

Ventilation af sengestuer på et hospital

Nielsen, Peter Vilhelm

Published in:
VENTInet

Publication date:
2005

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Nielsen, P. V. (2005). Ventilation af sengestuer på et hospital. *VENTInet*, (14), 1-2.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Nyhedsbrev

Leder

Dette Nyhedsbrev er det andet, som sætter fokus på den forskning, der er i gang i Klimagruppen. I foråret omtalte vi årets afgangsprojekter, og de blev præsenteret af de studerende, der gennemførte projekterne. I denne omgang vil det overvejende være andre opgaver, der bliver gennemgået. Opgaver som fx ph.d.-projekter, EU-programmer samt diverse korte opgaver.

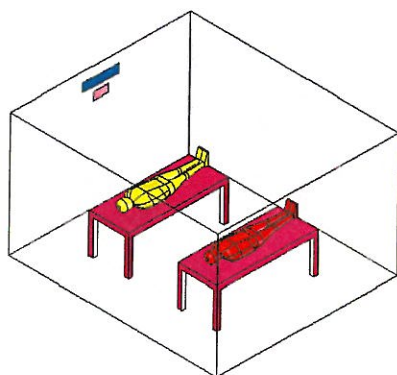
I næste nummer af Ventinet Nyhedsbrev er det igen årets afgangsprojekter, som præsenteres. Vi vil på denne måde holde Ventinets medlemmer løbende orienteret om de projekter, vi i øjeblikket arbejder med.

Peter V. Nielsen

Ventilation af sengestuer på et hospital

Af Peter V. Nielsen

Spredning af SARS på sygehusene i Kina og Singapore under den sidste SARS epidemi har sat fokus på de luftfordelingssystemer, der anvendes på sengestuer. Det er især et spørgsmål om, hvordan de forskellige systemer kan mindske krydsinfektion imellem personer og beskytte personalet imod luftbåren smitte. Klimagruppen deltager sammen med The University of Hong Kong i et projekt, der omhandler forsøg med disse luftfordelingssystemer. Der udføres forsøg med krydsinfektion imellem to patienter ved hjælp af sporgas, se figur 1.



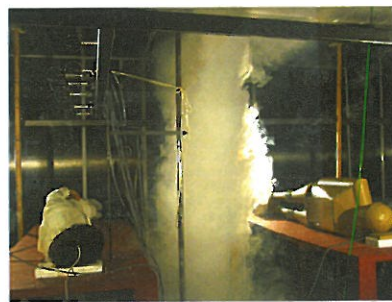
Figur 1. To mannequiner i fuldskalaforsøg.

Krydsinfektion simuleres ved at tilføre sporgas i udåndingen fra den ene mannequin.

Der udføres forsøg med følgende systemer: Opblandingsventilation, fortrængningsventilation, poseindblæsning og lodret indblæsning fra fordelte armaturer. Figur 2 viser forsøg med lodret indblæsning fra posearmaturer og med lodret indblæsning fra henholdsvis en, to og tre armaturer.



Poseindblæsning



Et armatur



To armaturer



Tre armaturer

Figur 2. Røgforsøg med forskellige indblæsningsarmaturer.
I alle tilfældene er der tale om en nedadrettet luftbevægelse.

Forsøgene viser, at luftfordelingsprincippet med en lodret indblæsning ned i patientens åndingszone giver den bedste beskyttelse imod krydsinfektion. Det viste sig også, at fortrængningsventilation kan give både meget fine og meget dårlige resultater. Det skal nævnes, at der opstår en kritisk situation, når en patient ligger på siden, fordi udåndingen bliver låst i den temperaturgradient, der er til stede ved fortrængningsventilation. I denne situation er der fare for, at der kan dannes meget høje koncentrationer omkring den anden patients indåndingszone.

Litteratur

Hua Qian, Peter V. Nielsen, Yuguo Li and Carl E. Hyldgård, Airflow and Contaminant Distribution in Hospital Wards with a Displacement Ventilation System. The 2nd International Conference on Build Environment and Public Health, BEPH 2004, Shenzhen, China.

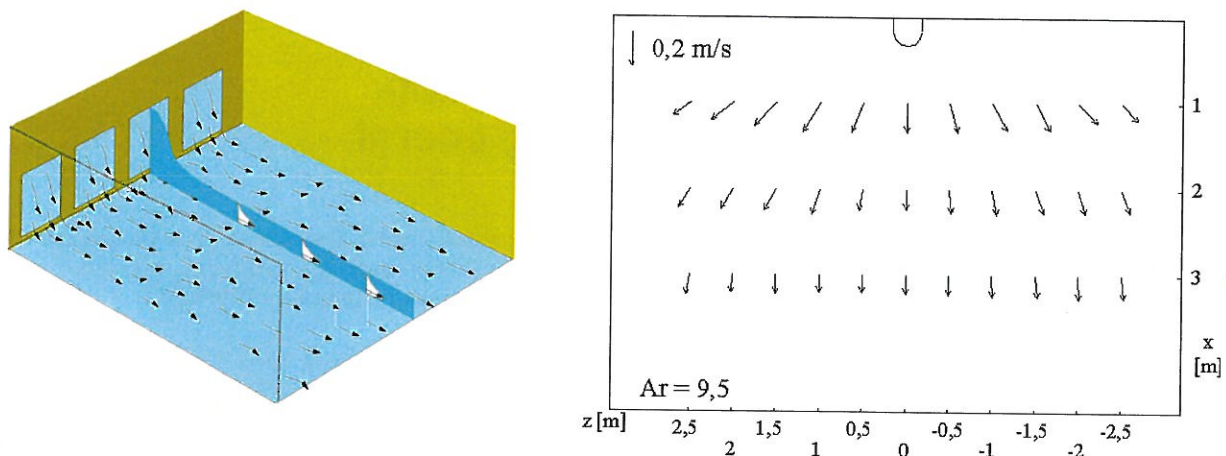
Plan lagdelt strømning i et rum, der ventileres med fortrængningsventilation

Af Peter V. Nielsen

Aalborg Universitet har i en årrække arbejdet med den lagdelte strømning, der opstår i rum dels med fortrængningsventilation, dels med naturlig ventilation.

Strømningen langs gulvet kan opdeles i en radial strømning og en plan strømning. Den radiale strømning er belyst i et tidligere Ventinet notat, som blev bragt i Ventinet Nyhedsbrev nr. 8 (http://nvc.aau.dk/netvaerk/VBN/Netvaerkscentret/Ventinet/vbn:Nyheder/Nyhedsbrev_fra_Ventinet_nr._8/).

Den plane strømning opstår i et rum, hvor armaturerne er placeret tæt langs den ene væg i rummet eller i et rum, der er langt i strømningens retning, se figur 1. Det har vist sig, at et armatur med indstillelige dyser under frontpladen også kan give en plan strømning, når dyserne stilles til stor spredning, som det fremgår af de målinger, der er vist i figur 1.

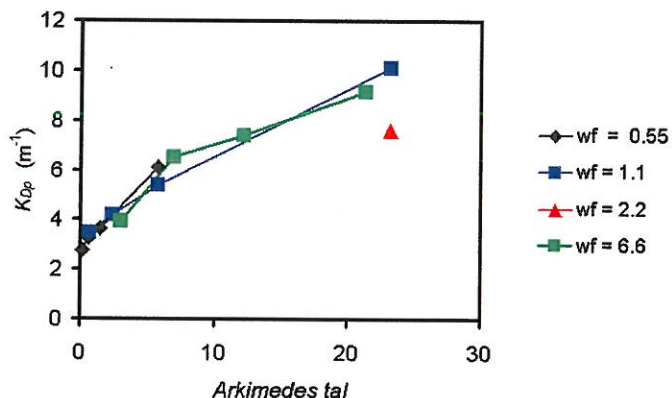


Figur 1. Skitsen til højre viser plan lagdelt strømning fra et antal armaturer. Skitsen til venstre viser plan lagdelt strømning fra et enkelt armatur med en stor initialspredning. Strømningen er set fra oven.

En kold lagdelt strømning har en lille opblanding med den varme luft, der ligger ovenover. Årsagen er, at temperaturforskellen forhindrer lodrette bevægelser i den turbulente blandingsproces. Den stratificerede strømning løber derfor igennem rummet uden at ændre karakter (volumenstrøm, tykkelse og hastighed). Man kan opstille et meget enkelt udtryk for maksimalhastigheden i denne strømning. Den maksimale lufthastighed langs gulvet u_x er proportional med den tilførte volumenstrøm $q_{o,w}$ pr. m bredde af strømningen samt med en variabel, der kaldes K_{Dp}

$$u_x = q_{o,w} K_{Dp}$$

Figur 2 viser en graf over K_{Dp} som funktion af Arkimedes tal, hvor Arkimedes tal udtrykker forholdet imellem temperaturdifferens og volumenstrøm i anden potens. Grafen viser, at stigende temperaturdifferens resulterer i større K_{Dp} og derfor i en højere hastighed. Fysisk svarer det til, at det stratificerede lag bliver tyndere ved større temperaturdifferens, og derfor opnås der en højere hastighed u_x ved den givne volumenstrøm $q_{o,w}$.



Figur 2. K_{Dp} som funktion af Arkimedes tal.

Figur 2 viser også, at K_{Dp} er ret uafhængig af det armatur, der anvendes og den bredde w_f , der anvendes ved de forskellige forsøg. Det ser således ud til, at variationer i den lokale strømning tæt ved armaturene spiller en mindre rolle for den plane strømning.

Litteratur

P. V. Nielsen, J. Nickel and D. J. G. Baron, Plane Stratified Flow in a Room Ventilated by Displacement Ventilation. Submitted for ROOMVENT 2004, Air Distribution in Rooms, 5 – 8 September 2004, Coimbra, Portugal.

Eco-factor – et nyt værktøj til samtidig ”miljøvurdering” af indeklima og energi

Af lektor Henrik Brohus

Aalborg Universitet har i samarbejde med SP (Swedish National Testing and Research Institute) udviklet et nyt værktøj – Eco-factor metoden - til samtidig ”miljøvurdering” af en bygning med hensyn til både indeklima og energi. Arbejdet er foregået i forbindelse med EU-Energie projektet ”IDEEB”.

Eco-factor beregningen baserer sig på brugerinput vedrørende energiforbrug og indeklima (temperaturer, luftmængder, etc.), som brugeren formodes allerede at have fundet under sin normale projektering med eksisterende beregningsmetoder. Eco-factor værktøjet giver en let forståelig fortolkning af betydningen af de givne data indenfor en fast referenceramme. Vurderingen sker i form af en enkel 0 – 100 % skala.

Eco-factor metoden er implementeret i et regneark, som er forholdsvis let at gå til. Tanken er, at brugen af dette værktøj ikke skal kræve ekstra ressourcer af rådgiverne. Vurderingsmetoden er så vidt muligt baseret på eksisterende standarder og fremgangsmåder, som i forvejen er velkendte i industrien.

Baggrund

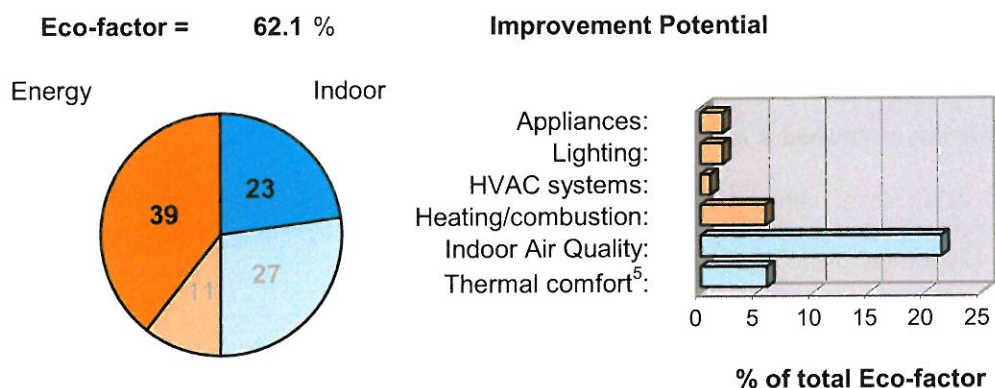
Bygningers energiforbrug skyldes i al væsentlighed ønsket om et kontrolleret indeklima. Et godt indeklima kan således ses som den gevinst, der opnås ved at betale visse omkostninger i form af en belastning af det ydre miljø. Et effektivt system må derfor være et system, som leverer høj komfort (gevinst) ved lav miljøbelastning (pris).

Der er ofte en designmæssig konflikt mellem hensynet til energiforbrug og hensynet til indeklimaet, idet forbedringer af indeklimaet ofte vil medføre et øget energiforbrug. Koordineringen af disse to aspekter er derfor helt afgørende for at få en bygning, som fungerer hensigtsmæssigt i miljømæssig henseende. Samtidig må valget af energikilde også være afgørende. Hvis et energiforbrug kan dækkes af en lokal, vedvarende ressource, har det i sagens natur ikke så store miljømæssige konsekvenser, som brugen af fossile brændsler.

Eco-factor metoden

Målet med Eco-factor metoden er at kende den samlede ”kvalitet” af et design. ”Kvaliteten” vises som point i de to kategorier Indeklima og Energi. Den samlede score falder mellem 0 % og 100 %, hvor 100 % er (teoretisk) ”bedst muligt”. Der anvendes en 50/50 vægtning, således at man kan score maksimalt 50 % i hver af de to kategorier.

I forbindelse med design er det ligeledes væsentligt at vide, hvilke dele af en bygnings design, som er anledningen til en given score. Det er derfor vigtigt, at de enkelte bidrag ikke er ”skjulte”, men kan vurderes på en gennemskelig måde, med henblik på at finde forslag til forbedringer. Til dette brug angives et såkaldt ”forbedringspotentiale” eller på engelsk ”Improvement Potential” (IP), som skal vise hvor de ”manglende” point kan hentes, se Figur 1.



Figur 1. Eco-factor scoren viser bygningens ”præstation” fordelt på energi (høj score betyder høj energieffektivitet af det samlede energisystem inkl. valg af energikilde) og på indeklima (høj score betyder godt indeklima). Der er i det viste eksempel opnået 39 af 50 % maksimalt mulige på energisiden, samt 23 af 50

Energy Use		Energy sources ⁸	
Annual energy use (kWh/m ² treated floor area)			
Heating/combustion*	47.3	Heating ⁹ Natural gas ▼	
Electricity from grid		Electricity (from grid) EU ave. 2001 ▼	
HVAC systems*	6.7		
Lighting*	14.77		
Appliances	14.77 ¹		

(* = compulsory)

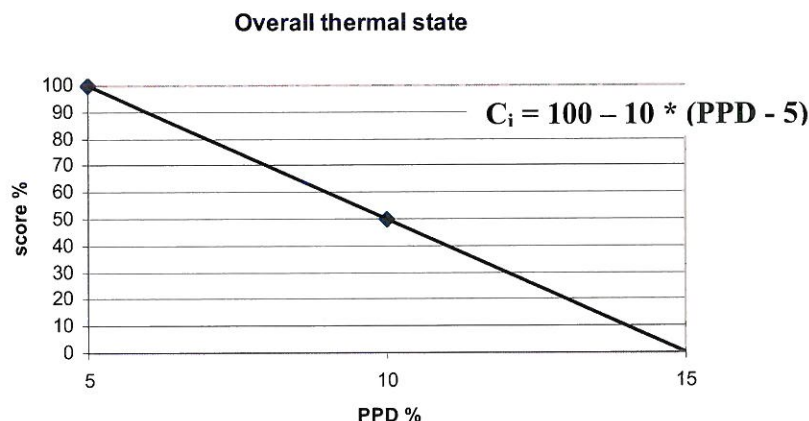
Figur 4. Input til beregning af den energirelaterede miljøpåvirkning. Energikilde vælges blandt flere prædefinerede typer. Man kan også selv definere energikilder baseret på egne oplysninger om emissioner.

Oplysningerne om energiforbrug og valg af energikilde, se Figur 4, omsættes til en samlet indikator for hele energiforbruget, baseret på de luftbårne emissioner fra energiproduktionen beregnet ved LCA. Der er p.t. fire muligheder for at vælge type af indikator, idet denne afhænger af den miljøvurderingsmetode, som anvendes. Der er givet valgmuligheden blandt fire alment anerkendte metoder, siden det i dag ikke er entydigt, hvordan dette skal gøres.

Benchmarks og scorefunktioner

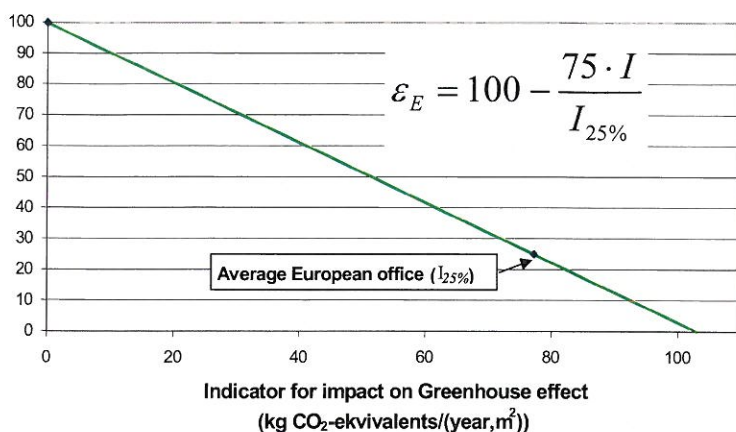
For at kunne vurdere kvalitet er det nødvendigt at have noget at sammenligne med. Dette giver anledning til definition af såkaldte "benchmarks", der kan betragtes som et sæt veldefinerede holdepunkter. Det vil typisk være interessant at spørge, hvad der maksimalt kan præsteres indenfor et givet designaspekt. Dette har vi defineret for alle energi- og indeklimaaspekter, og kalder dette 100 %, svarende til øvre benchmark. Dette er fx for den termiske komforts vedkommende PPD \approx 5 %, idet det ikke er praktisk muligt at komme længere ned pga. naturlige variationer i termisk præference mellem forskellige personer.

Desuden vil man typisk gerne vide, hvad der er "normalt" eller gennemsnitligt. Dette er benyttet som et 50 % benchmark, og har derefter mulighed for at trække en ret linie gennem de to punkter, hvis ligning vi kalder en "scorefunktion", se Figur 5. Der er således defineret en intuitivt let forståelig skala, hvor forskellige påvirkninger kan udtrykkes ved samme 0-100 % skala, hvilket giver mulighed for at foretage en vægtet summering af påvirkninger af forskellig type.



Figur 5. Eksempel på scorefunktion for indeklimadelen af Eco-factoren. Her vist for den generelle termiske komfort.

Der er ligeledes valgt to benchmarks for den energirelaterede miljøpåvirkning, en øvre og en gennemsnitlig. Der er defineret en 100 % benchmark som svarer til "ingen energirelaterede emissioner". Som andet benchmark er den gennemsnitlige, energirelaterede miljøpåvirkning fra en europæisk kontorbygning benyttet.



Figur 6. Eksempel på scorefunktion for energidelen af Eco-factoren. Her baseret på en indikator for drivhuseffekt.

Eco-factor metoden kan summeres ved følgende

- Konsistent og letforståelig skala til sammenligning af bygninger og forskellige design.
- Baseret på internationale og europæiske standarder samt statistisk data fra EU-landene.
- Kan anvendes på tværs af nationale og klimatiske grænser indenfor EU (og i princippet også udenfor EU).
- Metoden kan udbygges til at indeholde flere påvirkninger og/eller underkategorier.
- Understøtter en iterativ proces og er meget anvendelig ved "integreret projektering".
- Det er ikke en fordel at fokusere på enkelte forhold, men snarere at have en "holistisk" tilgang for at opnå en høj score.
- Det tydeliggøres hvor der er potentiale for forbedring, og dermed hvor der bør sættes ressourcer ind.
- Belønner løsninger der tilpasses det lokale klima og ikke blot kopierer andre løsninger.

Eco-factor metoden er beskrevet mere indgående i følgende artikler:

Bjørn, E. og Brohus, H.: "Eco-factor" – et designværktøj til samtidig vurdering af indeklima og energi, HVAC-magasinet, Vol. 40, No. 7, pp. 50 – 55, ISSN 1603-9238, juni 2004.

Bjørn, E. og Brohus, H.: Benchmarks og scorefunktioner til Eco-factor, HVAC-magasinet, Vol. 40, No. 7, pp. 56 – 58, ISSN 1603-9238, juni 2004.

Selve værktøjet vil sandsynligvis blive offentligt tilgængeligt i form af et regneark inden for en overskuelig tid.

Experiments with Fresh Air Inlet Devices

By Olena Kalyanova

Fresh air inlet devices are installed in an outer wall to supply air to the room and it is often used in connection with a local exhaust (e.g. bathroom, kitchen).

Two types have been tested. One air inlet should be located below the ceiling (ULA, from Lindab A/S) and the other one mounted behind a radiator (ULV, from Lindab A/S).

Fresh air inlet devices can be described by the same flow elements as used in the classical air distribution theory: ULA generates mixing ventilation, while ULV generates displacement ventilation with the clear appearance of stratification.



Figure 1. Development of the semi-radial wall jet from the ULA device.



Figure 2. Development of stratified semi-radial jet from the ULV device.

The investigations have in many cases verified the existence of the low turbulent flow for the jet generated from the ULA device. It is found that the jet generated from the ULV device behaves as a fully developed turbulent jet under the isothermal conditions, while with the appearance of a temperature difference it becomes a stratified jet. Still, it is impossible to state whether the jet is a wall jet or the supercritical zone of stratification.

Both products are able to supply fresh air to the room in a suitable way without too high velocities in the occupied zone.

Lavimpulsventilation gennem diffus ventilationsloft i staldbygninger

Af Lis Jacobsen

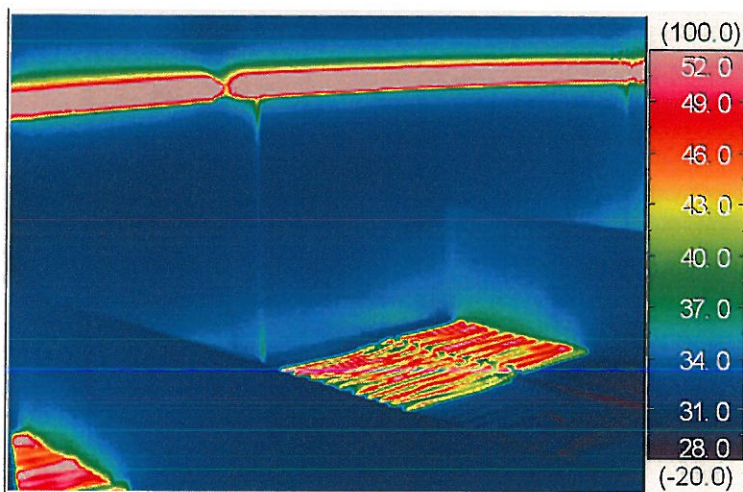
Formålet med dette projekt er at beskrive nærmiljøet i opholdszonen for medarbejdere og dyr i de fire typer staldsystemer, der anvendes i produktionen af slagtesvin: opfædningsstald, klimastald, farestald og goldsostald. Nærmiljøet betragtes primært ud fra kriterier for lufthastighed, luftfugtighed, temperatur, stråling, CO₂ koncentration, støvkoncentration og NH₄ koncentration, dvs. de klimaparametre vi kan forvente medarbejdere og dyr reagerer på.

Der er taget udgangspunkt i staldmiljøer med diffus indsugning gennem hovedparten af loftsfladen, og der anvendes forskellige typer og dimensioner af varmekilder, nemlig statiske og mobile varmekilder. Den klimamæssige effekt af forskellige klimareguleringsvirkemidler undersøges ved simulering af overdækning, overbrusning, etc. Ved CFD simulering beregnes hvilke klimareguleringsvirkemidler, der er mest effektive i den givne situation, og resultaterne verificeres efterfølgende ved laboratorieforsøg i staldmiljøer.

Der er foreløbig udført målinger i det rum, der er vist i figur 1, og der er udført tilsvarende CFD simuleringer. Resultatet af sammenligningen af målinger og simuleringer viser, at der er overensstemmelse med temperaturfordelingen ved gulvet i begge situationer.



Figur 1. Billede af forsøgsopstillingsrummet. Røde varmekabler placeret på gulvet langs midteraksen simuler varmeafgivelse fra dyrene. Rørformet centralvarmeeenhed er placeret ved væggen 1,2 m over gulvet. Udsugning i øverste højre hjørne.



Figur 2. Termovisionoptagelse af forsøgsrummets overfladetemperaturer. Temperaturen er angivet i celsius.

Litteratur

L. Jacobsen, P. V. Nielsen and S. Morsing. Prediction of Indoor Airflow Patterns in Livestock Buildings Ventilated through a Diffuse Ceiling. Roomvent 2004, 9th International Conference on Air Distribution in Rooms, Coimbra, 2004.

Single-Sided Natural Ventilation through a VELUX Roof Window

By Zhigang Li

The window is more than a link between the inside and outside of a building, and it defines the character of the building. A roof window is becoming increasingly popular to convert an attic into a living space, and to create a room under the roof with a bright and comfortable atmosphere. This work focuses on single-sided natural ventilation through a VELUX center pivot roof window under natural weather conditions. The research is done in a full-scale test roof laboratory of VELUX Company in Copenhagen. An empirical formulation of the air flow rate through this kind of window due to buoyancy effect can be obtained by tracer gas decay measurements and CFD simulations. The "Warren-plot" method can be used to separate

measurement data which are dominated by stack effect, which means that it is a very useful tool to analyze the natural ventilation under natural weather conditions with combined wind and buoyancy effects.



Figure 1: The outside view of the roof laboratory.

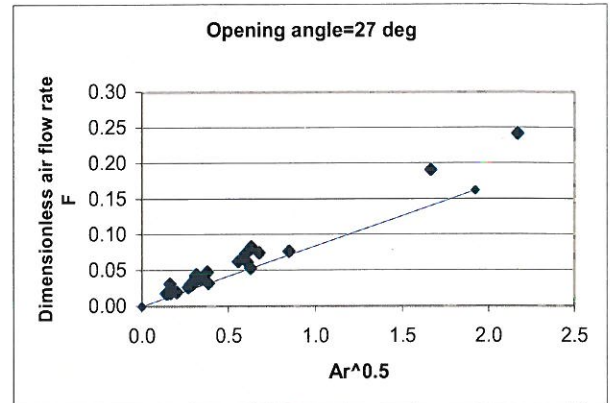


Figure 2: "Warren-plot" based on the cup anemometer data. The straight line gives the calculated contribution from the stack effect.

In a naturally ventilated room the wind velocity and direction may significantly affect the air flow rate. For the analysis of the measured ventilation rates Warren recommended to separate measurement data which are dominated by stack effect by means of the "Warren-plot". For a large Archimedes number the stack effect will dominate. Figure 2 shows the "Warren-plot" based on the cup anemometer data for an opening angle of 27 degrees. The dimensionless air flow rate F is proportional to the square root of Archimedes number \sqrt{Ar} when the flow is dominated by a stack effect. The straight line going through the "lowest" value will therefore, with a high probability, give the calculated air flow rate contribution from the stack effect. To isolate results largely attributed to wind effect the points lying along or close to the line can be discarded.

From these analyses a common air flow rate formulation due to stack effect can be obtained for all kinds of roof windows. This air flow rate is also a function of roof pitch, opening angle of window, types of window, inside and outside temperature.

CFD Simulations for Water Evaporation and Airflow Movement in Swimming Baths

By Zhigang Li

This research work is a part of the project 'Development of Electric Conservating Control Strategies and Optimisation of Ventilation Systems and Heat Pumps in Swimming Baths', (dansk projekttitel: Udvikling af elbesparende reguleringsstrategier og optimering af ventilationsanlæg og varmepumper i svømmehaller).

The aim of this work is to investigate the relation between water evaporation and air movement by CFD simulations, and to determine the mass flow rate of water evaporation for dimensioning the ventilation system in swimming baths, as well as to find valid evaporation models which can be used to develop a simplified model in BSIM2002. The steady state two-dimensional and three-dimensional CFD simulations are carried out based on water evaporation and moist air flow in Korsør Svømmehal.



Figure 1: An inside view of Korsør Svømmehal.

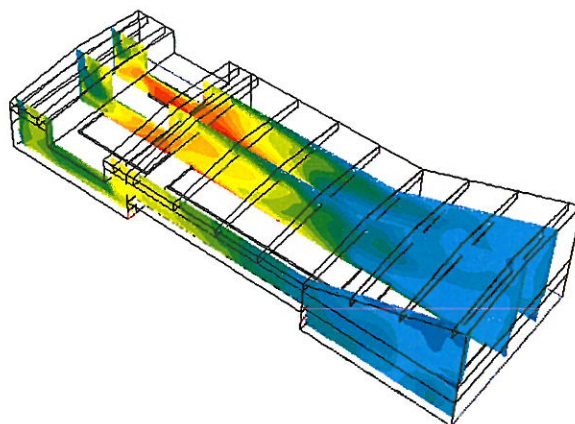


Figure 2: The relative humidity distribution in the occupied swimming baths.

The boundary conditions of the CFD model are collected from the measurement results including air temperature, water temperature, humidity and ventilation flow rate. CFD can give detailed information on air flow and humidity distribution in the swimming hall due to the water evaporation models.

Through the comparisons of the different evaporation models in the unoccupied pool and occupied pool it can be shown that the different evaporation models give rise to quite different evaporation rates. The valid evaporation models for swimming baths can be obtained by comparing the CFD simulations with the measurements. Therefore, the valid models can be used to develop a simplified model in BSIM2002.

Benchmark test for en virtuel person

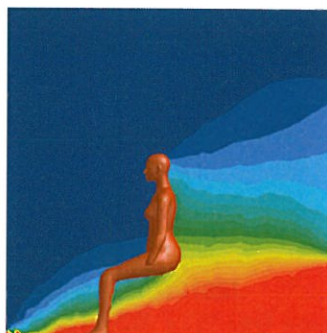
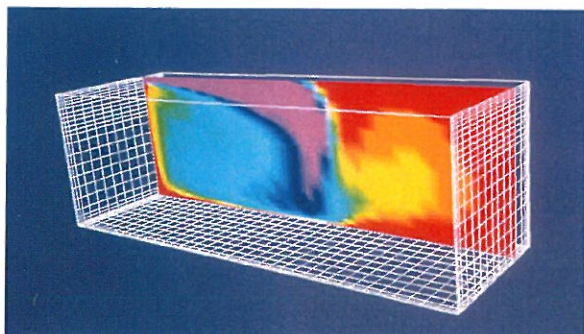
Af Peter V. Nielsen

De geometrier, der anvendes for at beskrive en person, der indgår i CFD beregninger, kan være meget forskellige. Vi har derfor oprettet en benchmark test, som kan bruges af alle, der definerer CFD mannequiner. I denne benchmark test kan man afprøve sin geometri samt øvrige randværdier. Man har derefter mulighed for at sammenligne med målinger og med de resultater, som andre brugere af CFD mannequiner har fået. En sådan test vil i det lange løb få betydning for udvikling af de optimale geometrier for forskellige typer af CFD beregninger. Se testen på hjemmesiden

www.cfd-benchmarks.com

Hjemmesiden beskriver også den meget anvendte benchmark for todimensional plan strømning i et rum med indblæsningsspalte, "IEA 2D test case".

Hjemmesiden vil løbende blive opdateret med referencer til de publikationer, der anvender de to benchmarks.



De to benchmarks "IEA 2D test case" og "Benchmark test for a Computer Simulated Person".

PhD Kursus: Modellering af naturlig og hybrid ventilation

Et koncentreret Ph.D-kursus i modellering af naturlig og hybrid ventilation udbydes i august 2005. Kurset vil blandt andet indeholde følgende emner: Naturlige og mekaniske drivkræfter, ensidet ventilation gennem lodrette og vandrette åbninger, enkeltzone modellering af opdrift og tværventilation, strømning gennem store åbninger, modellering af naturlig ventilation i bygninger med flere zoner, introduktion til og anvendelse af multizone modeller (COMIS, LoopDa/CONTAMw), anvendelse af CFD til beregning af strømning omkring bygninger og trykforhold for bygningsfacader, stokastisk modellering af naturlig og hybrid ventilation.

Kursuslærere vil være Per Heiselberg og Henrik Brohus fra AAU samt flere udenlandske gæsteprofessorer. Kurset foregår på engelsk. Det er muligt for deltagere fra industrien at tilmelde sig kurset mod et gebyr på Kr. 9.600. Kursets varighed er 6 dage (mandag – lørdag). Det er en forudsætning for at få udbytte af kurset, at man er civilingeniør med godt kendskab til naturlig ventilation og/eller strømningsteknik.

Yderligere oplysninger samt detaljeret program kan fås ved henvendelse til Per Heiselberg, tlf. 96358541 eller e-mail ph@bt.aau.dk.

Undervisning i foråret 2005

Vi vil minde om, at der er muligheder for at deltage i forårets forelæsninger under Tompladsordningen, se <http://www.aau.dk/evu>

Der er forelæsninger i bl.a. følgende emner:

- Integreret design af bygninger og bygningssystemer
- Modellering af naturlig og hybrid ventilation
- Opblandingsventilation
- Fortrængningsventilation
- Stokastisk modellering
- Kalibreringsteknik
- Numerisk fluid mekanik

Nyhedsbrevet udgives af:

Netværkscenteret • Aalborg Universitet

Niels Jernes Vej 10 • 9220 Aalborg Øst • tlf. 9635 8086 • fax 9815 7331

E-mail: nvc@adm.aau.dk • www.nvc.aau.dk