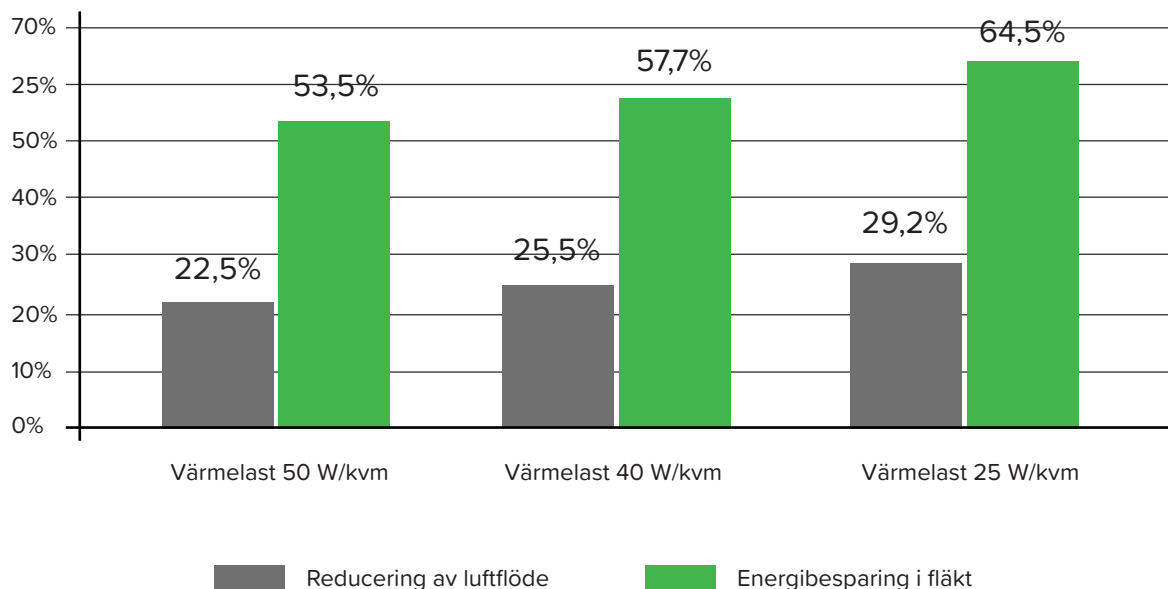




RESULTAT FRÅN MÄTNINGAR
VID HÖGSKOLAN I GÄVLE

ENERGIBESPARINGAR

INOMHUSKLIMAT



InventiAir

ENERGIBESPARINGAR

Resultat från mätningar vid Högskolan i Gävle för tilluftsdonet Tubus (InventiAir) och konventionella (omblandande) tilluftsdon installerade i tak.

SAMMANFATTNING

- I ett klimatlaboratorium vid Högskolan i Gävle testades 2015 - 2017 två olika ventilationsprinciper, InventiAir (skiktande/stratifierande) och konventionell (omblandande) ventilation
- Syftet med studierna var att verifiera InventiAirs produkter i termer av energibesparing, i en fullskalig jämförelsestudie, med produkter som använder omblandande teknik
- I en av studierna testades tilluftsdonet Tubus (InventiAir) mot konventionella tilluftsdon i tak och resultatet påvisas i denna publikation
- Laboratoriet om 60 m² inreddes som öppet landskap med 6 arbetsplatser
- Olika värmelaster i rummet om 50, 40 och 25 W/kvm studerades och simulerades
- **Resultaten påvisar en tydlig energibesparing i fläkten om 50-60% när luftflödet kan sänkas med bibehållet klimat och komfort i rummet**
- Studierna vid Högskolan i Gävle ligger till underlag i flertalet kommande vetenskapliga artiklar

”Spara över 50% i fläktenergi med reducerat luftflöde och bibehållet inomhusklimat

Energibesparingspotentialen

Med bibehållet termiskt klimat ger tilluftsdonet Tubus från InventiAir en stor potential till energibesparingar, jämfört med traditionella omblandande don, när temperaturen i rummet stratifieras/skiktas. Energibesparingen ökar med minskad luftmängd och värmelast, vilket gynnar strävan att skapa ett resurssnålt och energieffektivt inneklimat i rummet. Tilluftsdonen Tubus klarar en **reducering av luftflödet med 25 %** vid 40 W/m² i värmelast och bibehållet inneklimat, i jämförelse mot traditionellt omblandande ventilationsystem. Detta betyder en energibesparing om **58 % omräknat i fläktenergi när luftflödet reduceras**.

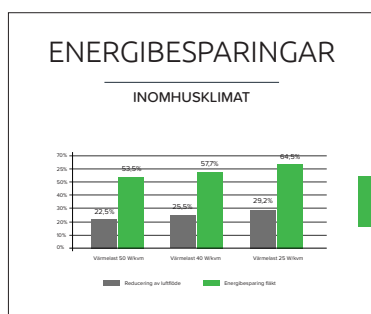
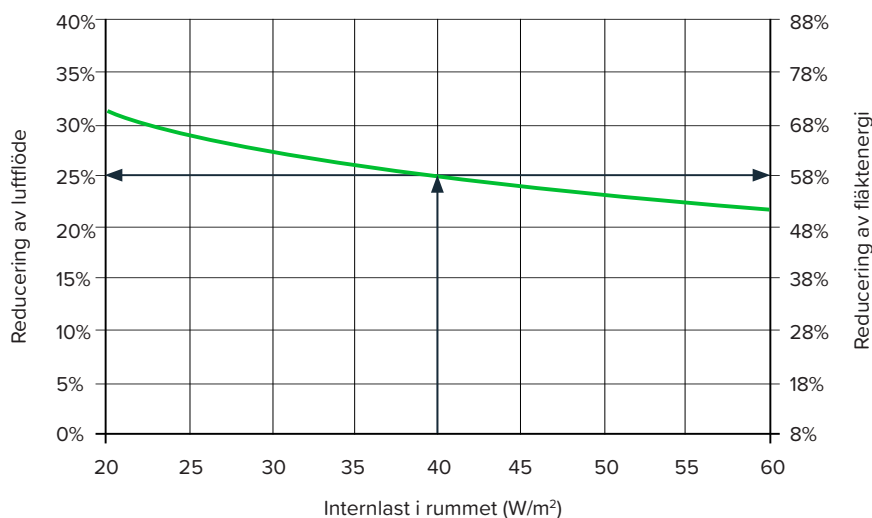


Diagram ovan från försättsidan



Diagrammet ovan visar hur mycket luftmängden kan reduceras för det stratifierande systemet jämfört med det omblandande, samt besparingen i fläktenergi vid olika värmelaster i rummet (klimat- och komfortparametrar är satta lika mellan systemen).

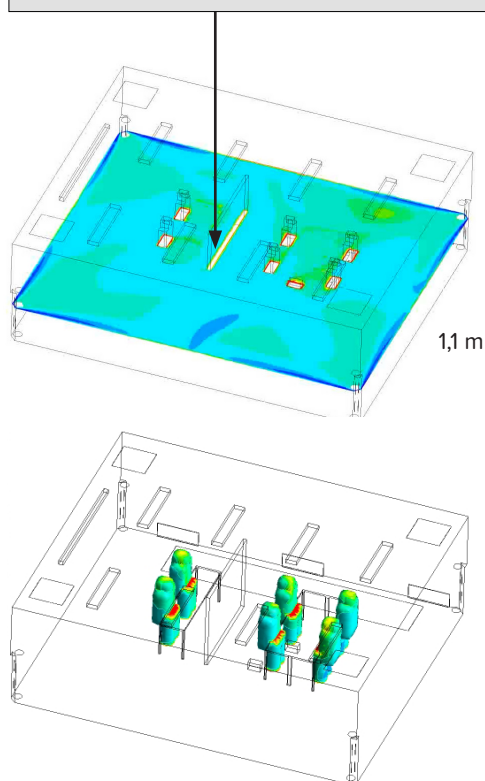
TEMPERATURMÄTNINGAR

CFD-visualiseringar av temperaturen kring personerna i rummet vid 40 W/m² i värmelast och lika luftflöde mellan de olika ventilationsprinciperna.

CFD-visualiseringarna visualiserar temperaturen vid 1,1 meters höjd över golvet samt 0,1 meter konturkring människorna. Värmelasten uppgår till 40W/m² i värmelast och luftflödet (3,7 l/s per m²) är likamellan de olika ventilationsprinciperna InventiAir (ovan) och omblandande (nedanför). Medeltemperaturen kring arbetsplatserna är 22,6°C i fallet med Tubus, att jämföras mot 24,7°C för det omblandande takdonet. **Med lika mängd luftflöde skapar Tubus ett 2,1°C svalare klimat att arbeta i, jämfört mot konventionella omblandande takdon.**

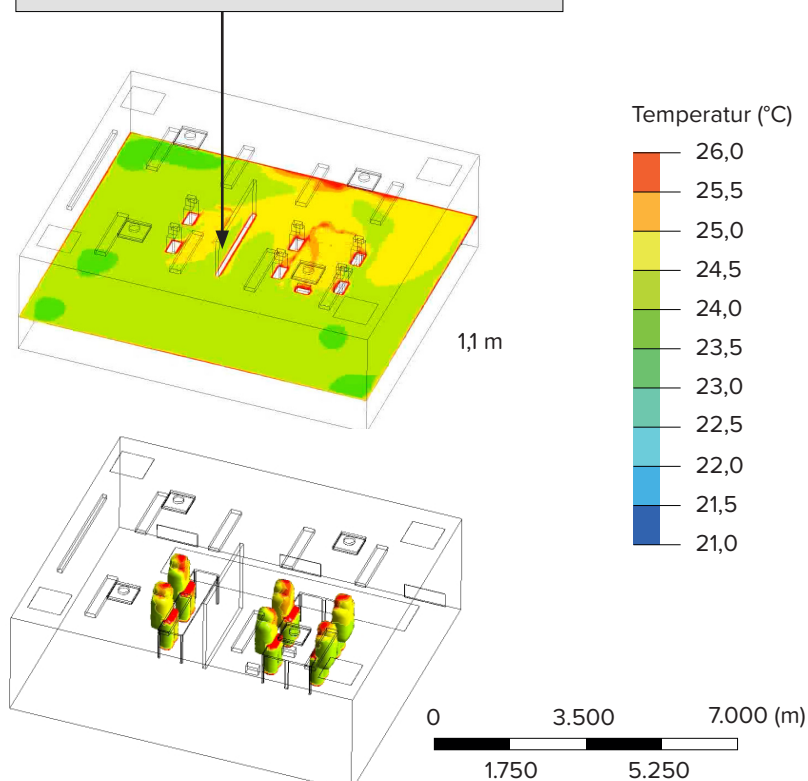
InventiAir Tubus - Värmelast 40W/m²

- Tillförd luftmängd till rummet: 222 l/s
- Temperatur tilluft: 16,0 °C
- Medelvärde temperatur (1,1 m) arbetsplats*: 22,6 °C



Omblandande takdon - Värmelast 40W/m²

- Tillförd luftmängd till rummet: 222 l/s
- Temperatur tilluft: 16,0 °C
- Medelvärde temperatur (1,1 m) arbetsplats*: 24,7 °C



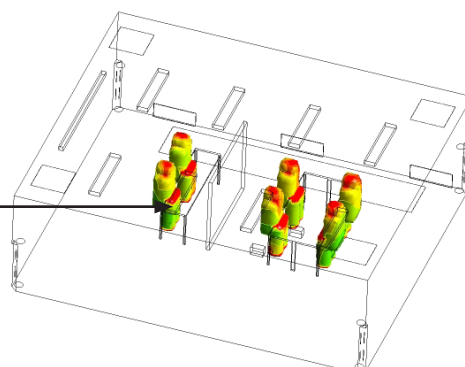
Bilden nedan visar konturplottingen av temperaturen 0,1 m från personerna, med reducerat luftflöde från Tubus-donen. I detta fall sänktes luftflödet med 25 %. Bilden påvisar således **energibesparingar, utan att kvalitén på inomhusklimatet försämras**, i jämförelse mot fallet ovan med omblandande takdon. (jämför mot konturplotting ovan)

Värmelast 40W/m² - InventiAir Tubus (reducerat flöde)

- Tillförd luftmängd till rummet: 167 l/s
- Temperatur tilluft: 16 °C
- Medelvärde temperatur (1,1 m) vid arbetsplats*: 24,5 °C

- Reducering av luftflöde: 25%
- Reducering av effekt i fläkt: 58%

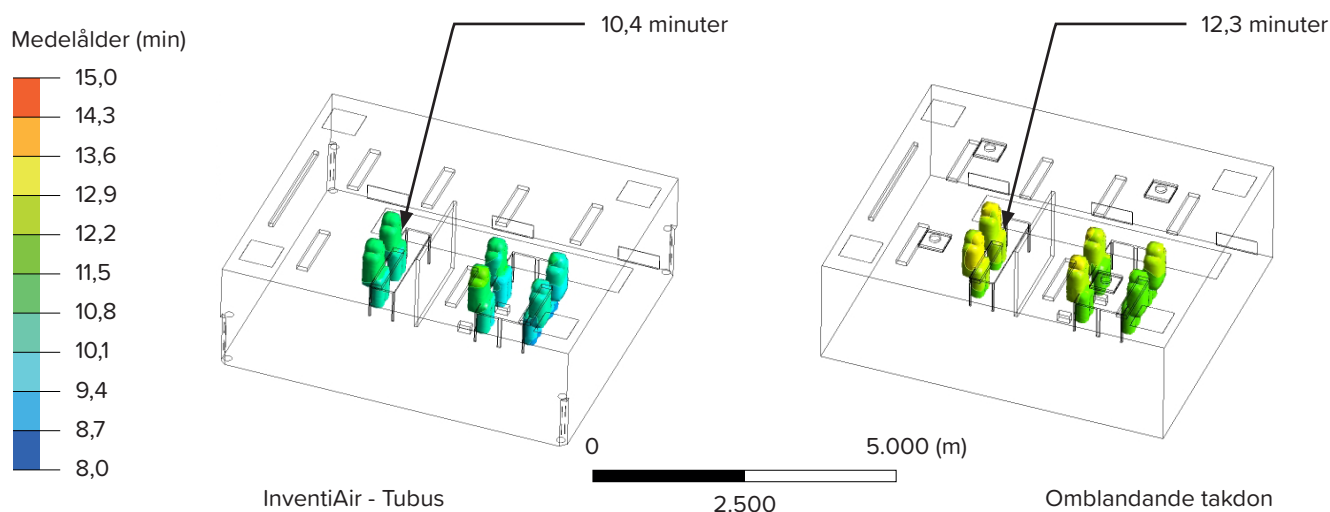
Besparing



* Temperatur vid arbetsplats definieras av medelvärdet av 100-talet mätpunkter kring arbetsplatserna vid 1,1 m höjd i rummet.

LUFTENS MEDELÅLDER - 40 W/m²

Resultat av luftens medelålder kring personerna ger svar på ventilationens effektivitet och verkningsgrad samt ligger till grund för att beräkna lokalt ventilationsindex i rummet.



Visualiseringarna ovan visar luftens lokala ålder 0,1 meter kring personerna i rummet med Tubus (vänster) och med konventionella takdon (höger) vid 40 W/m² i värmelast. Luften är ca 17% yngre i fallet med Tubus kring personerna i rummet. **Tubus skapar en renare och "nyare" luft att andas in, i jämförelse mot konventionella ombländande takdon.**

Luftens medelålder (min) - 1,1 m	25 W/kvm	40 W/kvm	40 W/kvm - E	50 W/kvm
○ InventiAir Tubus	13,8	10,4	12,2	10,0
○ Ombländande takdon	19,1	12,3	-	8,2
Lokalt ventilationsindex - person	25 W/kvm	40 W/kvm	40 W/kvm - E	50 W/kvm
○ InventiAir Tubus	1,36	1,20	1,24	1,16
○ Ombländande takdon	0,98	0,96	-	0,95

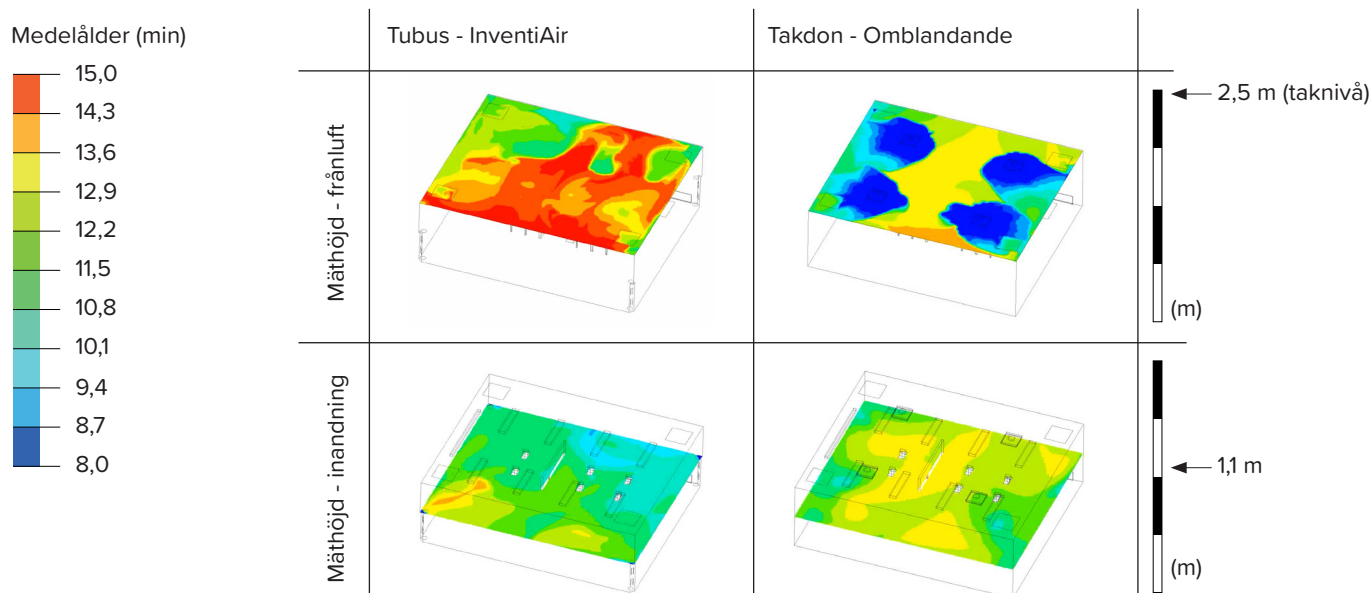
Tabellen ovan visar resultat av luftens kvalitet från mätningar/simuleringar med olika värmelaster. Den gröna kolumnen visar resultat från Tubus med 40W/kvm i värmelast med 25% reducerat luftflöde.

Luftens medelålder: Tubus tillför personerna en yngre och en mindre utspädd luft i alla mätningar mätt i minuter vid 1,1 meters höjd från golvet (andningsnivå). Även vid en reduktion av luftmängden med 25% (grön kolumn) är luftens ålder lika de ombländande takdonen.

Lokalt ventilationsindex - person: De ombländande takdonen ligger under värdet 1,0 (100% omblandning), och det föreligger risk att kortslutning således sker. Tubus ger upp till 40% högre ventilationseffektivitet än takdonen enligt dessa mätningar. Mätningarna är baserade på ett medelvärde kring personerna i rummet. (Önskas det Lokala Luftutbytet kan enkelt beräknas fram genom att dividera värdet för ventilationsindex med 2.)

LUFTENS MEDELÅLDER - 40 W/m²

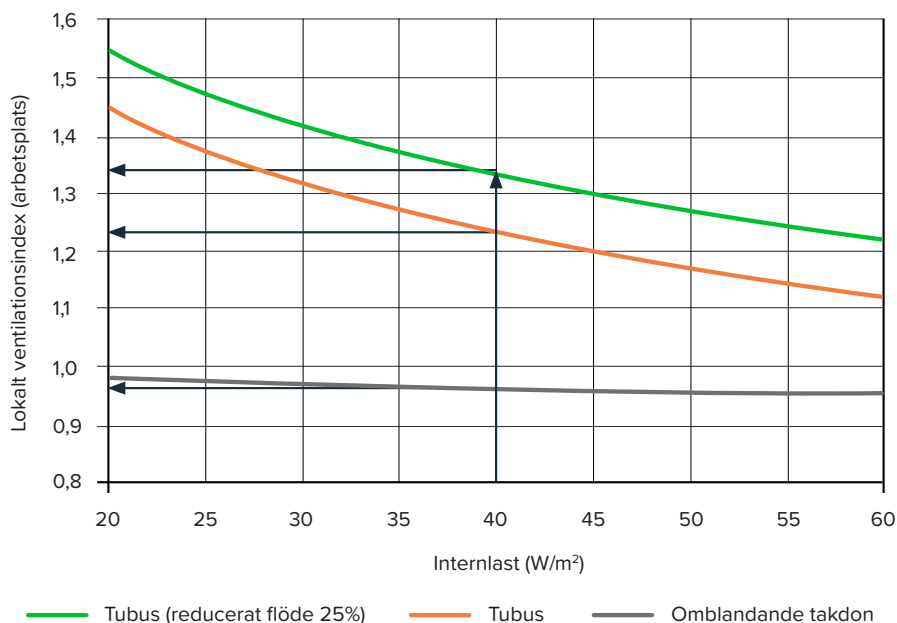
Luftens ålder vid olika mätpunkter ger tydliga indikationer på var i rummet ventilationen är effektiv och kan även ge indikationer var kortslutningar mellan tilluft och frånluft existerar.



De två CFD-visualiseringarna ovan visar luftens medelålder vid taknivå (2,5 m). Det syns tydlig att den gamla och använda luften tillåts lämna rummet i fallet med Tubus (vänster). I fallet med de omblandande takdonen är luften ung och oanvänd innan den späds ut i resten av rummet eller försvinner ut i frånluften (kortslutning).

De två visualiseringarna nedan visar luftens utspäddhet vid 1,1 m (andningsnivå). Det syns tydligt att Tubus ger ca 17% yngre och renare luft att andas in kring arbetsplatserna i jämförelse med omblandande takdon.

”Tubus ger en yngre och mindre utspädd luft att andas in kring arbetsplatserna.”



Diagrammet till vänster illustrerar att Tubus ger ett högre lokalt ventilationsindex än omblandande takdon. Den stratifierande ventilationsprincipen är ”självförstärkande”, då ett minskat tilluftsflöde skapar ett högre lokalt ventilationsindex.

Vid en 25% reducering av luftflödet jämfört med de omblandande takdonen, ger den skiktande ventilation från Tubus ett lokalt ventilationsindex som är ca 40% bättre.

OM MÄTNINGARNA

Samtliga mätningar och beräkningar är framtagna tillsammans med Högskolan i Gävle. Projektets syfte var att studera potentiella energibesparingar vid olika ventilationsprinciper.

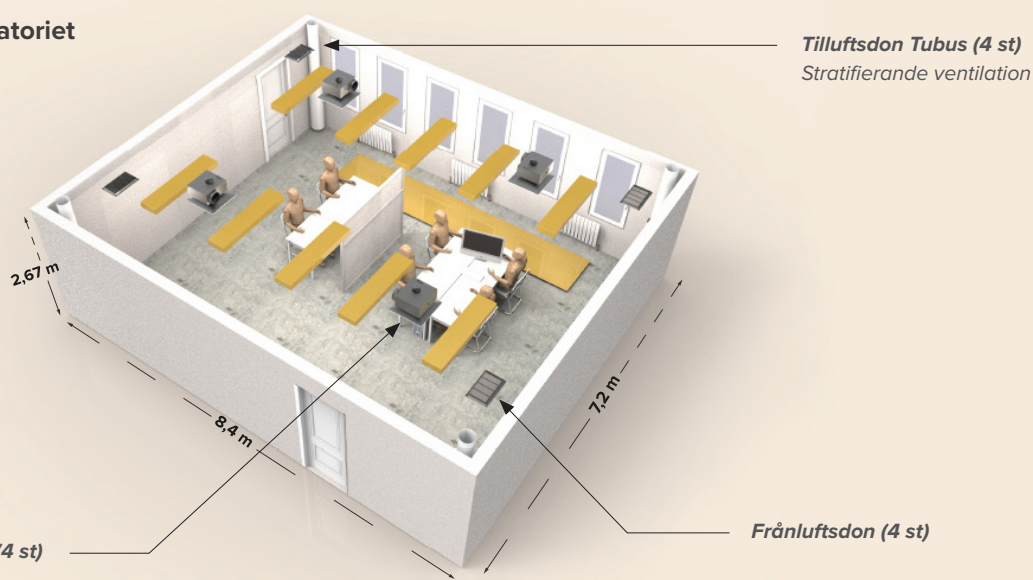
**Genomfördes av Högskolan i Gävle
november 2016 – augusti 2017**

- Samtliga CFD-modeller är verifierade mot verkliga uppmätta (experimentella) värden för temperatur, lufthastighet och spårgas. CFD-modellerna består av <10 miljoner celler/mätpunkter
- Klimatlaboratoriet inreddes som ett "öppet landskap" om 60 m² med 6 arbetsplatser med utrustning
- Mätningarna finansierades av Vinnova och InventiAir

**Variabler som simulerades och beräknades
(i varje mätpunkt)**

- Temperatur
- Lufthastigheter samt riktning på luftens rörelse
- Luftens ålder
- Koldioxidnivåer
- Komfortparametrar
- Spridning av kontaminationer från in- och utandning (separat publikation att publiceras nov/dec 2017)

**Planlösning klimatlaboratoriet
vid Högskolan i Gävle.**



Experimentiella mätningar i laboratoriemiljö

Samtliga CFD-modeller som ligger till underlag för beräkningarna i denna dokumentation, **är verifierade mot experimentella mätningar vid Högskolan i Gävle.**

Dessa mätningar har skett i laboratoriemiljö under stabiliserade och balanserade förhållanden, med olika typer av värmekällor, för att skapa verklighetsanpassade förhållanden.

Olika produkter från olika leverantörer testades i olika fall av värmelaster i klimatlaboratoriet, i en flera månaders lång kartläggning. I 47 mätpunkter i rummet studerades luftens temperatur, hastighet och ålder.

MÄTVARIABLER

Varabler och enheter använda i beräkningarna skapar förutsättningar att beräkna energibesparingar, med ett bibehållet inomhusklimat kring personerna i rummet.

ENERGIBESPARING

I dessa beräkningar definieras energibesparingar, av reduceringen av den tillförda mängden luft till rummet, med bibehållet inomhusklimat kring människan.

Ingen hänsyn har tagits till transmissionsförlusten utan den högre värmeavgivningen (kyleffekten) är beräknad med en högre frånluftstemperatur som underlag.

Om den tillförda luftmängden vill hållas konstant kan således tillufttemperaturen ökas i enighet med beräkning för kyleffekt och rummets energibalans, med lägre energibesparing än att sänka flödet

FLÄKTENERGI

För att beräkna reduceringen av tillförd energi till fläkten vid ett minskat behov av tilluft används affinitetslagarna.

Energibesparingen i fläkten erhålles således från kubikroten ur faktorn för varvtalsförändringen. (Se formeln nedan)

$$\frac{P_0}{P_1} = \left(\frac{n_0}{n_1} \right)^3$$

q = luftflöde (m³/s),
n = varvtal (varv/min)
P = effekt (W)

”Spara energi med olika typer av ventiationslösningar, men ge inte avkall på luftens kvalitet och inomhusklimatet för personerna som vistas i rummet”

LUFTENS ÅLDER

Är ett uppmätt värde (i minuter) i en specifik punkt och ger en indikation på hur utspädd luften blir, från att den lämnar inloppet tills att den når den specifika punkten.

Värdet ligger till grund för att beräkna variabler såsom lokalt luftutbyte eller lokalt ventilationsindex.

VENTILATIONSINDEX

Lokalt ventilationsindex = en kvot av den nominella tidskonstanten i frånluften x 2 dividerat med tidsvärdet (luftens ålder) i en viss lokal punkt.

Uppmätta värden är beräknade på medelvärdet av 100-talet mätpunkter.

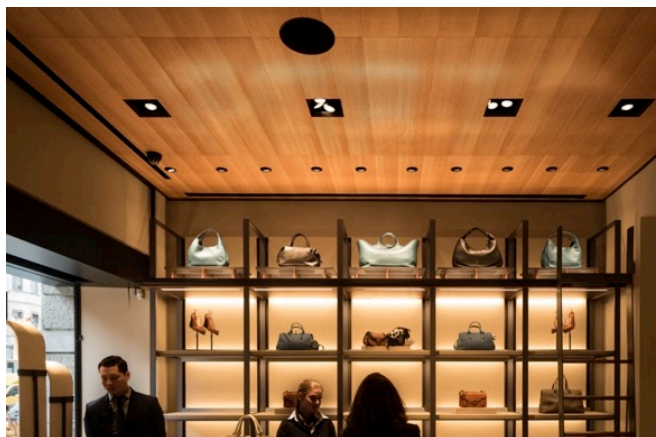
Värdet 1,0 indikerar således att luftens ålder och utspädning är exakt lika kring personerna såsom i frånluften. Ett värde under 1,0 innebär en kortslutning, där renare luft lämnar rummet innan den når personerna i vistelsezonen.



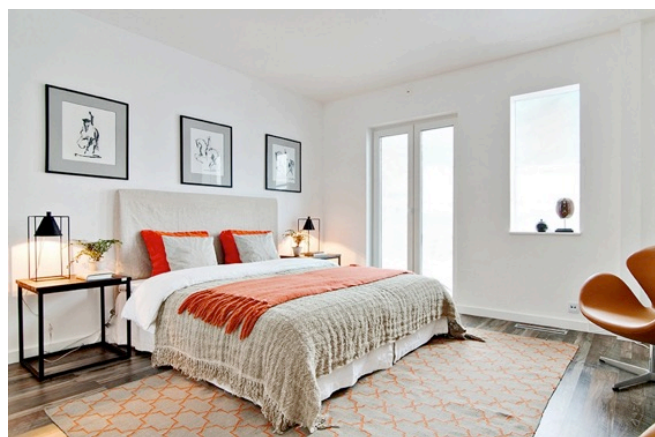
Sweco-huset, Gävle



Teknologiskt Institut, Stockholm



Bottega Veneta, Stockholm



Friendly Building, Värmdö



Läppstiftet, Göteborg



Sandvik Coromant, Sandviken



IKEA-muséet, Älmhult



Scandic Plaza, Stockholm