

Fremtidens boligventilasjon

Av T. Hestad



Norges byggforsknings institutt 1983

Særtrykk 278

På en konferanse arrangert av Air Infiltration Centre i London nylig var hovedinntrykket at det er store forskjeller i bygningsstandard i de forskjellige landene. Spesielt var de engelske husene utette og dårlig isolert i forhold til de svenske. I nye svenske boliger er det nå vanlig med tre lags glass i vinduer og tetthet på 3 oms/h ved 50 Pa. Nye engelske boliger har fremdeles stort sett ett lags vindusglass og middeltetthet på ca. 7 oms/h ved 50 Pa. Selv om klimaet er forskjellig, er energiforbruket i de engelske boligene vanligvis langt høyere enn i de svenske. (Men de nyeste engelske boligene blir nå stadig bedre isolert.) I Sverige har 95 % av nye boliger mekanisk ventilasjon, mens 95 % av de engelske har naturlig ventilasjon.

Ett av de engelske innleggene omhandlet energimålinger i 24 nye ferdighus i Skottland, levert av et norsk firma. Isolasjonsstandarden var her høy sett med britiske øyne. Det slo en at Storbritannia må være et stort potensielt marked både for norske ferdighus og tekniske installasjoner.

Kondensproblemer i britiske boliger

På grunn av de dårlig isolerte boligene, høy uteluftfuktighet og tradisjonell lav innetemperatur i Storbritannia, har man mange fuktskader p.g.a. kondens. Typisk nok handlet et av de engelske foredragene om ventilasjon for å holde inneluftfuktigheten under 70 % RF. Dette skulle oppnås med

høy ventilasjon og minimal oppvarming p.g.a. høyere brenselpriser (tradisjon?). Dimensjoneringsreglene baserte seg på innetemperaturer i området 10–12° C, og vil vel neppe gi tilfredsstillende komfort, selv i England.

Giftige gasser

De siste års reduksjon i ventilasjonen p.g.a. tettere boliger har i Skandinavia forårsaket en del problemer med sykdom og allergier p.g.a. stoffer som avgis fra byggematerialene (6). Velkjent er problemet med formaldehyd fra sponplater og radon i svenske hus. I Danmark er det nettopp avsluttet en undersøkelse om avgivelse av organiske gasser fra 42 forskjellige vanlige bygningsmaterialer (3 og 4).

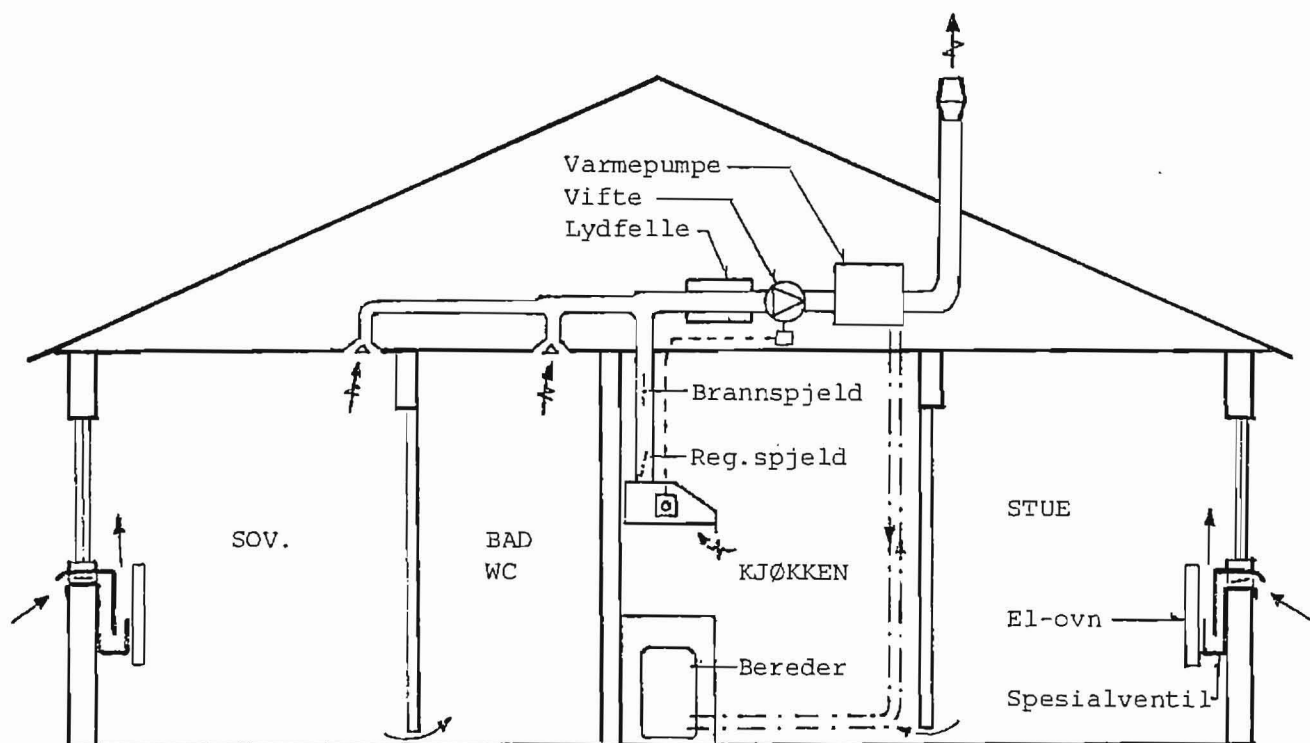


Fig. 1. Et mulig boligventilasjonssystem i fremtiden (Hestad).

Lars Mølhav fra Aarhus Universitet, som har deltatt i denne undersøkelsen, fremla en del av resultatene og presenterte matematiske modeller for stoffkonsentrasjoner i inneluften, basert på laboratoriemålinger i en stålboks.

Formaldehydkonsentrasjon:

$$C = (R \cdot T - 0,764) \cdot (0,143 \cdot H + 0,048) / \left(1 + \frac{n \cdot 0,304}{\alpha}\right)$$

C = formaldehydkonsentrasjon, mg/m³.

R = formaldehyd-emisjonskonstant for sponplater.

T = lufttemperatur, °C.

H = luftfuktighet, g/kg.

n = ventilasjonsluftskifte, h⁻¹.

α = mengde sponplate pr. romvolum, m²/m³.

Formaldehydkonsentrasjonen øker altså med økende lufttemperatur og luftfuktighet og avtar med økende ventilasjon. Emisjonskonstanten for nye sponplater kan variere i forholdet 1:10 p.g.a. variasjoner mellom sponplatefabrikantene og varierende produktionsforhold hos hver enkelt fabrikkant.

Feltmålinger i tre rom i et nytt hus, med ca. 2 m²/m³ sponplater, viste formaldehydkonsentrasjon langt over den foreslåtte danske grenseverdien på 0,15 mg/m³. I de første ukene etter at huset var bygd var det nødvendig med mer enn 5 oms/h for å holde grenseverdien. Med en ventilasjon på ca. 1,5 oms/h falt formaldehydkonsentrasjonen imidlertid til under grenseverdien i løpet av ca. fire måneder. Og etter ytterligere ett år ville sannsynligvis grenseverdien kunne holdes med et luftskifte på 0,5 oms/h. (Norsk grenseverdi = 1,2 mg/m³.)

Feltmålinger tyder på at bygningsmaterialenes avgivelse av organiske gasser ofte kan være et større problem enn formaldehyd. Ennå har man ikke sikre grenseverdier og gode matematiske modeller for slike gasser, men et overslag indikerer at disse stoffene sammenlagt krever minst like stor friskluftventilasjon som formaldehyd.

Air Infiltration Centre (AIC) ble opprettet i 1979 som en undergruppe av OECD's International Energy Agency. Formålet med AIC er å støtte forskning og formidle forskningsresultater om luftinfiltrasjon i bygninger med tanke på å redusere energiforbruket.

Medlemmene i AIC er Canada, Danmark, Italia, Nederland, New Zealand, Norge, Sverige, Sveits, Storbritannia og USA. Norge ble medlem i 1982.

Hvert land er representert ved en organisasjon som fungerer som nasjonalt sekretariat. Norsk sekretariat er for tiden NBI ved T. Ø. Ramstad. AIC utgir en rekke publikasjoner og har en bibliotek-databank med abstrakter fra alle relevante publikasjoner om luftinfiltrasjon. AIC's service og publikasjoner kan skaffes via det nasjonale sekretariat, vanligvis gratis, til alle organisasjoner i medlemslandene. For ytterligere informasjon henvises til medlemsbladet, «Air Infiltration Review», som utkommer 4 ganger pr. år (1).

AIC har organisert 3 konferanser der forskningsresultater fra medlemmene har blitt fremlagt og diskutert. Den første konferansen, i 1980, hadde tema «Instrumentering og måleteknikk». Den andre, i 1981, het «Bygningskonstruksjon med minimum luftinfiltrasjon». Årets konferanse hadde tema: «Energikønlomme boligventilasjonssystem for å oppnå akseptabel inneluftkvalitet». Fyldige referat fra konferansene kan kjøpes via de nasjonale sekretariat (2).

Årets konferanse hadde samlet over 70 deltakere fra alle medlemsland. Siden konferansen ble holdt i London var det naturlig nok flest engelske deltakere. Sverige var imidlertid også godt representert med 11 deltakere og Norge med 2: O. Madsen fra Flebu Sandnes A/S og T. Hestad fra NBI. Det kommer sikkert flere nordmenn på neste års konferanse (antagelig i Sveits) når AIC har blitt bedre kjent med oss, for programmet var interessant og lærerikt.

Dette leder til behov for en bruksanvisning for nye hus: Beboerne bør rådes til å lufte mye og ofte med vinduer og dører det første året og siden så mye som de føler behov for. Det kan også være behov for ekstra mekanisk ventilasjon det første året. Videre kan det være aktuelt å begrense bruk av enkelte bygge-materialer og sponplater og stille krav til fremstilling og lagring av sponplater hos produsenten.

En bør på sikt få fram data for behovsstyrt ventilasjon avhengig av mengde og type byg-

ningsmateriale i husene. Et problem her er at nye materialer dukker opp på markedet hurtigere enn de kan bli utprøvd med tanke på helseisiko. Inntil videre vil ikke Mølhav anbefale lavere ventilasjon enn 0,5 oms/h.

Dansk helseundersøkelse

G. R. Lundqvist fra Aarhus Universitet fortalte om en stor helseundersøkelse av beboere som har fått skiftet vinduer fra ett til to glass og fått fugetettet rundt

vinduene. Nøyaktige målinger av virkningen på energiforbruk og luftinfiltrasjon ville blitt for omfattende. Undersøkelsen er derfor vesentlig basert på spørreskjemaer om inn klima, helse og trivsel til personer i et stort antall boliger. For å få statistisk sammenligningsgrunnlag er tilsvarende spørreskjemaer også innhentet fra en kontrollgruppe som ikke har fått skiftet vinduer. Ca. 500 boliger er med i hver av gruppene.

Foreløpige resultater tyder på at vindusutskiftingen har redusert energibehovet som planlagt og har gitt mindre trekk og giktplager, men at flere beboere plages av allergi og uopplagthet.

Rapporten ventes ferdig 1. februar 1983.

Mer effektiv ventilasjon kan redusere total-ventilasjonsbehovet

Byggforskningen i Sverige la frem måleresultater av ventilasjons-effektivitet i hvert enkelt rom i en bygning. Målingene er utført med sporgass både i laboratoriet og i felten. Som ventet kan man få meget liten friskluftsandel i oppholdssonen hvis man har kortslutningseffekt mellom innblåsning og avtrekk. Typisk eksempel er kortslutning ved varmlufts-innblåsning ved tak og ved avtrekk ved tak. Forsøkene fortsetter med tanke på å undersøke alle kjente ventilasjonssystemer og klassifisere dem etter ventilasjons-effektivitet.

A. Lögdberg fra Bostadsdepartementet i Stockholm la fram måleresultater om luftfordelingen mellom de forskjellige rommene i en rekke svenske eneboliger med mekanisk avtrekk. Totalluftskiftet ble innjustert til 0,5 oms/h. Målinger i hus med tetthet 1,0 ved 50 Pa ble sammenlignet med en kontrollgruppe med tetthet 3,0 ved 50 Pa. Avtrekksventiler var plassert i kjøkken og våtrom. Friskluftventiler var plassert over vinduene i de rommene som ikke hadde avtrekksventiler. Av hensyn til komfort og luftfuktighet bør friskluftmengden være 10 m³/h pr. person.

Tabell 1: Friskluftmengde i hoved-soverom målt med sporgass (Lögdberg).

Innstilling		Målt friskluft i soverom, m ³ /h	
Friskluftventil i soverom	Vinduer i stue	Hustetthet 1,0 ved 50 Pa	Hustetthet 3,0 ved 50 Pa
Åpen	Stengt	29	18
Stengt	Stengt	21	8
Åpen	2 cm åpne		13
Stengt	2 cm åpne		6

Tabell 2: Energisparemuligheter utover SBN 1980 (Harrysson).

Tiltak	Energi-besparing kWh/år	Inve-stering kr.	Besparings-kostnad kr./kWh
1. Bedre tetthet og isolasjon p.g.a. tilvirknings-kontroll	1500	400	0,02
2. Økt tetthet fra 3 til 1 oms/h ved 50 Pa	1000	3000—5000	0,23—0,38
3. 5 cm økt isolering i vegger og tak	1200	3000	0,19
4. Ventilasjonsvarmegjenvinner inkl. tilluft-system, 60 % virkningsgrad, 0,5 oms/h + 0,1—0,2 oms/h ufrivillig	1000—2000	8000	0,60—1,20
5. Fraluft/tappevarmtvanns-varmepumpe, varmefaktor 3	2500	4000	0,24
6. Automatisk nattemperatursenkning, 3° C ...	700	1000	0,21

I et soverom med to voksne og ett barn bør friskluftmengden altså være minimum 25 m³/h. Dette er det imidlertid vanskelig å oppnå hvis huset ikke er svært tett og har åpne friskluftventiler. Med to vinduer på gløtt (2 cm) i stua, slik det ofte luftes i sommerhalvåret, blir også friskluftmengden i soverommet svært lav. Tabell 1 viser måleresultatene fra hovedsoverommet i to hus med tetthet henholdsvis 1,0 og 3,0 ved 50 Pa. Totalluftmengden var ved alle målinger 0,5 oms/h.

Som resultatene viser kan friskluftmengden i soverommet med dette systemet bli under 25 % av anbefalt verdi. (Antagelig er problemet mindre i Norge der folk flest sover med åpent vindu.)

For en tilleggsinvestering på sv.kr. 500,— ble det installert avtrekksventiler også i soverom-mene, og luftmengden fra hoved-soverommet ble innjustert til 25 m³/h samtidig som totalluftmengden for huset ble justert til 0,3 luftskifte/h. Selv med stengt friskluft-ventil ble det nå målt 20 m³/h i hovedsoverommet. Målinger over ett år viste at luftfuktigheten aldri

oversteget 50 % RF, det ble aldri observert kondensasjon på vinduene, alle rom hadde undertrykk på 2—5 Pa i forhold til ute. I 1981 var husets totale energiforbruk inklusive husholdning (1½ etasjes rekkehus i Stockholm) bare 12 600 kWh/år.

Fremtidens bolig-ventilasjonssystemer

C. Harrysson fra rådgivende ingeniørfirma i Falkenberg, Sverige, redegjorde for lønnsomheten av ulike energisparealternativer i småhus (5).

Han tok utgangspunkt i et moderne standard hus, dvs. bygd etter svensk bygnorm 1980. Huset er i 1½ etasje med ca. 160 m² boligflate, har tre-glass isoler-vinduer, 15 cm isolasjon i vegger og gulv og 20 cm i tak, tetthet 3 oms/h ved 50 Pa og mekanisk avtrekk. (95 % av nye svenske boliger har mekanisk ventilasjon p.g.a. at det er billigere å installere enn naturlig ventilasjonssystem.

Av disse har ca. halvparten balansert ventilasjon med varmegjenvinning, såkalt FTX-system.)

Beregninger av de mest aktuelle energisparemulighetene for nybygg som går ut over svensk byggnorm 1980, er vist i tabell 2. Besparingskostnaden er beregnet med utgangspunkt i avskrivningstid på 40 år for bygningsmessige tiltak og 15 år for apparater og under hensyn til drifts- og vedlikeholdskostnader og renteutgifter.

Som det fremgår er forbedret tetthet og isolasjon og natttemperatursenking de gunstigste alternativene. Fraluft/tappevarmtvanns-varmepumpe er også gunstig p.g.a. driftstid året rundt. Varmegjenvinner i slike velisolerte hus med lavt luftskifte er ikke lønnsomt p.g.a. kort driftssesong.

Avtrekkventilasjon (F-system) forutsetter avtrekksventiler også i soverom. Totalluftmengden bør dermed kunne reduseres til 0,3 oms/h uten helserisiko ifølge Harrysson og Lögberg. Videre forutsettes trekkfri frisklufttilførsel. Det er det mulig å oppnå med spesialventiler for montering bak panelovner (se fig. 1). (NBI vil gjerne ha tips om hvem som lager slike ventiler!) I støybelastede områder bør ventilen ha innebygd lydempning.

På dette grunnlag har jeg skissert prinsippet for et fremtidig ventilasjonssystem i boliger, se fig. 1. Av hensyn til service og for å unngå å ødelegge diffusjonstetningen i taket, vil det være enda bedre å plassere ventilasjonsanlegget i kjelleren. Tilluftssystem kan være aktuelt hvis friskluften må filtreres (industri/storby-atmosfære).

Referanser:

- (1) Air Infiltration Centre, c/o Ramstad, NBI, p.b. 322, Blindern, Oslo 3: Air Infiltration Review. Ca. 8 s., 4 ganger pr. år (gratis).
- (2) AIC, c/o Ramstad, NBI: 3. AIC Conference Proceedings 20—23 Sept. 1982, London. Ca. 400 s., pris ca. kr. 120,—.
- (3) SBI-rapport 137, Statens byggeforskningsinstitutt 1982: Afgasning fra byggematerialer — forekomst og hygiejnisk vurdering. SBI, p.b. 119, 2970 Hørsholm, Danmark. 112 s., pris kr. 73,—.
- (4) Arbejdsmiljøinstituttet, rapport nr. 9/1982: Toksikologisk vurdering af en række forurensningsstoffer i indeluften. Arbejdstilsynet, Tryksagsafdelingen, Rosenvængets Allé 16—18, 2100 København Ø, Danmark. 102 s., pris kr. 25,—.
- (5) Åke Thorn og Christer Harrysson: Lätt, tätt och väl isolerat sänker småhuskostnaden. Byggmästaren nr. 3/82. 4 s.
- (6) Thomas Lindvall, Statens Miljömedicinska Laboratorium, Stockholm: Förörensningar, luktämnen och ventilation. Foredrag ved XII Nordiske VVS-kongress i København 2.—4. juni 1982.