2 parameters or to see the status of the alarms...

ETHERNET BOARD (optional)

An Ethernet board can be put on a C310 transmitter allowing for each transmitter to have a specific configurable IP address. So the user can remotely interrogate the transmitter, retrieve data, modify the configuration, ...
It is also possible to integrate C310 transmitters into a computer network via the RJ45 connection located at the bottom of the transmitter.

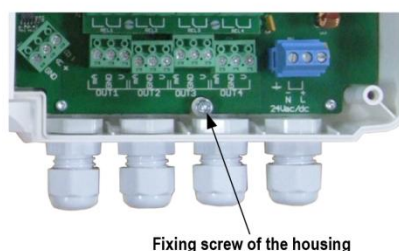
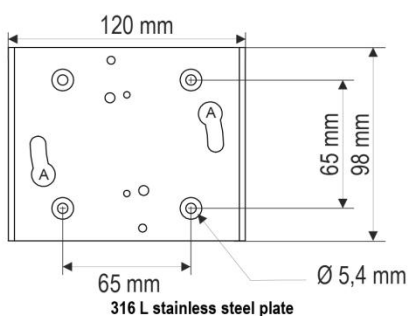
CONFIGURATION

Class 310 transmitters allow you to set all the parameters managed by the transmitter : units, measuring ranges, alarms, outputs, channels... via the different methods shown below:

- **Via keypad**, only on models with display. A code-locking system for keypad guarantees the security of the installation. See configuration manual.
- **Via software (optional)**: simple and user-friendly. See LCC-S user manual.
- **Via Modbus (optional)**: configuration of all parameters from your PC, via the supervision or data acquisition software.
- **Via Ethernet (optional)**: configuration of all parameters from your PC, via the supervision or data acquisition software.

MOUNTING

To install the transmitter on a wall, fix the stainless steel plate to the wall (drilling: Ø8 mm, screws and wall-plugs supplied).
Insert the transmitter on the plate (see A on the drawing below) by aligning it at 30°. Rotate the housing in clockwise direction until you heard a "click" which confirms that the transmitter is correctly installed. Open the housing, lock the clamping system of the housing on the plate with the screw (see photo below).
To remove the transmitter from the fixing plate, do not forget to remove this screw.



CALIBRATION

Outputs diagnostics: with this function, you can check with a multimeter (or on a regulator/display, or on a PLC/BMS) if the transmitter outputs work properly. The transmitter generates a voltage of 0 V, 5 V and 10 V or a current of 0 mA, 4 mA, 12 mA and 20 mA

Certificate: transmitters are supplied with an individual adjusting certificate and can be supplied with a calibration certificate as an option.

MAINTENANCE

Avoid aggressive solvents. When cleaning rooms or ducts with products containing formol, protect the the transmitter.

OPTIONS

- **LCC-S**: configuration software with USB cable
- **SQR/3 function**: (square root extraction) function for the calculation of air velocity and airflow
- **RS5**: RS 485 Protocol Modbus digital output
- **O2S**: 2 additional analogue output
- **C4R**: 4 relays board
- **CETHE**: Ethernet network board
- **HRP**: high resolution (example in pressure: 0.1 Pa) with SPI2-100 board
- **Calibration certificate**

 **Only the accessories supplied with the device must be used.**

PRECAUTIONS FOR USE

Please always use the device in accordance with its intended use and within parameters described in the technical features in order not to compromise the protection ensured by the device.



Once returned to KIMO, required waste collection will be assured in the respect of the environment in accordance with European guidelines relating to WEEE.

www.kimo.fr

Distributed by :



EXPORT DEPARTMENT
Tel : + 33. 1. 60. 06. 69. 25 - Fax : + 33. 1. 60. 06. 69. 29
e-mail : export@kimo.fr

FTIang - C310 - 27/01/2017 - RCS (24) Périgueux 349 282 095 Non-contractual document - We reserve the right to modify the characteristics of our products without prior notice.



Applications include:

Research & Development	Structural Monitoring	Vehicle Testing
Agricultural Research	Strain Gauges	GPS
Weather Stations	Process Monitoring	CANgate (optional)
Total Energy Monitoring	Fault Identification	– CAN bus
Environmental Monitoring	Machine Down Time	– J1939
Temperature Profiling	Pressure	– OBDII
Thermistor Arrays	Load Cells	
Aquaculture	Flow	

***FREE Software & Technical Support**

- » Dual Channel Isolation Technology
- » 2 Serial 'Smart Sensor' ports
- » FTP for automatic data transfer
- » Up to 15 Analog ($\pm 30V$) sensor inputs
- » Expandable to 300 analog inputs
- » Modbus for SCADA connection
- » SDI-12 (multiple networks)
- » USB memory for easy data and program transfer

Warranty: All dataTaker Data Loggers are covered by a 3 year warranty on workmanship and parts. For further information on the dataTaker range, or for useful downloads, visit the dataTaker web site at www.datataker.com or contact your nearest dataTaker office or distributor.

Quality Statement: dataTaker operates a Quality Management System complying with ISO9001:2008. It is dataTaker's policy to supply customers with products which are fit for their intended purpose, safe in use, perform reliably to published specification and are backed by a fast and efficient customer support service.

Trademarks: dataTaker is a registered trademark.

Specifications: dataTaker reserves the right to change product specifications at any time without notice. **Designed and Manufactured in Australia.**

*Our ability to provide free software and support is dependent on applicable export control laws (including those of the United States) and the export policy from time to time of Thermo Fisher Scientific Inc.

The Smarter Solution

The dataTaker DT80 smart data logger provides an extensive array of features that allow it to be used across a wide variety of applications. The DT80 is a robust, stand alone, low power data logger featuring USB memory stick support, 18 bit resolution, extensive communications capabilities and built-in display. The dataTaker DT80's Dual Channel concept allows up to 10 isolated or 15 common referenced analog inputs to be used in many combinations. With support for multiple SDI-12 sensor networks, Modbus for SCADA systems, FTP and Web interface, 12V regulated output to power sensors, the DT80 is a totally self contained solution.

Versatile Measurement

Connect an array of sensors through the versatile Analog and digital channels, high-speed counter inputs, phase encoder inputs, programmable serial sensor channels and the optional CANgate interface available for CAN bus applications. Temperature, voltage, current, 4-20mA loops, resistance, bridges, strain gauges, frequency, digital, serial and calculated measurements can all be scaled, logged and returned in engineering units or within statistical reporting. Set up sampling, logging, alarm and control tasks to suit your own requirements while interfaces for smart sensors, GPS and other intelligent devices expand the DT80 flexibility.

Superior Data Storage & Communications

With the standard unit able to store up to 10 million data points (expandable) you can log as much or as little as you need. Overwrite or stop logging once allocated memory is full, archive data on alarm event, copy to USB memory or transfer via FTP, the choice is yours. Communications features include RS232, USB and Ethernet, connect to the DT80 locally, remotely through a modem or over the Internet. The web interface allows users to configure the DT80, access logged data and see current measurements as mimics or in a list using a web browser. FTP provides data to your office over the internet or mobile phone network, without the need for polling or specific host software.

www.datataker.com

dEX Logger Software

- » Built-in software - no application to install
- » Runs directly from your web browser
- » Accessible by Ethernet or USB¹ connection
- » Intuitive graphical interface
- » Easy-to-use configuration editor
- » Access live and historical data
- » View data as charts, mimics and tables

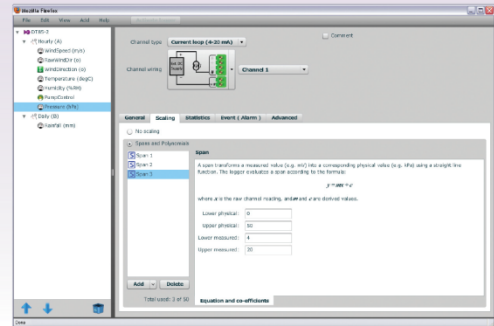
What is dEX?

dEX is an intuitive graphical interface that allows you to configure your data logger, view real-time data in mimics, trend charts or tables and retrieve your historical data for analysis.

dEX runs directly from your web browser and can be accessed either locally or remotely, anywhere that a TCP/IP connection is available including worldwide over the Internet. You can use any of the logger's built-in communications ports to view dEX including Ethernet, USB¹ and RS-232.

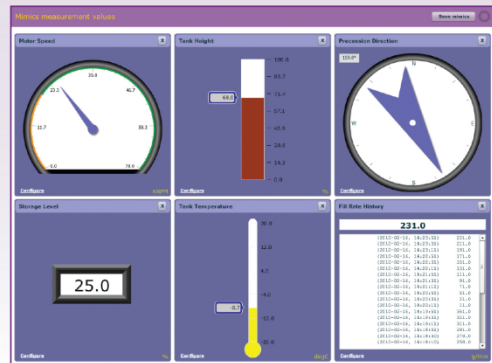
Easy configuration

The dEX configuration editor allows you to view, edit and save logger configurations in an easy-to-use Windows Explorer style user interface.



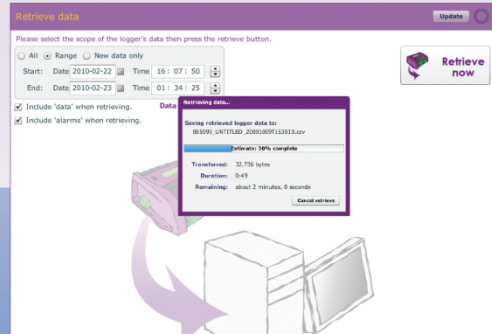
Real-time monitoring

dEX displays real-time sensor measurements, calculations and diagnostic information using mimics, tables and trend charts.



Data retrieval

dEX allows you to retrieve your data at the click of a mouse button. Just select either All, Range or New Data Only.



Browser-based solution

dEX comes pre-installed on every logger in the DT80 range². The software loads in your web browser so there is no need to install cumbersome applications on your computer. Being browser-based, dEX is cross-platform and will work on all major operating systems including Windows, Mac and Linux. To simplify it even further, dEX starts automatically in your default web browser when you connect to your logger using a USB cable¹.

Data that is compatible with your applications

Logged data is ready to import into common spreadsheet and data processing applications such as Excel for further analysis and reporting. Data can be saved to your computer in comma separated (.CSV) format or our proprietary binary (.DBD) format.

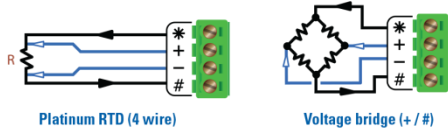
Command window

The command window provides a terminal interface which allows the built-in command language of the logger to be used. Macro buttons allow common commands to be sent on a button press.

Configuration editor

The configuration editor allows you to view, edit and save logger configurations in an easy-to-use Windows Explorer style user interface. Tree view of configuration allows definition of measurement schedules and measurements.

Wiring diagrams show available wiring configurations for each sensor type. Configuration can be stored and retrieved on either the logger or a local computer.



Channel list

Displays name, value, units, alarm state, time stamp and logging state for each measurement.

Run	Name	Value	Units	Alarm	Time stamp	Log
✓	1hr_Humidity	51	%RH		2010-02-02, 12:00:00	✓
✓	1hr_Mean Win	0	m/s		2010-02-02, 12:00:00	✓
✓	1hr_Mean Win	7			2010-02-02, 12:00:00	✓
✓	1hr_Pressure	1006	hPa		2010-02-02, 12:00:00	✓
✓	1hr_Temperat	23.6	Deg C		2010-02-02, 12:00:00	✓
✓	1min_Humidit	48	%RH		2010-02-02, 12:32:00	✓
✓	1min_Mean Wi	0	m/s		2010-02-02, 12:32:00	✓

Customisation of the application

The menu options, mimics panels and mimics can be added or removed to suit novice or advanced users. The color and brand name images within dEX can be customised to match corporate requirements or for personal preference.

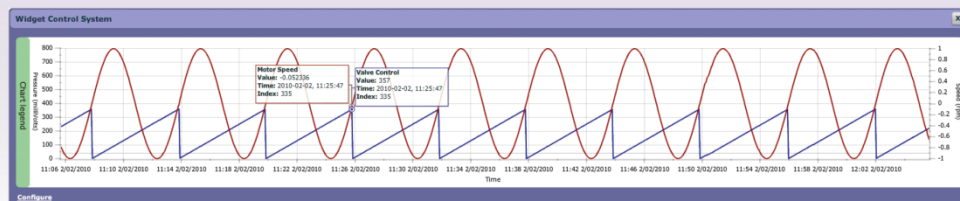
Mimics are organised into panels which can be modified to highlight custom alarm conditions or data grouping. Mimics include dials, bar graphs, thermometers etc. Real-time chart recorder mimic allows you to view trends and historical data over a custom time/date range. Up to 16 mimics can be displayed on up to 5 mimic pages (default is 1 page of 6 mimics).

Minimum system requirements

- Web Browser (tested with): Internet Explorer V7 and above, Firefox, Safari & Google Chrome
- TCP/IP connection
- Adobe flash player 10 or higher
- Screen resolution of 1024 x 768

Chart recorder mimic

Real-time trending for sensors, calculations or other data. Supports up-to 5 traces per chart and up-to 2 Y-axes. Backfills with historical data stored in logger.



1. USB port equipped models only.
 2. dEX operates on all DT80 range Series 2 & Series 3 models (DT80, DT81, DT82E, DT85, DT80G, DT85G). The latest firmware which includes dEX is available for download from the dataTaker website. DT80 range Series 1 models do not support dEX.

The difference is dEX!

Analog Channels

5 analog input channels (expandable to 100*)
Each channel is independent and supports: one isolated 3-wire or 4-wire input, or two isolated 2-wire inputs, or three common referenced 2-wire inputs.
The following maximums apply.
Two wire with common reference terminal:
15 (expandable to 300*)
Two wire isolated: 10 (expandable to 200*)
Three and four wire isolated: 5 (expandable to 100*)
* Expansion requires optional CEM20

Fundamental Input Ranges

The fundamental inputs that the DT80 can measure are voltage, current, resistance and frequency. All other measurements are derived from these.

Full Scale	Resolution	Full Scale	Resolution
±30 mVdc	0.25 μ V	100 Ω	1.5 m Ω
±300 mVdc	2.5 μ V	1000 Ω	15 m Ω
±3 Vdc	25 μ V	10,000 Ω	150.00 m Ω
±30 Vdc	250 μ V	100 Hz	0.0002 %
±0.3 mA	2.5 nA	10 kHz	0.0002 %
±3 mA	25 nA		
±30 mA	250 nA		

Auto-ranging is supported over 3 ranges.

Accuracy

Measurement at ...	5°C to 40°C	-45°C to 70°C
DC Voltage	0.1%	0.35%
DC Current	0.15%	0.45%
DC Resistance	0.1%	0.35%
Frequency	0.1%	0.25%

Accuracy table above is % of reading \pm 0.01% of full scale.

Sampling

Integrates over 50/60Hz line period for accuracy and noise rejection
Maximum sample speed: 25Hz
Effective resolution: 18 bits
Linearity: 0.01%
Common mode rejection: >90dB
Line series mode rejection: >35dB

Inputs

Inter-Channel Isolation: 100V (relay switching)
Analog Section Isolation: 100V (opto-isolated)
Input impedance: 100k Ω , >100M Ω
Common mode range: \pm 3.5V or \pm 35V on 30V range

Sensor Excitation (Supply)

Analog channels: selectable 250 μ A or 2.5mA precision current source, 4.5V voltage source, or switched external supply
General Purpose: Switchable 12V regulated supply for powering sensors & accessories (max 150mA)
Switchable 5V regulated supply for powering analog sensors (max 25mA)

Analog Sensors

Supports a wide range of sensors including, but not limited to, those listed below. A wide range of sensor scaling and linearising facilities including polynomials, expressions and functions.

Thermocouples

Types: B, C, D, E, G, J, K, N, R, S, T
Calibration standard: ITS-90

RTDs

Materials supported: Pt, Ni, Cu
Resistance range: 10 Ω to 10K Ω

Thermistors

Types: YSI 400xx Series, other types*
Resistance range: <10k Ω **

* Other thermistor types are supported by thermistor scaling and calculated channels.
** Resistance range can be increased with the use of a parallel resistor.

Monolithic Temperature Sensors

Types supported: LM34 - 60, AD590, 592, TMPxx, LM135, 235, 335

Strain Gauge and Bridge Sensors

Configurations: 1/4, 1/2 & full bridge
Excitation: voltage or current

4-20mA Current Loop

Internal 100 Ω shunt or external shunt resistor

Digital Channels

Digital Input/Outputs

8 bi-directional channels
Input Type: 8 logic level (max 20/30V)
Output Type: 4 with open drain FET(max: 30V, 100mA), 4 with logic output.

Relay Output

1 latching relay, contacts (max: 30Vdc, 1A)

Counter Channels

Low Speed Counters

8 counters shared with digital inputs.

Low speed counters do not function in sleep mode.

Size: 32 bit Max Count rate: 10 Hz

Dedicated Counter Inputs

4 high speed or 2 phase encoder (quadrature) inputs

Size: 32 bit Max Count rate: 100 kHz

Input type: 2 logic level inputs (max \pm 30V), 2 sensitive inputs (10mV) for magnetic pick-ups (max \pm 10V)

Serial Channels

SDI-12

4 SDI-12 inputs, shared with digital channels. Each input can support multiple SDI-12 sensors.

Generic Serial Sensor

Flexible options to allow data to be logged from a wide range of smart sensors and data streams.

Available ports: Serial Sensor Port (RS232, RS422, RS485) or Host RS232 Port*

Baud rate: 300 to 115,200

* If used as a Serial Sensor channel then the Host Port is not available for other communications.

Calculated Channels

Combine values from analog, digital and serial sensors using expressions involving variables and functions.
Functions: An extensive range of Arithmetic, Trigonometric, Relational, Logical and Statistical functions are available.

Alarms

Condition: high, low, within range and outside range
Delay: optional time period for alarm response
Actions: set digital outputs, transmit message, execute any dataTaker command.

Scheduling of Data Acquisition

Number of schedules: 11
Schedule rates: 10ms to days

Data Storage

Internal Store

Capacity: 128MB = approx 10,000,000 data points
Larger storage available refer to technical support.

Removable USB store device (optional accessory)

Types: compatible with USB 1.1 or USB 2.0 drives, e.g. Flash drive.
Capacity: approx. 90,000 data points per megabyte.

Communication Interfaces

Ethernet Port

Interface: 10BaseT (10Mbps)
Protocol: TCP/IP, Modbus (Master & Slave)

USB Port

Interface: USB 1.1 (virtual COM port)
Protocol: ASCII command

Host RS232 Port

Speed: 300 to 115,200 baud (57,600 default)
Flow Control: Hardware (RTS/CTS),

Software (XON/XOFF), None

Handshake lines: DCD, DSR, DTR, RTS, CTS

Modem support: auto-answer and dial out

Protocols: ASCII Command, TCP/IP (PPP),

Modbus (Master & Slave), Serial Sensor

Serial Sensor Port

Interface: RS232, RS422m, RS485

Speed: 300 to 57,600 baud

Flow Control: Hardware (RTS/CTS),

Software (XON/XOFF), None

Protocols: Modbus (Master & Slave), Serial Sensor

Network (TCP/IP) Services

Uses Ethernet and/or Host RS232 (PPP) ports

Command Interface

Access the ASCII command interface of the DT80 via TCP/IP

Web Server

Access current data and status from any web browser.
Custom pages can be defined. Download data in CSV format. Command interface window. Define mimic displays.

Modbus Server (slave)

Access current data and status from any Modbus client (e.g. SCADA system)

Modbus Client (master)

Read/write data from modbus sensors and devices including PLC's, dataTaker loggers, modbus displays etc.

FTP Server

Access logged data from any FTP client or web browser

FTP Client

Automatically upload logged data direct to an FTP server

System

Display and Keypad

Type: LCD, 2 line by 16 characters, backlight.
Display Functions: channel data, alarms, system status.
Keypad: 6 keys for scrolling and function execution.
Status LEDs: 4 for sample, disk, attention and power.

Firmware Upgrade

Via: RS232, Ethernet, USB or USB disk.

Real Time Clock

Normal resolution: 200 μ s
Accuracy: \pm 1 min/year (0°C to 40°C),
 \pm 4 min/year (-40°C to 70°C)

Power Supply

External voltage range: 10 to 30Vdc
Internal battery: 6Vdc 1.2Ahr lead acid
Peak Power: 12W (12Vdc 1A)

Average power Consumption

Using 12Vdc external power source

Sampling Speed	Average Power
1 second	1350 mW
5 second	500 mW
30 second	135 mW
5 minutes	70 mW
1 hour	60 mW

Typical Operating Time

From internal 6Vdc, 1.2Ahr battery

Sampling Speed	Operating Time
1 second	6.5 hours
5 second	1 day
1 minute	10 days
1 hour	3.5 months

Physical and Environment

Construction: Powder coated zinc and anodized aluminum.
Dimensions: 180 x 137 x 65mm
Weight: 1.5kg (4kg shipping)
Temperature range: -45°C to 70°C*
Humidity: 85% RH, non-condensing

*reduced battery life and LCD operation outside range -15°C to 50°C

Accessories Included

Resource CD: includes software, video training and user manual.

Comms cable: USB cable

Line adaptor: 110/240Vac to 15Vdc, 800mA

For full technical specifications download the user's manual from our website www.dataTaker.com.

Your local distributor

TR instruments

Tel.: +420 541 633 670
Fax: +420 541 212 413
Křižkova 70, 612 00 Brno

tri@tr-instruments.cz

1S-0989-F1

AHLBORN měřicí a regulační technika s.r.o.

Dvorecká 359/4, 147 00 Praha 4

tel: 261 21 89 07, fax: 261 21 07 44, mobil: 603 432 916

e-mail: ahlborn@ahlborn.cz <http://www.ahlborn.cz>



MĚŘICÍ ÚSTŘEDNA ALMEMO 5690-2M

Měřicí ústředna typ ALMEMO 5690-2M zaujme především velkoplošným grafickým displejem, komfortním ovládáním, velkou kapacitou paměti, rychlostí měření a malými rozměry při značném počtu měřicích vstupů. Možnost vlastní linearizace měřicího rozsahu a vícebodové kalibrace.



Grafický podsvětlený displej s rozlišením 128 x 128 bodů umožňuje zobrazit měřené hodnoty jednotlivě, po skupinách a v přehledu až 20 měřicích kanálů, dále formou liniového grafu a sloupcových diagramů.

K programování ústředny a snímačů slouží přehledné menu zobrazené na displeji, ve kterém je možno listovat a volit jednotlivé funkce a jejich parametry jednoduše ovládacími prvky nebo softwarem AMR-Control.

Měřené hodnoty jsou ukládány na MMC kartu s kapacitou min.32 MB (6,4 mil. hodnot) ve standardním formátu FAT16. Součástí dodávky je čtečka MMC-karet.



Použití A/D převodníku Delta-Sigma s rozlišením 24 bitů zaručuje vysokou přesnost měření při rychlosti 2,5 až 100 měření za sekundu.

Měřicí ústředna ALMEMO 5690-2M představuje modulární systém, jehož konfiguraci je možno zvolit podle přání uživatele. Při úplném osazení vstupními kartami lze připojit 99 snímačů a využít 100 měřicích kanálů s volbou až 70 měřicích rozsahů. Připojení na PC (optickým) kabelem, modemem, pomocí sady Bluetooth nebo rádiově umožňuje přenos dat i pomocí ethernetu a internetu.

Technická data:

displej:	grafický 128 x 128 bodů, podsvětlený, 16 řádek, 21 znaků
volba funkcí:	9 tlačítek (4 + kurzorový blok), 9 LED-kontrolky
paměť:	MMC-karta 32 MB s USB-čtečkou (opce EEPROM 512 kB)
hodiny a datum:	zálohované lithiovou baterií

Napájení:

síťový adapter ZB1212NA3, 90-250V / 12 V DC, 2A (součást dodávky)
galv.oddělený DC-kabel ZB3090-UK2, 10...30V, 12 V DC, 1,25A
akupack, 8 NiMH akumulátorů 9...11V, 1600mAh - opce

01/2009

**Master-karta:****9 ALMEMO-vstupů galv.oddělených (50V)**

9 primárních kanálů, 27 dodatečných kanálů pro dvojité čidla a funkční kanály, 4 interní kanály
A/D převodník: delta-sigma 24 bit, 2,5, 10, 50 měření za sekundu

napájení čidel: síť: 12V/400mA, aku: 9..11V/200mA

výstupy A1, A2 pro PC, alarm, zapisovač apod.

Přepínací karty:

ES5690-UA10: 10 ALMEMO-zásuvek, galvanicky oddělené, 10 - 40 kanálů, napájení čidel

šířka: 2 moduly

ES5690-UMU: 10 galv.oddělených vstupů pro 10místný MU-konektor, 10 - 40 kanálů (nelze dvojité a frekvenční čidla, mA, bez napájení)

šířka: 1 modul

ES5690-UTH: 10 galv.oddělených vstupů pro všechny termočlánky s miniaturním plochým konektorem, 10-40 kanálů, šířka 1 + 1 modul

ES5690-UKS: 10 galv.oddělených vstupů, připojení na svorky, 10 - 40 kanálů, bez napájení, pro Pt100, Ni100, NTC, Ohm, 2,6V, 260mV, 55mV, 26mV, šířka: 1 modul

OA5690-UKSU: vstupy s děličem 100:1 pro 10 V

OA5690-UKSI: vstupy s bočником pro rozsahy 20mA

Přístrojové skříně:

TG 32 TE 19"-stolní 32TE: š 179 x v 158 x hl.232 mm, 6 volných modulů

TG 84 TE 19"-stolní 84TE: š 444 x v 158 x hl.232 mm, 19 volných modulů

BT 84TE 19"-vestavná 84TE: š 483 x v 132 x hl.273 mm, 19 volných modulů

01/2009

