



Norge

RASJONELL VENTILASJON

Av professor Eystein Rødahl, Institutt for VVS-teknikk, NTH



Strategi, effektivitet og kontroll är nyckelord i begreppet rationell ventilation. Det säger professor Eystein Rødahl i denna artikel som också redovisar några praktikfall.

Vi benytter energi, teknologi og penger for å nå et visst mål med hensyn til luftkvalitet i våre bygninger.

Energiforbruk og inneklimate beror på det ytre klima, bygningen, klimainstallasjonene samt brukerne og deres aktiviteter og gjøremål. Vi kan derfor løse et inneklimateproblem ved ulike tiltak. I noen tilfelle kan det å spare energi være et mål i seg selv. Normalt er det imidlertid spørsmål om kostnadseffektive løsninger.

Rasjonell ventilasjon fremkommer altså som et resultat av en totalvurdering av et luftkvalitetsproblem. Viktige stikkord i denne forbindelse er strategi, effektivitet og kontroll.

Strategier for kontroll av luftkvalitet

Rasjonell ventilasjon dreier seg først og fremst om å velge den riktige strategi for kontroll av luftkvalitet.

Generelt kan vi løse et luftkvalitetsproblem ved

- alternative produkter eller prosesser
- lokale avtrekk
- generell ventilasjon av hele lokalet ved fortrengning eller omrøring.
- rensing av luften.

Den rette strategi beror på forurensningskilde, forurensningstyper og bruk av rom eller bygning.

I alminnelighet forsøker vi først og

fremst å løse problemet ved å eliminere det. Av praktiske og økonomiske grunner kan ikke alle forurensninger elimineres helt og fullt. Den generelle ventilasjon må derfor i tillegg til uunngåelige forurensninger fra selve mennesket også ta hånd om forurensninger fra bygningsmaterialer, forbruksartikler, menneskets forskjellige gjøremål etc.

Luftkvalitetsstandard

Rasjonell ventilasjon er et spørsmål om relevante standarder.

Våre kunnskaper om helse-effekten av ulike forurensninger og kombinasjonen av disse er ufullstendige. Vi mangler også data når det gjelder emisjon fra produkter og forbruksartikler.

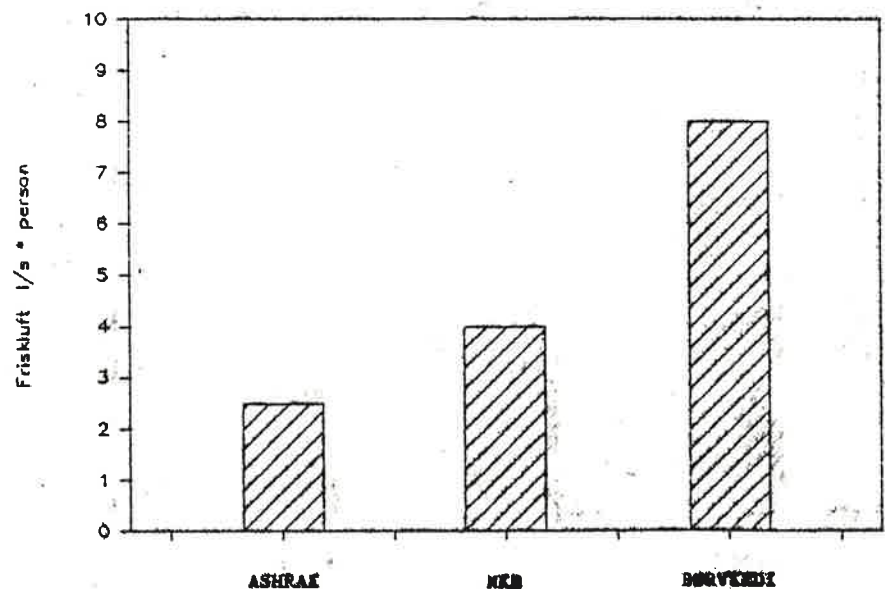
I byggeforskrifter, normer og standarder er det derfor vanlig å uttrykke luftkva-

litet i form av friskluftsrate istedenfor forurensningskonsentrasjonene.

Normer og standarder for inneklimate representerer vanligvis et kompromiss mellom energiforbruk og kostnader på den ene side og helse, komfort og trivsel på den andre. Resultatet beror på den aktuelle teknologiske, økonomiske, sosiale og hygieniske situasjon, og det vil derfor være ulike svar på spørsmålet hva ventilasjonsraten skal være fra land til land og fra tid til tid.

Oljekrisen førte til energisparing ved redusert ventilasjon og redusert temperatur. Hygienikere i flere land ble bekymret for de effekter dette kunne få for folkehelsen, og i USA, i Skandinavia og i andre land utarbeidet myndigheter og organisasjoner normer og standarder for å motvirke at energisparingen skulle føre til uhel-

Figur 1. Friskluftbehov i følge ASHRAE og NKB og slik det burde være i henhold til nyere undersøkelser.





dig innelima. Resultatet viste seg imidlertid i høy grad å være påvirket av energisparetanken.

Eksempelvis skulle utelufttilførselen for kontorer og uten røkere minst være 2,5 l/s og person ifølge The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE).

Nordisk komité for bygningsbestemmelser (NKB) foreslo på sin side 4 l/s og person. I løpet av det siste ti-år har forskere rundt om undersøkt luftkvalitet og folks reaksjon på denne. Resultatet tyder på at kravene formulert av ASHRAE og NKB bør økes betydelig. Frisklufttilførselen bør etter dette minst være 8 l/s og person for rom for ikke-røkere, noe som også er i samsvar med ASHRAEs nye bestemmelser.

Ventilasjonsstrategier

Rasjonell ventilasjon betyr å velge den rette ventilasjonsstrategi.

Ved å ventilere bygningen kun i den tiden det er bruk for ventilasjon vil vi kunne redusere energiforbruket vesentlig.

Beregninger viste at energiforbruket for et kontorbygg i Oslo ville bli redusert til omtrent tredjeparten om vi gikk over til å ventilere bygningen kun i arbeidstiden.

Videre skal vi selsvagt heller ikke benytte mer uteluft enn det som er nødvendig, og dersom utelufttilførselen i tillegg ble redusert i overensstemmelse med NKBs bestemmelser, ville energiforbruket for kontorbygget bli redusert til rundt regnet en tiendedel av det opprinnelige.

Ved større lufttilførsel og lengere

driftstid er det attraktivt å benytte varmegjenvinnere i ventilasjonsanlegg. Fornuftig bruk av varmegjenvinnere fører til at vi opprettholder luftkvaliteten ved redusert energiforbruk eller forbereder luftkvaliteten uten bruk av mer energi.

Undersøkelser i skoler har vist at energiforbruket kan reduseres betydelig (ca 30%) ved enkle tiltak som justering av utelufttilførselen, begrenning av utelufttilførselen til brukstiden, justering av termostater etc. Tilvarende reduksjoner er observert i mange andre bygninger. Slike tiltak koster omtrent ingenting. Det er mer spørsmål om omtanke enn penger.

Hittil har vi drøftet å begrense ventilasjonen til den tid det er bruk for den. Behovet for friskluft varierer imidlertid ofte innenfor brukstiden og åpenbart er det mest korrekt å la behovet være bestemmende for lufttilførselen.

I flere tilfelle varierer antallet personer som er tilstede. Når personene representerer forurensningskildene, burde følgelig utelufttilførselen justeres i henhold til persontallet.

Undersøkelser i rom uten røkere viser at det er en klar sammenheng mellom romluftens CO₂-innhold og antall personer tilstede. Det er videre en klar sammenheng mellom CO₂-innholdet og responsen på kroppslukt. Vi kan derfor benytte CO₂ som en indikator for luftkvaliteten og styre utelufttilførselen etter dette i rom for ikke-røkere. I andre lokaler er andre parametre utslagsgivende. I svømmehaller kan eksempelvis luftkvaliteten være indikator på friskluftbehovet.

Undersøkelser viser at det årlige ener-

giforbruk i kinoer, idrettshaller og kan reduseres med 20—30% ved CO₂-styrt ventilasjon. Et problem er imidlertid at CO₂-følerne er dyre. Billigere følere som reagerer på en blanding av gasser kan gi helt forskjellig respons. De er følgelig ikke egnet til å indikere hvor mange personer som er tilstede. På den annen side kan de avsløre et svakt punkt ved CO₂-styrt ventilasjon, nemlig at det kan være andre faktorer enn menneskets CO₂ som er avgjørende for luftkvaliteten.

Ved CO₂-styrt ventilasjon blir luftkvaliteten styrt i henhold til en gruppe mennesker. Undersøkelser tyder på at det er en sammenheng mellom klager over innelimaet og manglende medbestemmelserett både med hensyn til innelima og til arbeide. Det endelige mål bør derfor være at hvert individ selv kan innstille innelimaet etter eget behov.

Effektiv ventilasjon

Rasjonell ventilasjon betyr å føre friskluften dit mennesket er.

Ved mekanisk ventilasjon drives luften frem av vifter. Luftstrømmen vil imidlertid også være påvirket av oppdriftskrefter og vindkrefter (forstyrrelser). Dertil kommer bygningens utettheter og folks bruk av anlegget inn i bildet, og dersom konstruktøren ikke tar tilstrekkelig hensyn til disse forhold kan fordelingen av luften i bygningen bli ganske annerledes enn forutsatt.

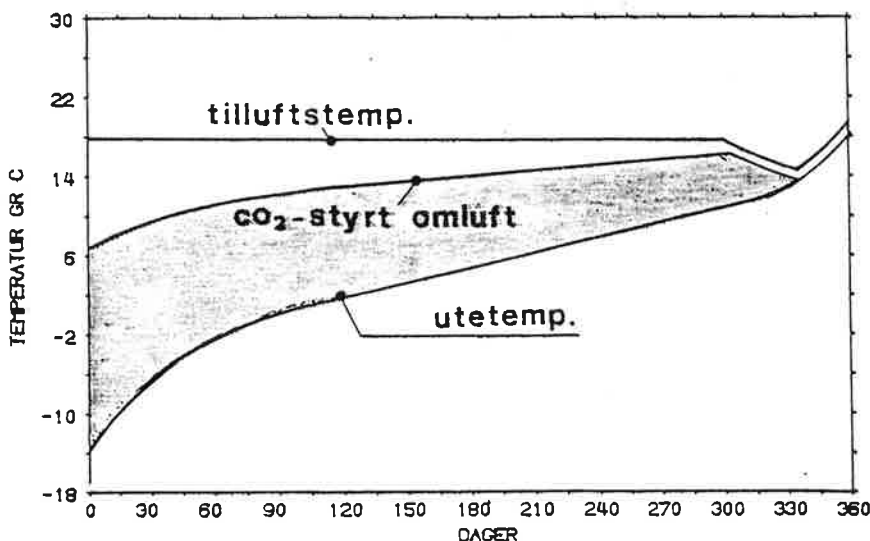
Etterat friskluften er strømmet inn i rommet, er styringsmulighetene blitt ytterligere redusert, og følgelig kan oppdriftskreftene i rommet ikke ignoreres om luftfordelingen skal bli vellykket.

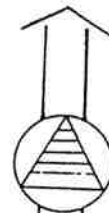
Lord Shaw uttalte allerede i 1907 at den dominerende fysiske lov i et ventilt rom er loven om naturlig konveksjon. Den er på en gang betingelsen for suksess og årsaken til de fleste bommerter.

Om vi bruker vannmodeller for å demonstrere strømningsforholdene i smelteverk eller andre lokaler med varmekilder, vil vi få se et klart skille mellom ren luft nede ved gulv og varm, forurenset luft i den øvre del av lokalet, om rommet tilføres kald luft ved gulvnivå. I slike haller er det altså fordelaktig å tilføre friskluften nedenfra med temperatur noe lavere enn romluftens temperatur (fortrengningsventilasjon).

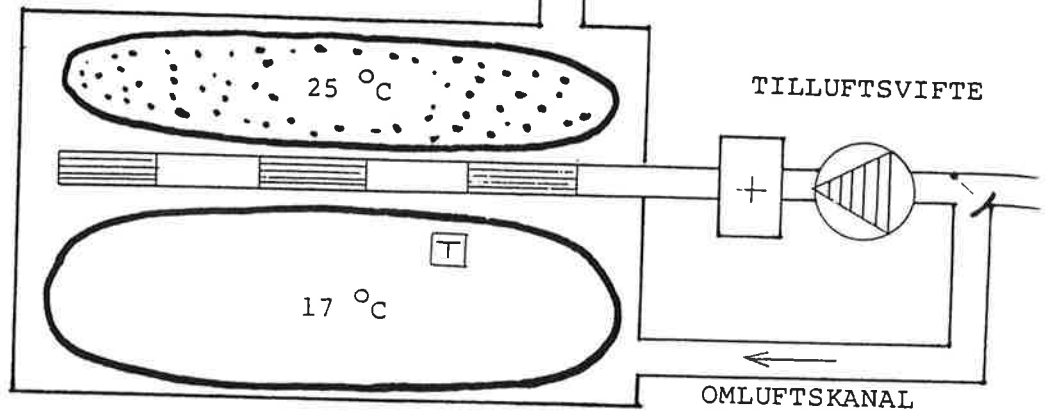
Forurensningskildene er svært ofte varmere enn omgivelsene, og erfaringene fra industrihaller og andre større lokaler er med stort hell overført til vanlige bygninger.

Figur 2. Illustrasjon av besparelse ved CO₂-styrt ventilasjon i Rosenborghallen.





AVTREKKSIVIFTE



Figur 4. Temperatursjiktning i gymnastikksal grunnet uheldig design.

Sammenlignet med omrøringsventilasjon er fortrenningsventilasjon vesentlig mer effektiv også her. Ved fortrenningsventilasjon vil dessuten en ulmebrann varsles raskere. Dertil det være lettere å få folk ut.

En konsekvens av bruken av fortrenningsprinsippet er vanligvis at oppvarmingsfunksjonen og ventilasjonsfunksjonen må skilles. Vi må altså ha et system for ventilasjon og et system for oppvarming.

I alminnelighet er det en fordel å skille de tre funksjonene oppvarming, kjøling og ventilasjon for å kunne holde stabile inneklimateforhold ved varierende driftsforhold.

Kontroll

Rasjonell ventilasjon betyr også kontroll og oppfølging av utførte anlegg med tilbakeføring av erfaringer til både prosjektering, installasjon og drift.

Vanligvis er det ikke mulig å merke på inneklimate om en varmegjenvinner i et ventilasjonsanlegg er i drift eller ikke. Varmebatterier tar gjerne hånd om den manglende varmegjenvinning, og det kan derfor gå en viss tid før driftspersonalet blir klar over feilen. Egentlig er dette forhold et trivielt argument for kontroll og overvåking.

Feltundersøkelser viser imidlertid at tilfredsstillende drift er et spørsmål om å få et stort antall småting til å fungere skikkelig. Overvåking er et effektivt verktøy for å sikre at dette virkelig skjer. Overvåking er imidlertid også et viktig hjelpemiddel for å avsløre uheldig prosjektering.

I en varmluftsoppvarmet gymnastikk-

sal var tilluftsventilen plassert midtveis mellom tak og gulv, med avtrekk ved tak og omluftsåpning ved gulv. Den varme tilluften hadde selvsagt en tendens til å legge seg under taket. Avtrekksviften på tak førte i tillegg til at uteluft ved spesielle spjellstillinger ble trukket direkte inn i rommet gjennom omluftsåpningen.

Resultatet ble en kraftig sjiktning mellom varm luft under tak og kald luft i oppholdssonen.

Ofte er luftinntak og luftutslipp plassert nært hverandre på bygningen med kortslutning til følge. Overvåking av ventilasjonsanlegget på en skole avslørte at ca 30% av tilluftsinnaket besto av avtrekksluft.

På prosjekteringsstadiet må vi evaluere tiltak for bedre energiøkonomi og inneklimate beregningsmessig. Tiltakene er imid-

lertid også vanskelig å verdsette etter at bygningen er tatt i bruk uten bruk av matematiske modeller og analyser.

Av praktiske og økonomiske grunner må vi begrense målinger til en ganske avmålt tid, og vi trenger derfor datamaskinprogrammer for å simulere inneklimate og fordeling av energiforbruk på transmisjon, ventilasjon etc. Idag er nødvendig måleutstyr og programmer tilgjengelig på flere hold. Dette verktøy gir oss også grunnlag til å utforme strategier for tiltak i eksisterende bygninger.

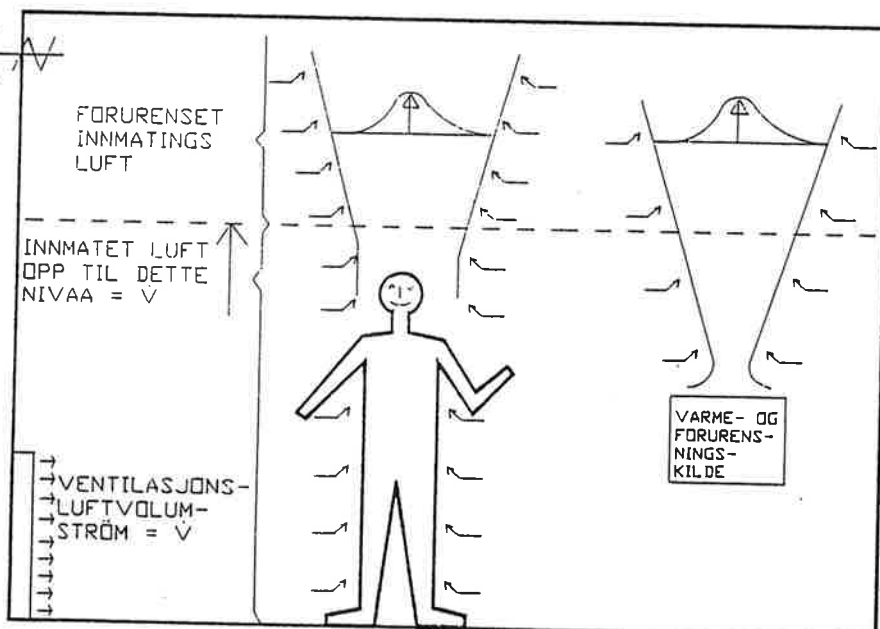
Oppsummering

Essensen av det som her er sagt går ut på at rasjonell ventilasjon er å praktisere den gamle læresetning:

”Rett lufttilførsel på rett sted til rett tid på rett måte til lavest kostnad.”

Det heter i Predikarens Bok at det aldri er noe nytt under solen. På den annen side kan ikke en god sak nevnes ofte nok.

Figur 3. Fortrenningsventilasjon.



Litteratur-referanser

1. Drangsholt, F., Bygnings- og energiovervåking. SINTEF 15/VVS Trondheim 1982.
2. Drangsholt, F., Behovsstyrt ventilasjon. SINTEF 15/VVS Trondheim 1986.
3. Mathisen, H.H., Skåret, E., Ventilasjonssystemers effektivitet. SINTEF 15/VVS Trondheim 1984.
4. Rødseth, A., Energisparing i yrkesbygg. Institutt for varme-, ventilasjons- og sanitæertechnik NTH Trondheim 1979.
5. ASHRAE, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard 62-1981, Atlanta 1981.
6. Nordisk komité for bygningsbestemmelser (NKB), Indoor Climate. NKB rapport nr 41 Stockholm 1981.