„Badanie rozdziału powietrza w pomieszczeniu biurowym z wykorzystaniem prototypowych nawiewników tekstylnych”

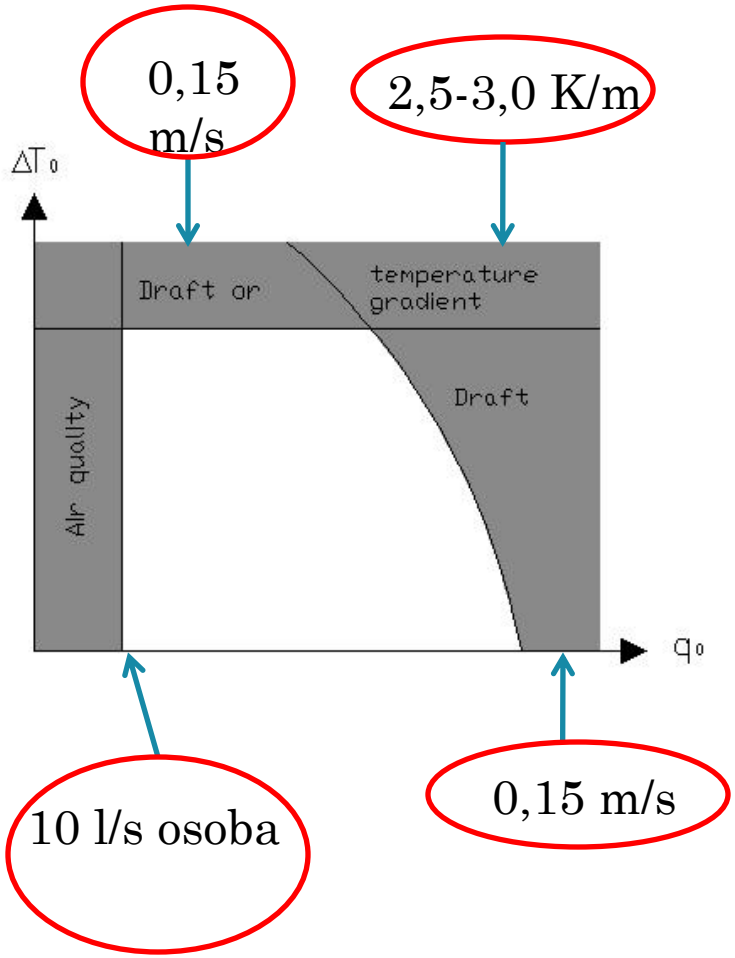
Michał Pomianowski
Katarzyna Trąmpczyńka
Professor Peter V. Nielsen
PHD Rasmus L. Jensen

Warunki projektowe dla pomieszczeń biurowych

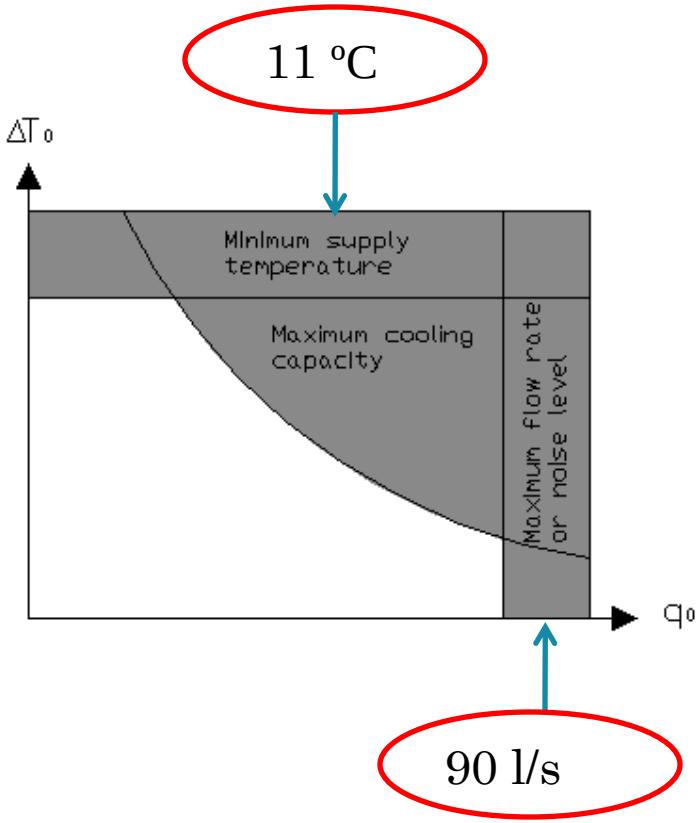
	Unit	Existing conditions	CR 1752 guidelines		
			A	B	C
Activity	met	1.2	1.2		
Occupancy	person/m^2	0.15	0.1		
Operative temperature (heating season)	^{0}C	23	22±1	22±2	22±3
Operative temperature (cooling season)	^{0}C	23	24.5±1	24.5±1.5	24.5±2.5
Mean air velocity (heating season)	m/s	0.21	0.15	0.18	0.21
Mean air velocity (cooling season)	m/s	0.21	0.18	0.22	0.25
Ventilation rate	l/s x m^2	1.5 – 6.5	2	1.4	0.8

Wykres projektowy

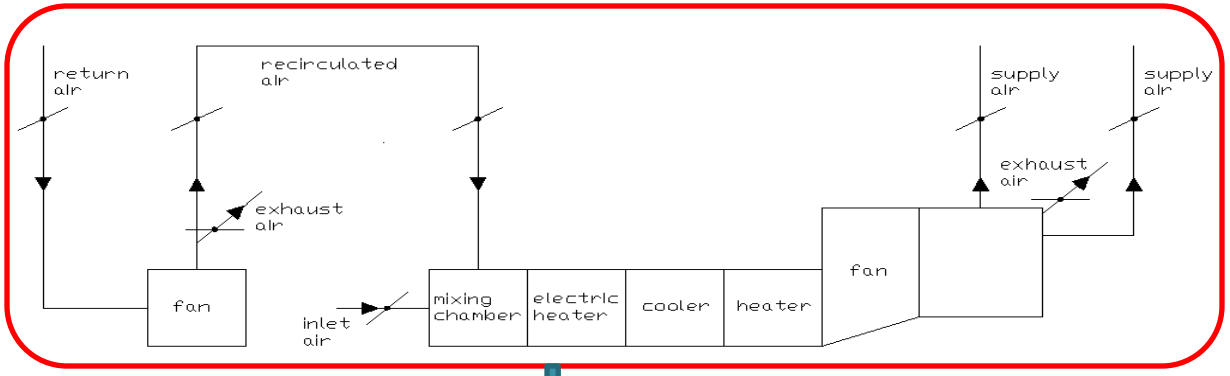
Ograniczenia projektowe

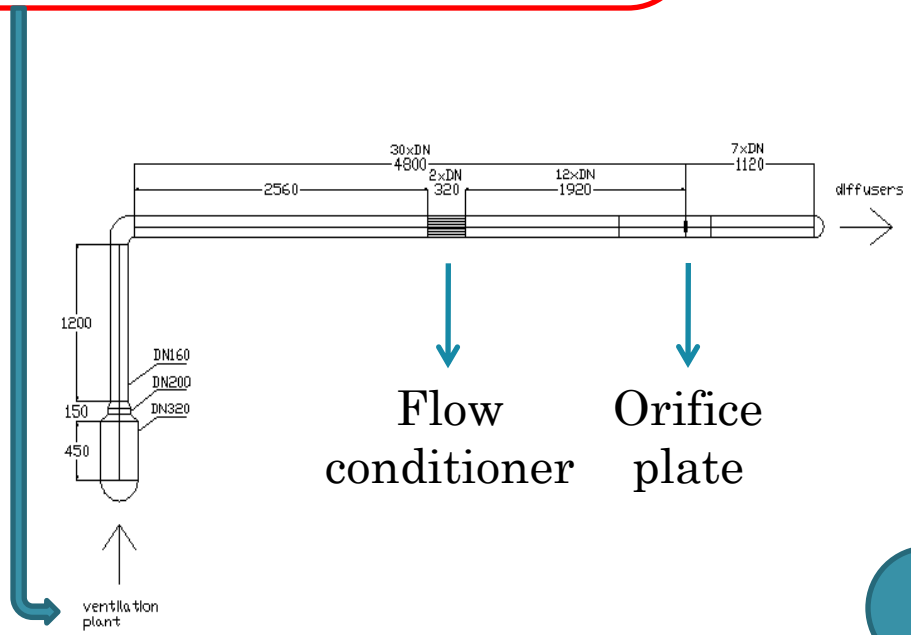


Ograniczenia dla konkretenego systemu wentylacyjnego



System wentylacyjny





Flow conditioner

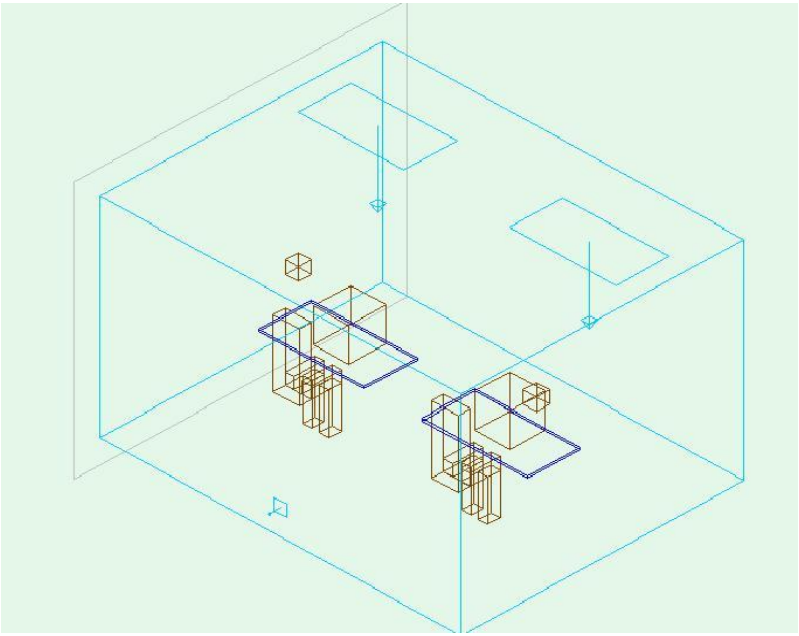
Orifice plate

- System wentylacyjny zgodny z normą DS/EN ISO 5167-2.

Badane nawiewniki

- Nawiewniki tekstylne o wymiarach 600x1200mm.
- Nawiewniki zostały wykonane z dwóch rodzajów materiałów. Strona przez, która odbywa się nawiew jest przepuszczalna dla powietrza. Druga strona nawiewnika, która jest zwrócona do przestrzeni sufitu podwieszonego została wykonana z PVC i nie przepuszcza powietrza.
- Jak widać na załączonej fotografii nawiewnik jest prawie niewidoczny i bardzo dobrze imituje panel podwieszonego sufitu.

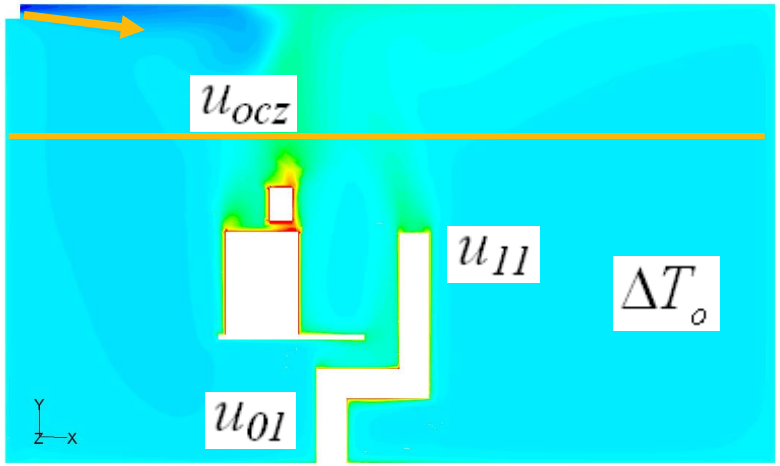
Pomieszczenie laboratoryjne



- Długość: 4.2 m
- Szerokość: 3.6 m
- Wysokość: 2.5 m

Całkowite zyski ciepła wynoszą 480 W.

Projektowanie rozdziału powietrza



-Z uwzględnieniem maksymalnej prędkości powietrza przy wchodzeniu do strefy przebywania ludzi

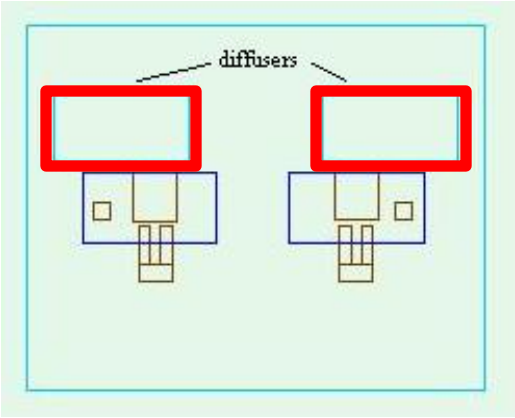
- Z uwzględnieniem maksymalnej prędkości na wysokości kostek

-Z uwzględnieniem maksymalnej prędkości na wysokości szyi

- Z uwzględnieniem maksymalnego gradientu temperatury

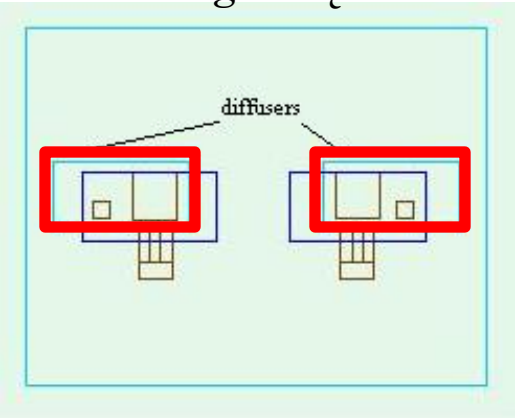
Położenie nawiewników

1-szy rząd

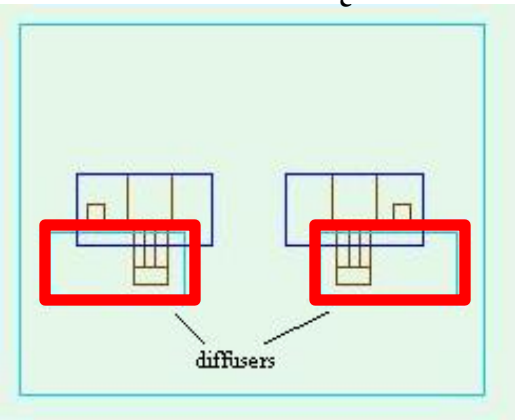


Aby sprawdzić czy otrzymane wyniki nie zależą od wymiarów pomieszczenia a także położenia nawiewników wsuficie, pomiary zostały wykonane dla trzech zaprezentowanych ustawień.

2-gi rząd



3-ci rząd



Gradient temperatury

Aby uzyskać bezwymiarowy profil temperatury w pomieszczeniu, wyniki zostały przedstawione za pomocą temperatury bezwymiarowej. Temperatura bezwymiarowa została obliczona za pomocą poniższego wzoru.

$$T^* = \frac{T - T_S}{T_R - T_S}$$

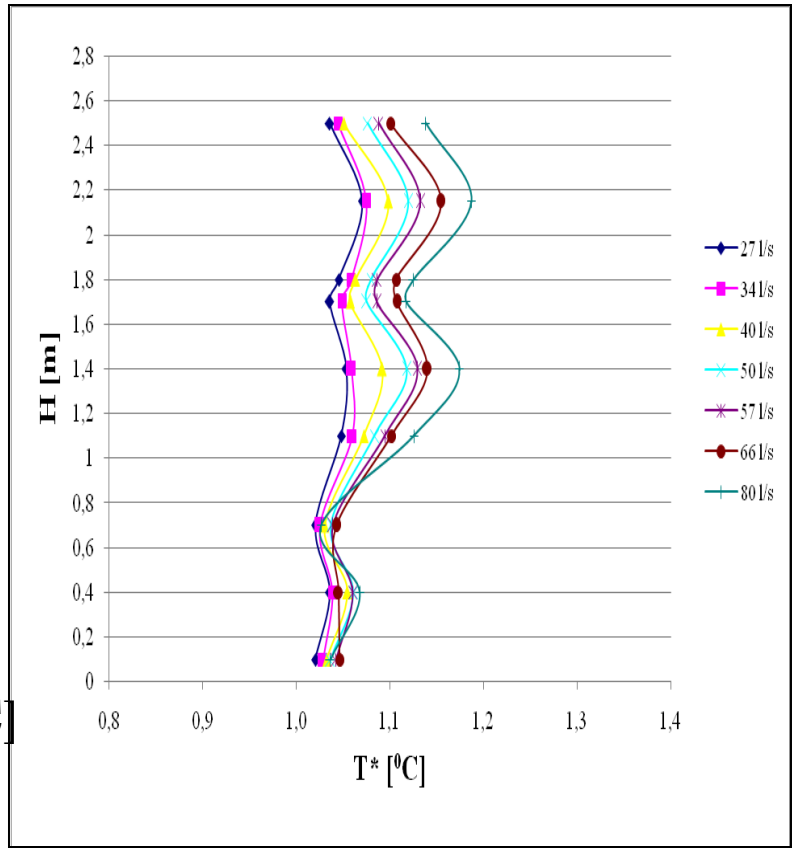
gdzie:

T^* - bezwymiarowa temperatura [^{0}C]

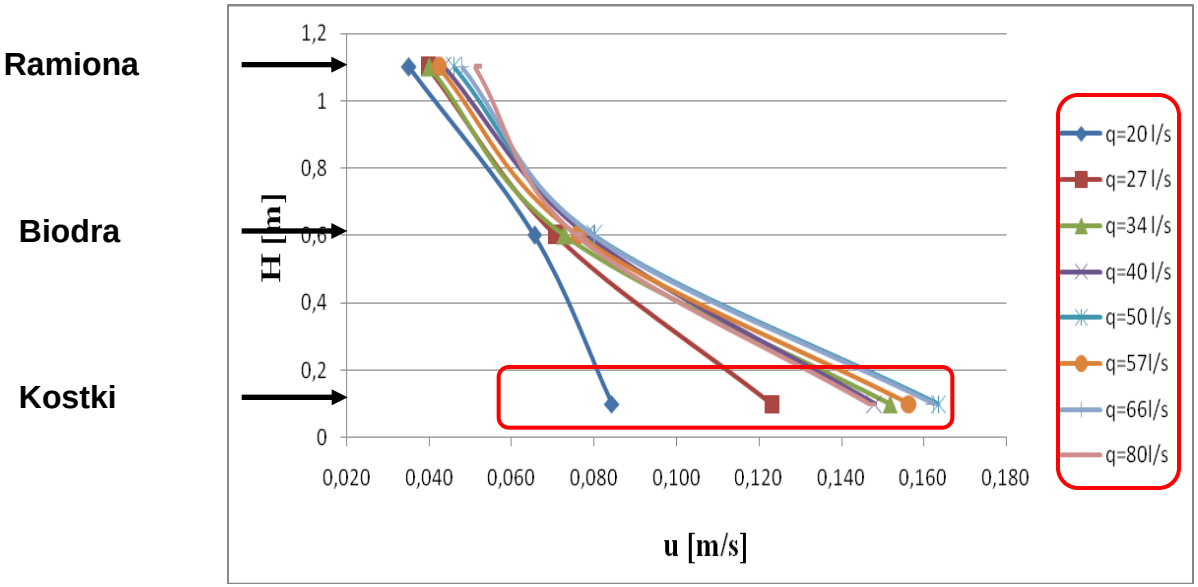
T – temperatura pomierzona[^{0}C]

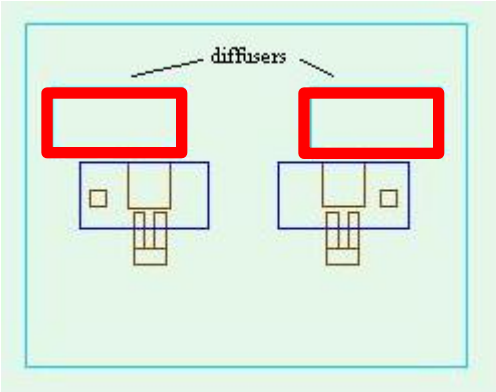
T_S – temperatura nawiewu[^{0}C]

T_R – temperatura wywiewu [^{0}C]



Pionowy profil prędkości

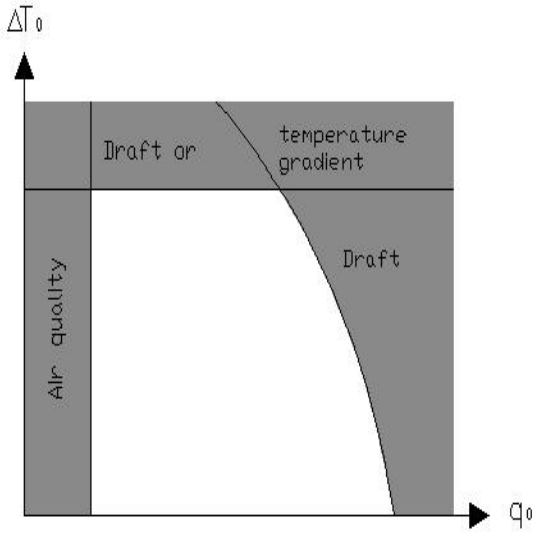




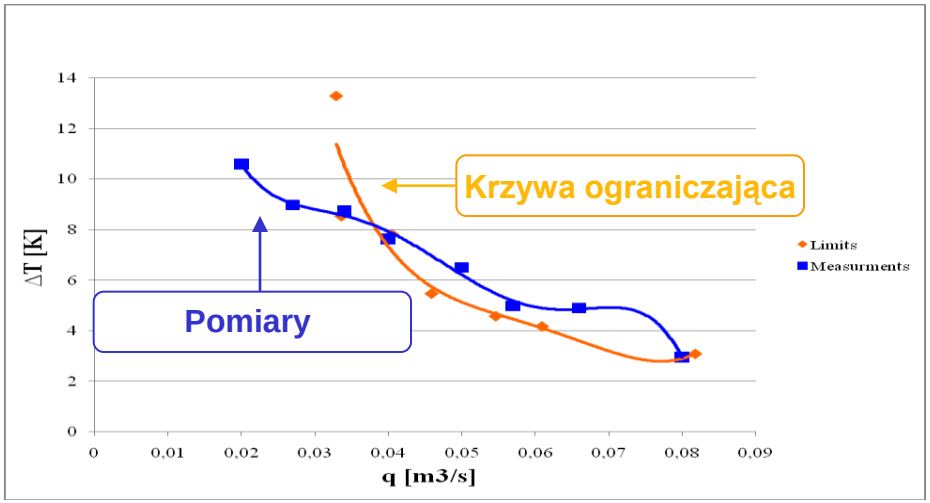
- Najwyższa prędkość występuje na wysokości kostek i zależy od ilości nawiewanego powietrza.
- Prędkość na wysokości ramion i bioder jest niska i nie zależy od ilości nawiewanego powietrza.
- Dla większości pomiarów prędkości są mniejsze niż 0,15 m/s i tylko dla ilości powietrza nawiewanego większego niż 27 l/s przekraczają tę prędkość.

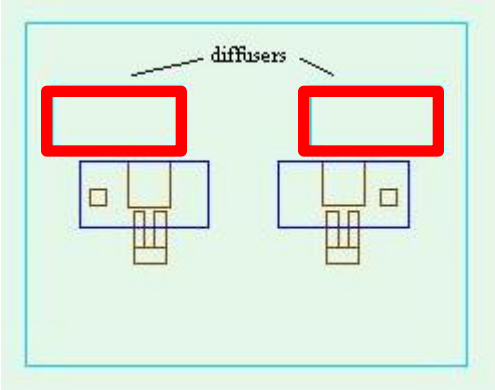
Wykres projektowy

- Celem doświadczenia było wyznaczenie obszaru projektowego skutkującego niskim odczuciem przeciągu oraz niskim gradientem temperatury.
- Wyniki z pomiarów wykazały, że dla badanego nawiewnika gradient temperatury jest niski i nie stanowi problemu. Maksymalna dopuszczalna prędkość została przyjęta na poziomie **0,15 m/s** (budynek kategorii A).
- Obszar projektowy dla każdego z trzech badanych ustawień nawiewników został wyznaczony przez krzywe ograniczające.
- Krzywe ograniczające zostały wyznaczone, zakładając że, strumień powietrza jest całkowicie turbulentny i zależy od liczby Archimedesa.



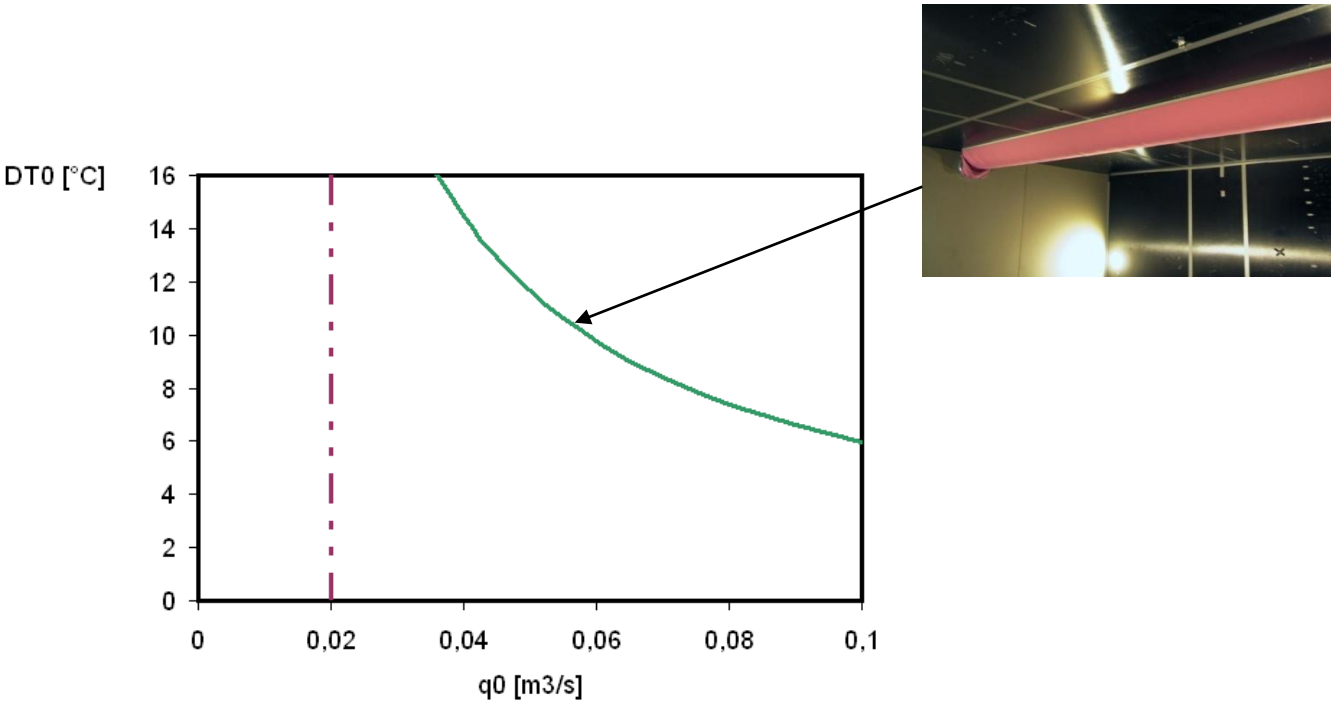
Wykres projektowy





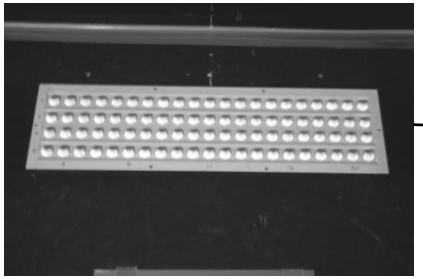
- Powierzchnia na wykresie poniżej krzywej ograniczającej jest obszarem w którym, występują niskie prędkości.
- Dla większości badanych przepływów powietrza, najwyższa dopuszczalna prędkość 0.15 m/s została przekroczona.
- Dla niskich przepływów powietrza można stwierdzić brak odczuwania przeciągu.

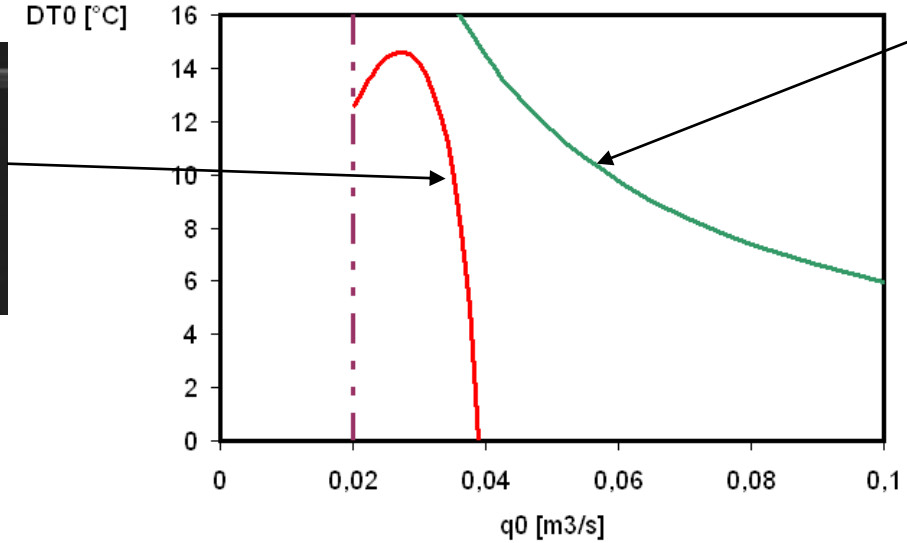
Design Chart

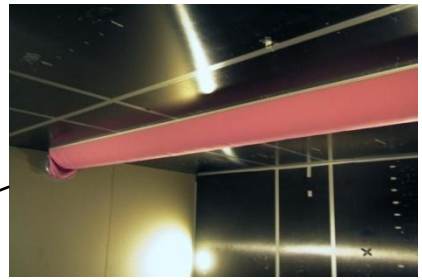


@civ
il.au

Design Chart

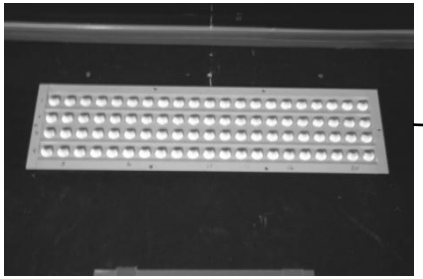


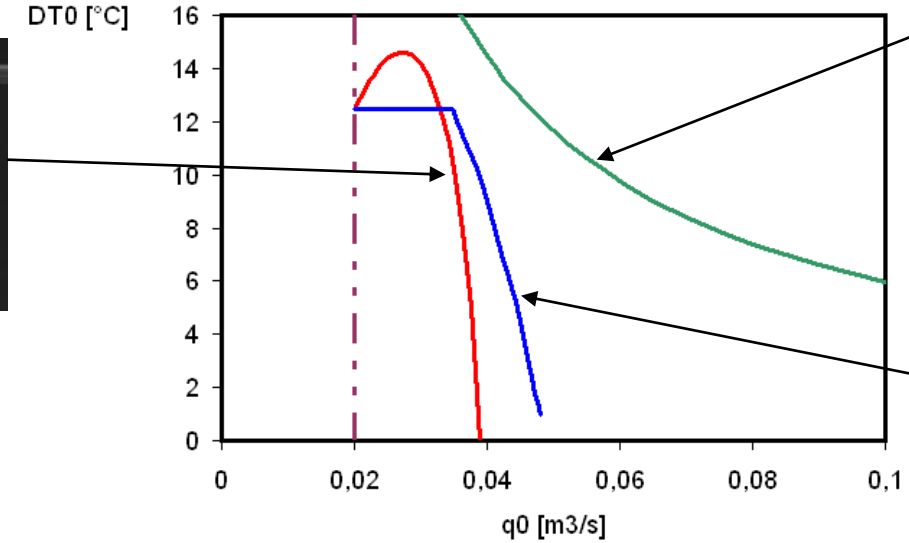


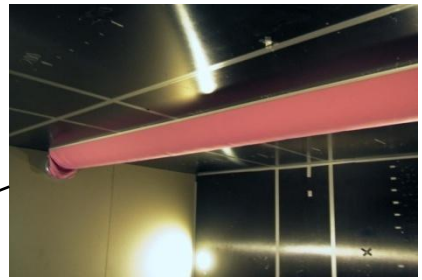


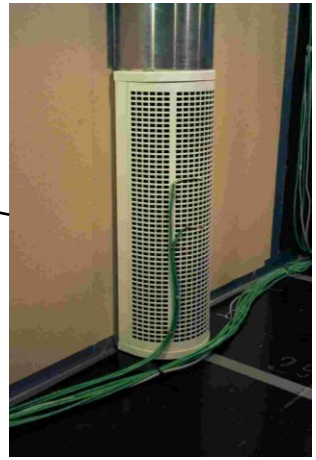
@civil.au

Design Chart



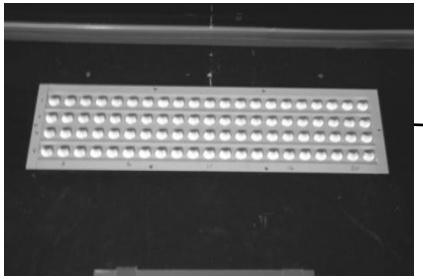


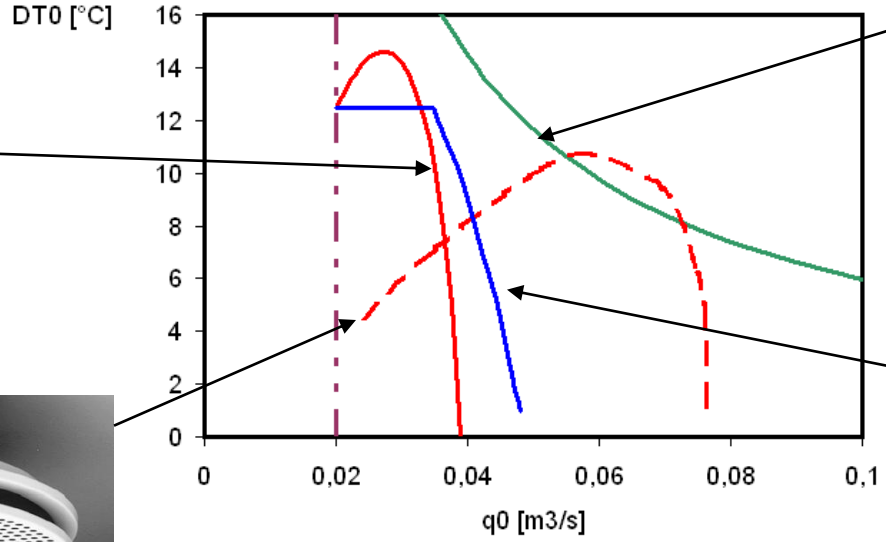


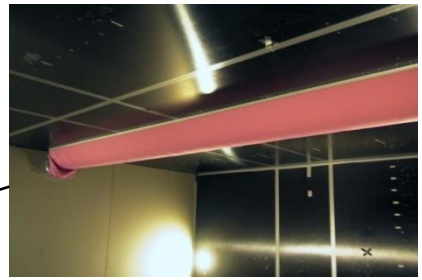


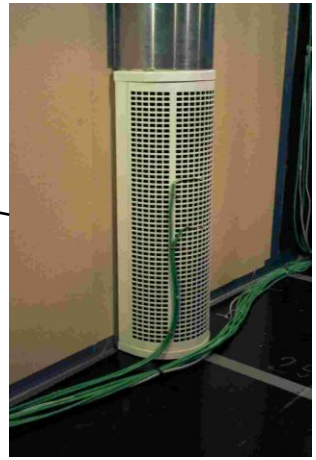
@civ
il.au

Design Chart



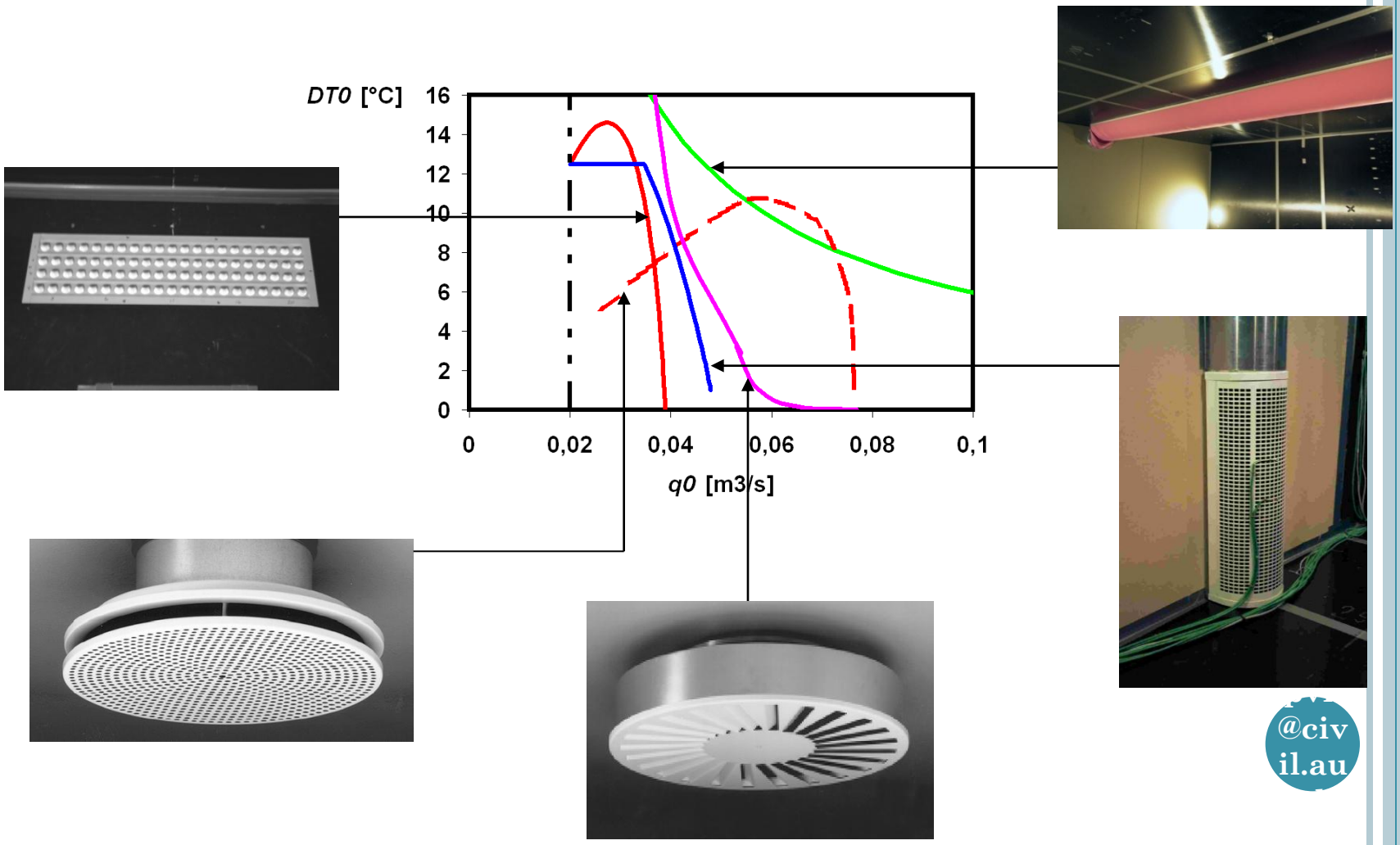






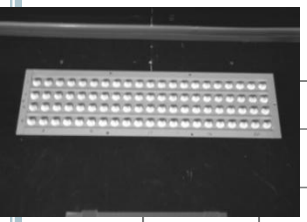
@civ
il.au

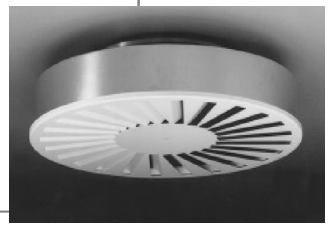
Design Chart

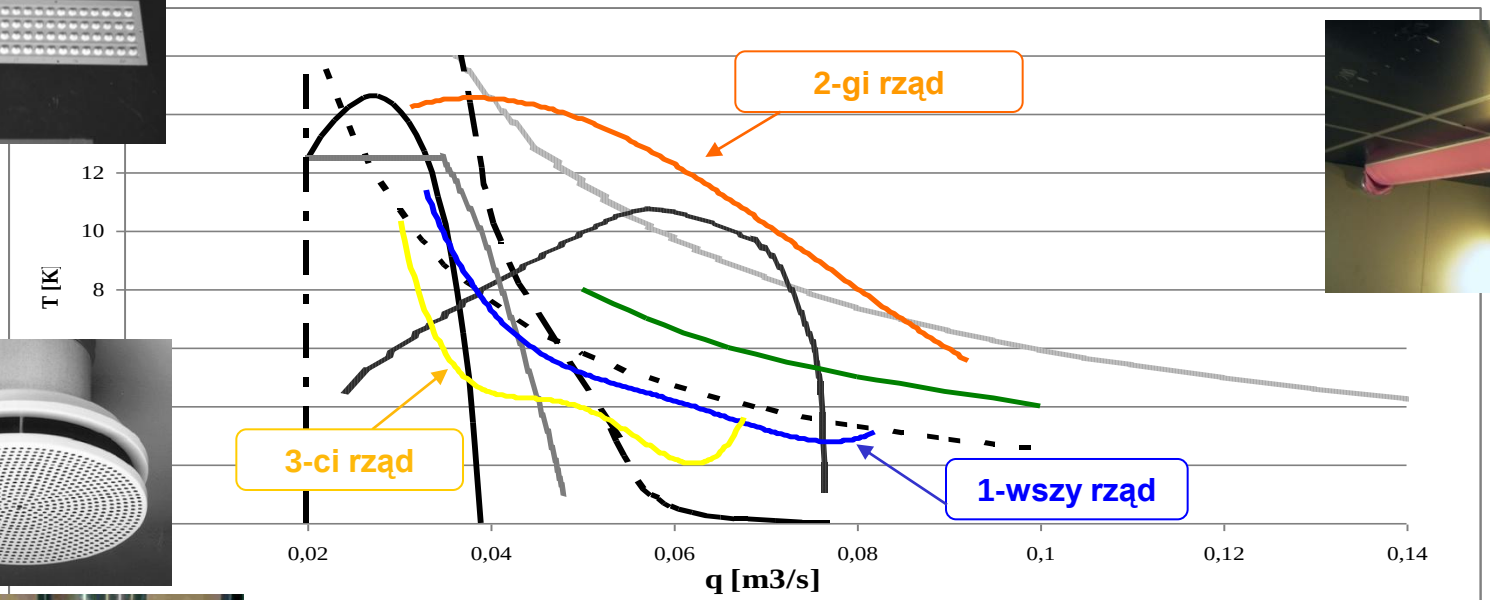


@civil.au

DESIGN CHART – PORÓWNANIE RÓŻNYCH SYSTEMÓW NAWIEWNYCH

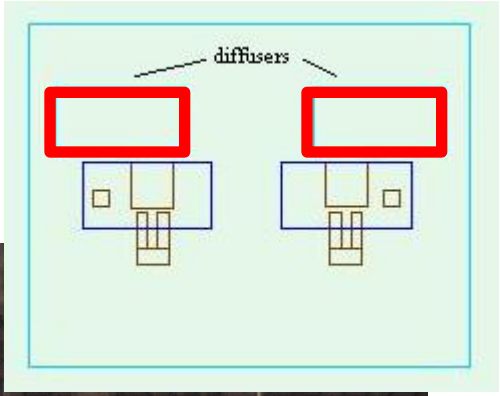


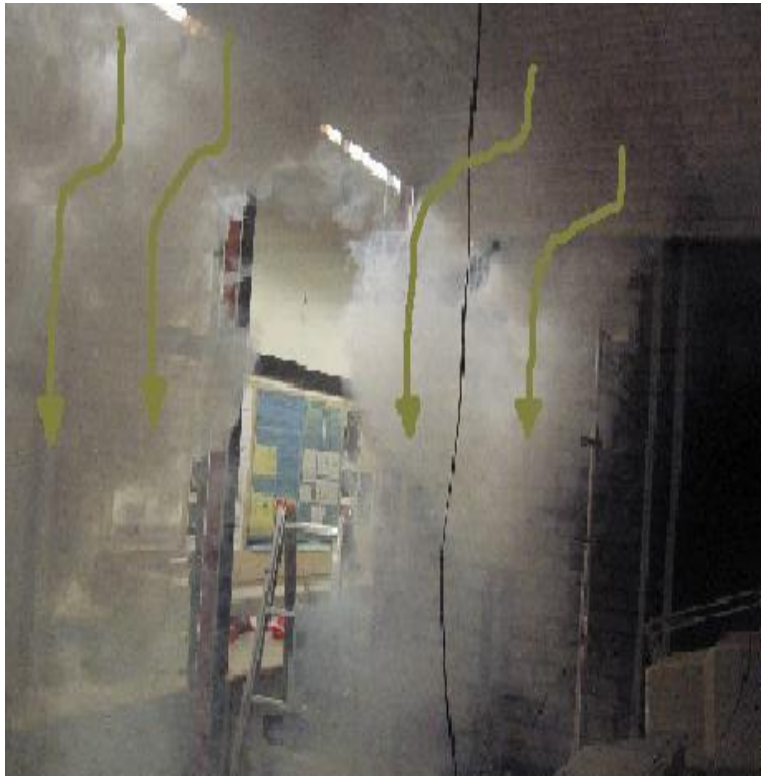


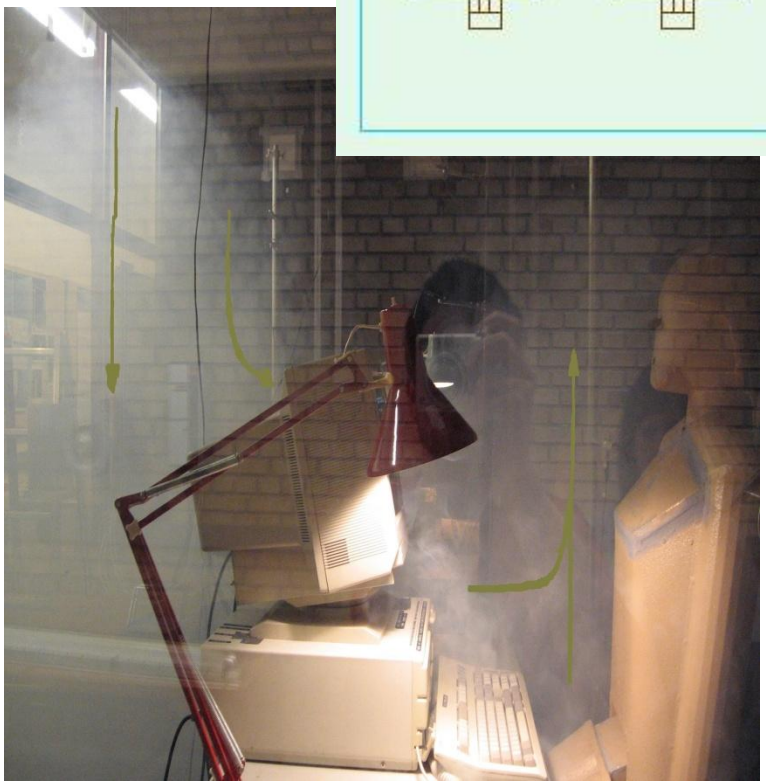


- ZYSKI CIEPŁA 480W
- IDENTYCZNE WYMIARY POMIASZCZENIA
- IDENTYCZNE UMEBLOWANIE

Test z użyciem dymu



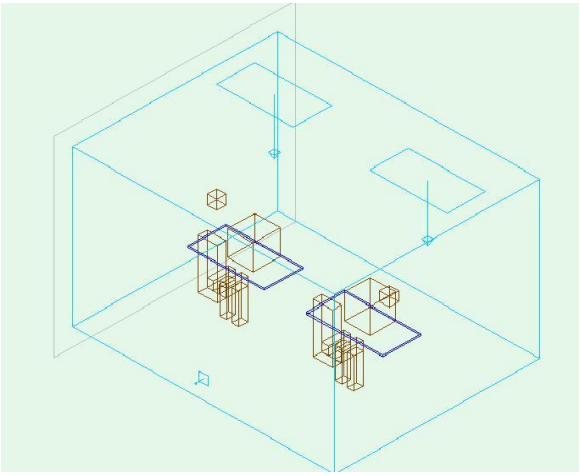


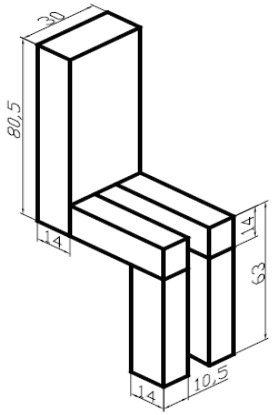


Przepływ27 [l/s]

Przepływ 80 [l/s]

CFD – MODEL





Urządzenia:

- Dwa manekiny
- Dwa komputery
- Dwie lampy

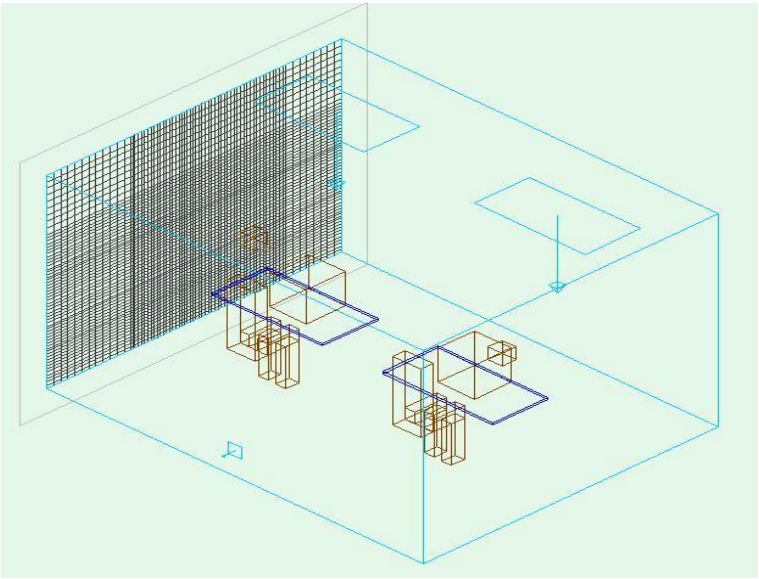
Heat Source		Number	Heat load
Manikin	Calf	4	14
	Thigh	4	13.3
	Torso	2	42.5
Lamp		2	60
Computer		2	110
Total			240

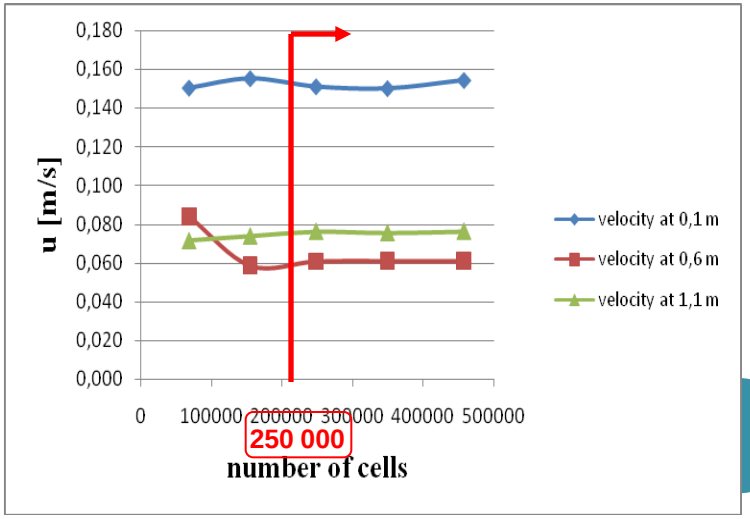
Zyski ciepła zredukowano do 50%.

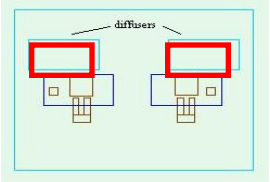
CFD

Główne dane:

- symulacja dla warunków ustalonych
- Turbulentny strumień powietrza
- k- ε model (dla otwartych przestrzeni oraz przepływów przy przegrodach)
- Minimalne i maksymalne wymiary siatki to odpowiednio 8 i 80 mm
- Całkowita liczba komórek 460 000



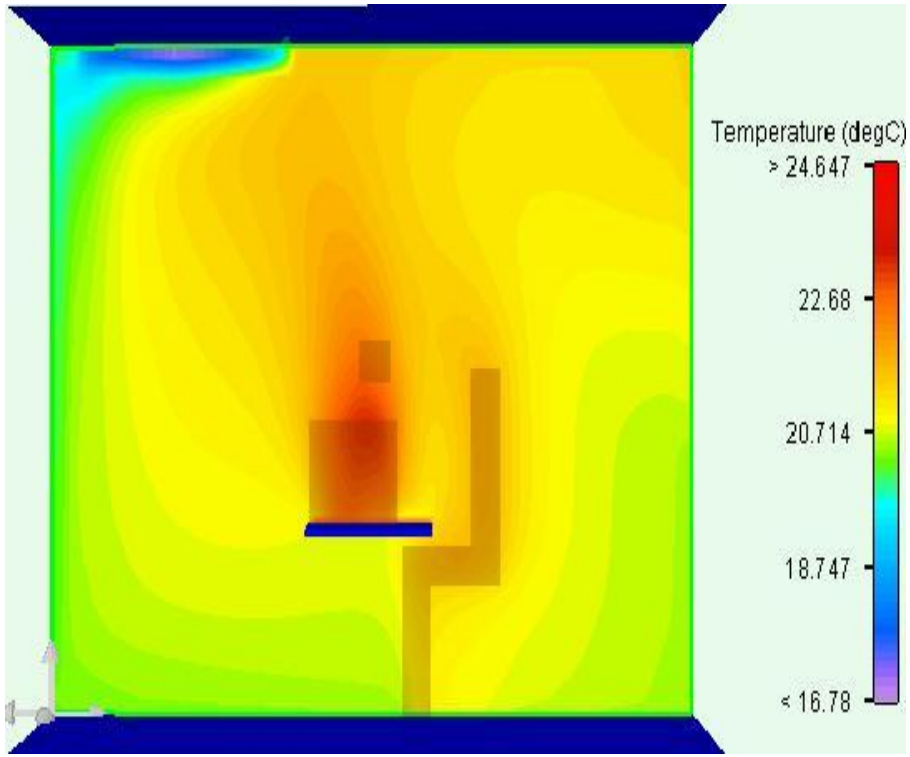




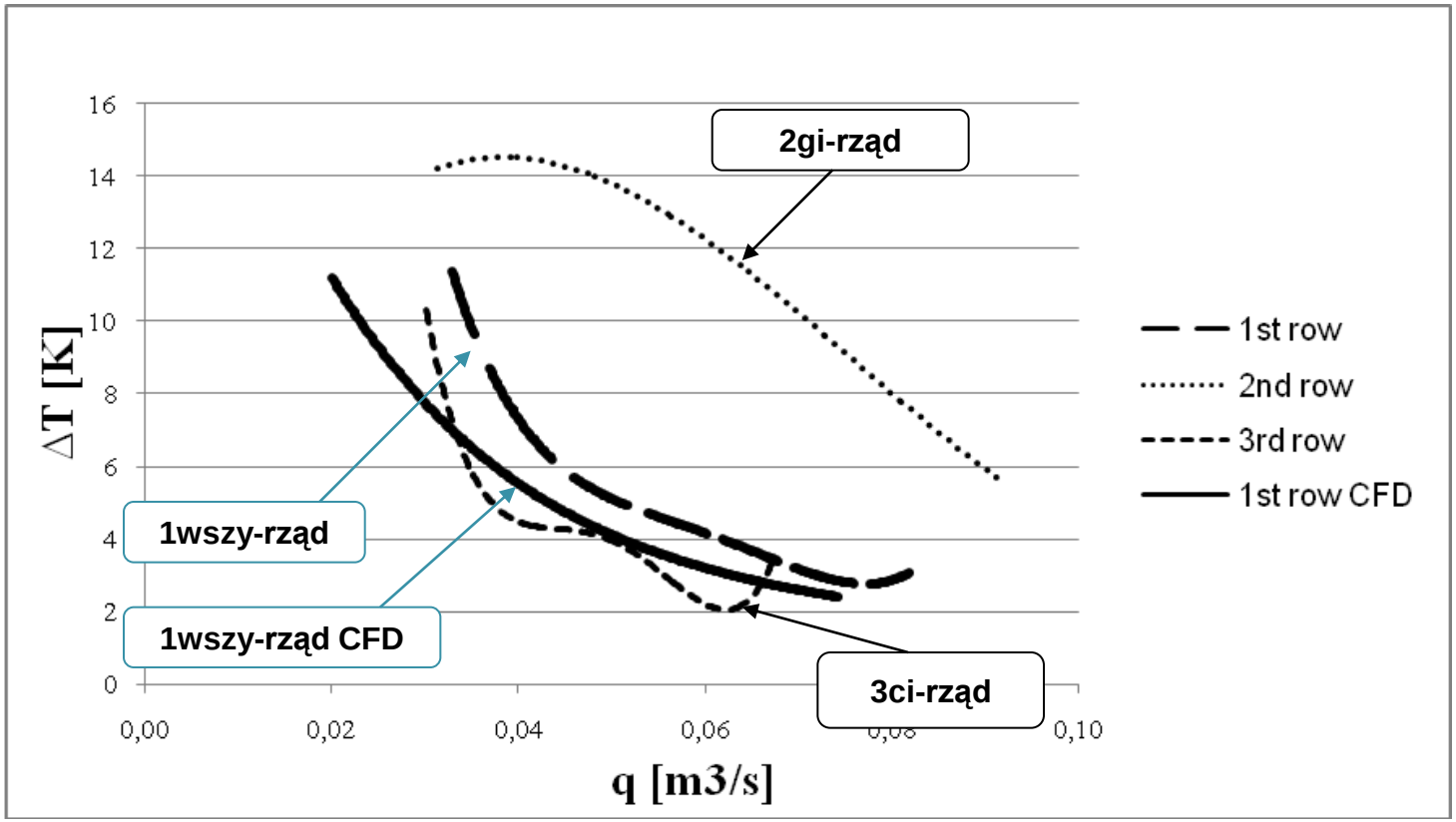
CFD – TEMPERATURA

SINGLE OFFICE

- Powietrze nawiewane ”przykleja się” do frontowej sciany.
- Dla badanego ustawienia ciepło od kopmutera oraz manekina ma decydujacy wpływ na rozdział powietrza w pomieszczeniu



DESIGN CHART – PORÓWNANIE WYNIKÓW



WNIOSKI

- Rozdział powietrza w pomiaszczeniu laboratoryjnym zależy od lokalizacji nawiewników w suficie oraz wymiarów pomiaszczenia.
- Ograniczeniem dla stosowania badanych nawiewników jest prędkość na wysokości kostek.
- Gradient temperatury jest znacznie poniżej wymagań stawianych w normie CR 1752.
- Porównując wyniki dla testowanych nawiewników tekstylnych z innymi testowanymi nawiewnikami, otrzymane rezultaty nie były ani lepsze ani gorsze.
- Nawiewniki tekstylne nie wykazują ograniczeń odnośnie róznicy temperatury ΔT oraz ilości nawiawanego powietrza q_0.
- Wyniki otrzymane z symulacji CFD powinny być traktowane wyłącznie jako wyniki pomocnicze.

Dziękuję za uwagę☺