



Gaia

Gaia Lista AS

Ventilasjon av boligblokk

Notat fra Gaia Lista as

Prosjektnr.: G69
Dato: 30.05.2005
Ansvarlig : Dag Roalkvam
Oppdragsgiver: OBOS Prosjekt

Gaia Lista AS

Jøllestø
N-4560 Vanse

T: +47 38 39 77 10

F: +47 38 39 77 11

Dag@GaiaArkitekter.no

NO 960 980 107 MVA



Ventilasjon i Boligblokk

Vi ventilerer boliger i første rekke på grunn av fukt og temperatur. Mens byggeforskriftenes veiledning har anbefalinger med tanke på ventilasjon er der ingen anbefalinger i retning av hygroskopiske materialer (TEK 97 / REN 97). På denne måten favoriserer forskriftene en aktiv energikrevende metode framfor en passiv måte å løse et problem på. Dette ser ut til ytterligere å forsterkes når vi skal tilpasse oss nye EU-direktiver.

Nyere forskning viser at materialene spiller en vesentlig rolle med hensyn på inneluftens fuktinnhold, og at de i en bolig, på døgn- og ukebasis, har langt større innvirkning på luftens fuktinnhold og dermed inneklime enn ventilasjonen. Bevisst bruk av materialer ser ut til å kunne ha større positiv innvirkning på inneklimekvalitet og energiforbruk enn ventilasjonsanlegg.

Bakgrunn

Inneklime Energisparing Energisertifikater

Bygninger påvirker den langsiktige energibruken og er derfor spesielt viktige med tanke på energioptimering.

På denne bakgrunn mener EU at kravene skal skreddersys lokalt klima. Dette har Norge så langt valgt å se bort fra i vår tilpasning til EU's energidirektiv.

En stadig økende andel av kostnadene knyttet til bygg; oppføring, drift og vedlikehold bindes i dag opp till tekniske installasjoner¹. Med en levetid på ca 20 år er dette for det første en meget kostbar måte å løse problemer på² og for det andre har tekniske løsninger ikke på langt nær samme langsiktige påvirkning på energibruken som bygningskroppen med sin levetid opp mot 100 år. (Duffy F. 1989)

Vi ser og at tekniske installasjoner i langt større grad er utsatt for endring og utvikling.

Det vil derfor være et feilgrep av Norge / EU å knytte for stor del av energi kravene til spesielle tekniske løsninger.

En bør skille mellom *passive tiltak* i bygningen og *aktive tiltak*, tiltak som krever tilført energi for å fungere og stille separate krav til disse.

Både teknologi og energisituasjonen er i så stor endring at det er stor usikkerhet knyttet til kost nytte vurderingene rundt disse valgene.

Problemstilling

Forskriftskrav,

TEK 97 stiller krav til innemiljø :

§8-3 Innemiljø

Bygning med installasjoner skal planlegges, prosjekteres, oppføres, vedlikeholdes og drives slik at innemiljøet oppleves tilfredstillende. Det skal ikke oppstå helseisiko og utilfredstillende hygieniske forhold, verken for bygningens brukere eller dens naboer, når rommene brukes som tilsiktet.

§8-32Luftkvalitet

2. Inneluftens kvalitet

Luftkvaliteten i en bygning skal være tilfredstillende. Inneluften skal ikke inneholde forurensninger i kjente skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon.

§ 8-34 Ventilasjon

1. Generelle krav

¹ Fra 1950 til 1985 økte de tekniske installasjonene fra ca 20% av totale byggekostnader til ca 50%, mens selve bygningskroppen ble redusert fra ca 40% til ca 18%. (Bokalders V. 1997)

² Over en 50-års periode vil tekniske installasjoner være den klart dominerende kostnadsfaktoren, og det før drift og vedlikehold er lagt til (Duffy F. et al 1989).



Bygninger skal ha ventilasjon tilpasset rommenes forurensnings- og fuktbelastning. Det skal tas hensyn til romtype, innredning og utstyr, materialer og prosesser samt belastning fra mennesker og dyr.

2. Ventilasjon i boliger

Bolig skal ha ventilasjon som sikrer et forsvarlig inneklima for personer i boligen. Ventilasjonen skal være tilpasset det enkelte toms funksjon.

Kjøkken, sanitærrom og våtrom skal ha avtrekk.

TEK 97 stiller også krav til dokumentasjon

§8-31 Dokumentasjon av innemiljø

Oppfyllelse av kravene til innemiljø slik de er fastsatt i dette kapittel, kan dokumenteres på to måter enten

- Ved at byggverk utføres i samsvar med preaksepterte løsninger, eller
- Ved beregning og/eller analyser som dokumenterer sikkerheten.

REN veiledning til tek 97

§8-32 2 Inneluftens kvalitet.

Statens Institutt for folkehelse har gitt ut en rapport "Anbefalte faglige normer for inneklima"; (*siste utg. 1998*). De angitte grenseverdiene bør ikke overskrides.

§8-34 Ventilasjon

1. Generelle krav

En bygning må tilføres tilstrekkelig mengde ren uteluft for å tynne ut de forurensningene som finnes i inneluften.

...

Tilgang til vinduer som kan åpnes er en sikkerhet mot sviktende funksjon for ventilasjons- og temperaturkontrollsystemet, samt en nødvendig ekstra forseringsmulighet ved tilfeldige ikke forutsette forurensningsbelastninger. Også bad- og dusjrom bør ha vindu som kan åpnes.

2. Ventilasjon i boliger.

...For å sikre at inneluften til enhver tid er av tilfredstillende kvalitet, bør minimum ventilasjon, tilsvarende 0,5 luftvekslinger pr time, opprettholdes selv når rommene eller boligen ikke er i bruk.

Praktiske krav

Forskriftene setter opp intensjonene i relativt runde ordelag og åpner for preaksepterte løsninger så vel som andre løsninger såfremt disse kan dokumenteres. Veiledninger, normer etc angir eller henviser til enkelte preaksepterte løsninger. Bakgrunnen for dette er at kunnskap på feltet endres og at det finnes ofte flere gode fremgangsmåter for å nå et resultat.

Veiledninger, normer og retningslinjer er i utgangspunktet ikke i seg selv rettslig bindende i den forstand at de entydig bestemmer sakens utfall. De angir hensyn det kan eller skal legges vekt på i den avveining som forutsettes for at man skal finne en tilfredstillende løsning. (Statens institutt for folkehelse, "Anbefalte faglige normer for inneklima", 1998)

I praksis viser det seg imidlertid at deler av veiledningen feilaktig oppfattes som krav, mens andre deler helt blir neglisjert. Når bransjen mange nok ganger gjentar at 0,5 luftskift i timen eller 1000ppm CO₂-konsentrasjon er minimumskrav til ventilasjon oppfattes dette til slutt som krav. På den andre siden oppfattes ikke luftevindu på bad- og dusjrom på samme måte som et krav selv om formuleringene er like i forskrift og veiledning.

Problemdefinering, brukernes behov.

I boligsammenheng er inneluftens kvalitet i første rekke knyttet til fukt, temperatur og forurensning fra materialer (Bakke J V 2005)³. Dette er faktorer som i stor grad påvirkes av bygningens utforming, materialbruk, drift og vedlikehold og i mindre grad av ventilasjon og luftskifte.

³ Jan Vilhelm Bakke, Universitetet i Bergen, Seksjon for arbeidsmedisin, har en glimrende oppsummering i en artikkel i Norsk VVS nr 3-2005.

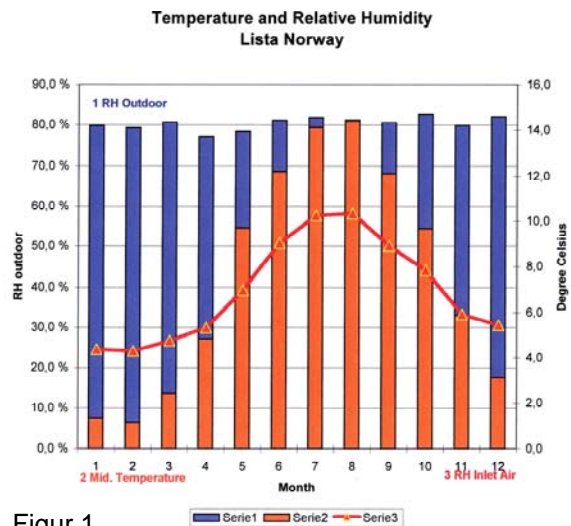


De fleste fuktproblemene er knyttet til selve bygningen; manglende hensyn til lokalklima (for eksempel slagregn), dårlig bygningsutforming (for eksempel flate tak⁴) dårlig detaljering (for eksempel kuldebroer), dårlig vedlikehold etc etc. Det vil være mest kostnadseffektivt og energioekonomisk å finne bygningstekniske løsninger på disse problemene.

En bolig utsettes for en rekke lokale og kortvarige belastninger, pulser: Kortvarig intens bruk av deler av boligen. Om morgenen er det 1 – 2 timer med stor belastning på badet: en intens dusjing før alle forsvinner ut av leiligheten som blir stående tom i 6 – 8 timer for så å ha en kort periode med koking og matlaging på kjøkkenet 2 - 4 timer, tomt igjen i 2 – 4 timer, rolig spredt aktivitet i 2 – 4 timer for så å få en "toppbelastning" på soverommene i 6 – 8 timer.

De fleste av oss ønsker i tillegg forskjellig temperatur ved forskjellig aktivitet: < 16°C når vi sover, > 20°C når vi dusjer, < 20°C når vi stresser på kjøkkenet og > 20°C når vi roer ned i sofaen utpå kvelden.

Tilluften har i tillegg svært forskjellig kapasitet gjennom året da den spenner fra -20°C til +30°C med tanke på temperaturregulering og <10% Relativ fuktighet til >90% Relativ fuktighet med tanke på fjerning av fukt. Et konstant luftskifte vil være lite effektivt svar på et slikt behov.



Figur 1

Månedsmiddel temperatur og relativ luftfuktighet på Lista, med beregnet RF på tilluften. Gaia Lista

Hovedårsaken til at folk opplever inneklimate som "dårlig" kan spores tilbake til for høy lufttemperatur. Kald luft kjøler mer effektivt en varm luft! Tilluften bør derfor leveres så kjølig som mulig.

Forvarming av tilluften er i seg selv negativt for inneluftkvaliteten. Det er derfor ikke gunstig med varmeveksler der gjenvunnet varme tilføres tilluften.

Inneluften oppleves friskere og bedre når den er kjølig. Vår opplevelse av temperatur er avhengig av lufttemperatur, temperaturen på omgivelsene – strålingstemperatur, fuktighet og luftbevegelse. Ved å etablere lav lufthastighet og høy strålingstemperatur på for eksempel 22 grader kan lufttemperaturen være 18 grader, mens vi fortsatt opplever 20 grader. ⁵ En slik senkning av lufttemperaturen på ca 2 grader kan forbedre opplevd luftkvalitet med en faktor på to! (Bakke J V 2005)

Redusere behov

Det er mer effektivt med tanke på energisparing å redusere behovet for energi fremfor å finne tekniske løsninger på å få ned forbruket. Det er mer effektivt å redusere arealet enn for eksempel å sette inn en varmepumpe og det er mer effektivt å senke innetemperaturen enn å sette inn balansert ventilasjon med varmeveksler. Det er og mer effektivt å i utgangspunktet hente inn ren uteluft framfor å filtrere og rense den på vei inn, og det er mer effektivt å hente inn kald luft framfor å installere aktiv kjøling.

⁴ Vi vet at flate tak lekker i løpet av en 20-års periode. All erfaring viser også at det ikke gjøres tiltak mot dette før det oppstår en lekkasje (Valbjørn O 2001).

⁵ Lav lufthastighet betinger lavt luftskifte.



Det er i det hele tatt mer effektivt å utnytte allerede eksisterende naturlige prosesser til å prekondisjonere tilluften enn å introdusere tekniske løsninger for å reparere et dårlig utgangspunkt.

Er uteluften dårlig kreves det mer ventilasjon for å få et godt inneklima.

Plan;

kommunedelsplan – bebyggelsesplan.

Gjennom planarbeide kan en i stor grad styre uteluftkvaliteten; forurensningsgrad og temperatur. Forurensning kan styres utenom oppholdssoner / boligområder og ledes til resipient. Temperatur kan reguleres ved bruk av vegetasjon og vann. Kaldluft kan samles eller ledes bort. Dette er i særdeleshet viktig for stagnasjonsområder som Oslo der store industriområder og veisystemer i Groruddalen dreneres ned i Oslogryta. Byen hadde en plan for utomhusventilasjon for 100 år siden. Den er imidlertid glemt og manglende kunnskap om dette har ført til store forurensningsproblemer i deler av byen.

Utomhusplan, planløsning

Ved å planlegge utomhusområdet med tanke på at luften her er råvaren til inneluften kan en lette arbeidet med å få et godt inneklima. Ved bevisst bruk av vegetasjon og vann kan luften prekondisjoneres; filtreres og tempereres. Dette innebærer i neste omgang redusert energiforbruk til kjøling /oppvarming og rensing av luften. Det kan og være avgjørende for at muligheten for lufting med vindu – slik som byggeforskriftenes veiledning anbefaler- er realistisk gjennomførbart. En klassisk situasjon som vi ofte møter på skoler og kontorbygg er harde, asfalterte flater i form av skolegård eller parkering, inn mot bygningskroppen og luftinntak. Resultatet er at man henter inn den varmeste og mest forurensede luften i området.

Form

Bygningsutformingen har stor innvirkning på inneklimaet og på energibehovet for å opprettholde et godt inneklima.

Bygningsorientering i forhold til himmelretninger og solinnstråling har innvirkning på temperaturstyring, lokalklima; vindretninger trykkforhold og lekkasjer , slagregn fuktskader Store glassflater gjør temperaturstyring vanskeligere og mer ressurskrevende ; økt risiko for overoppvarming, økt strålingstap med følgende strålingsasymmetri og høyere lufttemperatur. Arkitektoniske elementer som flate tak øker risikoen for lekkasje med påfølgende fuktskade og inneklimaproblem.

Materialbruk

Med den kunnskap og det fokus det har vært på avgassing fra materialer bør det i dag være mulig å unngå dette problemet, i det minste når det gjelder de store flatematerialene. Nyere forskning bekrefter en sammenheng mellom astma / allergi og plastmaterialer enten det gjelder belegg, tapeter eller maling (Bornehage C G 2004).

Det er imidlertid ofte vanskelig å si hva med materialene som innebærer en risiko. Det er ofte et samspill mellom materialenes avgassing og bygningsfysiske egenskaper.

Tunge materialer lagrer varme. Bruk av tunge materialer kan jevne ut temperatursvingninger gjennom døgnet og avlaste ventilasjonssystemet og oppvarmingssystem med tanke på temperaturstyring. Tunge materialer kan også benyttes til å heve strålingstemperaturen slik at lufttemperaturen kan senkes uten at det går ut over komfort. I en døgnsyklus er det bare de ytterste 10 - 25mm som er aktive. Betong, tegl, tre og en rekke tunge platematerialer er aktuelle materialer.

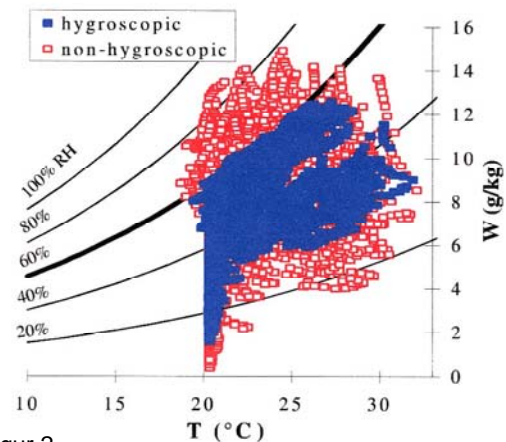
Hygroskopiske materialer kan lagre fuktighet. Dette kan utnyttes til å jevne ut inneluftens relative luftfuktighet slik at en unngår for tørr og for fuktig luft (Salonvaara M 2003). Materialene er mer effektive enn ventilasjonen med tanke på regulering av inneluftens relative fuktighet, (Elmroth. A 1996). Det forutsettes at det benyttes permeable overflatebehandlinger eller ingen overflatebehandling.

I tillegg til å jevne ut inneluftens fuktighet vil hygroskopiske materialer redusere risikoen for muggdannelse og husstøvmidd ved at materialene raskt tar opp i seg fuktigheten og gjør den utilgjengelig for mikrobiologisk aktivitet. Dette i motsetning til plastbaserte materialer der vannmolekyler er tilgjengelig på overflaten selv ved moderat luftfuktighet.⁶ Når materialene tar opp fuktighet avgis det varme. I et soverom med hygroskopiske materialer er det etter en natts bruk målt så mye som 1 – 2 grader høyere temperatur enn et soverom uten hygroskopiske materialer (Simonson C J 2002). En rekke av våre mest brukte materialer er hygroskopiske og har brukbar fuktkapasitet. Betong, gips og tre – trebaserte platematerialer vil alle ha betydelig innvirkning på fuktbalansen i inneklimate. Det forutsettes imidlertid at de ikke påføres fukttett overflatebehandling. I døgnsyklus er det kun de ytterste 1 -15mm som er aktive.

Det forutsettes at det benyttes inneklimasikre materialer. Dette er fullt ut mulig i dag og det er god økonomi.

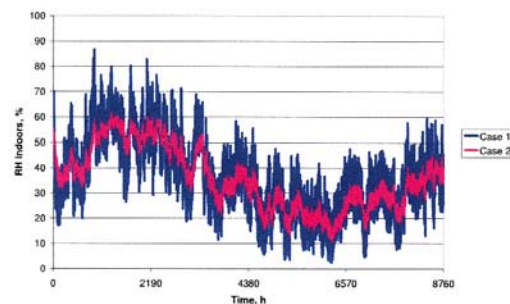
Bruksmønster, rutiner

Husstøvmidd ble et inneklimateproblem når kvinnene forlot kjøkkenbenken til fordel for arbeidslivet (Sergio Fox 1997). Inntil da sørget husmødrene for at sengetøy og soverom ble godt utluftet. I dag stenges soverommet av når man står opp. Rommet har hatt høy fuktbelastning gjennom hele natten og med vinylbelegg på gulv, vegg og tak (etter anbefaling av allergi- leger) er der rikelig med fuktighet for midd og mugg. Drifting av et material kan være like viktig som materialet i seg selv. Forskjellige materialer krever forskjellige renholdsrutiner. Noen materialer "tar" lett skitt mens andre "preller" det av



Figur 2

Timeverdier for inne- temperatur og fuktighet gjennom ett år i et rom med hygroskopiske materialer og et uten hygroskopiske materialer i Helsinki. Salonvaara M 2003



Figur 3

Inneluftens relative fuktighet gjennom ett år i et rom med hygroskopiske materialer og ett uten hygroskopiske materialer. Helsinki. Salonvaara M 2003

⁶ Det er i gang et omfattende forskningsprosjekt ved *Lund Institute of Technology, Sverige* og *Technical University of Denmark* som fokuserer på hvor stor betydning hygroskopiske materialer har på framvekst av mugg og husstøvmidd. Dette omfatter både bygning og innredning, møbler tekstiler etc. (Harderup L E 2002 ; Svenneberg K. 2004)



på. Noen materialer krever renhold med høyt kjemikaliebruk og stor avgassing til innemiljøet, mens andre kun trenger tørrmopping.

Tekniske installasjoner

- Varmesystem.
Dersom brukerne får bestemme selv når de ønsker å "lufte", gjør de dette i forhold til temperatur. "Effekt av ventilasjon kan ikke lenger ses uavhengig av temperatur og varme" (Bakke J V 2005).
De aller fleste klagene på inneklime kan spores tilbake til temperatur og fuktighet. "Å senke lufttemperaturen 2 – 3 grader, fra 23 – 24OC til 21°C kan forbedre opplevd luftkvalitet med en faktor på 2." (Bakke J V 2005).
I eksisterende bygg vil en ofte ha større effekt på inneklime ved å sette inn nytt varme- og styringssystem fremfor ventilasjonssystem.
Varmesystemer har ofte dårlig funksjon i forhold til inneklime. Plassering av varmekildene kan være tilfeldig og plassering av følere termostater lite gjennomtenkt.
- Ventilasjonssystem.
Ole Fanger viste allerede på 1980-tallet at en stor del av forurensningen i inneklime forårsakes av ventilasjonssystemet. I en gjennomgang av kontorlokaler i København viste det seg at over 50% (korrigert for røyking) av forurensningen skyldtes ventilasjonsanlegget! Dette er i ettertid behørig dokumentert i tekst og bilder. Nå er situasjonen muligens noe bedre ettersom vi er blitt flinkere til å reingjøre ventilasjonsanleggene.⁷ Men det forutsetter i så fall at renholdet blir gjennomført – og av fagfolk. Uansett vil ventilasjonsanlegget ha en støyforurensning som slik vi måler inneklimekvalitet må kompenseres.⁸

Styring

I henhold til byggeforskriftene TEK 97 skal bygg utføres slik at "innemiljøet oppleves tilfredstillende".

Vår opplevelse av inneklime avhenger av en rekke utenforliggende faktorer; fysiologiske, psykologiske, sosiale – alle lite kvantifiserbare og personavhengige. Enhver automatikk som ligger til grunn for en styring er en etterligning av brukerens gjennomsnittlige øyeblikksopplevelse. Denne vil svært sjelden falle sammen med brukerens opplevelse av hva som er godt inneklime – akkurat nå! - og aldri med alle brukernes opplevelse. Derfor ser vi og at der brukerne selv kan regulere ventilasjonen manuelt og der det er høy grad av individuell styring er det også flere fornøyde brukere. Dette skyldes til en viss grad at der er oftere samsvar mellom brukerens behov og det faktisk opplevde inneklimeet. Men like viktig er "tilgivelsesfaktoren", terskelen for å tilgi er betraktelig lavere i forhold til seg selv enn en fjern automatikk eller teknisk avdeling.

Løsninger integrert i bygg

Byggeforskriftene krever en helhetlig angrepsvinkel på innemiljø:

"Bygning med installasjoner skal planlegges, prosjekteres, oppføres, vedlikeholdes og drives slik at innemiljøet oppleves tilfredstillende" (TEK 97, § 8-3 Innemiljø)

⁷ På den andre siden er det ikke utredet hvordan renholdet virker inn på ventilasjonsanlegget slitasje, levetid, nye forurensninger.

⁸ Inneklimekvalitet i boliger måles ved % fornøyde brukere. Brukerne reagerer på forskjellige ting og de reagerer forskjellig på samme ting. En vil derfor aldri oppnå 100 % fornøyde brukere, men anser 80 – 90% for å være bra.

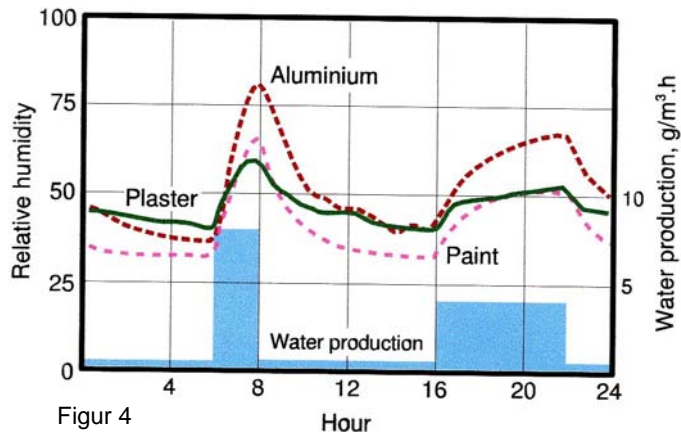


Sørg for at tilluften er den beste som kan oppdrives i området.

- Ved at forurensninger ledes bort.
- Ved å benytte topografi, bygningsmasse, vegetasjon til å hente den beste luften og til videre prekondisjonering av denne.⁹

Bygningen må utformes slik at belastningen på innemiljøet og risiko for innemiljøproblemer reduseres.

- Punkt en er at man unngår å fylle rommene med materialer som innebærer stor belastning på inneklimate gjennom direkte / indirekte avgassing eller fordi vedlikeholdet medfører høyt kjemikalieforbruk.
- Unngå risiko for fuktskader.
 - Hindre vann i å trenge inn i bygningen, blant annet ved opplagte tiltak som å unngå flate tak og ved å redusere gjennomføringer og oppbygg på tak (Valbjørn O 2001).
 - Unngå kuldebroer
 - Særdeles nøye med lufttetting av konstruksjoner
 - Redusere konsekvens av fukt ved å benytte mineralske materialer i fuktutsatte situasjoner som badetrom, gulv på grunn etc. (Valbjørn O 2001).
 - Ha tilstrekkelig fuktkapasitet til å utjevne varierende fuktbelastning på døgnbasis.
- Temperaturkontroll
 - Bevisst bruk av glass slik at en unngår overoppheting av oppholdsrom (i oppholdstiden) og unngår sjenerende strålingstap (strålingsasymetri).
 - Sikre god temperaturstyring
 - Ha tilstrekkelig varmekapasitet.
 - Konstruksjonen kan forvarmes på vinteren slik at lufttemperaturen i oppholdstiden holdes lavere (natteheving!).
 - Konstruksjonen kan brukes til passiv kjøling – utnytte lave nattetemperaturer
- Luftkontroll
 - Bygget må utføres så tett som mulig. Dette gir bedre kontroll på totalt luftskift og minsker risiko for fuktskaders følge av kondensering i konstruksjonen
 - Det er en fordel med et innvendig undertrykk. Dette reduserer ytterligere risiko for fuktskader som følge av kondensering i konstruksjonen.
- Styring
 - Styr tilluften i forhold til utetemperatur. Dette gir automatisk årstidstilpassning



Figur 4

Fuktmåling i et forsøksrom ved Fraunhofer Institute for Building Physics, Tyskland. Utførelse med ubehandlet gipsvegger, aluminiumsfolie og gipsvegger med fukttett maling. Ubearbejdede gipsvegger gir en tydelig buffering mot en normal fuktproduksjon fra en familie. Padfield T 2004 (fra Holm A 2003)

⁹ I Tyskland har man benyttet bygningsformen i en kvartalsstruktur til å hente "ren" luft over 6. etasje, trekke den ned i et indre gårdsrom der utstrakt bruk av planter og vann renser og kjøler luften før den tas inn i bygningen. (Eble J 97)



- o Styr avtrekk i forhold til fukt og innetemperatur.

Mekanisk ventilasjon – Naturlig ventilasjon

Vi kan dele ventilasjonssystemene inn i to hovedkategorier: *Tilluft og avtrekkssystem* -

Balansert ventilasjon, rent *avtrekkssystem* som igjen deles i to underkategorier: mekanisk avtrekksventilasjon og selvdrag, der det siste ofte omtales som naturlig ventilasjon.

Balansert ventilasjon er mekanisk på både tilluft og avtrekksiden. Et aggregat tilfører like mye luft som det trekker fra.

Fordelen er at en på en enkel måte kan prekondisjonere tilluften mekanisk ved filtrering, oppvarming, befukning / avfukning etc.. Det ligger også godt til rette for bruk av varmeveksler ettersom gjenvunnet varme enkelt kan tilføres tilluften.

Ulempene er støy, kort levetid, kostbart i anskaffelse og drift, vanskelig renhold. Oppvarming av tilluften er ikke heldig for opplevd inneluftkvalitet. Selv om luftmengdene som passerer aggregatet er lett målbare vil det være betydelig skjult ventilasjon som følge av lekkasje i bygningskroppen. Denne vil tilta ved lave temperaturer og mye vind. I begge tilfeller betyr det en betydelig energimengde (Nylund 1984).

Mekanisk avtrekk er det "tradisjonelle" systemet for leilighetsbygg / blokker. Her er det som navnet sier kun mekanisk avtrekk mens luften kommer inn over tilluftsåpninger i ytterkonstruksjon og lekkasje i bygningskroppen.

Fordelene er at det er et enkelt anlegg som er lett å drifte. Utsiktet ventilasjon som følge av lekkasje i bygningskroppen kommer ikke på toppen av innregulerte luftmengder slik som ved balansert ventilasjon (Nylund 1984).

Ulempene er at det er vanskeligere med varmeveksler ettersom gjenvunnet varme ikke direkte kan tilføres tilluften.

Selvdragsventilasjon benytter kun naturlige drivkrefter til å trekke luft gjennom bygningen, termiske eller vindinduserte.

Fordelen er at det er et robust system med lang levetid, enkelt å drifte, ingen støy.

Ulempene er at det er vanskeligere med varmeveksler ettersom gjenvunnet varme ikke direkte kan tilføres tilluften. Selv om utsiktet ventilasjon ikke kommer på toppen av innregulerte ventilasjonsmengder er drivkreftene avhengig av vind og temperaturforskjeller så kapasiteten i systemet vil være sterkt væravhengig.

Naturlig ventilasjon slik vi bruker begrepet omfatter *alle de passive* virkemidlene – varmekapasitet, fuktkapasitet, prekondisjonering i uteområdet, selvdrag etc etc.

Ofte kommer en i mål med bare passive tiltak, mens andre ganger må en supplere med aktiv automatikk, vifter, filtre etc.. Men det søkes alltid etter den mest "naturlige" metoden. At dette også har og vist seg å være det mest ressursøkonomiske er behørig dokumentert i forbindelse med skolebygg og er bl.a. lagt til grunn i "National Best Practices Manual for building high performance schools", Department of Energy, United States of America, 200-.

Ventilasjon i boligblokk

Sammenfatning

Valg av strategi

Uavhengig av valg av ventilasjonssystem bør en velge en helhetlig angrepsvinkel der den passive bygningskroppen designes som et optimalt utgangspunkt for innemiljøet, der en unngår alt som bidrar til å øke ventilasjonsbehovet.



Målrettet ventilasjon i den forstand at en styrer etter nøye valgte inneklimateparametre. I boligsammenheng bør dette være fukt, temperatur.

Ettersom uteluftkvaliteten er vesentlig forskjellig vinter og sommer bør det legges opp til årstidstilpasset ventilasjon.

Ettersom boligen utsettes for svært varierende belastninger gjennom døgn og år bør ventilasjonen behovstyres.

Ventilasjon – energiøkonomisering

Dersom en i stedet for å tenke konstante ventilasjonsvolum 0,5 s/t tenker på hvilke problemer som skal løses og angriper disse målrettet er det en rekke sammenfallende interesser mellom ventilasjon og energiøkonomisering.

For å oppnå et best mulig inneklimate skal luften tilføres med så lav temperatur som mulig – ingen forvarming. Oppvarming legges mest mulig på stråling og middelstrålingstemperatur slik at lufttemperaturen alltid er lavere enn operativ temperatur. Dette er optimalt for inneluftkvaliteten, og det reduserer energitapet ettersom luften som ventileres ut har en lavere temperatur¹⁰.

Ventilasjonen må være behovstyrt. Belastningen i de enkelte rom avhenger av uteluftkvalitet – temperatur og fuktinnhold - og tilført varme og fuktighet.

Lufttilførselen reguleres i første rekke i forhold til uteluftkvaliteten (temperatur og fuktinnhold).

Lufttilførsel legges til soverom og stue og reguleres etter belastning i disse rommene.

Kald luft er som tidligere nevnt, mer effektiv til å fjerne fukt og til å kjøle enn varm luft det vil derfor være behov for mindre luft om vinteren enn om sommeren. Ved å regulere tilluften i forhold til uteluftkvaliteten i praksis utetemperaturer får vi et *årstidstilpasset* ventilasjonssystem. En unngår for tørr luft og oppnår et bedre inneklimate med blant annet mindre svevestøv.

Mindre luftskifte ved lave utetemperaturer reduserer også energibehovet.

Avtrekket reguleres i første rekke i forhold til inneluftkvalitet.

Avtrekket legges til våtrom/bad/wc og kjøkken og reguleres etter belastningen i disse rommene¹¹. Ved høyt fuktinnhold eller høy temperatur økes luftskifte.

Behovstyring reduserer ventilasjonsbehovet med 30% (Bergsøe N C 2000). Det finnes en rekke kompliserte og kostbare måter å oppnå behovstyrt ventilasjon på, med omfattende automatisering. Men det finnes og enkle passive måter der en utnytter materialenes egenskaper utover det rent statiske.

Tunge, hygroskopiske materialer¹² er i stand til å utlikne døgnvariasjonen i ventilasjonsbehovet. I stedet for å variere luftmengden tar materialene opp fukt- og varmpulsene og gir dette tilbake når belastningen avtar. På denne måten står vi kun igjen med et behov for å regulere luftmengden på årsbasis.

¹⁰ Dersom temperaturen i konstruksjonen heves til 22 grader kan lufttemperaturen senkes til 18°C og fortsatt er opplevd temperatur 20°C.

¹¹ Avtrekket fra bad / våtrom reguleres med fuktregulerende ventil som åpner seg ved høy luftfuktighet (der finnes en rekke passive ventiler på markedet). Avtrekket fra kjøkken (oppholdssone) reguleres med temperaturregulerende ventiler (også her er der passive alternativer). Avtrekksventilene må kunne reguleres manuelt etter behov.

¹² Mens materialene har vist seg å være langt mer effektive til å regulere luftfuktigheten enn antatt har ventilasjonsluften vist seg å være mindre effektiv enn antatt. En luftstrøm gjennom et rom ventilerer midten av rommet brukbart, men har svært liten virkningsgrad i rommets ytterkanter; kroker og hjørner, bak møbler og inventar. Materialene på sin side kan omhulle hele den fuktige luftmengden og tar fukten der den kan gjøre skade.



Ventilasjonsluften er i gjennomsnitt i stand til å transportere 5 – 10 ganger mer fuktighet om vinteren enn om høsten (delta T = 4°C Lista-klima). Luftskifte kan derfor reduseres i den kalde årstiden og jo lavere utetemperatur desto lavere luftskifte er nødvendig. Ser vi på en annen mye brukt indikator CO₂ (indikator på ubehagelig kroppslukt!) vil vi i gjennomsnitt kunne redusere luftskifte til 0,20 – 0,15 s/t.

I den kaldeste perioden bør en stenge tilluften helt. Utsiktet ventilasjon gjennom lekkasje i bygningskroppen vil være mer enn tilstrekkelig.¹³
For høye luftskift i vinterhalvåret medfører for tørr inneluft og dårligere inneklime.¹⁴

Valg av ventilasjonsmetode

Mekanisk – hybrid – naturlig ?

Når en har lagt til rette for at bygningen skal klare seg best mulig uten aktive hjelpesystemer og valgt ventilasjonsstrategi er det på tide å se på hvordan ønsket resultat oppnås på en enklest mulig, og mest mulig ressurseffektiv måte.

Vi trenger et system som leverer kaldest mulig luft til stue og soverom – hovedoppgaven vil til enhver tid være å kjøle ! Luften skal leveres trekkfritt dvs den bør tas inn langt fra oppholdssonen, gjerne nær taket og gjerne over ventiler som får luften til å "henge" i taket. En eventuell styring skal ta hensyn til årstidsvariasjon i uteluftkvaliteten, sørge for gjennomstrømming av rom med størst belastning og bare ved belastning. Vi vil ikke ha forvarming av luften da denne først og fremst skal brukes til kjøling og fordi opplevelsen av kvaliteten forringes betraktelig ved oppvarming av tilluften. En eventuell varmegjenvinning må derfor rettes mot forbruksvann¹⁵ og ev romoppvarming via vannbåren strålevarme.¹⁶ Vi vil ha et undertrykk innvendig i bygget, som en ekstra sikring mot kondensering i konstruksjonen og fuktskader.

I den kaldeste perioden må ventilasjonssystemet kunne tilpasse seg en situasjon der all tilluft dekkes av byggets luftlekkasje.

¹³Det er langt mer risikofyllt å kutte ut de hygroskopiske materialene enn ventilasjonen. I et soverom med 2 voksne – volum 32,4m³, innvendig overflate 60 m², oppholdstid 9 timer, fuktproduksjon 60g/h – stiger luftfuktigheten med 7,4g/h om rommet er kledd med hygroskopiske materialer og har et luftskifte på 0,1 skift/timen, som er identisk med økningen i luftfuktighet i et rom som ikke har hygroskopiske materialer og et luftskifte på 0,9s/t! Luften føles imidlertid dårligere fordi fuktopptaket har medført høyere temperatur (Simonson C J 2001). En eventuell ventilasjon vil derfor følge av et kjølebehov og tilluftstemperaturen bør være så lav som mulig – ikke forvarmet!

Hvorvidt en skal stenge ventilasjonen helt er selvfølgelig et spørsmål om hvor tett en klarer å bygge .. og hvor lenge bygningen holder seg tett. Normalt vil lekkasjen gi nok luft. Har en valgt Balansert ventilasjon vil lekkasjen være der uansett og ikke komme som et resultat av at ventilasjonen stenges. Har en derimot valgt avtrekksventilasjon kan en stenge tilluften og la avtrekket gå på lekkasjeluft. I tillegg kommer avtrekk fra kjøkkenvifte som bør være et separat system.

¹⁴ Tørr luft medfører mer svevestøv, økt statisk elektrisitet, mer ozon økt spredning av ev soppsporer etc. (Arundell A V 1986)

¹⁵ Virkningsgraden på en varmeveksler mellom tilluft og fraluft vil uansett i dette tilfelle være diskutabel. En årsvirkningsgrad på nær 80% virker flott på papiret, men er mest teoretisk, til tross for at den tar med redusert virkningsgrad som følge av ising, avspeiles ikke at denne reduserte effekten er når behovet er størst og at lange perioder når virkningsgraden er som best har vi ikke behov for den gjenvunne varmen på grunn av overoppheting i leiligheten.

Årsvirkningsgraden avspeiler heller ikke redusert virkning som følge av utsiktet ventilasjon, i en blokk ca 30 % i gjennomsnitt. Men også i dette tilfellet er gjennomsnittsverdien "snill". Den utsiktede ventilasjonen er høyere når utetemperaturen er lav og - igjen - varmetapet størst.

¹⁶ Det er en fordel for virkningsgraden i eksisterende varmepumpesystemer at det tas ut noe lavtemperatur varme i tillegg til forbruksvann.



Forutsatt at en ikke bygger seg til et stort ventilasjonsbehov ved kunnskapsløs planlegging, prosjektering, oppføring, vedlikehold og drift vil en av hensyn til økonomi, energibruk og inneklimakvalitet høyst sannsynlig havne på et ventilasjonssystem basert på forsterket selvdrag.¹⁷

Tilluften kan tas inn over fasaden eller i mer sentral tilluftskanal - der er et utall forskjellige løsninger avhengig av sted , uteklime, ønsker etc.

¹⁷ Forsterket selvdrag er selvdragsventilasjon som forsterkes med sol ; forsterker de termiske drivkreftene, vind; utnytter vindinduserte drivkrefter, eller proppellvifter som trer inn når selvdraget blir for svakt. Vifte åpner ofte for bedre kjølemuligheter ved at kjølig natteluft kan utnyttes.



Oppsummering

Nyere forskning viser at materialene spiller en vesentlig rolle med hensyn på inneluftens fuktinnhold, og at de i en bolig, på døgn- og ukebasis, har langt større innvirkning på luftens fuktinnhold og dermed inneklima enn ventilasjonen. Bevisst bruk av materialer ser ut til å kunne ha større positiv innvirkning på inneklimakvalitet og energiforbruk enn ventilasjonsanlegg. Dersom store deler av inneklimakvaliteten ivaretas gjennom materialbruk og luftskifte reduseres betraktelig i vinterhalvåret vil utbytte av et balansert ventilasjonsanlegg marginaliseres.

Forvarming av tilluften (for eksempel i en varmeveksler) forringer tilluftskvaliteten (Bakke JV 2005). Varmegjenvinning mot for eksempel forbruksvann kan like gjerne gjøres i et avtrekksystem.

Bevisst design og materialbruk innebærer ikke en merkostnad eller et økt energiforbruk, krever ikke ekstra vedlikehold og levetiden vil være den samme som bygningskonstruksjonen ; 4 – 5 ganger lenger enn for tekniske installasjoner.

Avslutning

Forskning med dette perspektivet på luftens relative fuktighet innendørs og fuktkapasitet i innvendige overflatematerialer er relativt nytt. Det er først de siste 5 årene at forskningen på dette feltet har fått et oppsving (Harderup L E 2002). En har nylig kommet til enighet om hvordan hygroskopisk kapasitet kan fastsettes slik at byggeindustrien kan få et redskap til å sammenligne produkter. Enda mangler mye når det gjelder data for materialenes egenskaper. Dette gjelder både fuktkapasitet og permeabilitet.

Lenge har en innenfor økologisk byggeri basert seg på forskning med andre fokus, men med innhold som har gitt sterke indikasjoner på at materialene kunne spille en vesentlig rolle med tanke på fuktregulering. Forskningen nå viser at potensialet er større enn antatt og at materialer høyst sannsynlig vil innta en sentral rolle i klimatisering av bygningene våre i framtiden.

Det er gjennomført og planlagt flere *store* prosjekter der hygroskopiske materialer spiller en hovedrolle i klimatisering av bygninger. Mye av dett har vært gjort i Museumsbygg og arkiver (Padfield T 2004) (Prichard D 2001).



Referanser:

- Bokalders V. 1997: Byggeologi 1-4, Svensk Byggtjänst Förlag.
- Duffy F. 1989: The Changing City; Bullstrode, London
- Valbjørn O 2001: Bygningskonsdruksjoners risiko for fugtskader, resultat 012 BY og BYGG Statens Byggeforskningsinstitutt, Danmark
- Bakke J V 2005: Norsk VVS 3-2005-05-30
- Bornehage C G 2004: The Association between Asthma and Allergic Symptoms in Children and Phthalates in House Dust: A Nested Case–Control Study. Environmental Health Perspectives
• VOLUME 112 | NUMBER 14 | October 2004
- Salonvaara M 2003: Indoor air humidity variations and effects on the moisture performance of building envelope, IBSA Conference, Eindhoven 2003.
- Elmroth A. 1996: Plastfolie – behövs den i väggar och tak? Byggeforskning 2 1996
- Svenneberg K 2004: Foredrag 2004
- Harderup L E 2002: The relative humidity of the indoor air and moisture capacity of the interior surfaces. Lund Institute of Technology, Lund
- Simonson C J 2002: The effect of structures on indoor humidity – possibility to improve comfort and perceived air quality. Indoor air Blackwell Munksgaard 2002.
- Sergio Fox 1977: Foredrag i Oslo 1997
- Fanger O 2003: Healthy Buildings 2003
- Eble J 1997: Samarbeid / samtale med Joacim Eble 1997 –
- Nylund P O 1984: Räkna med luftläckningen Samspeil byggnad – ventilation, Rapport R1 1984 Byggeforskningsrådet
- Bergsøe N C 2000: Vurdering av ventilationsbehov, SBI meddelelse 130, Statens byggeforskningsinstitutt 2000
- Simonson C J 2001: Improving indoor climate and comfort with wooden structures, VTT Building technology Espoo. VTT publications 431
- Arundel A V 1986: Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. Environmental health perspectives vol. 65 p 351 – 361 1986
- Padfield T 2004: How to design museums with a naturally stable climate, Foredrag International Institute for Conservation.
- Prichard D 2001: Integrated Design: the Jersey Archive, arq vol 5 no 3 2001.
- EU direktiv 2002/91/EC ..the energy performance of buildings
- Thyholt / Dokka Sintef 2003: Nye forskriftskrav til bygningers energibehov.
(*SINTEF's vurdering av hvordan direktivet kan gjennomføres i norge*)
- Folkehelse 1998: Anbefalte faglige normer for Inneklima.
- Geving / Thue 2002: Fukt i bygninger, Håndbok 50 Byggeforsk