

Fysiologiske synspunkter på kravet til inneklimaet

Physiological aspects on the indoor climate

Av sivilingeniør Hallvard Hagen
Norges byggforskningsinstitutt



NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

OSLO 1969

Fysiologiske synspunkter på kravet til inneklimaet

Av sivilingeniør HALLVARD HAGEN
Norges byggforskningsinstitutt

Til tross for at den alminnelige bruker av en bolig gjennom sin personlige erfaring utmerket godt vet hvilket inneklima han foretrekker, og det uten å ha det ringeste kjennskap til vår fysiologi, og til tross for at man ofte bør være skeptisk overfor uttalelser fra den enkelte klimafysiologiske ekspert, kan det være ønskelig å kjenne litt til vår fysiologi i relasjon til de forskjellige faktorer som bestemmer vårt inneklima.

Kroppens varmeproduksjon

Vår termiske komfort er avhengig av at kroppens varmeavgivelse blir holdt i balanse med kroppens varmeproduksjon (stoffsiftet) på en måte som er mest mulig behagelig for oss.

Kroppens varmeproduksjon er i aller høyeste grad avhengig av vår kroppslige aktivitet. Det aller laveste stoffsifte — basalstoffsiftet — har vi når vi ligger fullstendig avslappet i dyp søvn. For normale, friske, voksne mennesker kan det spesifikke basalstoffsifte settes til 40 kcal pr. m² hudoverflate og time. Det er vanlig å referere spesifikt stoffsifte til kroppens hudareal, da dette er en langt bedre referanseverdi enn for eksempel kroppens vekt. Denne referanseverdi på 40 kcal/m²h er forøvrig nær den samme for alle pattedyr, fra mus til elefanter.

Basalstoffsiftet er i noen grad individuelt varierende fra menneske til menneske. For korpulente mennesker med uaktivt vev (felt) kan basalstoffsiftet ligge 10% under middelet, mens det for trenede mennesker kan ligge 5% over. Generelt sett er det 5–10% lavere for kvinner enn for menn.

Basalstoffsiftet

er dessuten avhengig av alderen. Nyfødte spebarn har et basalstoffsifte på bare 30 kcal/m²h i alderen

½–4 år når det en maksimumsverdi på 55 kcal/m²h for siden å avta jevnt med årene slik at det ved den høyeste levealder igjen er nede i 30 kcal/m²h. Da kroppens hudareal ligger mellom 0,4 m² for et lite spebarn og opp til 2 m² for en velvoksen kar, vil dette si at kroppens basalvarmeproduksjon stort sett ligger et sted mellom 12 og 80 kcal/m²h (tilsvarende 15 og 90 watt).

Her i Skandinavia er det vanlig å regne med at en voksen «normalperson» med høyde 170 cm og kroppsvekt 70 kg har et hudareal på 1,8 m², som gir et basalstoffsifte på $40 \cdot 1,8 = 72$ kcal/h.

Aktivitet og stoffsifte

Ved enhver form for aktivitet stiger stoffsiftet ut over basalverdien, og ved større fysiske anstrengelser kan det dreie seg om en mangedobling. Dette fremgår av tabellen nedenfor som viser stoffsiftets avhengighet av den fysiske aktivitet for en «normalperson».

Aktivitet	kcal/h
Dyp søvn (basalverdi)	72
Ligge i ro	85
Sitte i ro	95
Høytlesing	105
Strikking	115
Stå helt avslappet	115
Stående i lett arbeid (oppvask)	150
Maskinskriving, rask	150
Husrensjøring	180
Spasere langsomt 3 km/h	210
Dans, langsom	220
Spasere normal hastighet	
5 km/h	320
Gjennomsnitt for en hard arbeidsdag	550
Spasere raskt 8 km/h	650
Kortvarige, maksimale sportsprestasjoner: Regattarøing, sykkelspurt (ergometersykel)	1500–3500

Som en sidebemerkning kan det nevnes at våre mest effektive muskelgrupper har en virkningsgrad for fysisk arbeid på 25%, det vil si at en toptrenet atlet kan utføre kortvarige arbeidsprestasjoner av størrelsesorden 1 hk eller 1 kW.

Når det gjelder de aktiviteter vi kan regne med innen en bolig, ligger varmeproduksjonen for en voksen «normalperson» mellom yttergrensene 72 kcal/h i en rolig søvn og ca. 600 kcal/h i en hurtig wienervals. Som mer normale midlere dagsaktiviteter kan vi regne med de langt snevrere yttergrensene på 80 og 130 kcal/h. Samlet for et helt døgn kan vi som et eksempel regne med:

14 timers moderat dagsaktivitet à 100 kcal ..	= 1400 kcal
10 timers hvile (søvn) à 80 kcal	= 800 kcal
	<hr/>
	= 2200 kcal

Dette er et vanlig dagskaloribehov ved en stillesittende aktivitet, mens for eksempel tømmerhoggeren som kjent må ha sin 5000–6000 kcal pr. døgn.

Kroppens varmeregulering

For rent skjematisk å forklare prinsippene for kroppens varmeregulering er det rimelig å starte med det enkleste: en naken, stillesittende «normalperson» i et vanlig rom med moderat luftbevegelse. Med en varmeproduksjon på 90 kcal/h vil han føle det behagelig ved en omgivelsestemperatur på 28° C. Kroppens dype temperatur vil da holde seg på 37° C uten aktiv medvirken av noen av de varmeregulerende organer. Vi kan kalle det en fullstendig avslappet likevektstilstand, hvor den gjennomsnittlige hudtemperatur for kroppen som helhet ligger på 33° C.

Hvis omgivelsestemperaturen skulle falle eller stige med et par gra-

Byggeteknikk og fysiologi

der i forhold til balansetemperatur på 28 °C, vil den dype temperatur med letthet holdes uendret på 37 °C ved hjelp av kroppens vasomotoriske temperaturreguleringsmekanisme, det vil si ved en utvidelse eller innsnevring av hudlagenes blodkar. På denne måte kan blodtilførselen til huden som helhet varieres i meget stor grad.

Den gjennomsnittlige hudtemperatur kan økes med 2 grader, og således opprettes varmebalanse ved en omgivelsestemperatur som også er 2 grader høyere. På tilsvarende måte vil en kontraksjon av blodkarene senke hudtemperaturen og dermed redusere varmetapet ved fallende omgivelsestemperatur.

De største og mest

effektive reguleringsorganer har vi imidlertid i våre hender og føtter. Vi kan for eksempel sende blodet i rikelige mengder og med full temperatur helt ut i fingerspissene og således oppnå maksimal varmeavgivelse fra hendene, eller vi kan med sterkt redusert blodtilførsel og med utnyttelse av en sinnrik varmeveksler-effekt mellom arterier og vener senke fingrenes temperatur helt ned mot omgivelsestemperaturen, hvorved varmetapet blir ubetydelig. Varmevekslermekanismen er så effektiv at den ved lave omgivelsestemperaturer greier å sende blodet tilbake til kroppens indre med en temperatur på 37 °C, samtidig som det er påvist at fingerspissenes temperatur endog kan komme noen tiendedels grader under lufttemperaturen. (Undertemperaturen skyldes den svake minimums-avdampning fra fingrene selv i kalde omgivelser.)

Kontraksjonen av blodkarene ved lave omgivelsestemperaturer skjer ikke bare i hudlagene, men også i noen grad i nese og svelg, noe som fører til den mindre motstandsdyktighet mot luftveissykdommer ved avkjøling.

For vår nakne normalperson i hvile kan den vasomotoriske regulering få den midlere hudtemperaturen til å stige til 35 °C eller falle til 29 °C. Dette tilsvarer omgivelsestemperaturer mellom 24 °C og 30 °C.

Når omgivelsestemperaturen kommer utenfor det området den vasomotoriske reguleringsmekanisme kan mestre, har kroppen andre virkemidler å sette inn for å søke å bevare vår dype temperatur på 37 °C.

På den kalde siden

skjer det en automatisk heving av stoffskiftet til det ender med kuldeskjelving, som under ekstreme forhold kan bringe varmeproduksjonen opp i over 300 kcal/h eller omtrent 4 ganger basalstoffskiftet.

Hvis omgivelsestemperaturen blir så lav at et øket stoffskifte ikke greier å opprettholde den dype temperatur på 37 °C, vil denne begynne å synke. Kommer den dype temperatur under 33 °C, nedsettes kroppens normale reaksjoner — kuldeskjelvingen forsvinner, og stoffskiftet faller til under det normale — og man kommer i en likeglad, døsende tilstand hvor kulden ikke lenger er plagsom — sammenlign den likeglade tilstand som skal innfinne seg ved ihjelfrysing om vinteren.

Som kjent benyttes i dag narkose sammen med nedkjøling til 30 °C ved forskjellige slags operative inngrep hvor man ønsker at aktiviteten i våre indre organer skal være så liten som mulig, for eksempel hjerteoperasjoner. Ved videre avkjøling av kroppen under 27 °C inntreer først fullstendig bevisstløshet og senere død.

På den varme siden

har vi et meget kraftig varmereguleringsmiddel i fordampningen ved øket svetteutsondring. Men når fordampningsvarmen fra en fullstendig svettefuktig kropp ikke lenger er tilstrekkelig til å bli kvitt varmeproduksjonen, vil den dype temperatur begynne å stige. Vi har da kommet over i en kritisk tilstand.

I første omgang vil hjertets aktivitet øke i et nytteløst forsøk på å pumpe enda mer varmt blod ut i de ytterste hudlag. Den økede hjerteaktivitet vil i aksellererende grad øke varmeproduksjonen og dermed den dype temperatur. De normale kroppsfunksjoner opphører, svettingen stopper, og heteslag inntreer. En kroppstemperatur på 42 °C ansees som grensen for liv.

Det er altså en bestemt grense for den høyeste varmepåkjønning som menneskene kan tåle. Når vi hører folk fortelle at de har levd under temperaturer på 40 °C og 80 % relativ fuktighet, så er dette ikke tilfelle. Dette er klimaforhold som er ufor- enlig med liv. En annen ting er at vi kan tåle disse temperaturer noen timer om dagen. Ved et kortvarig opphold i en badstu, når kroppen ikke er særlig oppvarmet på forhånd, kan vi tåle endog vesentlig høyere temperaturer. Her kan vi dra nytte av at temperaturen i de for-

skjellige hudlag skal heves fra en midlere utgangsverdi på kanskje 30 °C og opp til 37 °C. Derved kan kroppen oppmagasinerer en varme- mengde på ca. 180 kcal.

Disse ekstreme varmekonforhold kan ha teoretisk interesse men har for- øvrig lite med vårt tema «innekli- ma» å gjøre. Her kan vi begrense oss til behagelighetsområdet, som omtrent tilsvarer det vasomotoriske temperaturreguleringsområde eller kanskje endog bare en begrenset del av dette.

Ønskelige innetemperaturer

Hvis en omgivelsestemperatur på 28 °C er den riktige balansetemperatur for en naken, stillesittende mann, vil meget lette inneklær (tynn bukse og skjorte med oppbrettede ermer og åpen hals) gi en balanse- temperatur på 24–25 °C, mens en normal helårsdress med jakke og slips gir en balansetemperatur på 20–22 °C. Dette forhold forklarer de ulike ønsker med hensyn til inne- temperaturer i selskapslivet, den stropp- og ryggløse med sitt 25- graders ideal og den korrekt kled- de herre med 20-graders idealet. Her bør man også huske at kvinnen nor- malt har et noe lavere spesifikt stoffskifte enn mannen.

Variasjoner i stoffskiftet

fra person til person innebærer at barn skulle ha en innetemperatur som er 1–2 grader lavere enn voksne i 30–50 års alderen, mens eldre mennesker burde ha 1 grad høyere temperatur. Hvis man dessuten tar hensyn til de forskjellige aktivitets- nivåer, skulle barns idealtemperatur ved samme grad av påkledning være ca. 5 grader lavere enn for de gamle. Det er en vanlig feil at den om- sorgsfulle mor bruker sin egen tem- peraturkomfort-målestokk når hun kler på sine småbarn.

Endelig er stoffskiftet avhengig av hvor uthvilt vi er, slik at vi vanligvis foretrekker en innetemperatur som er 1–2 grader høyere om kvelden enn om morgenen.

Når vi tar hensyn til alle disse varierende forhold: bekledningsgrad, inneaktivitet, tretthetsgrad, kjønn, alder og dessuten individuelle av- vikelsler fra det normale, sier det seg selv at vi ikke kan fikserer en be- stemt idealtemperatur i våre hjem. Vi kan knapt si mer enn at den vel bør ligge et sted mellom 18 og 25 °C.

Jeg tror likevel at vi kan fikserer vår fremtidige innetemperatur langt mer nøyaktig enn dette. For det før- ste er det en klar tendens til at våre

inneklær blir stadig lettere og mindre varmeisolerende. Dernest er det et ubestridelig faktum at vi har en tendens til stadig

mindre kroppslig aktivitet,

noe som fører til redusert stoffskifte. Trenede muskler har selv i hvile en større varmeproduksjon enn det inaktive vev de blir erstattet med. Dette vil vi måtte kompensere med en økning i omgivelsestemperaturen.

Dertil vil kroppens fullstendige avslapning i varmeregulering henseende, hvor altså de vasomotoriske krefter kan sies å være helt indifferente, tilsvarende omgivelsestemperaturer nærmere opp mot den øvre temperaturgrensen. Det er vel ikke usannsynlig at vi i vår bestrebelse mot den høyeste temperaturkomfort vil ende der hvor det ikke kreves noen som helst form for aktivitet fra vår side, og da havner vi nok ved en standard innnetemperatur på 23–24° C.

Selvsagt vil det være individuelle ønsker. Barn f.eks. ser nok gjerne at temperaturen kunne være 4–5 grader lavere, men det er vi voksne som rår, og blant oss igjen tar vi kanskje mest hensyn til den som sitter og fryser, og vi går opp med temperaturen.

Følt temperatur

Selv om vi nå skulle ha kommet frem til tall for den ideelle romtemperatur, er fremdeles ikke det termiske innneklima eller avkjølingsforholdene for menneskene entydig bestemt. Det er avhengig av samspillet mellom følgende forhold:

- lufttemperaturen
- overflatetemperaturen på rommets begrensingsflater
- luftbevegelsen
- luftens relative fuktighet.

Under vanlige forhold avgir kroppen omtrent samme varmemengde ved stråling som ved konveksjon. Det vil si at den følte temperatur ligger tilnærmet midt mellom lufttemperaturen og den midlere overflatetemperatur på alle begrensingsflater, møbler, varmeelementer, andre personer osv.

I en tetsatt forsamlingsal hvor andre personer utgjør en vesentlig del av motstrålingsflaten, vil lufttemperaturen med fordel kunne senkes et par grader. I et rom med flere dårlig isolerte yttervegger, store vindusflater og kanskje kaldt tak og gulv kan på den annen side den midlere motstrålingstemperatur bli så lav at dette må kompenseres med en lufttemperatur på 2–3 grader mer enn normalt.

Det vi kaller for

trekk

er ikke alltid luftstrømmer, det kan like gjerne være lokal avstråling til

kalde begrensingsflater. En slik lokal avkjøling lar seg ikke fullt ut kompensere med en generell heving av lufttemperaturen, da det fremdeles vil bli ubalanse ved varmeavgivelsen fra de forskjellige deler av kroppen.

Vanligvis er vi lite plaget av trekk forfra mot ansiktet, dette kan til og med føles oppfriskende. Derimot er vi meget følsomme overfor trekk i nakkepartiet, og dette bør unngås. Asymmetrisk trekkfølelse, slik den kan arte seg når vi sitter inntil en kald vindusflate, er uheldig. Det ser ikke ut til at vår varmereguleringmekanisme er laget slik at den kan mestre en asymmetrisk ulikhet i temperaturen. Det kan derfor være betenkelig at vi i arbeidsdagen i hele vårt liv sitter med ensidig kald stråling mot det venstre kinn.

For den bekledd del av kroppen har lokale trekkvirkninger mindre betydning, selv om den tydelig kan merkes av mennesker som er plaget av reumatiske lidelser.

I mange år har varmfysiologer vært uenige om det er best for oss mennesker å avgi mest varme ved stråling (det vil si lavere begrensningstemperaturer) eller ved konveksjon (lavere lufttemperatur). Ett er sikkert: for mye eller for lite er uheldig. Det kan ellers synes som om de fleste heller til den oppfatning at en noe høyere begrensningstemperatur og dermed lavere lufttemperatur er heldig, ut fra den motivering at de normalt svake luftbevegelser som er i et rom — vanligvis mellom 5 og 15 cm/sek. — virker stimulerende, spesielt ved en noe lavere lufttemperatur.

Hvis luftbevegelsene blir sterkere enn svarende til 15 cm/sek. — slik det lett kan bli ved uheldig plasing eller utforming av friskluftsventiler, må lufttemperaturen heves om man vil søke å kompensere trekkvirkningen. En lufthastighet på 30 cm/sek. krever således en økning i lufttemperaturen på ca. 2 grader.

I utlandet, kanskje spesielt i USA, synes det som om man er meget opptatt av problemet

stillestående luft.

Det hevdes at luft i mindre bevegelse enn 5 cm/sek. virker stillestående og tung. Ved utforming av ventilasjons- og varmluftanlegg legges det derfor brett på å unngå slike døde lommer i rommene. Denne frykt for stillestående luft skyldes ikke at det blir manglende ventilasjon i disse soner, noe mange tror. Selv med en hastighet på 5 cm/sek. vil luften kunne bevege seg 180 m/time, noe som indikerer at det ikke vil ta så lang tid for luften å bevege seg den ene meteren som skal til for å komme utenfor den stillestående sone.

I et oppholdsrom er det viktig at

gulvtemperaturen

ikke blir for lav i forhold til temperaturen målt i rommet. To graders forskjell bør være maksimum, men i dag kan vi ofte finne både 4 og 5 grader. Kalde gulv kan både skyldes dårlig isolasjon mot for eksempel en kald kjeller, og at det er en kald luft-

strøm fra store vindusflater uten varmeelementer under. Tidligere tiders oppvarmingsmotto, «Varme føtter, kaldt hode», har imidlertid ikke generell gyldighet. Gulvtemperaturer over 25° C kan føre til en utpreget tretthetsfølelse i føttene på grunn av oppsvulming og øket blodtilførsel.

Luftens fuktighet

For ganske få år siden var det en alminnelig oppfatning at luftens relative fuktighet hadde stor betydning for den følte temperatur. Forklaringen på dette var logisk og enkel: En tørrere luft gir kraftigere avdampning fra huden, og denne avkjøling må kompenseres med en høyere romtemperatur. Dette ble også bekreftet ved forsøk som er utført flere steder i verden med forsøkspersoner som vandret fra rom til rom med forskjellig temperatur og fuktighet, og hvor de kom fram til at et fuktigere rom føltes varmere enn et tørrere. Erfaringene fra disse forsøkene er grunnlaget for de komfort-diagrammer som vi fremdeles kan se går igjen i håndbøker, lærebøker, tidsskriftartikler osv., og som blant annet viser at luft av 20° C med 70 % fuktighet føles like varm som luft av 23° C med 30 % fuktighet.

Denne erkjennelse synes nå å være avløst av en helt annen oppfatning som går ut på at ved vanlige moderate innnetemperaturer har den relative fuktighet ingen betydning for den følte temperatur.

Forklaringen på dette er at fuktighetstilførselen ut gjennom huden — den umerkelige svette — alltid har en minimumsverdi på 30 gr. pr. time for en normalperson. (I tillegg kommer 15 gr. pr. time som avdampning fra lungene). Den usynlige svette vil fukte et lite areal av huden rundt hver svettepore. Ved fuktigere luft vil dette fuktede areal øke noe og ved tørrere luft minke. Avdampningen og dermed avkjølingen er imidlertid hele tiden den samme. At de praktiske forsøk førte til de

tidligere feilslutninger

skyldes klærnes fuktighetsabsorberende evne. Tekstilfibrenes fuktighet vil alltid søke å innstille seg i likevekt med den relative fuktighet i luften. Virkningen kan anskueliggjøres ved et enkelt lite forsøk:

Hvis vi surrer en ulldott rundt et termometer i et tørt rom av 20° C og så flytter termometeret inn i et fuktig rom av samme temperatur, vil vi se at temperaturen begynner å stige. Dette skyldes at ullfibrene oppnar fuktighet fra luften slik at vanddampens kondenseringsvarme frigjøres. Etter en stund har det nye likevektsforhold innstilt seg, og vi leser igjen av 20° C på termometeret. Flyttes termometeret tilbake til det opprinnelige rom, vil vi i den første periode få en avdampning av vann fra tekstilfibrene, og vi leser da av en lavere temperatur.

Tilsvarende effekt har vi i våre klær, om enn med en redusert virkning ved syntetiske tekstilfibre.

Konklusjonen er: Ved meget kortvarige opphold i de enkelte rom er

den relative luftfuktighet av betydning for den følte temperatur, men ved lengre tids opphold, som vi normalt må regne med, faller luftfuktighetens innvirkning bort.

Disse betraktninger gjelder bare ved moderate innetemperaturer og aktiviteter. Ved større varmepåkjenninger hvor deler av hudoverflaten er helt dekket av svette, vil selvsagt en fuktigere luft føre til redusert fordampning og dermed gi følelse av en høyere resulterende lufttemperatur.

Klager over tørr luft

kan forøvrig være absolutt berettiget, spesielt hos mennesker som er allergiske mot tørr husstøv. Det er imidlertid noe usikkert hvor man skal sette grensen for den berettigede klage, men mange klimafysiologer mener nå at det fysiologisk sett ikke burde være grunnlag for klager hvis den relative fuktighet er over 30 %.

Midtvinters ligger den relative fuktighet i våre boliger gjerne omkring 30 % og i kuldeperioder endog ned mot 20 %. I kontorer hvor vi ikke har samme fuktighetstilførsel fra matlagning, klestørk, blomster og lignende, og hvor det ofte er en kraftigere ventilasjon, ligger fuktighetsprosentene gjerne noe lavere enn i boliger, med ekstremverdier ned mot 10 % relativ fuktighet.

Vi vet at det i dag selges et stort antall luftfuktere til bruk i boliger, med det er usikkert å si i hvilken grad disse dekker et reelt eller psykologisk behov.

Mens de tidligere vannfordampere på radiatorene hadde en helt ubetydelig virkning, har de nye vannforstøvere så stor kapasitet at det av og til kan være betenkelig. De kan lett få den relative fuktighet opp i 50–60 % i en mindre blokkleilighet, og dette kan føre til betydelige fukt-skader ved uheldige bygningskonstruksjoner, og slike har vi mange av.

Det er dessverre en utbredt oppfatning at 50–60 % fuktighet er «det riktige», noe som kanskje skyldes påskriften på en del av de hårhygrometre som har vært i handelen, hvor 40 % fuktighet blir betegnet «tørr», 50–60 % «normalt» og 70 % «fuktig». Disse hårhygrometre er utviklet for amerikanske sommerforhold hvor høy fuktighet er av de mest plagsomme enkeltfaktorer og hvor man må være fornøyd med å komme ned i 50–60 %.

Hvis vi ønsker å øke inneluftens fuktighet, bør vi i alle tilfelle stanse ved 40 %. Da burde alle menneskelige krav være tilfredsstillt samtidig som våre normale og riktige utførte bygningskonstruksjoner heller ikke tar skade.

Behovet for luftfornøyelse

Et menneske som sitter i ro, puster normalt ½ liter luft i hvert åndedrag. Med 20 åndedrag i minuttet blir dette 600 liter luft i timen. Innåndingsluften inneholder 21 % oksygen og utåndingsluften 16 %. Oksygeninnholdet er altså langt fra oppbrukt i disse 600 liter; luften

kunne faktisk brukes en gang til. Med andre ord, får vi hver av oss 1 m³ friskluft i timen, har vi i rikelig grad dekket vårt oksygenbehov.

Hvis vi vil sammenligne oksygenforbruket med stoffskiftet ved forskjellige aktiviteter er det lett å huske at 1 liters oksygenforbruk tilsvarende 5 kcal utviklet kroppsvarme. En mann med middels hardt arbeid og et stoffskifte på 300 kcal/h vil følgelig forbruke 60 liter oksygen pr. time, fire ganger mer enn en sovende person.

Det har fra gammelt av vært hevdet at innholdet av karbondioksyd (CO₂) i luften ikke bør komme over 0,1 til 0,2% men det er ofte påvist at folk som arbeider i luft med betydelig høyere CO₂-innhold, for eksempel bryggeriarbeidere, ikke tar den minste skade av dette.

Disse mest elementære og nærliggende sunnhetsskadelige virkninger kan vi følgelig se helt bort fra når nødvendig ventilasjon skal bestemmes. Det er ventilasjonsbehov av en helt annen størrelsesorden enn 1 m³ pr. person og time vi skal diskutere.

De fysiologiske faktorer som under praktiske forhold bestemmer ventilasjonens størrelse, er lukstoffer, fuktighet og overoppvarming.

Fuktighet og overoppvarming.

Mennesker med vanlig inneaktivitet avgir en følbart varme på ca. 100 kcal/h. (i tillegg kommer en bunden varmemengde i form av fordampning av ca. 50 g vann/h, det vil si ca. 30 kcal/h). Denne varme vil under normale forhold ikke tilsi øket ventilasjon i en bolig.

De 50 gr fuktighet vi avgir pr. time, volder vanligvis heller ikke noe problem, da som nevnt inneluften snarere er for tørr enn for fuktig.

Under spesielle forhold kan imidlertid fuktighetstilførselen fra menneskene skape problemer. Hvis mor, far og et lite barn ligger i samme soverom, vil de i løpet av en natt ha avgitt ca. 1 liter vann i form av vanddamp, noe som kan forårsake kondensskader i dårlig oppvarmede og mangelfullt ventilerte rom. Dette er imidlertid unntagelser.

Det er i alminnelighet

luktkriteriet

alene som er bestemmende for ventilasjonens størrelse i boliger. De fleste lukstoffer som menneskene avgir, er meget ustabile forbindelser som raskt nedbrytes i luft. En motsetning til dette er tobakksrøyk som er meget stabil. Den destruerende effekt gjør at ventilasjonsbehovet pr. person er mindre jo større romvolumet pr. person er. Et luftskifte på 40 m³/h ved et romvolum på 3 m³ pr. person skal således etter amerikanske kilder ekvivalere et luftskifte på bare 5 m³/h ved et romvolum på 20 m³ pr. person.

En standard leilighet på 80 m³ tilsvarende 200 m³ romvolum vil for en normalfamilie på fire gi et romvolum på 50 m³ pr. person når hele leiligheten sees under ett. Dette skulle betinge et luftskifte som er langt lavere enn den halve luftvekslingen pr. time som man normalt regner med i en leilighet.

Det som i alminnelighet bestemmer ventilasjonens størrelse i en bolig, er det ønskelige avtrekk fra kjøkken, toalett og bad, noe som vanskelig kan fastsettes ut fra fysiologiske betraktninger. Dertil er menneskenes krav til luftteknisk komfort for uensartet.

Helsemessige krav

Erfaringene har vist at mennesker kan leve og bo under de mest ekstreme klimaforhold uten å ta skade av det, i varmt og fuktig tropisk klima, i tørre ørkenstrøk eller i de kaldeste polaregne. Det er heller aldri påvist at menneskene tar noen som helst skade av vondt luft slik vi kan vente å finne i de verste slumstrøk.

Når det da er snakk om norske boligforhold, burde det være enda mer klart at det er vanskelig å få noen hjelp med våre problemer hos de helsemessige sakkyndige. Jeg vil heller si at når det gjelder å komme fram til det ideelle romklima, er alles meninger likeverdige.

Vi streber etter det optimale inneklima, uten på noen måte å ha definert hva vi mener med optimalt i denne forbindelse. Er det et inneklima hvor vi i det lange løp føler oss mest friske og arbeidsopplagt, noe som kanskje er betinget av en viss variasjon i inneklimaet slik at våre temperaturregulerende organer må være i aktiv funksjon? Eller er det et konstant inneklima hvor vi kan sitte fullstendig inaktive og i øyeblikket føle oss mest vel, slik det passer oss når vi skal sitte og slappe av i vår lenestol?

