



Kvalitetsforbedring ved fortrengningsventilasjon

Blant vanlige brukere av ventilasjons- og klimainstallasjoner går de overveiende klager på trekk og støv i luften. Det siste karakteriseres ofte som "tørr luft". Begge disse hovedinnvendinger kan, under forutsetning av riktig konstruksjon og installasjon, elimineres eller reduseres vesentlig gjennom fortrengningsventilasjon.



Gaute Flatheim

Gaute Flatheim är civilingenjör och direktör i Flatheim Rådgivande ingenjörer i VVS-, energi- og klimateknikk, Stavanger. Han är ordförande i Fagstyret i Norske Sivilingenjörers Forening, NIF, och medlem av det sk HTP-utvalget (Helse-, Trivsel-projektet) som drivs av NIF i samarbete med Den norske Lægeforening og Teknisk Hygienisk Forum.

Praktisk talt alle ventilasjons- og klimainstallasjoner i verden er bygget over et konsept fra en tid hvor trekk og luftkvalitet var av underordnet betydning. Omrøringsventilasjon ble et faktum i USA – og senere over hele verden – etter at elektriske vifter ble tatt i bruk. "Air condition" ble introdusert og hadde som hovedoppgave temperaturregulering og fuktighetskontroll – særlig om sommeren i amerikanske byer. Et sommerklima med meget høye utetemperaturer i kombinasjon med fuktighet ble kompensert med "frisk bris" i oppholdssonen. Trekk ble ansett for et tegn på "air condition" – en nødvendighet og et statussymbol. Høyt lydnivå – eller støy – forsterket bare inntrykket av "kvalitet". Grunnlaget for en klimateknisk standard var lagt.

Ventilasjon i den betydning vi idag etterstreber – var ikke det essensielle. Termisk klima skulle komme til å bli et overordnet mål – uten trekk som den medvirkende faktor vi i dag har så store problemer med. Grunnlaget for en verdensindustri var lagt. Den fikk sterk vekst, dominert av produktutviklere som for det vesentligste opererte i stigende markeder



Figur 1. Diff-Donet ligger i vegg, i "rutan" till höger om dörren."

hvor volumet ikke kalte på kreativitet eller selvkritikk. Man ekspanderte og overførte teknologi til 5 verdensdeler. På mange områder imponerende i teknologisk henseende med utvikling av kjøleutstyr, styringssystemer, materialanvendelser og komponenter av enhver art. Men alt utviklet over det konsept vi i dag kaller omrøringsventilasjon: all luft i rommet settes i rotasjon – resirkuleres – i oppholdssonen med en hastighet som må være stor fordi kjøleeffekten var det essensielle, og den ($q_{\max}$) er som kjent en funksjon av luft-hastigheten i tredje potens ($q_{\max} = f(V^3)$). Denne utvikling har pågått i snart 3 generasjoner – uten revolusjonerende nytenkning.

Som VVS-ingeniører har vi ofte møtt argumenter om at det er bedre i eldre bygg – uten ventilasjons- eller klimainstallasjoner. Massive konstruksjoner, imponerende takhøyder og minimale interne varmebelastninger ga små temperaturvariasjoner – over dagen eller over året. Tekniske løsninger fra antikken gjennom århundrer inn i middelalderen var basert på fysiske grunnlover. Datidens ingeniørkunst medførte ikke klimatekniske

problemer. Man fulgte naturens lover og skapte byggverk som gjenspeiler fantasi og klokskap. I St Peterkirken i Roma, i Nidarosdomen i Trondheim, i de store engelske katedraller og i sentral-Europas operabygninger og i andre monumentalbygg. Overalt enkle løsninger hvor ingeniøren spilte på lag med naturlovene – og lyktes. De lot luften varmes opp under gulvet for å stige og fortrenge romluften som etter hvert ble varm – og forurenset. Utskiftningen skjedde ved *fortrengning*. Historisk sett har det vært slik siden huset ble bygget som en klimaskjerm. Som et vern mot snø, is, regn og kulde. Og mot varme. Utviklingen av "air condition" skulle komme til å bli på tvers av våre grunnleggende oppfatninger. På godt og på vondt.

Fortrengningsventilasjon

I hele etterkrigstiden har konsepter for klimatekniske løsninger fulgt et mønster uten de store avvikelser – verden over. "Forbedringene" har ofte vært av kosmetisk art, og vi må se tilbake på en utvikling hvor alle de store produsenter på verdensbasis har fulgt i hverandres spor – og kopiert hverandre. Som klimateknikere har vi vært opptatt av å snakke *til* hverandre – og til å lytte *til* hverandre. Vi har ikke i tilstrekkelig grad løftet vårt blikk og lyttet til det jeg kaller våre "reelle brukere" eller kunder. Til de som har sin arbeidsplass i bygg vi har vært medansvarlige for å "konstruere". Vi er som VVS-bransje i en utrygg posisjon fordi klagestatistikken over våre produkter og systemer er så massiv. Vi må gjenopprette tillit – og det kan gjøres ved å lytte til de som arbeider i bygg vi har prosjektert.

Siden 1982 har vi i Norge arbeidet med det vi kaller HTP-utvalget – oppnevnt av Fagstyret i Norske Sivilingeniørers Forening. Formålet er å klarlegge sammenhengen mellom helse, trivsel og inneklimate. Så langt har vi hatt et utmerket samarbeide med leger, toksikologer, yrkeshygienikere og klimateknikere i hele Norden. De helt dominerende klager er *trekk* og *støv* i luften. Det siste uttrykkes for øvrig ofte som "tørr luft". Begge disse hovedinnvendinger kan – under forutsetning av riktig konstruksjon og installasjon – elimineres eller reduseres vesentlig.

Fortrengningsventilasjon fungerer i et rom som om man tapper vann i et badekar. Vannet stiger jevnt og fortrenger luften over vannflaten. Enkelt? I et rom hvor man har gått grundig til verks, vil man i de fleste tilfeller oppnå det samme. Frisk, godt filtrert luft tilføres nærmest mulig våre kunder, og trekkes av under tak – sammen med varme og forurensninger som ifølge våre fysiske grunnlover stiger opp. Det er helt vesentlig at luften tilføres med svært *lave hastigheter* i oppholdssonen.

Den skandinav som har gjort mest på dette området er professor P O Fanger. Han oppfordrer oss klimateknikere til å eliminere trekkproblemet: følbare hastigheter må ned under 8–10 cm/sek for å unngå klager på trekk. Riktig dimensjonering og riktige produkter klarer en slik utfordring. Men det må understrekes at overgangen til fortrengningsventilasjon ikke har forenklet livet for oss klimateknikere. Tvert imot, krav til grunnleggende kunnskaper, erfaring og forståelse for tverrfaglighet skjerpes vesentlig. Samspill mellom leger, yrkeshygienikere, øvrig helsepersonell og klimateknikere er en nødvendig hverdag i nutid – for vår fremtid.

Forurensninger

– kontorsykens følgesvenn

I de siste par år har diskusjonen om *inneklimate* i Norge dreiet vesentlig. Vi er ikke lenger så opptatt av termisk klima – alene. Dette fordi vi er klar over at flere av de mest brukte klimasystemer på verdensbasis er egnet til full temperaturkontroll. Vi har dessuten tilstrekkelige kunnskaper og egnet dataverktøy til å gjennomføre beregninger på en betryggende måte. Men i et omrøringsystem medfører full temperaturkontroll trekkrisiko. Dette er den viktigste klageårsak, som allerede nevnt.

Hva verre er – en rekke av de mest benyttede systemer er basert på tilnærmet 100% resirkulering i selve rommet. Dette medfører en urovekkende konsentrasjon av finstøv i pustesonen. Større partikler, tekstilfibre, MMM*-fibre og skitt av enhver art setter seg på apparatene, under vinduene, i induksjonssystemene, og kan være en forurensningskilde som også er grobunn for sopp sporer og annen bakterievekst. De fleste, minste og farligste partikler går imidlertid igjennom batteriene og tilføres rommet i en kontinuerlig resirkulasjonsprosess. Antallet kan være meget høyt, og det er i nyere kontorbygg målt 100 millioner partikler – dels i submikroskopisk område – pr. m³ romluft.

Vi har liten statistikk på dette området, men hvis dette tall er representativt for kontorbygg med teppegulv og induksjonsapparater, må vi kunne si at det er behov for en nærmere analyse av sykefravær, mistriivsel og ubehag. Dette i relasjon til kontorbygg hvor man ved fortrengningsventilasjon har oppnådd drastisk reduksjon av partikkelinnholdet i pustesonen. Særlig når medisinerne mener at finstøvet frakter "blindpassasjerer". Bakterier spres meget effektivt gjennom ventilasjonskanalene "på ryggen" av støvpartiklene, kommer ned i våre luftveier og fører til halsinfeksjoner og kanskje lungebetennelse. En del av støvet avleires i lungespissene (alveolene) ifølge Dr.med. Kjell Aas, spesiallege og sjef for Vok-

* MMMF = Man Made Mineral Fibers

sentoppen, Institutt for barn med astma og allergi. Finstøvet er kanskje den aller viktigste årsak til at fortreningsprinsippet slår gjennom hos våre oppdragsgivere.

Energimedaljenes bakside

ENØK (energiøkonomisering) er fremdeles god latin. Men vi må nok være mer oppmerksom på den skade "bivirkninger" kan gjøre. Reduksjon av frisklufttilførselen – i kjølevannet av oljeembargoen i 1974 – er et eksempel på ENØK-tiltak som i betydelig grad svekker innemiljøet, og som har påført mennesker hodepine, kvalme og annet ubehag. Vi er også blitt mer oppmerksom på bivirkninger av omluftskjøring. Transport av friskluft må etter hvert oppgraderes fra et hygienisk synspunkt, og vi kan ikke lenger forsvare at avtrekksluft ukritisk kan kjøres som omluft – og altså gjennom friskluftkanalene. Dette fører nemlig med seg at forurensninger fra mange – og forskjellige rom – avleires i tilførselssystemet og/eller distribueres til brukerne.

Et alternativ er bruk av platevarmegjenvinnere eller gjenvinnere for glykol – begge konstruert for separate kanalsystemer. Omluftsmuligheten bør kort og godt ikke lenger være til stede, verken i form av "bypass-spjeld" eller på annen måte. Et mer "ufarlig" ENØK-tiltak gir fortreningsventilasjon i seg selv. SINTEF i Trondheim har gjennom prosjektet "Ventilasjonsystemers effektivitet" påvist at fortreningsventilasjon i tillegg til å gi et bedre kontormiljø, åpner for reduserte friskluftmengder. Når friskluften tilføres nær bruker, vil denne til enhver tid omgis med luft med høyere renhetsgehalt enn i deler av rommet over oppholdssonen. Dette gjør at vi ikke er betenkt over en reduksjon i luftmengden på 20% i forhold til omrøring.

Rehabilitering

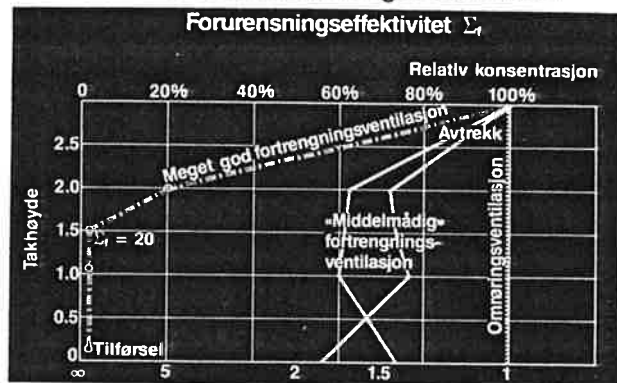
Sammen med A/S Norsk Viftefabrikk har vi utviklet et fortreningsapparat spesialtegnet for å kunne erstatte induksjonsapparater i kontorbygg. Dette er for tiden montert i et nyere bygg i et antall av 9, og resultatene er så langt tilfredsstillende. Primærluftmengden på ca 70 m³/h pr. modul er beholdt, og denne luftmengde tilføres med en hastighet på 7–8 cm/sek i oppholdssonen. Det er naturligvis ingen sekundærluft, og varmen dekkes av termostatstyrte elektriske ovner som må monteres slik at vi får minst mulig uønskede konveksjonsstrømmer i nærheten av frisklufttilførselen. Apparatet er ennå under utvikling, og vil trolig kunne produseres i varianter som tar hensyn til eksisterende primær- og sekundærsystemer i bygget.

I dette spesielle bygg er det sentralt kjølesystem som gjør at vi må bibeholde transmisjonsvarmekilden for å hindre at rommet tilfø-

res for kald friskluft. I bygg med sekundærkjøling – eksempelvis 4-rørs induksjonssystemer – vil det være naturlig å montere kjøletak til kaldtvannskretsen og så benytte fortreningsapparater uten tilleggsvarme. Dette kan være et DIFF-DON som vist i figur 1. Et forsikringsbygg fra 1880-årene er helt renoveret, og varmeoverskudd fjernes med kjøletak. Filtrert friskluft tilføres trekkfritt lavt i oppholdssonen gjennom et don ved siden av dør til korridor. Systemet fungerer utmerket.

Anbefalinger

Fortreningsventilasjon gir bestandig bedre luftkvalitet i forhold til omrøring. Noen ganger kan luftkvaliteten i pustesonen være opptil 20 ganger bedre enn ved omrøring. Men dette varierer svært meget som vist i



Figur 2.

SINTEF's kurver i figur 2. Det er verdt å understreke at såkalt "middels god fortreningsventilasjon" dog gir en effektivitetsforbedring på kanskje 50%. Det er helt nødvendig at vi arbeider oss fremover mot løsninger som gir minst mulig resirkulasjon og altså færrest mulig partikler i pustesonen. Men et godt innemiljø er også betinget av kritiske vurderinger av tepper. Teppet fibre er en alvorlig kilde til mistrivsel, og enkelte kvaliteter fungerer som effektive støvsamlere og godt miljø for uheldig biologisk vekst. Noen teppekvaliteter er også årsak til statisk elektrisitet dersom de er lite elektrisk ledende.

Vårt forhold til heldekningstepper kan komme til å bli påvirket av det arbeidet som utføres av Yrkeshygienisk Institutt i Oslo. Filtrering av uteluft må oppgraderes vesentlig, og mineralullisolasjon som på noen måte kan avgi fibre eller partikler i submikroskopisk område, vil vi se kritisk på. Friskluft må ikke på noen måte komme i berøring med mineralull som kan avgi partikler som kan bli transportert inn i pustesonen. Gjennom et reorganisert og utvidet HTP-II-utvalg (Helse-, Trivsel-prosjektet) vil vi i årene fremover bygge opp ekspertise og spre informasjon om alle forhold som innvirker på innemiljøet i såvel kontorbygg som skoler, lettere industri, andre yrkesbygg og boliger.