

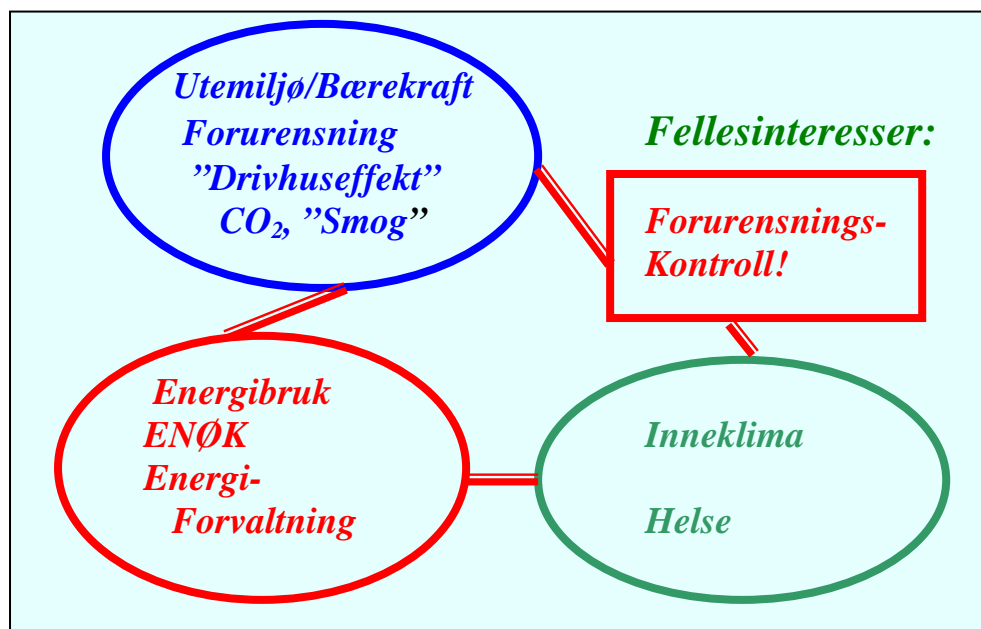
ENOVA-universitet – Trondheim 7. juni 2004

Effekter av inneklima på helse, funksjon og komfort.

Jan Vilhelm Bakke, forsker, overlege

- Inneklima og energi
- Fukt og helse
- Luftkvalitet
- Termisk påvirkning
- Varmekilder – el-ovner og varmepumper

ENØK – Inneklima - Bærekraft



Helhetlige løsninger – holisme – tverr- og multidisiplinært samarbeid er avgjørende for effektivt å kunne møte dagens og fremtidens utfordringer!

Sammendrag

Dårlig inneklima kan medføre

Økt risiko for sykdom

Vanlige luftveislidelser er *hyppigste* årsak til korttidsfravær, økningen er best dokumentert ved forekomst av fuktproblemer, vanligvis med dobling av risiko, men også høyere.

- Økt forekomst og varighet av "vanlige" luftveislidelser, både infeksjoner og irritasjonstilstander i øvre og nedre luftveier
- Økt forekomst, forverrelse og utløsning av allergi- og overfølsomhet, særlig i luftveiene

- Økt risiko for annen miljørelatert sykdom fordi viktigste miljø for mennesker i Norge er innemiljø hvor dessuten de fleste eksponeringer er høyest

Økt forekomst av ”Sykt bygg syndrom”

- Generelle plager som unormal trøtthet, hodepine og konsentrasjonsvansker
- Symptomer på irritasjon av slimhinner med følelse av ”tørrehet” fra hud og slimhinner i øyne og luftveier.

Ubehagelige sensoriske opplevelser

- Opplevd uakseptabel/ubehagelig luftkvalitet
- Opplevd uakseptable termiske forhold

Nedsatt komfort og produktivitet

- Uheldige termiske forhold, vanligvis overtemperatur, medfører fall i produktivitet og konsentrasjonsevne med effekter opp mot 30-40%. Ikke uvanlige forhold medfører effekter på 5-15%.
- Vanlig forekommende forurensninger i inneluft som emisjoner fra teppegulv og PC-katoderør skjermer som medfører sensoriske effekter kan også medføre nedsatt produktivitet og økt feilfrekvens i vanlig kontorarbeid

Omregnet til økonomiske størrelser utgjør de negative konsekvensene av dårlig inneklimate betydelig større verdier enn kostnadene ved å optimalisere forholdene målt i årskostnader (Norges Forskningsråd 2000).

Dagens kunnskaper om hvordan de termiske forholdene påvirker luftkvalitet, helse, funksjon og komfort tilsier at lufttemperaturen holdes lavest mulig i fyringssesongen. Opplevd temperatur bestemmes vesentlig av gjennomsnittet av middelstrålingstemperatur (temperatur på alle overflatene i miljøet) og lufttemperatur, benevnt *operativ temperatur*. Økende lufttemperatur, særlig over 22 grader i fyringssesongen medfører i seg selv nedsatt luftkvalitet med økte plager i form av ”tørrehet” og problemer for personer med luftveissykdom.

I fyringssesongen bør vi derfor ha mest mulig av varmen tilført som strålevarme og lufthastighetene bør være lavest mulig. Oppvarming med luft er svært uheldig for inneklimate.

Konflikter ENØK –Inneklimate

- Nedsatt ventilasjon dersom det medfører økt forurensning og fuktproblemer (kondens)
- Gjenvinning av varme dersom også forurensning gjenvinnes
- Varmepumper og andre varmekilder som leverer varme til luft når det er brukere til stede i lokalene
- ”Nattsenk” dersom det medfører nedsatt middelstrålingstemperatur og operativ temperatur ved arbeidsdagens start. Det fører oftest til behov for økt lufttemperatur og ”tørr luft”.
- ”Nattstans” dersom det fører til forurensende prosesser i klimainstallasjoner eller opphopning av forurensninger i bygg og installasjoner.

Felles interesser ENØK – Inneklimate

- Kontroll av alle forurensningskilder, inkludert varmekilder, som øker behov for unødig ventilasjon (unngå fuktproblemer og befuktning, ha godt renhold, unngå kjemikalier og polisher som medfører forurensning, forurensende teppegulv og hyller, unngå

forurensende kontormaskiner inkludert PC-skjermer med katoderør, bruk heller TFT-skjermer med mer)

- Unngå varmekilder som "svir" lufta (el-batterier/ el-ovner med gjennomstrømning og andre som kan ha samme effekter)
- Bruk av varmpumper og andre varmekilder som kan tilføre varme som stråling og gjennom vannbårne systemer (uten fare for lekkasjer og fuktproblemer)
- Holde lufttemperaturen lavest mulig ved god generell og lokal termisk tilrettelegging (unngå "trekk")
- Fornuftig bekledning tilpasset aktivitet og årstid
- Muligheter for lokal og mest mulig individuell regulering av forholdene
- Lokal termisk tilrettelegging for enkeltpersoner med problemer
- Sikre riktig belysning og tilgang på dagslys med energieffektive systemer
- Bedre utnyttelse av ventilasjon med ulike spesifikasjoner for vinter- og sommerkjøring
- Bedre integrering av bygningsfysikk med installasjoner for å redusere behovet for kjøling og oppvarming.
- Sikker drift og vedlikehold av kjøletårn for å få mest energieffektive løsning for overskuddsvarme uten helserisiko og støyplager

Forutsetningene for å få best mulig resultat er

- økt kompetanse i alle ledd, det vi si brukere, drifts- og renholdspersonell (Informasjon, Innsikt og Innflytelse)
- tverrfaglig samarbeid om problemløsning, det vil si samarbeid mellom arbeidsgiver, teknologi og helse (Verne- og helsepersonell, miljørettet helsevern)
- Generell økt satsning og koordinering av forskning og utvikling på alle sektorene for å bedre kunnskapsunderlaget for riktige og helhetlige tiltak ("Holisme"). Nasjonalt prioritert oppgaver bør være
 - o Fuktproblemer
 - o Oppvarming – spesielt mulig negative effekter av direkte el-oppvarming

Både for problemløsning og forskning/utvikling krever det samarbeid på alle nivå mellom de som er ansvarlig for inneklimate og de som har ansvar for energi, bygnings- og utemiljø. Det er nødvendig for å identifisere, analysere og foreslå løsninger på eksisterende og potensielle konflikter mellom sektorene. Folkehelse og energipolitikk må koordineres.

God energiforvaltning krever et overordnet perspektiv med bred samordning både med hensyn til kunnskapsutvikling, kartlegging av forholdene, risikovurderinger og tiltak for å bedre forholdene.

Aktørene på energisiden bør medvirke til å ta del i dette ansvaret som forvaltere av samfunnets energiresurser!

"Helsemyndighetenes" aktiviteter i feltet kan oppsummeres med at utfordringene innen sykdom, omsorg og pleie er for store til at man har kan ta ansvar for helse.

Bakgrunn

Gjennom 1950- og 60-tallet fikk vi økende bruk av moderne isolasjonsmaterialer i hus og innvendig fuktsperre. På 70-tallet fikk vi den første store olje-/energikrisen som medførte stor oppmerksomhet og bevisstgjøring om behovet for å husholdere bedre med energi.

Lite ble gjort med dette i Norge, vi var jo en energinasjon! I Sverige og Finland var man som vanlig betydelig mer effektive i sine offentlige tiltak for møte energikrisen. Blant annet med redusert ventilasjon og bedre tetting av bygningene. 70- og 80-tallet var "tetningslistenes" ti-år. Vi fikk økende problemer med fuktighet og annen forurensning inne. Parallelt med dette observerte man en markert økning av behov for behandling av astma, allergi og annen overfølsomhet i befolkningen. Etter hvert kom studier som viste sammenheng mellom allergi/overfølsomhet/astma/middallergi og boliger med gjennomførte ENØK-tiltak (Sundell et al 1990, Wickman et al 1991). Dette samvarierte med økt fuktighet inne, fuktskader, mugg, forekomst og økning av husstøvmidd/ middallergi.

Signifikant sammenheng mellom ENØK-tiltak og astma (ref: Jan Sundell)

Wickman M, Nordvall SL, Pershagen G, Sundell J, Schwartz B. House dust mite sensitisation in children and residential characteristics in a temperate region. *J Allergy Clin Immunol.* 1991; 88; 89-95.

Sammenligning av tre grupper barn (Kasus-kontroll-studie)

	Allergiske barn med allergi for husstøvmidd (N=53)	Allergiske barn uten allergi for husstøvmidd (N=54)	Kontrollgruppe av ikke-allergiske barn (N=53)
Astma	44 (83%)	27 (50%)	0
Husstøvmidd i støvprøver	40%	19%	23%
Etterisolering siste 15 år	15	5	10
For lav ventilasjon	40 (75%)	38 (71%)	29 (55%)
Manglende eller lukkede ventiler	40 (75%)	37 (69%)	29 (55%)
Kondens på vindu	13 (29%)	5 (11%)	11 (24%)
Synlig muggvekst	16 (30%)	11 (20%)	8 (15%)

Innhold av middallergen var signifikant høyere hos middallergikerne sammenlignet med allergiske barn uten middallergi ($p < 0,01$) og kontrollgruppen ($p < 0,05$)

Vanninnhold $\geq 7,0$ g/kg forekom hyppigst i middallergigruppa.

Det var store forskjeller mellom ulike hustyper (test for trend $p < 0,001$):

En-etasjes eneboliger hadde lavest ventilasjon og mest vanninnhold og mest midd.

Så tidlig som på begynnelsen av 80-tallet ble denne utviklingen påpekt av norske fagpersoner, men uten at det enda har vært mulig å få relevant og ansvarlig respons fra norske myndigheter. Et viktig internasjonalt gjennombrudd kom på Indoor Air i Stockholm i 1984 (Berglund et al 1984). Sveriges myndigheter tok signalene alvorlig og satte i gang en omfattende "Allergi-utredning" ledet av tidligere LO-sjef Gunnar Nilsson. En rekke aktiviteter, studier og utredninger ledet frem til SOU 1989:76. "Att förebygga Allergi/överkänslighet" som også pekte på behovet for et overordnet perspektiv over innemiljø, utemiljø/uteluft-forurensning, energibruk og energiforvaltning (SOU 1989:76).

Takket være engasjerte enkeltpersoner i Norge som Kjell Aas, Tore Andersen, Finn Levy og Gaute Flatheim hadde man et miljø som klarte å få frem aktiviteter gjennom "Hovedkomité for Helse, Trivsel, Innemiljø (HK-HTI)" under Norske Sivilingeniørers forening (NIF). Med positiv støtte fra BKK og Bergen Lysverker fikk vi blant annet gjennomført en utredning av kunnskapsgrunnlaget om Inneklima og ENØK som ble utgitt i en publikasjonsserie fra HTI (Bakke 1988). Den er fortsatt klart faglig aktuell. Det er beklagelig at disse kunnskapene er kommet så lite til anvendelse.

Samordning av de involverte sektorene var nødvendig for å kunne møte disse utfordringene med helhetlige løsninger. Det kunne se ut som at det ble gjennomslag for dette på et kontaktmøte i Nordisk Ministerråd i november 1989 (Nordisk Ministerråd 1991, Bakke 1991). Sverige fulgte tidlig opp med en bok om inneklima og energi (Johnsen et al 1990) og med kampanjen om "Hus och Hälsa". Den kom også i en utmerket norsk versjon som fortsatt er tilgjengelig hos Bygningsteknisk Etat på <http://www.be.no/beweb/info/hh/hhinfo.html>.

I Sverige ble kunnskapsstatus med utgangspunkt i energipolitikk oppsummert i en internasjonal publikasjon i 1996 (Andersson et al 1996). Intensjoner om å holde et helhetsperspektiv ble også uttalt i Miljöhälsoutredningens betänkande fra 1996 (SOU 1996:124).

I Norge synes myndighetenes aktivitet på området helse, inneklima, energi, miljø å være preget av at man ikke vil gjøre mer enn man er tvunget til. De begrensede ressursene som har vært tilgjengelig har vært avledet på dels utmerkede utredninger og planer som ikke er fulgt opp. Helsemyndighetenes aktivitet begrenset seg til å erklære at feltet lå under deres ansvarsfelt fordi det dreier seg om helse. Derfor kunne man heller ikke tillate at andre myndigheter (byggnings-, energi-, arbeidsmiljø-, miljømyndigheter) skulle ta ansvar for å koordinere aktivitetene. Det ble gjort utredninger og utarbeidet planer, også en Stortingsmelding som siden ikke er fulgt opp på en troverdig måte (Helsedirektoratet 1991 A og B, Statens Helsetilsyn 1994, Stmld 37). Astma, allergi og inneklimasykdom ble etter Stortingets behandling av forebyggingsmeldingen i 1993/94 inkludert som et hovedinnsatsområde (Stmld 37). Programmet Inneklima og Helse under Forskningsrådet fikk aldri de ressurser som var nødvendig og ble plutselig og uventet nedlagt på en måte som ødela mulighetene for en forsvarlig evaluering.

"Helsemyndighetenes" aktiviteter i feltet kan oppsummeres med at utfordringene innen sykdom, omsorg og pleie har vært for store til at man har kunnet ta ansvar for helse.

I dag ser vi heldigvis positive tendenser ved at vi for første gang har fått en helseminister som faktisk viser at han er opptatt av helse og forebyggende aktiviteter (røyking, kosthold, fysisk aktivitet). Det gjenstår likevel se om vi får en faktisk bedring av kunnskapsoppbygging og aktivitet miljørettede helse. Særlig utfordrende er innemiljø i skoler og barnehager der det er stor fare for feil- og misbruk av midler til utbedring på grunn av manglende kunnskaper og faglig støtte for de tiltak og utbedringer som bør gjennomføres (ISIAQ 2000).

I Sverige ble den positive fremdriften svekket etter 1996, parallelt med at miljømedisinen gjennom forskjellige omorganiseringer mistet innflytelse på utviklingen og man mistet et overordnet og holistisk grep over situasjonen. Heldigvis er mye av aktivitetene nå kommet inn på et mer internasjonalt nivå ved at Danmark har fått et større EU-finansiert program på inneklima, energi og helse. WHO har utviklet et policydokument og et forslag til menneskerettigheter der hensyn til bærekraft, energi, forurensning ses i sammenheng med

inneklimate og helse (WHO 1999, WHO 2000). I rekommendasjon 8 og 9 heter det (16) (side 3, min oversettelse):

”8: Det er nødvendig å stimulere til samarbeid mellom de som på den ene siden er ansvarlig for sunn inneluft og de som på den andre siden har ansvar for energi, bygnings- og utemiljøsektorene. Dette for å identifisere, analysere og foreslå løsninger på eksisterende og potensielle konflikter mellom sektorene.

9: Folkehelse og energipolitikk må koordineres. Det er også viktig at tiltak i privat sektor tar hensyn både til inneluftkvalitet og energibruk”.

Norge, og andre land vi kan sammenligne oss med, har store utfordringer knyttet til risikovurdering og utbedring av boliger, skoler og andre bygninger med fuktproblemer. Både helsemessige og økonomiske konsekvenser er formidable samtidig som kunnskapsunderlaget er svært mangelfullt om årsaker og tiltak for utbedring. Presisjonen på kunnskapene står ikke i forhold til de økonomiske konsekvensene av problemene. Norske politikere og byråkrater har sviktet i å ta ansvar for å bygge kunnskap og faglighet for håndtering av dette. Våre fagmiljø så sultefôret på forsknings- og utviklingsmidler at vi knapt klarer å nyttiggjøre oss den kunnskapen som produseres internasjonalt og i langt mindre grad til å yte bidrag til forskningen som kan gjøre oss fortjent til å få del i det andre skaper i feltet.

Hvordan kan vi oppnå et godt inneklima på en ressurseffektiv måte?

Vi ønsker innemiljø som gir best mulig helse, trivsel, komfort og produktivitet. Økonomiske ressurser og energi må forvaltes så effektivt som mulig og innenfor bærekraftige rammer for å oppnå dette. Følgende anbefalinger er gitt av professor Thomas Lindvall i ”Energibok 1996” (Andersson et al 1996):

1. Kontroll med forurensningskilder og energibruk ved riktig valg av materialer, innkapsling, punktavtrekk osv
2. Valg av ventilasjonsstrategi og –design som bygger på energieffektive prinsipper og om mulig ved hjelp av passive metoder.
3. Konstruksjon av energisystemer som bygger på nødvendig ventilasjonsbehov
4. Bygg systemene slik at de som har ansvar for drift kan bruke dem i praksis
5. Bygg systemene slik at de lett kan inspiseres, vedlikeholdes og kontrolleres

Effektiv drift, vedlikehold og kontroll av systemene er avgjørende for å unngå konflikter mellom hensyn til energibruk og godt innemiljø.

Effekter av dårlig inneklima

Sykelighet og sykefravær

Viktigste årsak til sykefravær og uførepensjon er muskelskjelettlidelser og psykisk sykdom, årsakene ligger vanligvis i organisatoriske og psykososiale forhold. Organisasjoner som ikke klarer å håndtere slike problemer har ofte en dårlig organisasjonskultur som heller ikke gjør den i stand til å håndtere andre problemer, for eksempel yrkeshygieniske forhold og inneklimaproblemer.

Nest viktigste årsak til fravær, og hyppigste årsak til korttidsfravær, er luftveislidelser. Dårlig inneklima kan ofte medføre betydelig økt risiko for slike plager og forverre forløpet av dem. Dårlig inneklima forverrer dessuten plagene for personer med allergi og annen overfølsomhet i hud og luftveier. En økende andel av dyktige unge medarbeidere er plaget av dette.

Sensorisk ubehag, "Sick Building Syndrome", SBS, Sykt bygg syndrom

Forekomst av allmennsymptomer som unormal trøtthet, konsentrasjonsvansker og hodepine samt irritasjonssymptomer på hud og slimhinner i form av fornemmelse av tørrhet og sårhet, forekommer opp til fem ganger hyppigere i yrkesbygg med dårlig inneklimate sammenlignet med bygg som har gode forhold.

Produktivitet og funksjonsevne

Termiske forhold innenfor komfortområdet (for varm, men før en begynner å svette) har stor innvirkning på produktivitet, konsentrasjon og yteevne. De samlede kunnskapene av slike studier er oppsummert i et diagram utarbeidet av David Wyon. Ytterligere studier har bekreftet disse funnene, se nettstedet og publikasjonene fra "International Centre for Indoor Environment and Energy" ved DTU, Lyngby i Danmark <http://www.ie.dtu.dk>.

I de senere år er det også i eksperimentelle laboratoriestudier hos professor Fanger og nå professor Bjarne Olesen, ved DTU, vist at moderat eksponering for forurensningskilder i innemiljø, som teppegulv, kan medføre klart fall i produktivitet og kvalitet i kontorarbeid. Det er vist at PC-skjemer basert på katoderør avgir betydelig sensorisk forurensning som vedvarer på et vesentlig nivå de første årene. TFT-skjerner gir betydelig lavere forurensning.

Estetikk, trivsel og velbefinnende

Planter i innemiljø er vist å ha positive effekter. Forfall og dårlig vedlikehold virker "demoraliserende" og øker tendens til destruktiv adferd. Det er begrenset tilgang på vitenskapelige studier, men de fleste av oss har likevel en formening om betydningen av å ha et estetisk godt miljø rundt oss. Det fysiske og estetiske miljøet rundt oss sier også ofte noe om i hvor stor grad vi blir verdsatt.

Ønskemål fra miljømedisinsk perspektiv

Optimal tilrettelegging av atmosfæriske og termiske forhold må gjøre så energieffektivt som mulig. Vi vet at det ofte er for varmt i fyringssesongen og for kaldt i "kjølesesongen" med store potensialer for redusert energibruk og bedre inneklimate dersom driften optimaliseres.

Høy lufttemperatur i fyringssesongen forverrer luftkvaliteten og øker plager av "tørrhet" og irritasjon av luftveiene (Andersson et al 1993, Bakke 1993, Fang et al 1998 A, B, og 1999).

For personer med allergi og overfølsomhet i luftveiene ser vi forverring av plager med økende lufttemperatur, særlig når den kommer over 22 grader. Derfor advarer vi mot bruk av luft som varmemedium. Varmen bør legges på middelstrålingstemperatur, lufttemperaturen bør ligge lavere enn operativ temperatur.

Kravspesifikasjonene til luftmengder og lufthastigheter bør tilpasses årstid, slik at man kan operere med lavest mulig lufttemperatur uten ubehag i fyringssesongen (Bakke 1991) se også ISO 7730 (ISO 1994). De ansatte bør dessuten kle seg etter forholdene, slik at de bidrar til at operativ temperatur kan holdes lavest mulig. Individuelle arbeidstakere med stasjonære, stillesittende arbeidsplasser og opplevelse av trekke og nedkjøling bør få individuell termisk tilrettelegging slik at man ikke må øke temperaturen i hele bygget. De som har ansvar for drifting av bygg bør få kunnskaper om dette, eventuelt i samarbeid med HMS-tjenesten.

Vinterstid bør man ideelt sett ha et tungt bygg som er oppvarmet når arbeidsdagen begynner. Da kan man levere kjølig luft, helst med lav hastighet inn i lokalene. På den måten kan man

unngå det vanlige mønsteret med for kalde forhold på morgenen som erfaringsmessig ofte påfølges av for høy temperatur ut over dagen.

Termisk komfort

Vi ønsker å oppnå termisk komfort – at vi ikke fryser eller er for varme – det vil si er i varmebalanse, samtidig som lufttemperaturen i fyringssesongen skal være lavest mulig for å oppnå best mulig luftkvalitet.

Varmebalansen bestemmes blant annet av

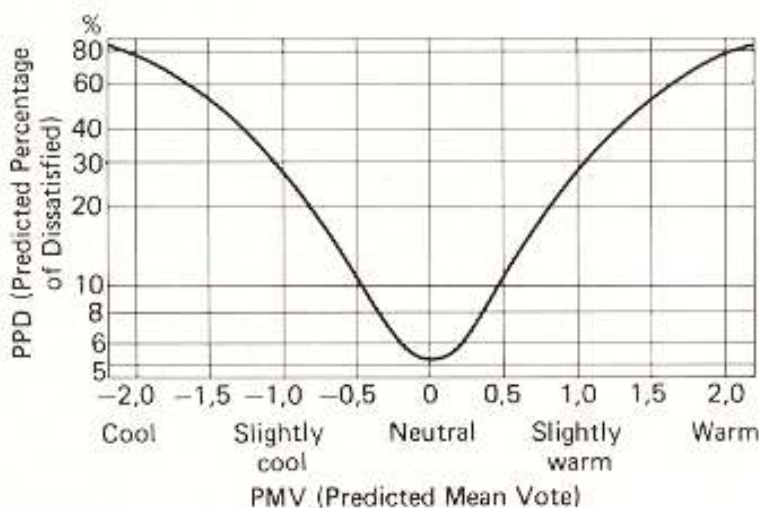
- fysisk aktivitet som kan måles i met, 1 met = 58 w/m² og tilsvarer gjennomsnittlig energiomsetning hos en person i hvile. Stillesittende kontorarbeid tilsvarer ca 1,2 met.
- Bekledning kan måles i clo der 1 clo tilsvarer en isolasjonsevne på 0,155 m² C/W, svarer til ”standard innendørs vinterbekledning”. 0,5 clo tilsvarer ”lett, vanlig”, sommerbekledning

Opplevd temperatur (ISO 7730)

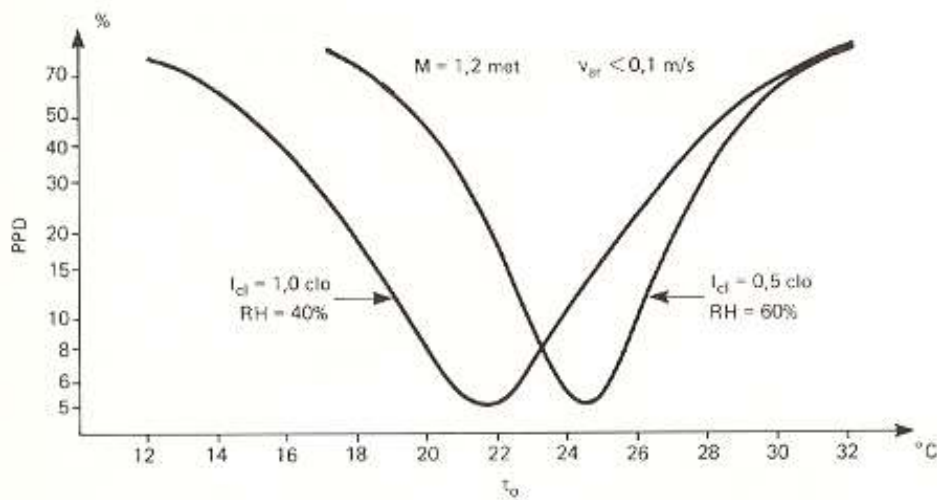
Når det ikke er ”trekk” vil vår opplevde temperatur tilsvare operativ temperatur som er tilnærmet lik globetemperatur som kan måles med et globetermometer. *Operativ temperatur* er i praksis gjennomsnittet av *lufttemperatur* og *middelstrålingstemperatur*.

Ved luftbevegelser vil vår opplevde temperatur modifiseres av luftens hastighet, temperatur og fuktighetsinnhold. Dersom dette også registreres kan vi finne en *ekvivalenttemperatur* som svarer til den temperaturen vi faktisk opplever.

Dersom vi i tillegg kjenner bekledning og fysisk aktivitet kan vi på bakgrunn av store mengder erfaringsdata finne frem til hvordan den aktuelle situasjonen er i forhold til en PPD-indeks (hvor mange misfornøyde, alltid minst 5% dersom det ikke er tilstrekkelig individuelle reguleringsmuligheter) og PMV indeks (”predicted mean vote”).

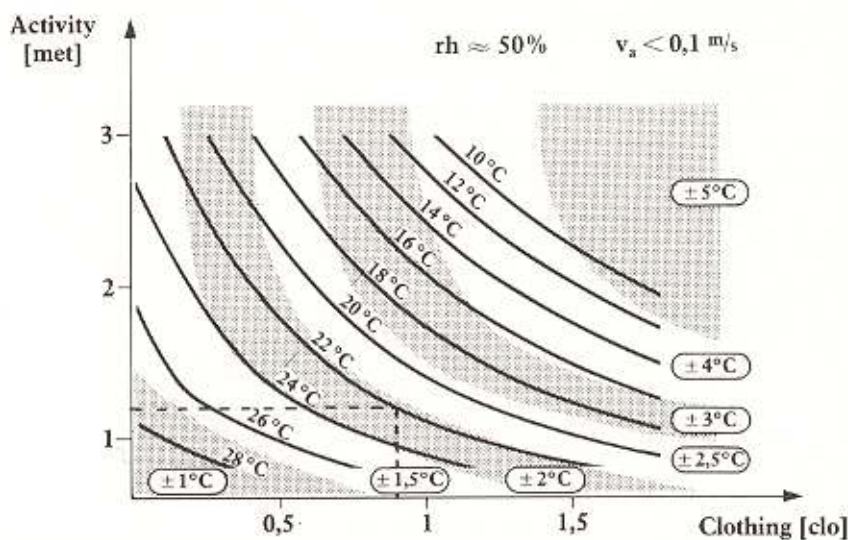


Figur 2



Relasjon mellom operativ temperatur, t_o , og PPD for vinter (bekledning $I_{cl} = 1,0$ clo) og sommer (bekledning $I_{cl} = 0,5$ clo). Aktivitet, $M = 1,2$ met, Relativ luftfuktighet, $v_{ar} < 0,1$ m/s og relativ luftfuktighet $RH = 40\%$ vinterstid og $RH = 60\%$ sommerstid. For vinterkurven ser vi at ISO 7730 (PMV mellom $-0,5$ og $+0,5$) tillater en operativ temperatur under disse betingelsene fra ca $19,5-24^\circ\text{C}$.

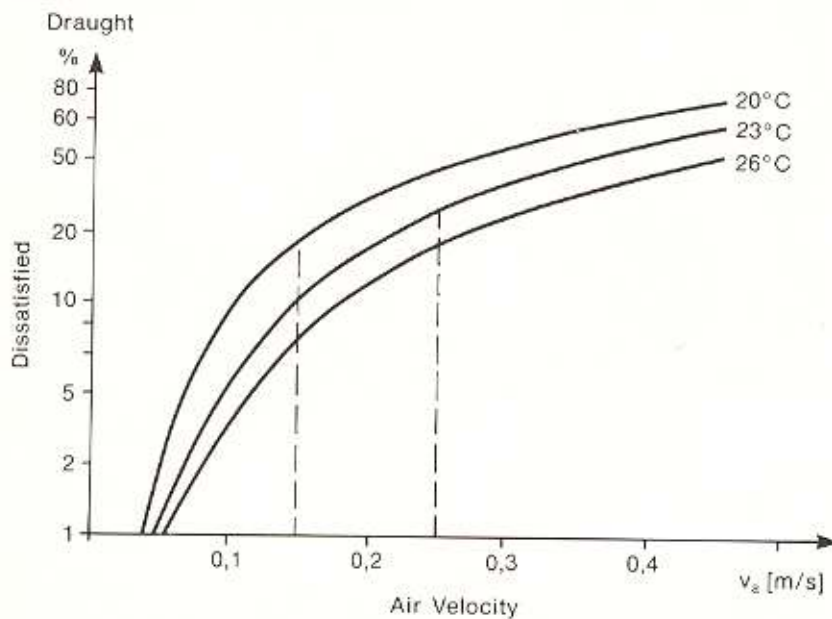
Figur 3



Figuren her viser optimal operativ temperatur som funksjon av bekledning og aktivitet. Følsomhet for temperaturendring øker ved synkende bekledning og aktivitet. Eksempel: Aktivitet 1,4 met gir optimal temperatur på 20°C dersom vi har en bekledning på 1,0 clo. Akseptabelt temperatur-intervall vil her være $\pm 2,5^\circ\text{C}$.

Lokal termisk komfort

Figur 4

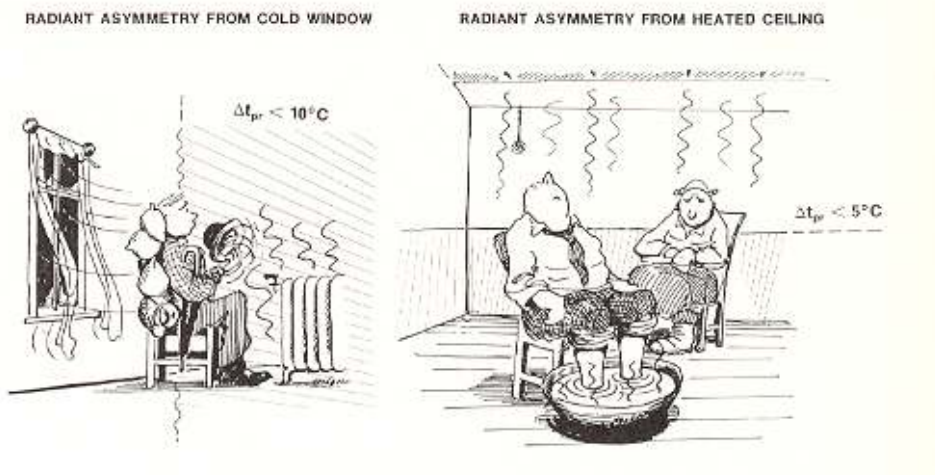


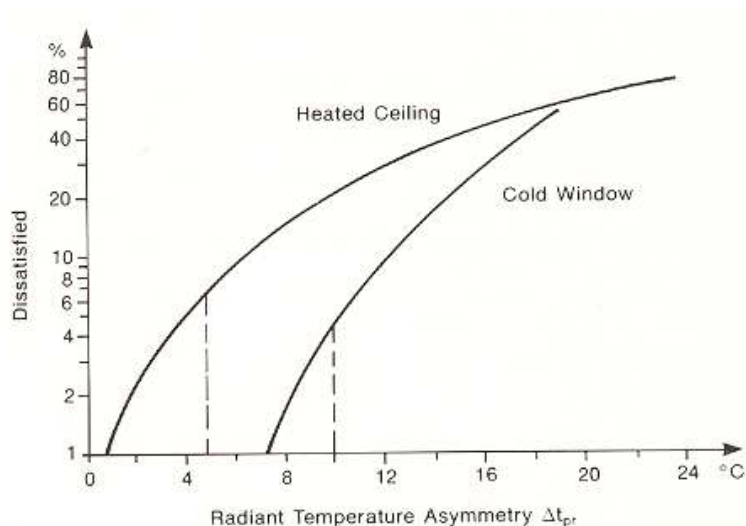
Relasjon mellom lufthastighet og prosentandel misfornøyde for tre lufttemperaturer. Vi ser at mange plages selv ved lave lufthastigheter, vi ser også at mange får mindre plager når temperaturen på lufta øker og lufthastigheten holdes konstant.

Lokal termisk komfort

Selv om de generelle termiske forhold er bra liker vi ikke "trekk". Vi har lav toleranse for strålingsasymmetri, særlig med kulde fra gulv eller fra siden. Vi liker heller ikke kald luft blåst mot nakken. Lavest toleranse har vi for varmestråling mot hodet. Vi liker godt varmestråling fra siden. Noen har lav toleranse for varme gulv.

Figur 5





Strålingsasymmetri.

Antall misfornøyde som funksjon av grad av strålingsasymmetri fra varmt tak og kaldt vindu.

Eksempler på problemer og muligheter

”Luftvarme”

Tema "Luftvarmesystem" ble behandlet på et nordisk seminar i september 1992 (Andersson & Lindvall 1993). Mitt innlegg la vekt på betydning av å holde lufttemperaturen lavest mulig i fyringssesongen (Bakke 1993), basert både på andres og egne data. Senere forskning, vesentlig på DTU, har bekreftet dette.

Essensen er at

1. Lufttemperaturen i fyringssesongen bør holdes lavest mulig for å få best mulig luftkvalitet. Temperaturer, særlig over 22 grader, medfører økte klager på "tørr luft" og forverrede symptomer hos personer med allergi/overfølsomhet i luftveiene. Årsaken til dette igjen er delvis uklare, men kan blant annet skyldes at en del forurensningsprosesser øker med økende temperatur, at de sensoriske effekter øker, og at den relative luftfuktigheten synker med resulterende økt elektrostatisk spenning og mer finfordeling av støv osv. (Andre medvirkende problemer kan også eventuelt ligge i bruk av elektriske varme- eller ettervarmebatterier, forurensede installasjoner osv, men er egentlig her kun noe som forverrer effektene av det prinsipielle problem ved luftvarme)
2. For å kunne opprettholde en akseptabel operativ temperatur sammen med lav lufttemperatur, må mest mulig av varmen ligge på strålevarme og lufthastigheten må være lavest mulig i oppholdssonen.
3. Luftvarme krever at lufttemperaturen må ligge over den operative temperatur for å kunne tilføre varme til bygningen og er derfor prinsipielt og grunnleggende uheldig.
4. Andre uheldige forhold er
 - 4.1 Mindre mulighet for individuell temperaturregulering i den aktuelle sonen.
 - 4.2 Fare for viftestøy, både inne og ute.

- 4.3 Mangelfull filtrering, vedlikehold og renhold kan spre forurensninger
- 4.4 Luftsirkulasjon i hele sonen medfører også at alle forurensninger fra ulike kilder i sonen spres til hele sonen
- 4.5 Denne typen installasjoner vil stort sett stille økt krav til brukeren med hensyn til tilsyn, vedlikehold, renhold og annen oppfølging sammenlignet med avtrekks- og "selvdrags-ventilasjon".

Lignende uheldige forhold kan også oppstå ved nattsenk, dersom lufttemperaturen må økes for å kompensere nedsatt middelstrålingstemperatur fra morgene av.

Miljøvennlig løsning: Overfør varmen gjennom overflater som med vann og sentralvarme, ikke med luft.

Nattsenk

Et vanlig tiltak for å spare energi er å senke temperaturen om natten og øke den til 22 grader ved arbeidstidens start. Dessverre styres dette vanligvis av lufttemperatur, ikke operativ eller ekvivalent temperatur. Dersom bygget har egen varmekapasitet ("tungt" bygg) vil temperaturen på alle overflater "henge igjen" og den opplevde temperaturen ligger derfor lavere, folk fryser og får økt følsomhet for trekk. Dersom de selv ikke får kompensere dette gjennom økt lufttemperatur eller tvunget driftsansvarlige til å gjøre det, skaffer de på egen hånd små varmekilder, ofte vifteovner.

Neste klage er "tørr luft" på grunn av den høye lufttemperaturen.

Erfaringer fra egne studier av flere yrkesbygg har vist at

- Ekvivalenttemperatur øker ut over formiddagen og passerer det optimale PMV-nivå ofte før lunch og overstiger ofte akseptabelt nivå etter lunch
- Ingen husker å skru ned varmen
- Temperaturen har passert over komfortområdet i henhold til PMV etter lunch slik at vi blir slått ut både av den vanlige "etter-lunch-slappheten" og av overtemperatur samtidig.

Miljøvennlig løsning

Sørge for at også alle overflater har nådd ideell temperatur før arbeidsstart. Det gode løsningen kunne være at konstruksjonene var varmet opp til høyere nivå enn optimal operativ temperatur slik at luften kunne tilføres med lavere temperatur. Dersom bygget har tilstrekkelig varmekapasitet kan man tenke seg å varme det opp gjennom natten slik at man kan starte dagen med varme vegger og tilførsel av kjølig luft med lav hastighet ("nattøk").

Individuelle termiske forhold

Det forekommer at noen få enkeltindivider som fryser medfører at store arealer må holde betydelig høyere temperatur enn optimalt for de øvrige ansatte. Ofte kan dette løses ved termisk analyse av den enkeltes situasjon. Individuelle tiltak kan være

- bedre bekledding
- skjerme mot luftbevegelse
- kompensere varmetap mot kald flate (flytting, isolasjon, liten lokal kilde for varmestråling)
- lokal varmekilde under bordet eller på annen måte

Energi, Inneklima, Miljø, Bærekraft og Helse. Hvordan komme videre?

Effektiv oppfølging krever samordning både av kunnskapsutvikling, kartlegging av forholdene, risikovurderinger og tiltak for å bedre forholdene.

Følgende betingelser må oppfylles for å oppnå effektiv ressursbruk:

1. Overordnet samordning av kunnskaper og politikk på helse-, miljø, energi-, og bygningssektorene.
2. Bygging, utvikling og samordning av fagmiljø i Norge som sikrer at vi bevarer og utvikler den kompetansen vi trenger for å gi riktige kravspesifikasjoner på bygging, drift og vedlikehold av bygg – både med hensyn til helse, miljø, energi, økonomi og estetikk
3. Utvikling og samordning kunnskaper om utbedring av problembygninger. Særlig aktuelt er fuktskader i bygg. Hvilke krav skal stilles, hvor alvorlige er problemene, hvordan oppstår de, hvordan kan de utbedres, hva er god nok utbedring? Jfr rapport om risikovurderinger og anbefalinger fra NTNU (Bakke et al 2000).
4. Formidling av kunnskapene slik at den faktisk får effekt? Fortsatt gjør vi de samme feilene som man advarte sterkt mot for tiår siden.
5. Sikre at ”miljørettet helsevern” i kommunene får den støtte og kompetanse de har behov for i arbeidet for miljøforhold i kommunene som er forsvarlig for helse.
6. Påse at kommunene blir kompetente til å utnytte riktig de tilgjengelige ressursene til bygging, rehabilitering, drift og vedlikehold av skoler og barnehager (ISIAQ 2000). Det er stor risiko for feilprioritering og misbruk av offentlige midler som avsettes til dette på grunn av manglende kompetanse og innsikt kombinert med sterke kommersielle og faglige særinteresser i feltet.
7. Sikre at driftspersonell og HMS-ansvarlige blir i stand til å utføre vurderinger av inneklima, termisk kartlegging og analyse slik at innemiljø kan legges best mulig til rette både ut fra helse, miljø, energieffektivitet og bærekraft.

Litteratur

Andersson HEB, Setterwall ÅK, Eds. The Energy Book. The Swedish Council for Building Research, Stockholm T6: 1996

Andersson J, Lindvall T, Red. Luftvärmesystem. Fördelar och nackdelar. Funktionskrav på FT-system för ventilation och värmning av rum med tilluft. Byggeforskningsrådet, Stockholm 1993, T23:1993. ISBN 91 540-5577-6

Bakke JV, Bjørseth O, Johannessen LN, Løvik M, Syversen T. Fuktige bygninger gir helseplager. NTNU, Det medisinske fakultet, Trondheim 2000.

<http://www.medisin.ntnu.no/ikn/rapporter/fukthus.pdf> , se også
<http://www.arbeidstilsynet.no/publikasjoner/rapporter/pdf/fukt.pdf>

Bakke JV. Energiøkonomisering - ENØK og inneklima. I: Inomhusmiljø. Nordiskt kontaktmøte 26. november 1990. Nordisk ministerråd, København januar 1991.

Bakke JV. Funksjonskrav for god luftkvalitet med FT-system/luftvarme, Ibid. s 9- 2

Bakke JV. Inneklima - ENØK. Forslag til kravspesifikasjoner for inneklima og Enøk i kontorbygg. 52 s, tab, ill. HTI-rapport nr 5. Norsk Byggtjeneste, Forlaget, Oslo 1988.

Berglund B, Lindvall T, Sundell J, Eds. Indoor Air 84. Proceedings of the 3rd International Conference on Indoor Air Quality and Climate held in Stockholm August 20-24, 1984. Swedish Council of Building Research Stockholm, Sweden 1984.

Fang, L., Clausen, G., Fanger, P.O. Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality. Indoor Air 1998 (A);8:80-90.

Fang, L., Clausen, G., Fanger, P.O. Impact of temperature and humidity on perception of indoor air quality during immediate and longer whole-body exposures. Indoor Air 1998 (B); 8: 276-284

Fang, L., Clausen, G., Fanger, P.O., Impact of temperature and humidity on chemical and sensory emissions from building materials. Indoor Air 1999;9:193-201

Fuktproblemer i skoler og barnehager. Anbefalinger for helsetjenestens håndtering. Nasjonalt folkehelseinstitutt 2002. <http://www.fhi.no/publ/brosjyrer/fuktproblemerskolebhg.html>

Helsedirektoratet 1991 (A). Handlingsplan for barn og unge med allergi/overfølsomhet, astma og andre kroniske lungesykdommer. Helsedirektoratets utredningsserie 2-91, Helsedirektoratet, Oslo 1991. Utredningen ble i praksis ledet og gjennomført av Kjell Aas.

Helsedirektoratet 1991 (B). "Godt inneklima i Norge" Helsedirektoratet IK-2346 utgitt februar 1991

ISIAQ 2000. Creation of healthy indoor environment in schools. National Institute of Public Health, Sweden 2001:6. Stockholm 2001. (ISIAQ Task force om skolebygg: <http://www.ie.dtu.dk/isiaq/TaskForces.asp?TF=1> se også svensk versjon av rapport: http://www.fhi.se/shop/material_pdf/attpaska.pdf)

ISO 7730: 1994. Moderate thermal environments -- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. International Organisation for Standardisation (ISO) 1994.

Johnsen BG, Kronvall J, Lindvall T, Wallin A, Weiss Lindencrona H. Hus och hälsa. Inneklimat och energihushållning. Statens råd för byggnadsforskning, T4: 1990.

Nordisk Ministerråd 1991. Inomhusmiljø. Nordiskt kontaktmøte 26. november 1990. Nordisk Ministerråd, København januar 1991.

Norges Forskningsråd 2000/The Research Council of Norway. Division of Medicine and Health. Bakke JV, Ed. The Economics of Indoor Climate: Providing Decision Support for Intervention. Workshop Report. Norges Forskningsråd, Arbeidstilsynet og Vårdalstiftelsen, Oslo 2000 (også tilgjengelig på norsk/svensk).

SOU 1989:76. Att förebygga Allergi/överkänslighet. Betänkande av allergiutredningen. Stockholm 1989.

SOU 1996:124. Miljö för en hållbar hälsoutveckling. Förslag till nationellt handlingsprogram. Stockholm 1996.

Statens Helsetilsyn 1994. "Handlingsplanen for Godt Inneklima i Norge. Rapport fra en tverrdepartemental/tverretatlig arbeidsgruppe nedsatt av Statens helsetilsyn med mandat fra Sosial- og helsedepartementet. IK-2493. Statens helsetilsyn 1994.

Stmld nr 37 (1992-93) utfordringer i helsefremmende og forebyggende arbeid.

Sundell J, Wickman M, Pershagen G. Building hygiene and house dust mite infestation. Indoor Air, '90. Vol 1:27-30.

WHO 1999. Strategic approaches to indoor air policy-making. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven 1999.

WHO 2000. The Right to Healthy Indoor Air. Report on a WHO Meeting. Bilthoven, The Netherlands 15-17 May 2000. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2000. WHO-prosjekt for utforming av menneskerettigheter til inneluft, se http://www.euro.who.int/mediacentre/20010926_8 , hele dokumentet er lagt ut på <http://www.euro.who.int/document/e69828.pdf>).

Wickman M, Nordvall SL, Pershagen G, Sundell J, Schwartz B. House dust mite sensitisation in children and residential characteristics in a temperate region. J Allergy Clin Immunol. 1991; 88; 89-95.

Vedlegg – prinsipiell vurdering av varmepumper, andre varmekilder og inneklime fra et miljømedisinsk perspektiv (se også: <http://www.novap.no> og <http://www.varmeinfo.no/>)

Vannbåren varme som optimalt medium for fordeling av varme

Det forutsettes at faren for lekkasjer er tilnærmet eliminert. Opplysninger med kilde i norsk og svensk forsikring indikerer at risiko er minimal og at lekkasjer fra slike anlegg i Sverige utgjør mindre enn 2% av registrerte vannskader.

Varmen kan fordeles jevnt over store flater uten fare for at det kan oppstå

- punkter eller soner, for eksempel under madrasser på gulvet og lignende, med høyere temperatur enn ønsket,
- fare for brann eller
- ”svidd støv”.

Det er mulighet for lokal regulering av varmetilførsel. En stor del av varmen kan leveres som ”strålevarme” med effekt på middelstrålings-temperaturen.

Optimale krav til forhold i oppvarmingssesongen

Luft bør leveres med lavest mulig temperatur i fyringssesongen. Høy lufttemperatur i fyringssesongen forverrer luftkvaliteten med økte plager av ”tørrehet” og irritasjon av luftveiene. For personer med allergi og overfølsomhet i luftveiene ser vi forverring av plager med økende lufttemperatur, særlig når den kommer over 22 grader. Derfor advarer vi mot bruk av luft som varmemedium. Varmen bør legges på middelstrålingstemperatur, lufttemperaturen bør ligge lavere enn operativ temperatur.

Kravspesifikasjonene til luftmengder og lufthastigheter bør tilpasses årstid, slik at man kan operere med lavest mulig lufttemperatur uten ubehag i fyringssesongen (6) se også ISO 7730. Beboerne bør kle seg etter forholdene, slik at de bidrar til at operativ temperatur kan holdes lavest mulig.

Stasjonære oppholdssteder eller arbeidsplasser med opplevelse av trekk og nedkjøling bør få lokal termisk tilrettelegging slik at man ikke må øke temperaturen i hele bygget eller sonen. Det er ikke mulig å få til optimale forhold dersom det ikke er mulig med en viss uavhengig lokal/individuell regulering. De som har ansvar for drifting av bygg bør få kunnskaper om dette, eventuelt i samarbeid med HMS-tjenesten.

Vinterstid bør man ideelt sett ha et tungt bygg som er oppvarmet når arbeidsdagen begynner. Da kan man levere kjølig luft, helst med lav hastighet inn i lokalene. På den måten kan man unngå det vanlige mønsteret med for kalde forhold på morgenen som erfaringsmessig ofte påfølges av for høy temperatur ut over dagen.

Ulike varmepumpesystemer

Luft til luft

Prinsipielt uheldig for inneklime fordi

- Lufttemperaturen i fyringssesongen bør holdes lavest mulig
- Mest mulig av varmen bør ligge på strålevarme
- Lufthastigheten bør være lavest mulig i oppholdssonen.
- Luftvarme krever at lufttemperaturen må ligge over den operative temperatur
- Andre uheldige forhold
 - o Lite mulighet for individuell temperaturregulering
 - o Viftestøy, både inne og ute.

- Mangelfull filtrering, vedlikehold og renhold kan spre forurensninger
- Luftsirkulasjon i hele sonen sprer forurensninger fra alle kilder i sonen
- Økte FDV-krav til brukeren

Luft til vann

Kan være gunstig for inneklime fordi

- Lufttemperaturen i fyringssesongen kan holdes lavt
- Mye av varmen kan ligge på strålevarme
- Lufthastigheten kan holdes lav i oppholdssonen.
- Lufttemperaturen kan ligge under operativ temperatur
- Andre forhold
 - Mulighet for individuell temperaturregulering
 - Viftestøy inne unngås, men ikke ute.
 - Luftbevegelse kun for ventilasjon

Fra ulike andre kilder til vann

Bergvarmepumper/grunnvannsvarmepumpe, Jordvarmepumpe, Sjøvannsvarmepumpe, Avtrekksluftvarmepumpe.

Prinsipielt gunstig for inneklime fordi

- Lufttemperaturen i fyringssesongen kan holdes lavt
- Mye av varmen kan ligge på strålevarme
- Lufthastigheten kan holdes lav i oppholdssonen.
- Lufttemperaturen kan ligge under operativ temperatur
- Andre forhold
 - Mulighet for individuell temperaturregulering
 - Viftestøy unngås.
 - Luftbevegelse kun for ventilasjon
 - Moderate FDV-krav til brukeren
- Det vil kunne være risiko for støy fra kompressor i luft til vann og vann til vannvarmepumper. Problemet kan vanligvis løses ved fornuftig plassering.

Luft-til-luft-varmepumper – inneklime – noen sammenligninger av risiko

Fordeler

- Lave investeringer
- Lav overflatetemperatur, ”svir ikke lufta”
- Bedre enn elektriske vifteovner
- Kan være bedre enn elektriske gjennomstrømnings-ovner
- Mulighet for rask endring av temperatur på tilført luft
- Mulighet for å bruke godt luftfilter

Ulemper

- Luftvarme gir økt lufttemperatur og dermed redusert luftkvalitet
- Høy lufthastighet
- Sprer forurensning fra alle kilder til hele området.
- Lite mulighet for lokal regulering
- Viftestøy inne og ute

- Dårligere termisk løsning enn oljefylte el-ovner, vannbasert varmesystemer og andre løsninger for moderat overflatetemperatur

Uavklart, usikkert

Det er gunstig med ventilerte ildsteder med pipe som krever luft og dermed gir ventilasjon, de kan gi mer eller mindre stråle-varme, men er stort sett uavklart angående mulig negative effekter av at de kan "svi" forurensning i luft:

Vedovner

Kaminer

Pelletsovner

Kakkelovner (gunstig ved lav overflatetemperatur)

Uventilerte ildsteder som katalytovner for propan og parafin er uavklart med hensyn til mulige effekter av forurensning til inneluft.

Varmekilder og helse - hva med elektriske panelovner?

Globalt regnes el-oppvarming som best fordi "den ikke forurenses med forbrenning", så følger sentralvarme, gassoppvarming, parafin/olje, ved, kull av ulike kvaliteter. Verst for helse er åpen og uventilert forbrenning av tørket torv, planterester, torv og møkk til oppvarming og koking. Globalt dør mer enn 8000 barn daglig som følge av slik uventilert forbrenning inne hos nesten halve jordas befolkning (WHO/Kirk Smith).

Det er vanlig internasjonalt at man finner mer NO₂ og partikler ved bruk av gass som varmemedium sammenlignet med elektrisk varme. Ofte anbefales elovner "sunt" alternativ (se http://www.alaw.org/air_quality/indoor_air_quality/air_pollution_in_your_home.html). Få har undersøkt el-ovner som varmekilder – i en del tilfeller har man ikke funnet effekt av gassoppvarming når man har sammenlignet med el-oppvarming – kan det være fordi el-ovner er like ille?

En representativ studie for det som er gjort i utviklede land er Volkmer et al 1995. Inneluftkvalitet og luftveissymptomer ble undersøkt hos førskolebarn i Syd-Australia. 14,124 familier med 4-5 år gamle barn deltok. Det er generelt mangelfull beskrivelse av eksponering, tekniske forhold og inneklima:

Ovn for naturgass sammenlignet med elektrisk ovn ga signifikant økt forekomst av

1. Astma (odds ratio [OR] 1.24)
2. Wheezing (pipende pust) foregående 12 måneder (OR 1.16)
3. Hyppige forkjølelser (OR 1.14); og
4. Høysnue (allergisk rinitt) (OR 1.13).

Bruk av parafinovn sammenlignet med elektrisk ovn var ikke forbundet med luftveissymptomer (like bra eller like dårlig?).

Bruk av uventilert gassvarme sammenlignet med annen oppvarming var signifikant forbundet med økt forekomst av

1. Tørrhoste (OR 1.26)
3. "Wheezing" noen sinne (OR 1.15)
4. Wheezing siste 12 måneder (OR 1.18)

Bruk av vedfyring sammenlignet med andre former for oppvarming var signifikant forbundet med redusert forekomst av

1. Tørrhoste (OR 0.84)
2. Noen gang hatt "wheezing" (OR 0.82).

Foreldrerøyking var signifikant forbundet med bronkitt (OR 1.21) og ha "wheezed" noen gang (OR 1.24). Type kjølesystem hadde ingen effekt.

Garrett et al 1998 gjorde NO₂-målinger i 80 hjem i Viktoria, Australia, hos 148 barn 7-14 år gamle, hvorav 53 med astma. NO₂-nivå var lavt (6-128 ppb). Ellers er det mangelfulle eksponeringsdata, kun gassovn/ikke-gassovn og NO₂-nivå.

Luftveissymptomer var vanligere hos barn eksponert for

1. gassovn (odds ratio 2.3, 95% CI 1.0-5.2).
2. NO₂ var marginal risikofaktor ((p=0,09) mens
3. gassovn fortsatt var risikofaktor etter justering for NO₂ (odds ratio 2.2, CI 1.0-4.8).

Dette peker i retning av en ukjent risikofaktor assosiert med gassovn. Atopiske barn (de med allergitegn) tenderte til sterkere respons på gassovn og NO₂ sammenlignet med de øvrige. Forskjellen var ikke signifikant.

Sammenligning av ulike former for el-oppvarming er ikke publisert i "peer-reviewed" tidsskrifter. Hva om elektriske gjennomstrømmingsovner kan "svi støvet"? Er Norge eneste landet i verden med dette som vesentlig problemstilling? Vi vet at husstøv inneholder rester av moderne syntetiske materialer som kan frigjøre svært farlige stoffer når de varmes tilstrekkelig opp. Isocyanater kan for eksempel dannes når støv av skumgummi eller annet materiale av polyuretanplast varmes opp til over 150 grader. De er blant de mest potente astmafremkallende stoffer som er kjent i yrkesmedisinen. Tilsvarende er ftalsyreanhydrid som kan dannes av forbrenning av de vanligst forekommende myknere i plast – spesielt myk PVC (ftalater). Dessuten kan det dannes en rekke andre giftige og sterkt irriterende stoffer ved slik delvis forbrenning både av moderne/syntetiske og mer "tradisjonelle" materialer og polisher.

Mette Mathiesen har forsket på de biologiske effektene av oppvarmet støv. Hun har nylig avgitt sin doktoravhandling om innemiljøstøv og kontakt med varme overflater. (Mette Mathiesen. NTNU, Dr.ing.-thesis 2004:13). Hovedkonklusjonen er at forurensninger fra oppvarmet støv sannsynligvis kan forverre luftkvaliteten og gi økte helseplager.

Dessverre er det lite å finne i den vitenskapelige litteraturen om dette. En case-kontroll studie fra Montreal, Quebec, Canada, 1988 – 1990 har interessante funn (Infante-Rivard 1993):

Case var 493 barn 3-4 år gamle innlagt for øyeblikkelig hjelp astma. Kontrollbarn ble trukket fra pasientregister for allmennpraksis og matchet for barnets alder og bo-område. Etter kontroll for personlige risikofaktorer fant man følgende uavhengige risikofaktorer for astma:

- Mor storrøyker (OR = 2.77, CI 1.35-5.66),
- Befukter på barnerommet (OR = 1.89, 95% CI 1.30-2.74)
- Elektrisk oppvarming i hjemmet (OR = 2.27, 95% CI 1.42-3.65)

I en undersøkelse av inneklimate fra Connecticut/Massachusetts 1998-2000, gjorde man tilsvarende funn (Gent et al 2002). Dette er sparsomt kommentert og beskrevet. Barn i hjem oppvarmet med panelovner tenderer til å ha høyere forekomst av "wheeze" ($p < 0.01$) sammenlignet med annen oppvarming ("forced air, steam, or any other system").

Karin Engvalls studier baserte seg totalt på spørreskjema til 14,243 leiligheter i Stockholm (Engvall 2000, 2003 A og B).

- 48% bodde i bygninger som hadde gjennomgått minst en type ombygning eller fått utført energisparetiltak siste 10 år, inkludert utskiftning oppvarmings- eller ventilasjonssystem og isoleringstiltak (utskiftning av vinduer, tetting av vindusrammer, tak/loftsisolasjon og fasadeisolasjon).
- Totalt 28.5% anga minst ett tegn til fukt i hjemmet (kondens på vinduer, fuktighet på badet, mugglukt, vannlekkasje).
- Alle fuktindikatorerne var relatert til symptomer, også når de ble justert for demografiske data og andre bygningsmessige forhold (OR=2.9-6.0).
- Oppvarming med elektriske panelovner og vedfyring var forbundet med økning av de fleste typer symptomer (OR=1.2-5.0).
- Energisparing var forbundet både med reduksjon og økning av ulike symptomer.
- Mer enn ett isoleringstiltak (OR=1.3) og større ombygninger (OR=1.1-1.9) var forbundet med økning av symptomer.
- De som bodde i bygninger med mekanisk ventilasjon hadde mindre øyne- og nesesyntomer (OR = 0.29-0.85).
- Nyere bygninger hadde markert mer problemer enn eldre bygninger.

Litteratur

Engvall K, Norrby C, Bandel J, Hult M, Norbäck D. Development of a Multiple Regression Model to Identify Multi-Family Residential Buildings with a High Prevalence of Sick Building Syndrome (SBS). *Indoor Air* 2000; 10; 101 – 110.

Engvall K, Norrby C, Norbäck D. Ocular, nasal, dermal and respiratory symptoms in relation to heating, ventilation, energy conservation, and reconstruction of older multi-family houses. *Indoor Air* 2003; 13: 206-211.

Engvall K 2003. A Sociological Approach to Indoor Environment in Dwellings: Risk factors for Sick Building Syndrome (SBS) and Discomfort. Institutionen för medicinska vetenskaper, Arbets- och miljömedicin. Universitetet i Uppsala.

Garrett, M.H.; Hooper, M.A.; Hooper, B.M.; and Abramson, M.J. (1998). Respiratory symptoms in children and indoor exposure to nitrogen dioxide and gas stoves. *American Journal Respiratory and Critical Care Medicine*; 158: pp 891-895.

Gent JF, Ren P, Belanger K, Triche E, Bracken MB, Holford TR, Leaderer BP. Levels of Household Mold Associated with Respiratory Symptoms in the First Year of Life in a Cohort at Risk for Asthma *Environ Health Perspect*. 2002 Dec;110(12):A781-6

Infante-Rivard C. Childhood asthma and indoor environmental risk factors. *Am J Epidemiol*. 1993 Apr 15;137(8):834-44.

Mathiesen M. Indoor dust and hot surface contact: Biological effects in vitro of heated dust and heat-generated emissions. NTNU 2004. Dr.ing.-thesis 2004:13

Volkmer RE, Ruffin RE, Wigg NR, Davies N. The prevalence of respiratory symptoms in South Australian preschool children. II. Factors associated with indoor air quality. *J Paediatr Child Health*. 1995 Apr;31(2):116-20