



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Evaluering af målinger på termisk mannequin i vindkanal

Brohus, Henrik

Published in:
VENTInet

Publication date:
2007

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Brohus, H. (2007). Evaluering af målinger på termisk mannequin i vindkanal. VENTInet, (18), 1-5.

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

Af Peter V. Nielsen, Institut for Byggeri og Anlæg, AAU

For knap et år siden deltog vi i en institutsammenlægning og blev en del af et nyt *Institut for Byggeri og Anlæg*. Dette har været med til at sætte fokus på vore kerneområder, og det har også betydet, at vore ventilationsaktiviteter nu foregår i en gruppe, hvor der bredt arbejdes med *Architectural Engineering*, som også er blevet navnet på vores nye gruppe. Fokuseringen og den nye bredde af gruppe betyder, at vi fortsat vil arbejde med ny relevant forskning for den danske ventilationsbranche.

Næste nummer af VentiNet udkommer i juni måned, og da vil vi igen sætte fokus på årets afgangsprojekter.

Evaluering af målinger på termisk mannequin i vindkanal

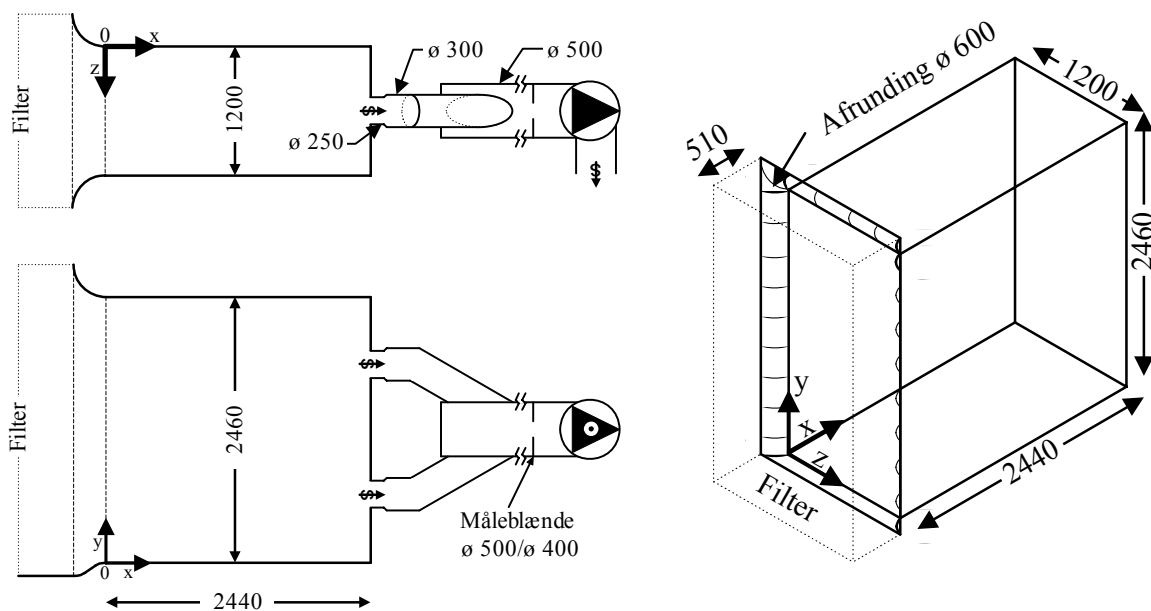
Af lektor Henrik Brohus, Institut for Byggeri og Anlæg, AAU

Introduktion

I forbindelse med arbejdet på personmodeller (fysiske såvel som computermodeller) og personeksponering er der i stigende grad sat fokus på *evaluering* af målinger og simuleringer. Dette skal ses dels som et led i den almindelige kvalitetskontrol af forskningsresultater og dels som en udbygning af modeller og viden på området. I en indledende fase af vidensopsamling laves der sædvanligvis nogle antagelser, og der opstilles hypoteser som efterfølgende undersøges (falsificeres) og revideres.

Der har i tidens løb været lavet en lang række forsøg med personmodeller i en vindkanal og tilsvarende computersimuleringer. Det aktuelle projekt tager fat på at vurdere hvilke *usikkerheder*, der er knyttet til såvel målinger som simuleringer. Det er oplagt, at usikkerheden på resultaterne er meget væsentlig at bestemme, eftersom den direkte giver nogle rammer for, hvor anvendelige resultaterne er i praksis. Fx er det yderst relevant at vide, om usikkerheden på et givet resultat ligger indenfor $\pm 10\%$ eller \pm en størrelsesorden (faktor 10 = 1.000 %). Begge dele kan opleves i praksis.

En anden meget væsentlig parameter er resultaternes *følsomhed* over for variation af randbetingelserne (omgivelserne). Selvom usikkerheden på et resultat i sig selv er lav, kan resultatet i princippet være så følsomt over for variationer i omgivelserne, at det får stor indflydelse på brugen i praksis. Aktuelt kunne man forestille sig personeksponeringen for en forureningskilde i et ensartet hastighedsfelt (model af opblandingsventileret rum). Hvilken indflydelse har personens orientering i forhold til kilden? Hvad betyder hastighedsniveauet? Kildens placering og udformning? Etc.



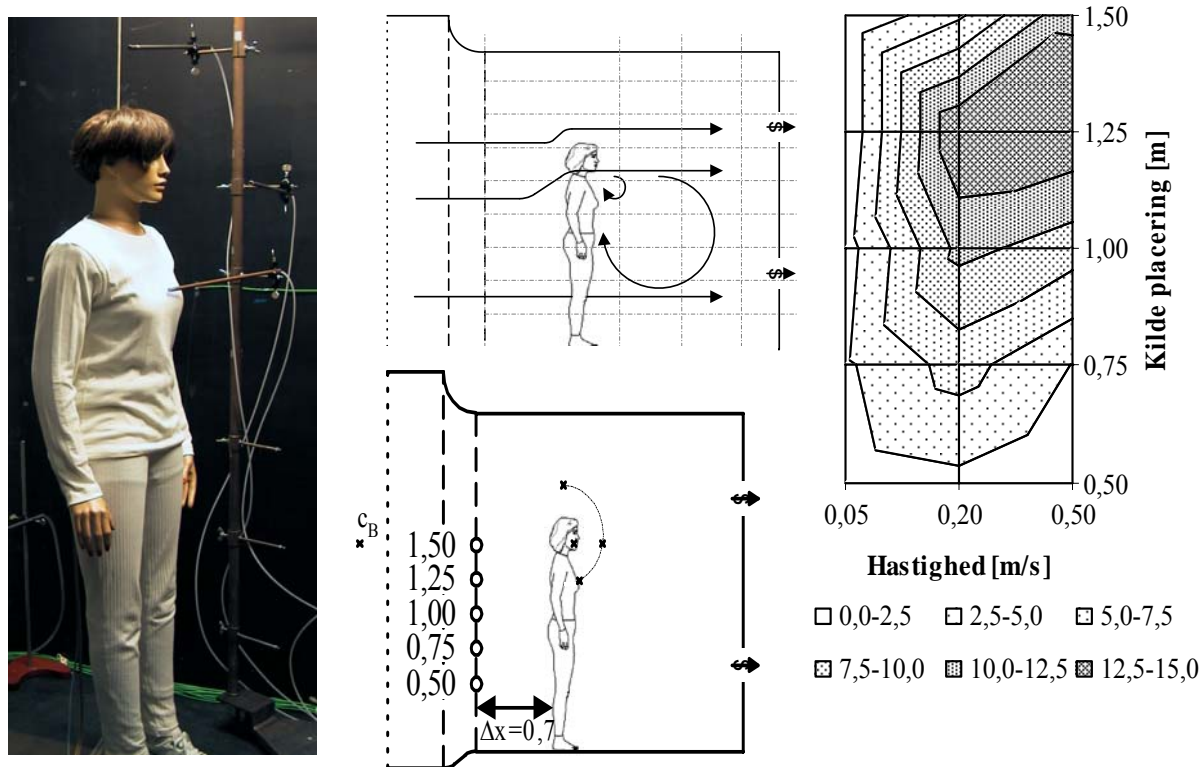
Figur 1. Vindkanal anvendt ved de fysiske målinger af personeksponering og strømninger omkring personer. Der tilstræbes dannet et ensartet hastighedsfelt ($0 - 0,5$ m/s) omkring den termiske mannequin i kanalen, se Figur 2. Mål i mm.

Forsøgsopstilling og resultater

På Figur 1 ses den forsøgsopstilling som har været anvendt ved det aktuelle projekt samt i en lang række målinger. Der er tale om en vindkanal, hvor der udsuges luft i den ene ende via to kanaler sluttet til en ventilator. Tanken er så, at der i kanalen genereres et tilnærmelsesvis ensartet hastighedsfelt. Inde i vindkanalen placeres der en termisk mannequin med åndingsfunktion som anvendes til komfort- og eksponeringsmålinger.

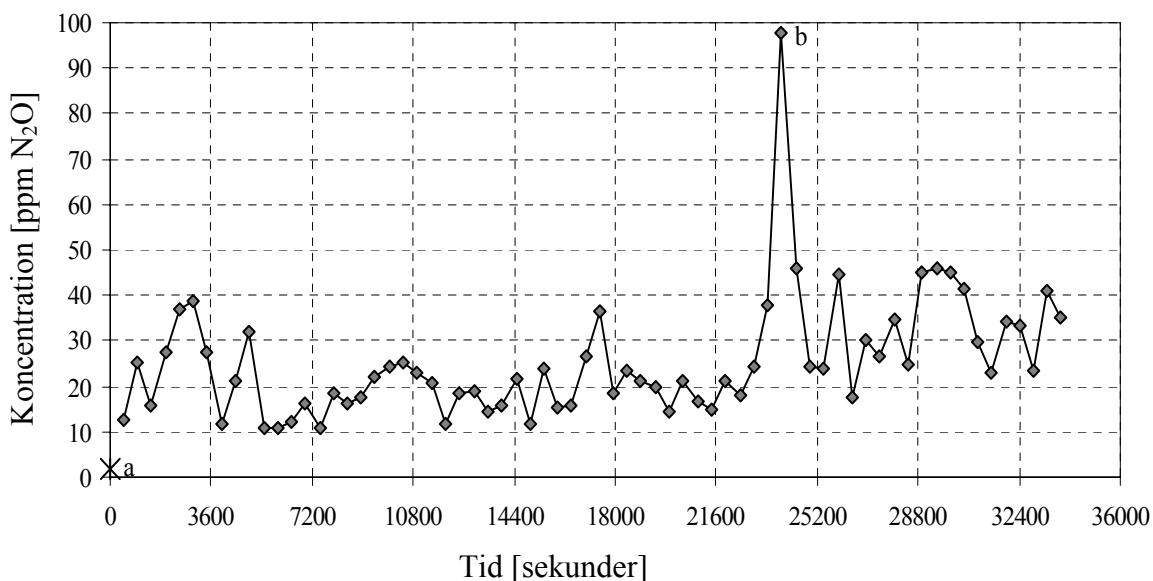
Der har været arbejdet med en forbedring af indløbsforholdene for at vurdere effekten på hastighedsfeltet som viser sig at være temmelig påvirket af indløbsforholdene. Der er blandt andet lavet forsøg med en påsat ekstern filtermåtte for at reducere turbulensdannelse ved indløbet. Ændringerne har vist forbedrede resultater.

Figur 2 viser et eksempel på et sæt måleresultater, hvor den termiske mannequin er placeret med ryggen mod luftstrømmen og en forureningskilde er placeret i vindkanalens åbning. Resultaterne viser personeksponeringen som funktion af den lodrette kildeplacering og hastighedsniveauet. Det ses tydeligt, at eksponeringen er stærkt afhængig af såvel kildeplacering som hastighedsniveau. Resultaterne angiver eksponeringen i forhold til antagelsen om fuldstændig opblanding og viser, at indåndingskoncentrationen nemt kan blive 10 gange højere end antaget, hvis man forventer fuldstændig opblanding. Det kan således give fejl på mere end en størrelsesorden (faktor 10) at antage fuldstændig opblanding i tilfælde af forureningskilder i nærheden af personer – selv ved høje luftskifter.



Figur 2. Eksempel på resultat af personeksponeringsmålinger ved forskellige lufthastigheder og kildeplaceringer. Den termiske mannequin med åndingsfunktion er placeret med ryggen mod strømningens retning. Forureningskilden (sporgas tilført gennem en porøs skumgummibold, $\varnothing 0,1$) er placeret i vindkanalens åbning i fem forskellige højder som vist på figuren. Til højre vises personeksponeringen i forhold til udsugningskoncentrationen ved de forskellige kombinationer af lufthastighed og lodret placering af forureningskilden. På grafen til højre svarer værdien 1 til fuldstændig opblanding.

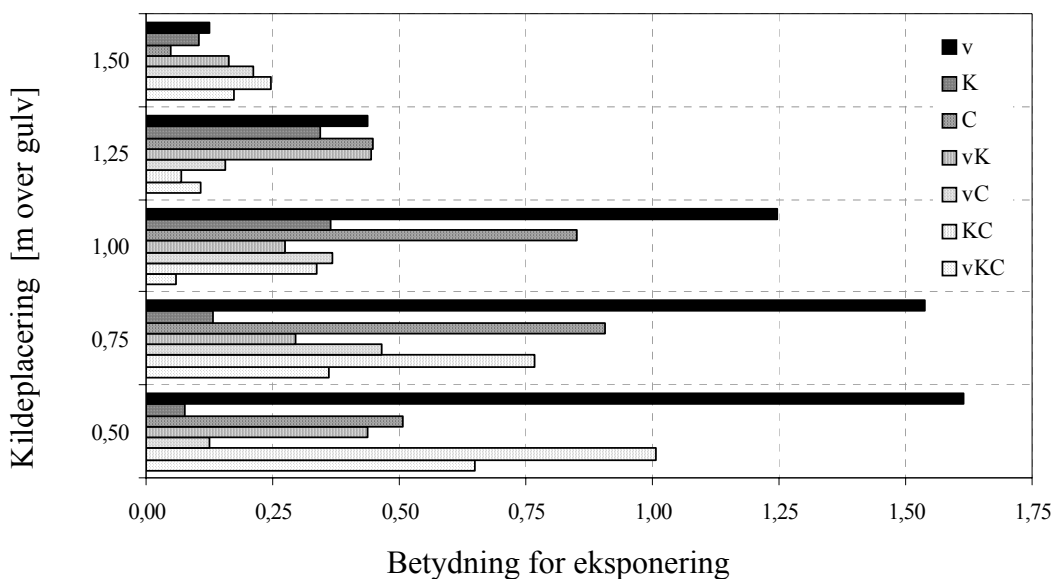
Som et eksempel på nogle vigtige parametre der skal vurderes i forbindelse med kvalitetssikring af målingerne, er såvel måletiden som vurdering af såkaldte "outliers" (resultater som af en eller anden grund ikke er repræsentative for målingen og dermed bør kasseres). Hvis *måletiden* er for kort, bliver resultatet ikke repræsentativt og såkaldt statistisk signifikant. Derfor kræver hver måling et passende højt antal samlinger lidt afhængigt af variationerne. Figur 3 viser en måleserie som antyder problematikken med *outliers*. På figuren er der markeret to målinger *a* og *b*. Måling *a* er objektivt forkert grundet en simpel fejl ved opstarten af forsøget og kan umiddelbart kasseres, mens måling *b* er mere kompliceret. Umiddelbart virker den alt for høj og synes at falde uden for det generelle billede. Det kræver dog en nærmere statistisk analyse at vurdere om det er en outlier, hvilket faktisk *ikke* er tilfældet her.



Figur 3. Eksempel på måleserie hvor personeksponeringen er målt over tiden ved en given kildeplacering. Bemærk de to målinger *a* og *b* som tilsyneladende adskiller sig fra de øvrige (se teksten).

Følsomhedsanalyse

I forbindelse med arbejdet er følsomheden af personeksponeringen vurderet ved forskellige kildeplaceringer i forhold til hastighedsniveau, kanalens åbningsudformning og detaljeringsgraden af computermodellen af personen. I Figur 4 er der vist resultater i form af et faktorielt design. Computersimuleringerne og følsomhedsanalysen viser i det konkrete tilfælde, at følsomheden (målt som påvirkning af personeksponeringen) generelt er størst ved lave kildeplaceringer. Det skyldes blandt andet, at betydningen af det konvektive grænselag omkring personer samt de hvirvler som genereres får en større betydning ved lave kildeplaceringer. Det ses endvidere, at følsomheden er temmelig stor i forhold til hastighedsniveauet og endvidere i forhold til udformningen af computermodellen af personen. Ved de lave kildeplaceringer ses der betydelige effekter af korrelation mellem parametrene fx kombinationen af kanalåbning og computermodel.



Figur 4. Eksempel på anvendelse af faktorielt design til bestemmelse af følsomhed ved computersimulering af personeksponering (for fem forskellige kildehøjder). Ved hver kildehøjde er der undersøgt følsomheden for tre parametre: v = hastighedsniveau (0,05 m/s eller 0,2 m/s); K = vindkanalens åbning (med eller uden ekstern filtermåtte); C = computermodel af person (simpel kasseformet eller model med ben og hoved). Kombinationerne (fx vK) viser effekten af korrelationen mellem de forskellige parametre. Jo større værdi jo større følsomhed over for den givne parameter/kombination.

Det videre arbejde

Nærværende arbejde er udført i et afgangsprøveprojekt af Heine K. Jensen som et led i faggruppens arbejde med personeksponering og -modellering samt bestemmelse af usikkerhed og følsomhed. Arbejdet fortsætter via gruppens forskning og en række projekter.

Udvalgte referencer

Brohus, H. and Nielsen, P.V.: "CFD Models of Persons Evaluated by Full-Scale Wind Channel Experiments", Proceedings of Roomvent '96, 5th International Conference on Air Distribution in Rooms, Yokohama, Japan, July 17 - 19, Vol. 2, pp. 137 - 144, 1996.

Brohus, H., Balling, K.D., Jeppesen, D. Influence of Movements on Contaminant Transport in an Operating Room, Indoor Air, Vol. 16, pp. 356 - 372, 2006.

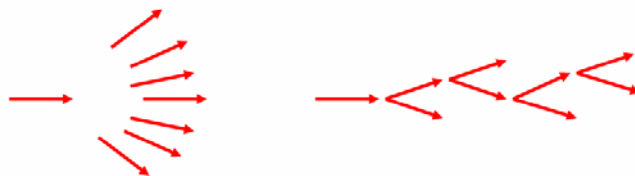
Jensen, H.K., Evaluering af målinger på termisk mannequin i vindtunnel, Afgangsprøveprojekt, B-sektor, Aalborg Universitet, December 2006.

Topp, C., Nielsen, P.V., and Sørensen, D.N. (2002) "Application of Computer Simulated Persons in Indoor Environmental Modeling", *ASHRAE Transactions*, Vol. 108(2), pp. 1084 - 1089.

Ventilationens rolle ved luftbåren smittespredning

Af Peter V. Nielsen, Institut for Byggeri og Anlæg, AAU

Når der er tale om en epidemi, hvor et af elementerne kan være luftbåren smittespredning, er det svært at afgøre, hvor stor en rolle smittespredningen via luften spiller, i forhold til den kontaktinfektion der kan opstå ved kontakt med smittede personer eller ved berøring af genstande med virus. Forholdene kan dog vurderes ved at iagttage spredningsmønstret. Luftbåren smittespredning bringer smitten videre fra en person til en hel gruppe, medens kontaktinfektion mere har karakter af, at en person bringer smitten videre til få personer, se figur 1.



Figur 1. Skitse, der illustrerer luftbåren smittespredning, hvor en gruppe smittes med samme inkubationstid, mens kontaktinfektion involverer en smittespredning med et sekventielt forløb.

Når det er svært at afgøre smittespredningens karakter, er det naturligvis endnu sværere at fastlægge ventilationens rolle i forbindelse med smittespredningen. Mens der for ventilationsteknikere findes nogle indlysende sammenhænge, har medicinerne en mere skeptisk holdning til betydningen af