

KLIMAX frokostmøte 15. februar 2011

Dokkhuset, Trondheim

Passivhus – flere veier til målet?

Lavenergihus og passivhus. Mulige konsekvenser for helse og inneklima, positive og negative.

Jan Vilhelm Bakke, Phd.

Spesialist i arbeidsmedisin

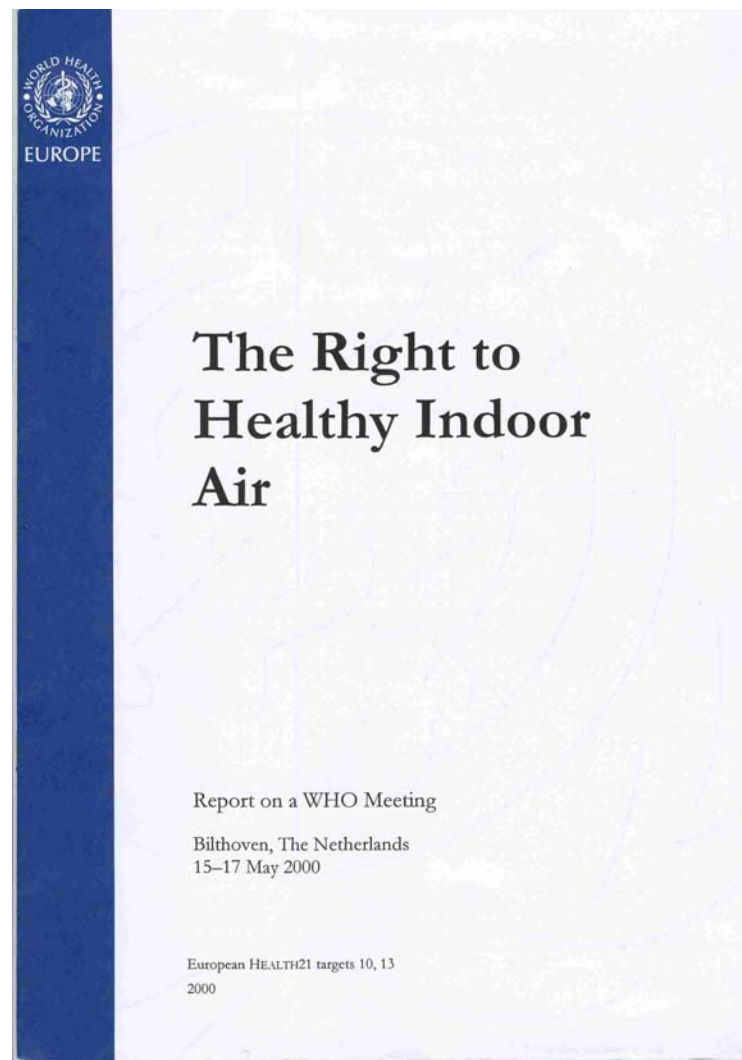
Førsteamanuensis NTNU, Institutt for energi- og prosessteknikk

WHO 2000. Retten til sunn inneluft. Rekommendasjon nr 8 og 9

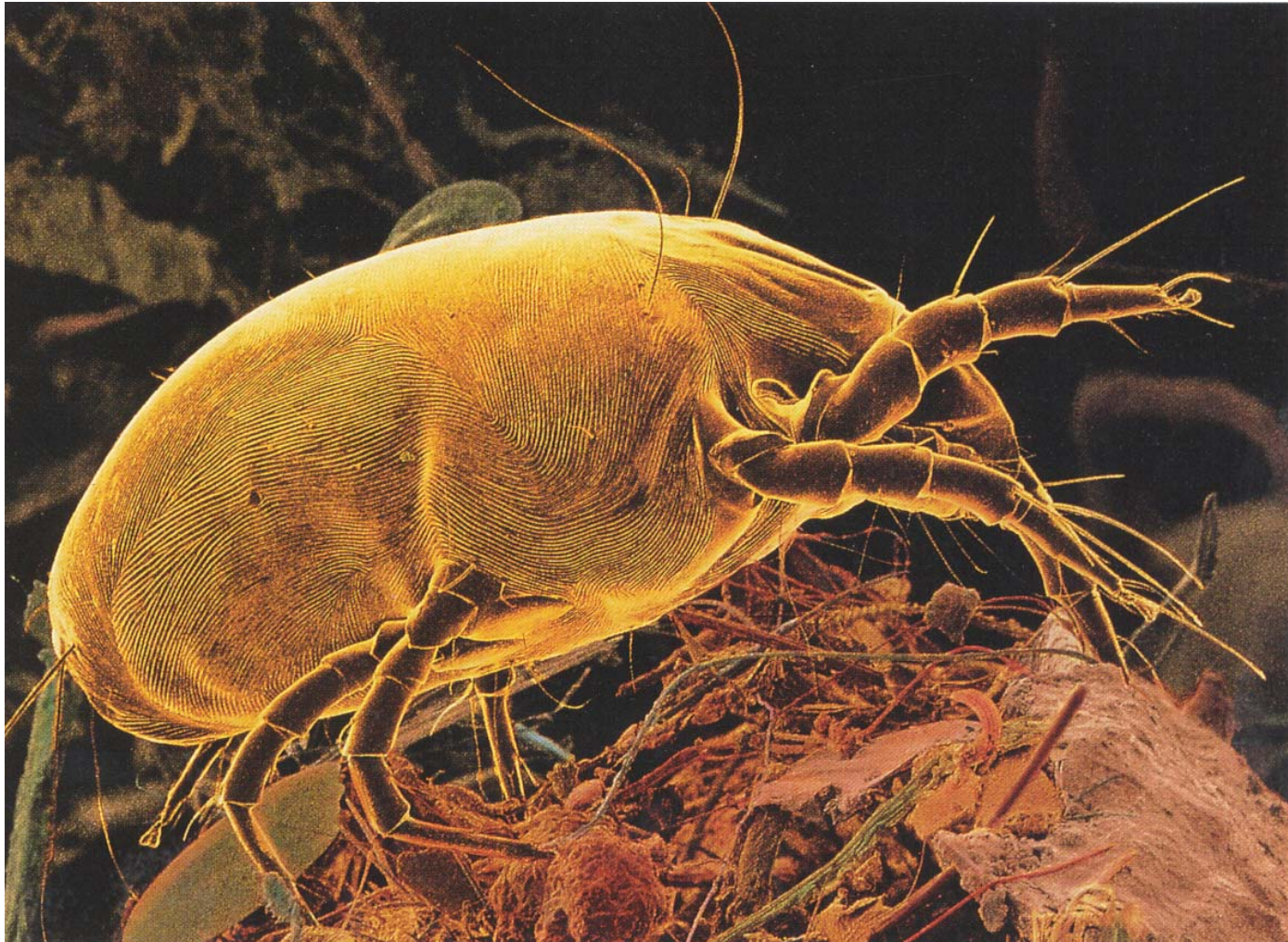
- Det er nødvendig å stimulere til samarbeid mellom de som på den ene siden er ansvarlig for sunn inneluft og de som på den andre siden har ansvar for energi, bygnings- og utemiljøsektorene
- Dette for å identifisere, analysere og foreslå løsninger på eksisterende og potensielle konflikter mellom sektorene
- Folkehelse og energipolitikk må koordineres. Det er også viktig at tiltak i privat sektor tar hensyn både til inneluftkvalitet og energibruk

<http://www.euro.who.int/document/e69828.pdf>

Oversettelse: Jan Vilhelm Bakke



ENØK: Sverige etter energisparingen på 70-tallet – mindre ventilasjon, økt fuktighet, mer astma med allergi mot husstøvmidd (HDM). Allergener på partikler av avføring som sedimenterer, men likevel er så små at de kan nå helt ned i lungene. Forebygges med god ventilasjon og lav fuktighet.



Kommunal utleiebolig.
Manglende isolasjon og sterk oppvarming flytter duggpunktet helt inn i rommet når det er kaldt ute.

Verre ved dårlig ventilasjon, men verken ventilasjon eller oppvarming er tilstrekkelig når veggene ikke er isolert.

Gir mer sykdom og død!

Fukt bak møbler som nå er fjernet.

- Stua hadde en vedovn
- Ytterveggene manglet isolasjon
- Det var to ventiler i veggene – har mest trolig vært lukket
- Teppe på gulvet
- Panelovn på yttervegg

Foto: Kai Gustavsen



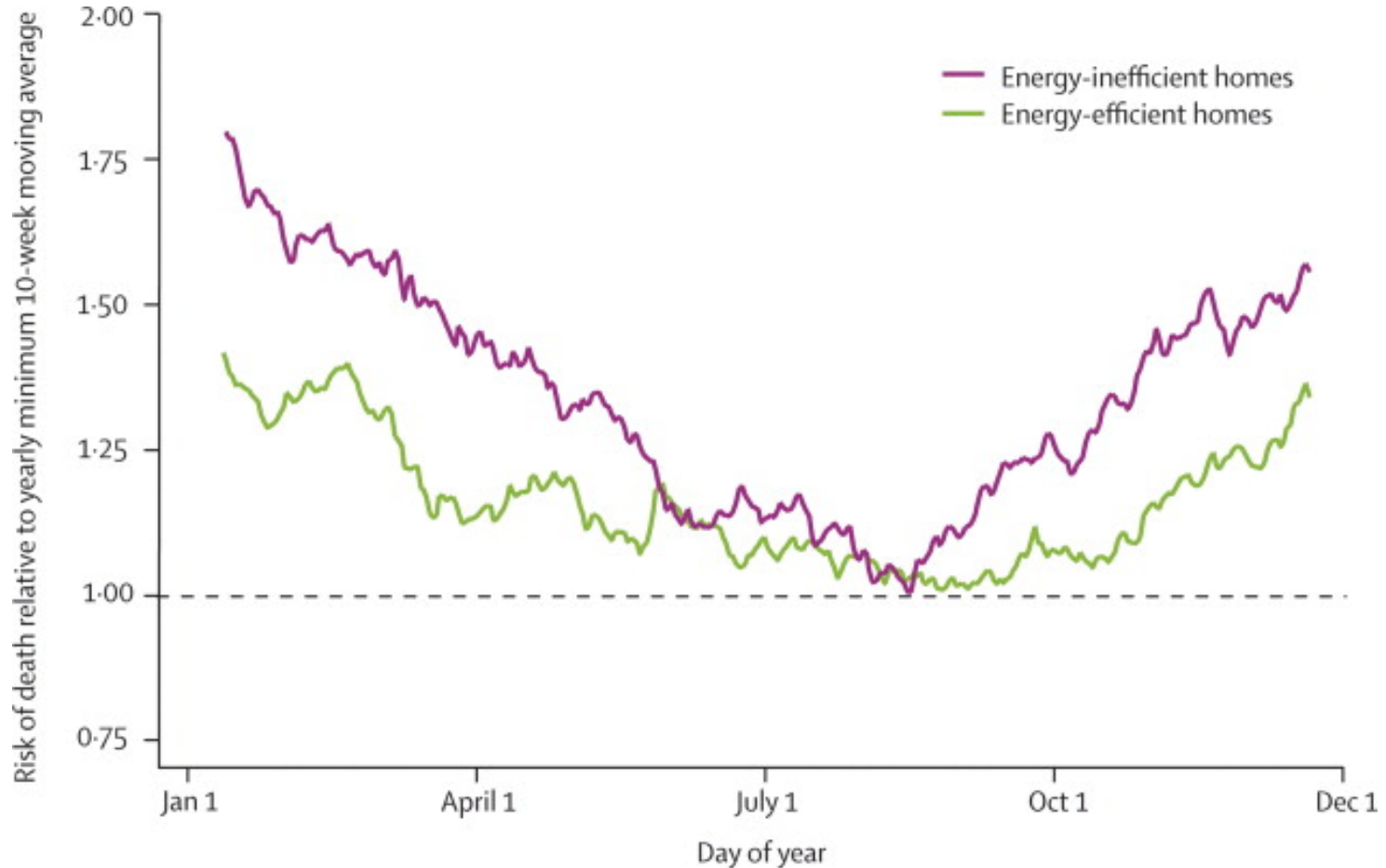


Ventilen har vært stengt, men ikke sikkert om det hadde hjulpet å lufte.

Veggene er tomme, uten isolasjon, vind- eller fuktsperre – er godt luftet.



Årstidsvariabel dødelighet UK



Seasonal average variation in mortality in relation to energy efficiency of English homes. Energy-inefficient homes are in the lowest quartile of standardised heating costs and energy-efficient homes are in the highest quartile (Wilkinson et al thelancet 2007: 370: 1175-87).

Årstidsvariabel dødelighet UK

- Overdødelighet vinter på 20 000 – 50 000 vesentlig på grunn av hjerte-, kar- og luftveissykdom.
- Fysisk aktivitet i kulden ute har betydning.
- Inneklima er dominerende årsak.
- Skyldes kombinasjoner av fattigdom, fukt, kondens og lav temperatur i dårlig isolerte boliger med primitiv oppvarming (se også Bøkenes et al. *Europ J Public Health* 2009: 1–6).

Coefficient of seasonal variation in mortality (CSVM) in EU-14 (mean, 1988–97) (Healy JD. J Epid Com Health 2003; 57:784-789)

Portugal hadde høyest overdødelighet om vinteren 28% (ca 8 800/år) fulgt av Irland med 21% (2 000/år) og Spania 21% (19 000/år).

UK hadde gjennomsnittlig 18% (37 000/år).

Finland hadde lavest overdødelighet.

	CSVM	95% CI
Austria	0.14	(0.12 to 0.16)
Belgium	0.13	(0.09 to 0.17)
Denmark	0.12	(0.10 to 0.14)
Finland	0.10	(0.07 to 0.13)
France	0.13	(0.11 to 0.15)
Germany	0.11	(0.09 to 0.13)
Greece	0.18	(0.15 to 0.21)
Ireland	0.21	(0.18 to 0.24)
Italy	0.16	(0.14 to 0.18)
Luxembourg	0.12	(0.08 to 0.16)
Netherlands	0.11	(0.09 to 0.13)
Portugal	0.28	(0.25 to 0.31)
Spain	0.21	(0.19 to 0.23)
UK	0.18	(0.16 to 0.20)
Mean	0.16	(0.14 to 0.18)

Coefficient of seasonal variation in mortality and domestic thermal efficiency in EU-13(Healy JD. J Epid Com Health 2003; 57:784-789)

Det er positiv assosiasjon med lav utetemperatur. Negativ assosiasjon med energi-effektivitet. Dårligere bygningsstandard i Syd- og Vest-Europa avgjørende. Norge kommer ganske godt ut.

	CSVM	Cavity wall insulation	Roof insulation	Floor insulation	Double glazing
Austria	0.14	26	37	11	53
Belgium	0.13	42	43	12	62
Denmark	0.12	65	76	63	91
Finland	0.10	100	100	100	100
France	0.13	68	71	24	52
Germany	0.11	24	42	15	88
Greece	0.18	12	16	6	8
Ireland	0.21	42	72	22	33
Netherlands	0.11	47	53	27	78
Norway	0.12	85	77	88	98
Portugal	0.28	6	6	2	3
Sweden	0.12	100	100	100	100
UK	0.18	25	90	4	61

Grunnleggende hygieniske krav utviklet 1750-1880

1. Tørr byggegrunn og tørre boliger
2. Godt renhold og riktig ventilasjon
3. Størst mulig tilgang på sollys og fullt dagslys (bakteriedrepende)
4. Minst mulig anledning til opphopning av avfallsstoffer, støv og annen forurensning ved hensiktsmessig materialvalg og utforming av interiør og inventar
5. Hurtig og sikker fjernelse av alle avfallsstoffer gjennom fagmessig utført og vedlikeholdte avløpsanlegg, rasjonelt renhold og renovasjon
6. Rikelig tilgang på godt, rent vann



Sir Edwin Chadwick, KCB (1800-1890). Department of Civil and Environmental Engineering, University College London (UCL) har fortsatt en Chadwick Professor.

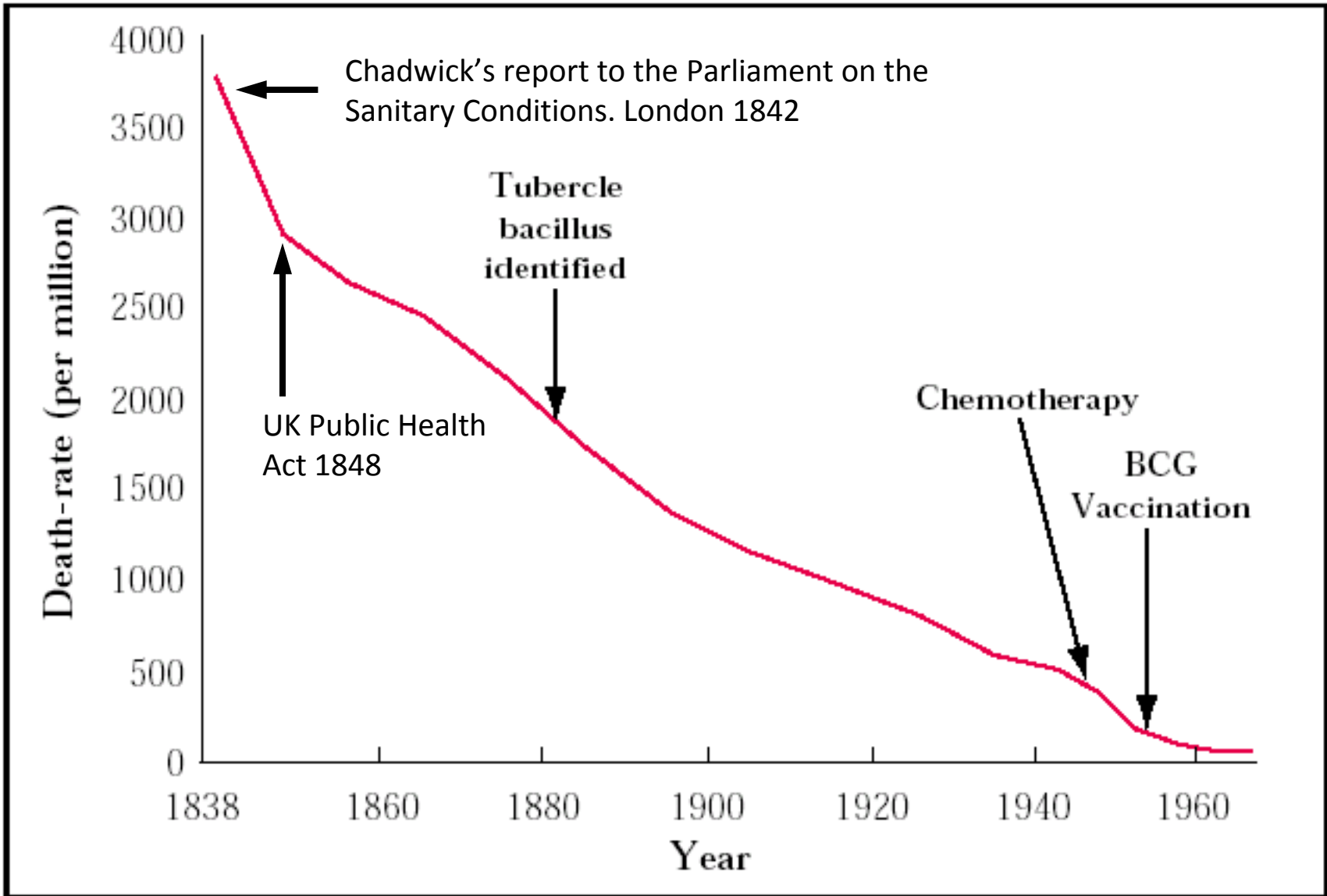
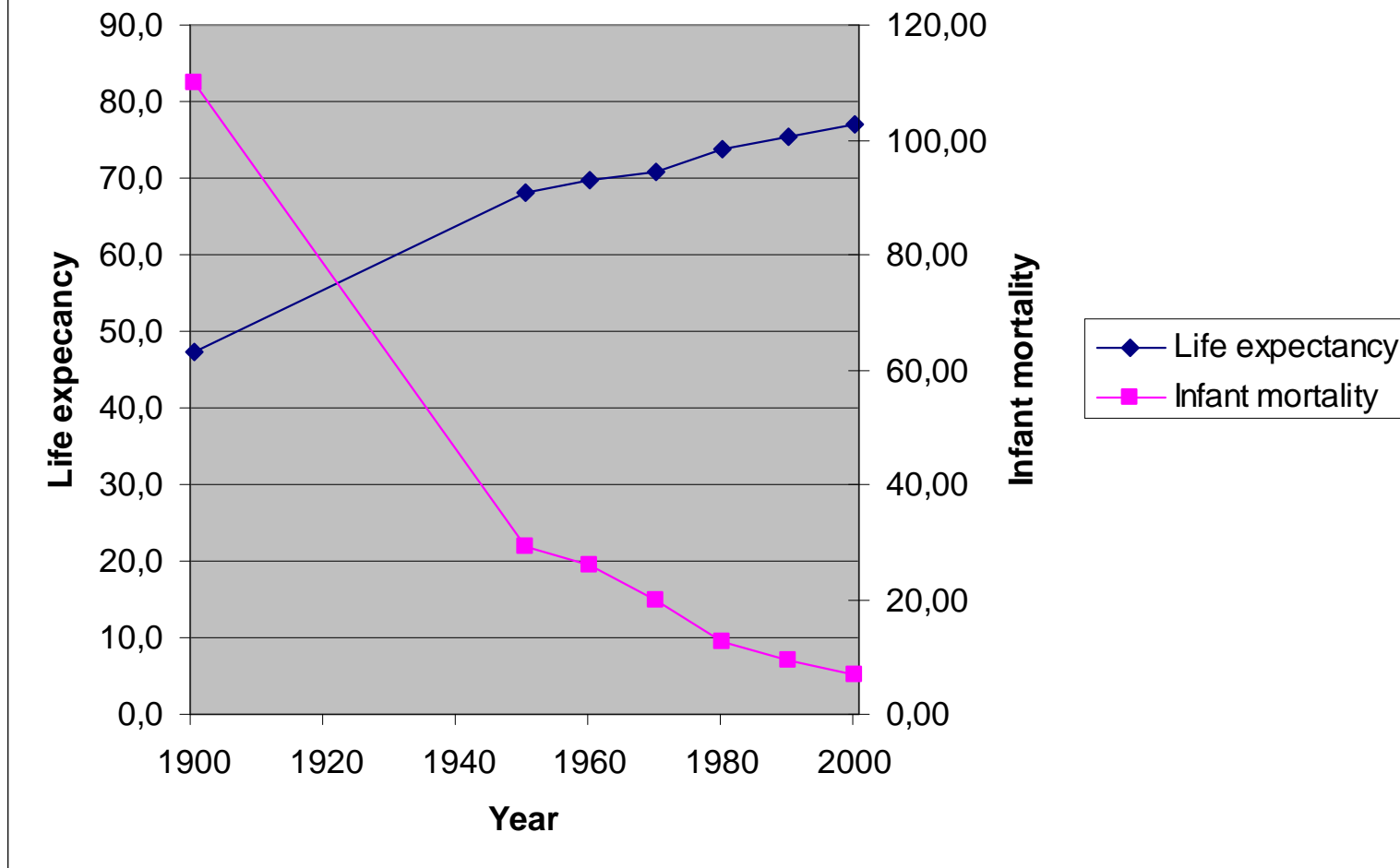


Figure from (McKeown 1979) and a report to the British Parliament (The Health of the Nation 1992).

US life expectancy and infant mortality 1900 - 2000



Økt forventet levealder ved fødsel fra 46 til 76 år. Basert på statistikk lastet ned november 2007 fra United States Department of Health & Human Services; <http://www.hhs-stat.net/index.htm>

30 år økt forventet levetid i løpet av 100 år!

- 25 år skyldes forbyggende tiltak i form av sosialpolitikk, hygiene, samfunnsmessige tiltak, økt levestandard og valg av livsstil.
- USAs' 1800-talls migrasjon til by ved industrialisering og immigrasjon ga overbefolkning i dårlige husvære med mangelfull offentlig vannforsyning, avløp/kloakk og søppelhåndtering. Det ga hyppige utbrudd av kolera, dysenteri, TBC, tyfoidefeber, influensa, gulfeber, og malaria².
- 5.2 år kan tilskrives medisinsk omsorg¹
 - 3.7 år fra medisinsk behandling
 - 1.5 år fra klinisk forebyggende tjenester som vaksinasjon og screening
- Halvparten av ytterligere 7,5 års økt levealder siste 15-20 års kan muligens tilskrives utvikling i medisinsk behandling³.

¹ Bunker JP, Frazier HS, Mosteller F. Improving health: Measuring effects of medical care. The Milbank Quarterly 1994; 72; 225-258.

² Turnock BJ. What is Public Health? In: Public Health: What It Is and How It Works. 2006. http://www.precaution.org/lib/06/ph_chapter_turnock.pdf

³ Bunker JP. The role of medical care in contributing to health improvements within societies. International Journal of Epidemiology 2001;30: 1260-63

Noen få intervensjonsstudier

Kontrollerte intervensjonsstudier med utbedring av dårlige, fuktige boliger med god fuktsperre, isolasjon og bedre oppvarming.

Resultater:

- Bedre helse – mindre bruk av helsetjenester
- Lavere blodtrykk,
- Mindre hjerte- og karsykdom
- Bedre luftveishelse – mindre astmaplager
- Bedre mental helse
- Mindre fravær fra skole og arbeid
- Lavere energiforbruk
- Samfunnsmessig lønnsomhet

Lloyd et al. J Epid Com Health 2008; 62: 793-97
Barton et al. J Epid Com Health 2007;61:771–777
Howden-Chapman et al. BMJ 2007; 334: 460
Shortt&Rugåsa. Health Place. 2007;13: 99-110
Howden-Chapman et al. BMJ 2008 Sep 23;337:a1411
Chapman et al. J Epid Com Health 2009;63:271-7.
Free et al. J Epid Com Health 2010;64:379-86
Review: Thomson et al. AJP 2009;99:S681-S692



Professor Philippa Howden-Chapman: Tverr- og flerfaglig samarbeid bygg, energi, miljø, helse og bærekraft

- Leder samfunnsmedisin, Universitetet i Wellington, organisert og leder fler- og tverrfaglige forskningsgrupper om bolig og helse og New Zealand Centre for Sustainable Cities.
- Har studert sosiale og økonomiske årsaker til ulikheter i helse, helsepolitikk og organisering av helsesektoren.
- Fått flere priser og utmerkelser for forskning innen energieffektivisering, bærekraft og helse bl.a. fra det nasjonal forskningsrådet for sin banebrytende forskning på bolig og helse.
- Resultatene har ført til stor nasjonal satsning på bærekraftig boligbygging.



Professor Philippa Howden-Chapman.
University of Otago, New Zealand.

Howden-Chapman et al. Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community. BMJ 2007; 334: 460

1350 dårlig isolerte leiligheter med minst en person med mye luftveisproblemer sist vinter. Intervensjon første året i 679 boliger: Isolasjon tetting, fuktsperre på bakken. Kontrollgruppen i 671 boliger fikk samme rehabilitering året etter. Effektmål: Opplevd helse/innemiljø. Uavhengige data om forbruk av helsetjenester og energi.

Resultater

- Mindre fukt (0.18; 0.13-0.24) og mugg (0.24; 0.18-0.32) i boligene.
- Halvert andel med opplevd dårlig helse (0.50; 0.38-0.68), både emosjonelt og fysisk. Sterkt fall i andel med dårlig mental helse (0.56; 0.41-0.77)
- Mindre "wheezing" (0.57; 0.47-0.70)
- Mindre skolefravær (0.49; 0.31-0.80). Voksnes jobbfravær sank (0.62; 0.46-0.83)
- Færre legebesøk (0,73; 0.62-0.87). Færre sykehusinnleggelse for luftveissykdom (ikke statistisk signifikant: 0.53; 0.22-1.29, $p = 0.16$)
- Energiforbruket sank med ca 20%. Temperatur på soverommet økte. Luftfuktigheten sank.

Chapman R et al. Retrofitting houses with insulation: a cost-benefit analysis of a randomised community trial. *J Epidemiol Community Health*. 2009;63:271-7.

- Etterisolering av 1350 boliger i lavinntektsområder i New Zealand hvor minst en person i husstanden hadde symptomer på luftveissykdom.
- Prissetting av helsegevinster, energisparing og redusert CO₂-emisjon tyder på at "nåverdi" (diskontert) er 1,5-2,0 ganger større enn kostnadene ved tiltakene.

Howden-Chapman P et al. Effects of improved home heating on asthma in community dwelling children: randomised controlled trial. *BMJ*. 2008 Sep 23;337:a1411. doi: 10.1136/bmj.a1411.

- Randomisert, kontrollert intervensjonsstudie i boliger med 409 barn med astma i New Zealand. Uventilerte gassovner og "plug-in" elektriske ovner erstattet med mer effektive, ikke-forurensende varmekilder: varmepumpe, pelletsovn eller ventilert gassovn.

Resultater

- Lungefunksjonen ble bedre (ikke statistisk signifikant).
- Foreldrerapportert (justert): Færre med dårlig helse (0,48; 0.31-0.74), søvnforstyrrelser pga "wheeze" (0.55; 0.35-0.85), tørrhoste om natten (0.52; 0.32-0.83) og "wheeze" ved anstrengelse (0.67; 0.42-1.06, $p=0.09$)
- Symptomer på astma, fraværsdager fra skolen, bruk av helsetjenester og medikamenter ble signifikant redusert.

Lite data om byggfukt og helse i Norge

- I Oslo var bronkial obstruksjon første to år nesten fire ganger hyppigere ved fukt (OR 3.8; 2.0-7.2) (Nafstad et al 1998). Nesten ti ganger ved lav ventilasjon i tillegg (OR 9.6; 1.05-87)(Øie et al 1999).
- 51% av barnehager i Oslo hadde fukt, men ingen assosiasjon med sykdom hos 942 2-5 år gamle barn (Nafstad et al 2005).
- 16% av 2506 respondenter i Bergen rapporterte minst en fuktindikator i boligen (Janson et al 2005).
- De 15% av universitetsansatte i Bergen som anga fukt i bolig hadde flere dager med "vanlige" luftveisinfeksjoner siste måned (OR=3.14, p=0.04)(Bakke et al. 2007).
- I Trondheim hadde halvparten av 205 boliger fukt (Holme et al. 2008). I 42 % av boligene uten selvrapportert fukt fant inspektøren indikasjon på fuktproblem.

Fukt i boliger i Norge.

Mulige konsekvenser for helse.

- Takster av 8895 omsatte boliger viser at 50% kan være et riktig estimat (Nilsen et al http://www.anticimex.no/fileobjects/4792_Boligstatus_2006-1_endelig%20versjon_.pdf). Upublisert data for ca 15 000 boliger viser samme resultat, men uklart hvor mye av dette som påvirker helse.
- Internasjonale reviews: OR 1.4-2.1 for astma og luftveisinfeksjoner, dvs 40 – 110% økt risiko, men det er uklar definisjon av "fukt" og "mugg".
- Forutsetning: 25% av boligene har fukt som dobler risiko for astma og luftveisinfeksjoner. Da har de 40% av denne sykkeligheten i Norge. Det tilsvarer et **nasjonalt forebyggende potensial på 20% av astma og luftveisinfeksjoner** dersom alle fuktproblemene blir sanert. USA/EPA fant at byggfukt er årsak til 21% av astmatilfellene i USA (Mudarri & Fisk. 2007).
- Effekter av fuktproblemer i skoler, barnehager og yrkesbygg kommer i tillegg.

Kan boligforhold i eldre bygårdsbebyggelse i Oslo ha betydning for helse og dødelighet?

- Stor ulikhet i helse og levealder i Oslo med opp til 12 år mellom ulike bydeler.
- Bygårder 1860-1940 har komplisert bygningsfysikk med stor risiko for fukt- og muggproblemer ved endring/ modernisering av oppvarming og innvendig isolasjon.
- To indekser for sosiale forhold i barndommen, sanitære forhold og økonomisk deprivasjon var begge uavhengig assosiert med "all-cause mortality" (Næss et al. Scand J Public Health 2005; 33: 215-21).
- Sanitære forhold kan tenkes å være assosiert med fukt, mugg og dårlige varmesystemer.
- **Hvorfor er ikke boligforhold og inneklime undersøkt?**

Hva med passivhus?



<http://www.jarlsbergavis.no/bolig/guider/article5343791.ece>.

Passivhus på helsa løs? Oslos første passivhus (bildet) stod nylig ferdig på Skøyen. Foto: Terje Pedersen, ANB

Helse = mestring og kontroll

- Mestring av livet er grunnleggende for helse.
- Vi vil ha full informasjon, innsikt og innflytelse på egne livsforhold.
- Vi vil ha kontroll over livet vårt og de nære omgivelsene våre – særlig hjemme. Det gjelder også inn klima og termiske forhold. En viss individuell kontroll over temperatur er for eksempel viktig for de fleste.
- De fleste vil bo i hus de kan forstå og mestre ved svikt som krever korrigerende tiltak.
- Boliger bør utformes "tilgivende" slik at de ikke blir farlige når brukerne gjør påregnelige feil.

Risiko = Sannsynlighet x Konsekvens

Risikovurdering – (risk assessment)

- Hvilke farer medfører teknologien? (Hazard identification)
- Hvor sannsynlig er det at feilene/skadene oppstår?
- Hvilke konsekvenser har de?
- Er samlet risiko akseptabel?
- Vil en samlet risiko/nytte/kostnadsanalyse gi sterkere støtte til andre alternativer?

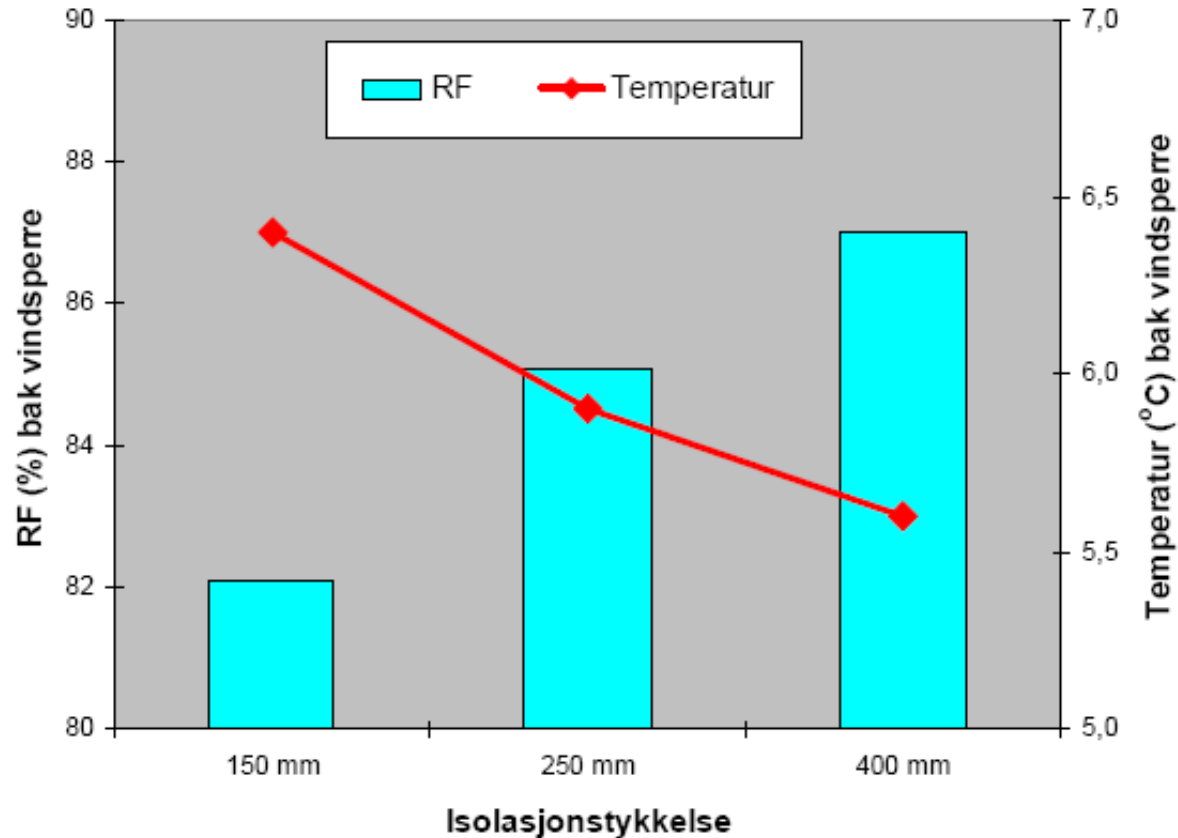
Ref bl.a.: US-EPA 2000. Risk characterization handbook. EPA 100-B-00-002
<http://www.epa.gov/spc/pdfs/rchandbk.pdf>

Er det mulig?

Mange forutsetninger for passivhus er risikable – teknologisk overmot?:

- Byggeprosessen må være helt tørr. Isolasjonen må være helt tørr når den bygges inn. Fukttinnholdet i trevirke (takstoler med stendere og bjelkelag) må være ekstra lavt.
- Fuktsperren må være helt tett. Den skal testes med trykksetting av huset etter ferdigstilling, men mye kan skje senere.
- Fuktsperren må legges så langt inn i veggen fra innsiden at den ikke ødelegges av spiker eller skruer.
- Alle senere føringer gjennom fuktsperren (rør, ledninger, kabler, kanaler, nye vinduer osv) må forsegles grundig.
- Fuktsperren og forseglingene må vare hele byggets levetid.
- Før det bygges i stor stil uten plastspærre basert på utvendig vindtettesjikt ti ganger så dampåpent som innvendig sjikt, må vi ha god nok erfaring fra norske forhold.
- Forsvarlig drift- og vedlikehold av ventilasjonsanlegget må sikres gjennom hele byggets levetid. I noen anlegg har det vært alvorlige problemer med kondens når det er kaldt ute.
- Det må sikres tilstrekkelig tilgang på dagslys og utsyn.
- Huset må ha egen oppvarming uavhengig av ventilasjonsanlegget.

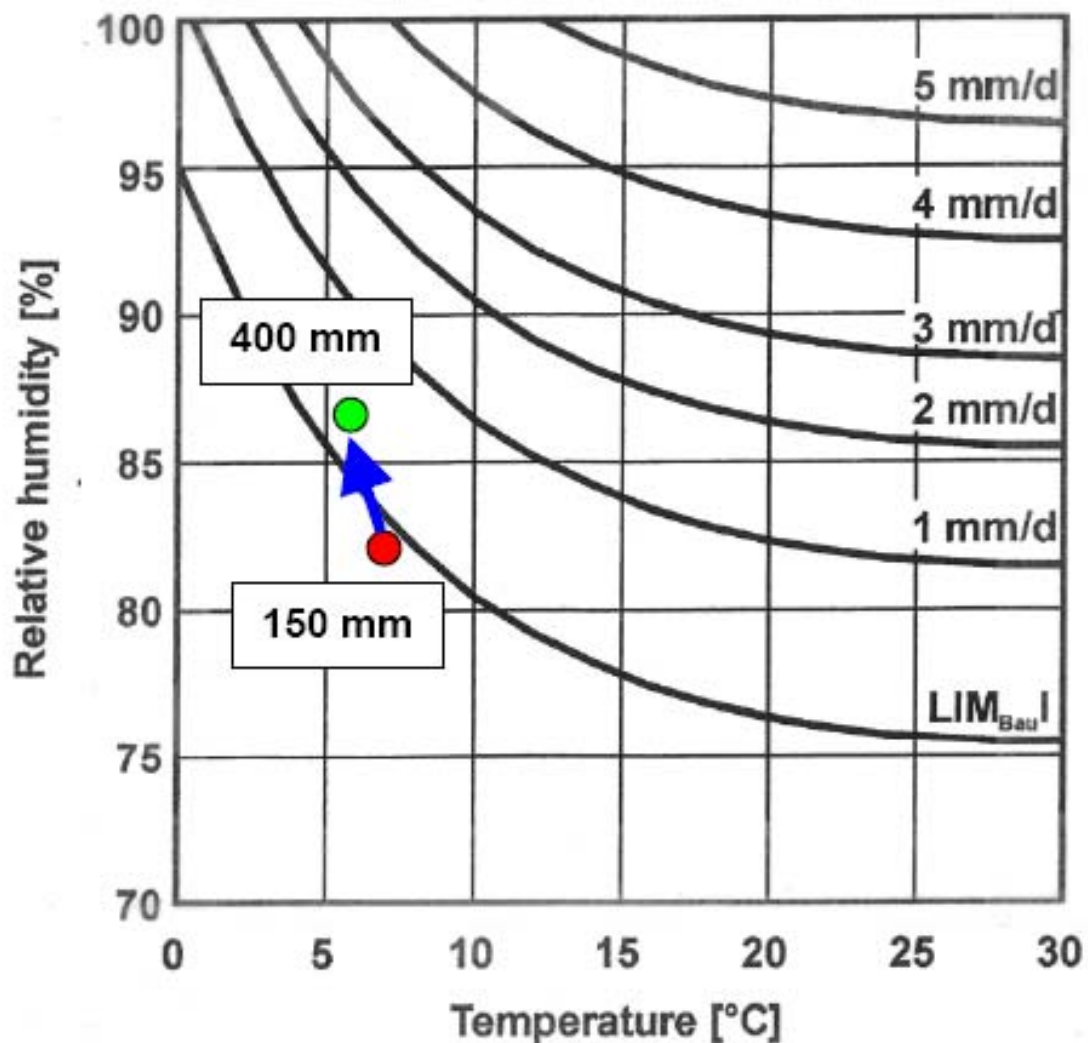
Kaldere yttervegg. S Geving og J Holme. SINTEF Byggforsk. Prosjektrapport 53-2010. Fuktighet og temperatur mellom vindsperre og isolasjon.



Figur 2.3

Beregnet temperatur og RF rett bak vindsperra (mellom vindsperre og isolasjon) for forskjellige isolasjonstykkelser og stasjonære forhold. Klimaforhold: $T_{ute} = 5\text{ °C}$, $RF_{ute} = 90\%$, $T_{inne} = 23\text{ °C}$, $RF_{inne} = 40\%$. Konstruksjon: Luftet kledning, 13 mm porøs trefiberplate (vindsperre $S_d = 0,16\text{ m}$), X mm mineralull, dampsperre ($S_d = 10\text{ m}$), 13 mm gipsplate.

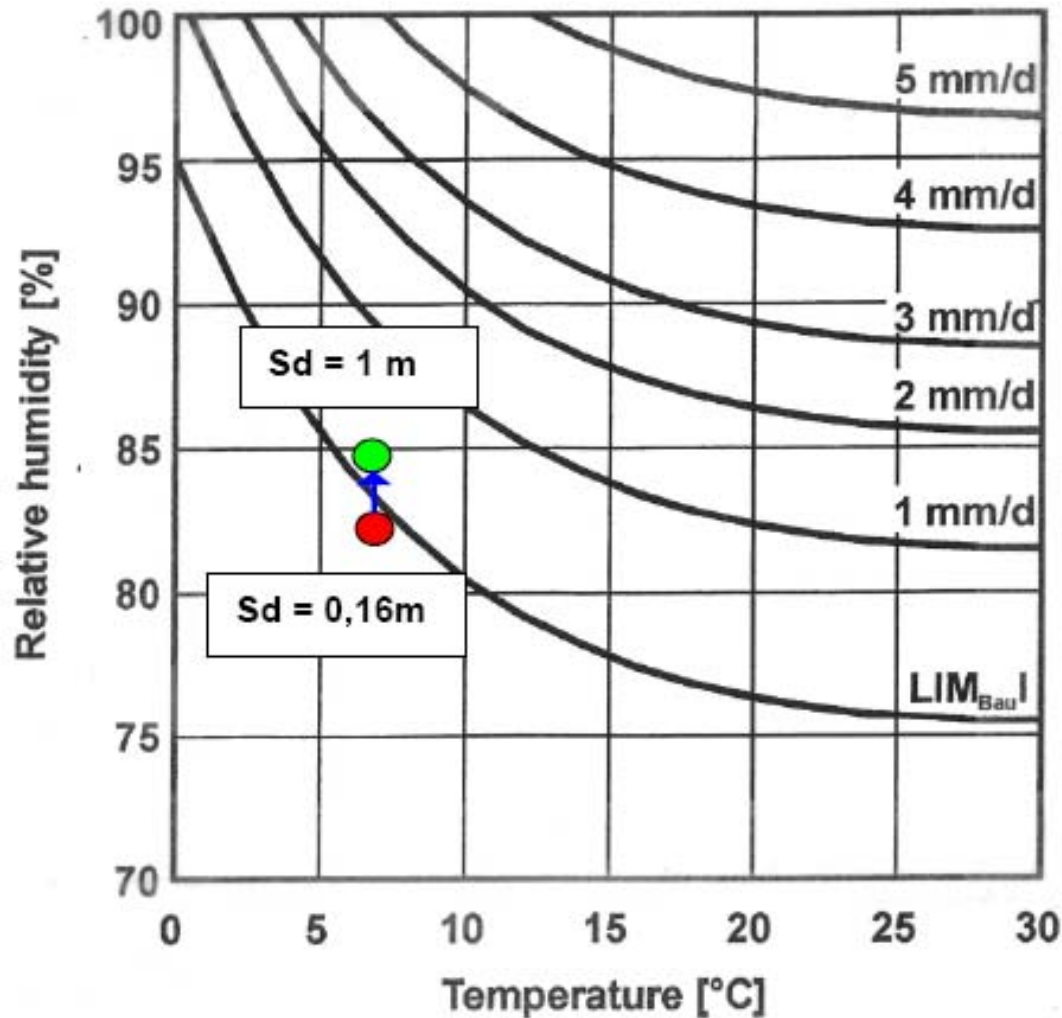
Isopletdiagram



Figur 2.4

Isopletdiagram for biologiske materialer (Sedlbauer, 2002). Kurvene er såkalte vekstdiagram for muggvekst, og viser mm vekst av muggsopp per døgn ved gitte temperatur- og RF-nivåer. Vi ser at veksten øker når RF og temperatur øker. LIMBaul er grensenivåkurve for i det hele tatt å få vekst. Effekten av å øke isolasjons-tykkelsen fra 150 mm til 400 mm som beregnet i eksempelet i figur 2.3 er inntegnet i diagrammet. Vi ser at risikoen for muggvekst øker noe – men ikke svært mye.

Isopletdiagram



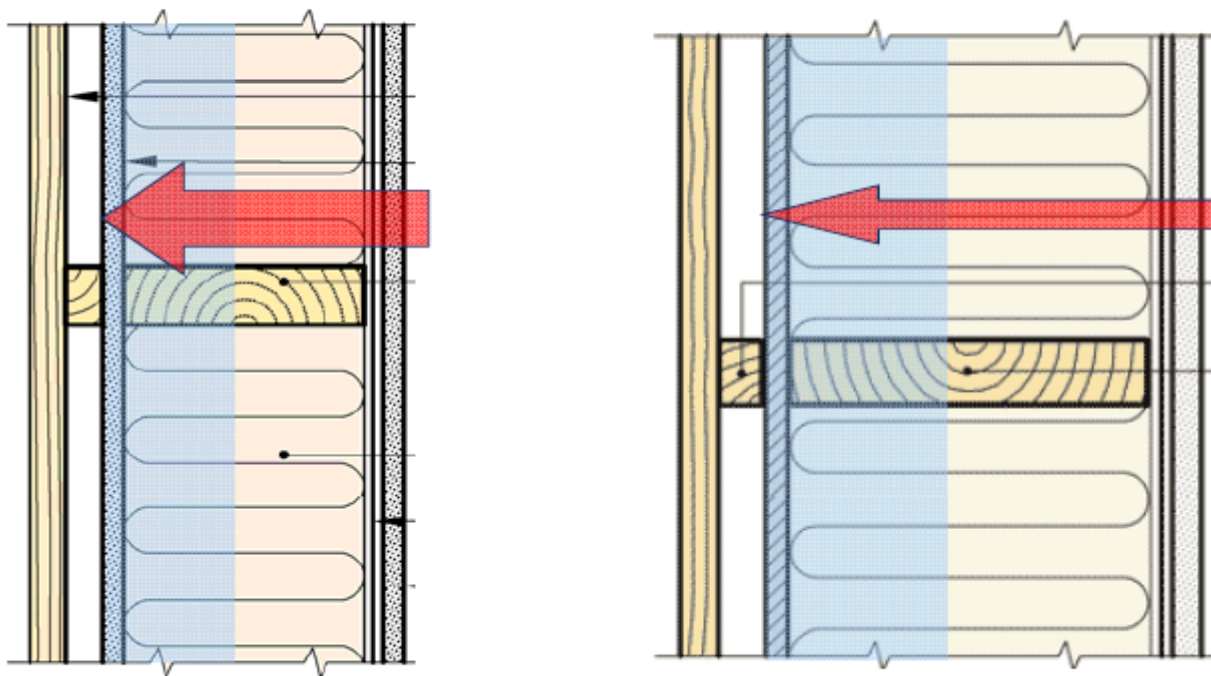
Figur 2.5

Isopletdiagram for biologiske materialer (Sedlbauer, 2002). Effekten av å øke dampmotstanden til vindsperra fra $S_d = 0,16$ m (trefiberplate) til $S_d = 1$ m er inntegnet i diagrammet (ellers samme beregningseksempel som beskrevet i figur 2.3). Vi ser at risikoen for muggvekst øker noe, omtrent på nivå av å øke isolasjonstykkelsen fra 150 til 400 mm som vist i figur 2.4.

Vekst i bindemidlene i isolasjonen

Mer isolasjon – Mindre varmetap

Konsekvenser for fuktsikkerhet ??

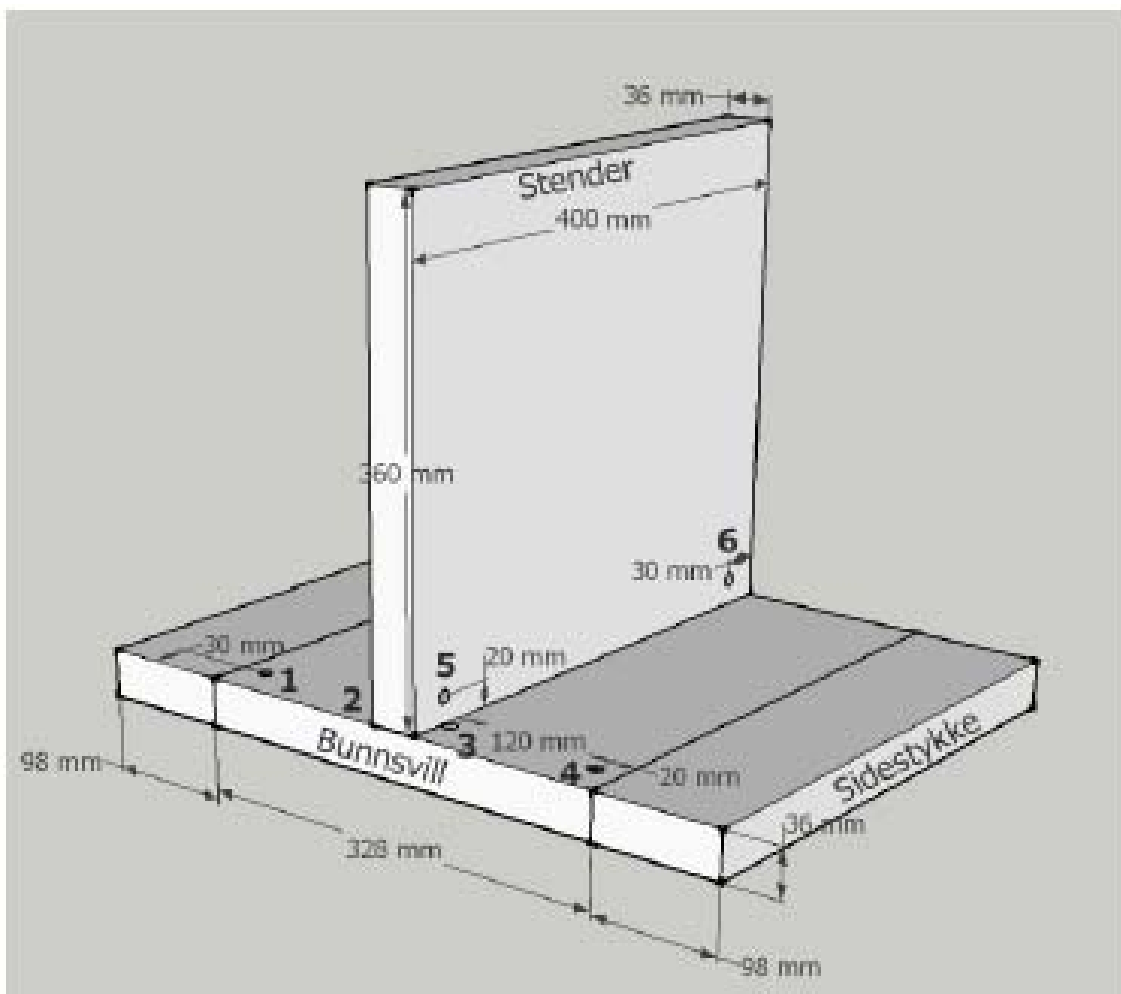


$$t = 23^{\circ}\text{C}, \text{RF} = 40\% \Rightarrow t_k = 9^{\circ}\text{C}$$

Hvordan er situasjonen gjennom mineralullisolasjonen på veien ut mot vindsperren? Om fem eller ti år? I praksis et spørsmål om tid? Konsekvenser for innemiljø og helse? (Figur fra Trond Bøhlerengen)

Ingen målepunkter i isolasjonen?

Stig Geving og Jonas Holme. SINTEF Byggforsk. Prosjektrapport 53-2010.



Figur 3.9. Målepunkter i bunnsvill og stender (markert med mørkegrå og lysegrå skravur i figur 3.6). Bindingsverket ses fra "innsiden" (varm side).

I forsøksperioden ble det utført manuelle målinger i de faste målepunktene 1-6 vist i figur 3.8 daglig gjennom de første to ukene. Etter dette ble målinger foretatt ca 2 ganger i uken helt til forsøkene ble avsluttet etter ca 5 uker.

Muggvekst i isolasjonen – risiko?

Muggvekst i isolasjonen med bindemidlene som næring
(<http://www.inspectapedia.com/sickhouse/FiberglassMold.htm#bannertop>):

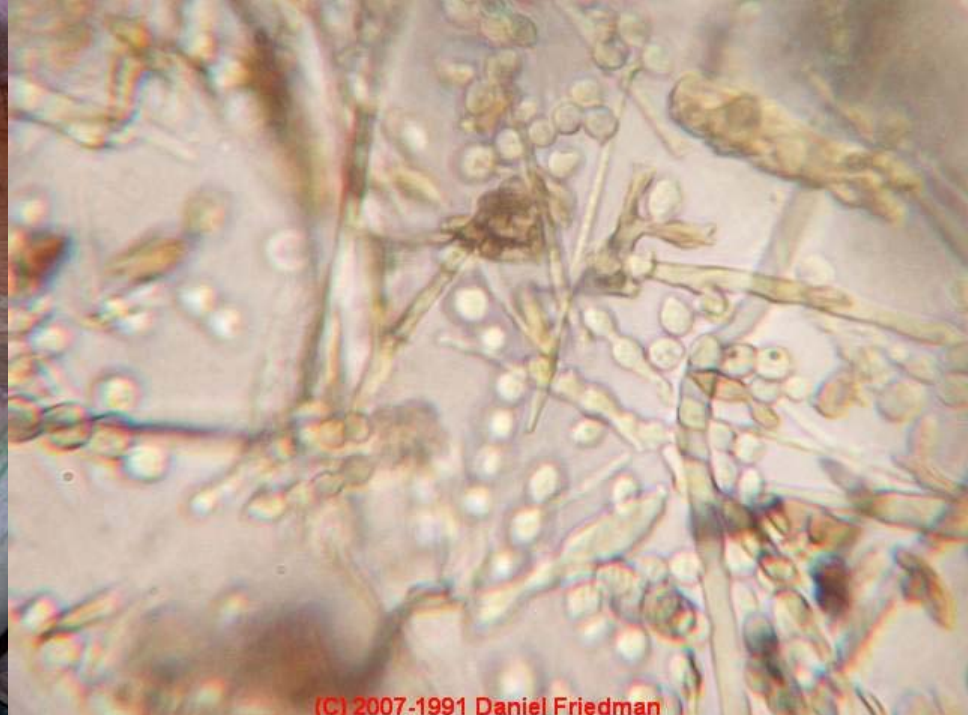
Where to Look for Mold in Building Insulation

For buildings which do not have other known mold reservoirs, special attention needs to be given to inspecting and testing for problematic mold in

- Fiberglass insulation in any building cavity which has been wet.
- Fiberglass insulation over wet or damp basements
- Fiberglass insulation over crawl spaces
- Fiberglass insulation in attics or roof cavities where there has been leakage
- Fiberglass insulation in building walls subject to leaks from plumbing failures, previous wetting due to building fire extinguishment, or in freezing climates, walls subject to leaks from ice damming.
- Fiberglass heating or cooling duct material, especially if it has been wet from building leaks or A/C condensate mishandling
- **Moldy building or duct insulation may look clean on visual inspection**



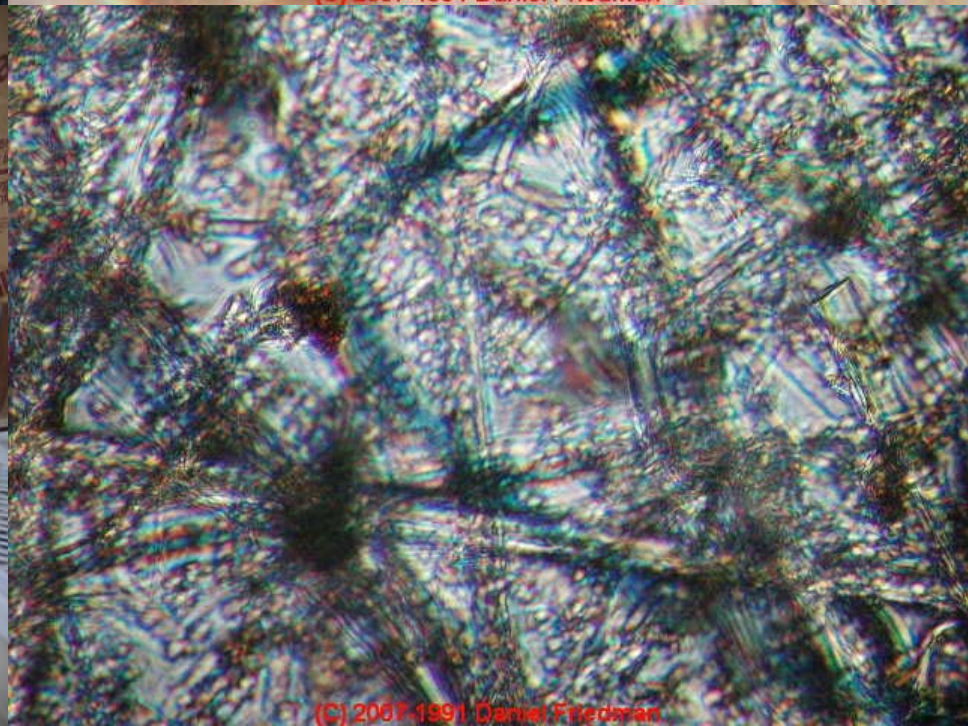
(C) 2007-1991 Daniel Friedman



(C) 2007-1991 Daniel Friedman



(C) 2006-1985 Daniel Friedman



(C) 2007-1991 Daniel Friedman

Muggvekst i våt mineralull

<http://www.konrad-fischer-info.de/7mould.htm>



” Mould plague thanks to soaked mineral wool insulation. The attempt to produce durably airtight connections in mobile and partly constructive complicated frameworks must fail! Millions of American dwellings and thousands of "**Passive houses**" and "**Low energy Houses**" in German speaking countries will attest this irrefutable”.

Vekst i isolasjon: få publiserte studier

- Wålinder R et al. Nasal lavage biomarkers: effects of water damage and microbial growth in an office building. Arch Environ Health. 2001 Jan-Feb;56(1):30-6: “Selected nasal symptoms were studied in personnel who worked in a damp office building that had microbial growth (including Stachybotrys sp.) in mineral fiber insulation and gypsum board.... The results also support conclusions of earlier studies, indicating that building dampness is related to respiratory inflammation”.
- Luosujärvi RA et al. Joint symptoms and diseases associated with moisture damage in a health center. Clin Rheumatol (2003) 22: 381–385 : “Microbes indicating mold damage and actinobacteria were found in the flooring material and **in the outer wall insulation**....Tracer gas measurements showed that air leaked from the damaged and damp insulation space to the indoor air. Microbes indicating moisture damage (molds and yeast) were found in the ventilation ducts”.

Stig Geving og Jonas Holme. Høyisolerte konstruksjoner og fukt. Analyse av fuktt tekniske konsekvenser av økt isolasjonstykkelse i yttervegger, tak, kryperom og kalde loft. SINTEF Byggforsk. Prosjektrapport 53-2010

Mange forutsetninger?

Sammendrag, side 4-5:

- .. undersøkt hovedsakelig ved beregninger, men også ved laboratoriemålinger (**ikke feltundersøkelser!**).
- Konklusjonen for de fleste konstruksjonene er at risikoen for fuktskader og muggvekst øker noe, men at dette **i de fleste tilfeller** lett kan motvirkes ved riktige material- og konstruksjonsvalg samt riktig utførelse.
- Bindingsverksvegger: **Forutsetningen er** da at normale anbefalinger mhp konstruksjonsoppbygging er fulgt, for eksempel med hensyn til krav til vindsperres og dampsperrers dampmotstand, at konstruksjonene har god lufttetthet etc. Dersom disse anbefalingene derimot ikke er fulgt kan det være aktuelt med spesielle tiltak. Det å benytte et vindsperresjikt med så liten dampmotstand som mulig er trolig det mest effektive tiltaket.
- Bedre ventilasjon vil gi lavere fuktinnhold i innelufta, noe som vil redusere muggvekstrisikoen som følge av vandampdiffusjon og luftlekkasjer fra innelufta. Disse positive effektene er **trolig** større enn de negative effektene av at ytre del av konstruksjonen blir kaldere.
- ...det må fokuseres sterkere på å unngå oppfukting under bygging. Slike tiltak er værbeskyttet bygging (teltsystemer, tildekkinger etc), fuktmålinger, god uttørking før lukking av konstruksjoner, etc.
- Unngå innvendig isolerte betongvegger over terreng og uteluftsventilert kryperom.

Stig Geving og Jonas Holme. Høyisolerte konstruksjoner og fukt. Analyse av fukttekniske konsekvenser av økt isolasjonstykkelse i yttervegger, tak, kryperom og kalde loft. SINTEF Byggeforsk. Prosjektrapport 53-2010

Mange forutsetninger?

s 31: **3.3.3 Lengre uttørkingstid av byggfukt – 1D bindingsverksvegg....** Vi ser at andre variable kan ha vel så mye å si for RF-nivået i treverket som isolasjonstykkelsen. Eksempelvis ser vi at starttidspunktet 1. juli medfører senere uttørking enn det å øke isolasjons-tykkelsen til 400 mm (når starttidspunktet er 1. april). Økt isolasjonstykkelse blir således en av flere faktorer som kan virke negativt inn på muggvekstrisikoen.

Forutsetning at byggeprosjekter for Passivhus starter senest 1. april?

s 55: Kalde loft. Vi vurderer derfor at det normalt ikke er behov for spesielle tiltak for kalde luftede loft for å motvirke effekten av at økte isolasjonstykkelser gir kaldere loftsluft og undertak. Forutsetningen er da at normale anbefalinger mhp konstruksjonsoppbygging er fulgt, for eksempel med hensyn til krav til loftets ventilasjon, dampsperras dampmotstand, at bjelkelaget har god lufttetthet, at beboerrommene er godt ventilert og har lav luftfuktighet etc

Fare for vekst på organiske materialer diskuteres, men ikke vekst i isolasjonen.

Dristig forutsetning at det ikke kan vokse mugg i vårt isolasjon?

Uutholdelig varmt i passivhus

TU 08.07.2010



– Vi flyttet inn i februar i 2009, og allerede i april/mai i fjor ble det veldig varmt i huset, sier Håvard Hokholt til Teknisk Ukeblad. Det var **langt over 30 varmegrader inne huset nesten hele sommeren.** ”Det er ikke til å holde ut, og nattesøvnen blir det så som så med”.

Også om vinteren er det som regel alt for varmt inne i huset.

– Dersom det ikke minst er 10 minusgrader ute, har vi minimum 24 grader inne, sier han.

Til nå har det særlig vært problemer med for høy temperatur inne i varmeperioder, selv ved åpne vinduer. En bærekraftig løsning kunne være varmepumpe med brønn til grunn for å kjøle om sommeren og varme om vinteren.

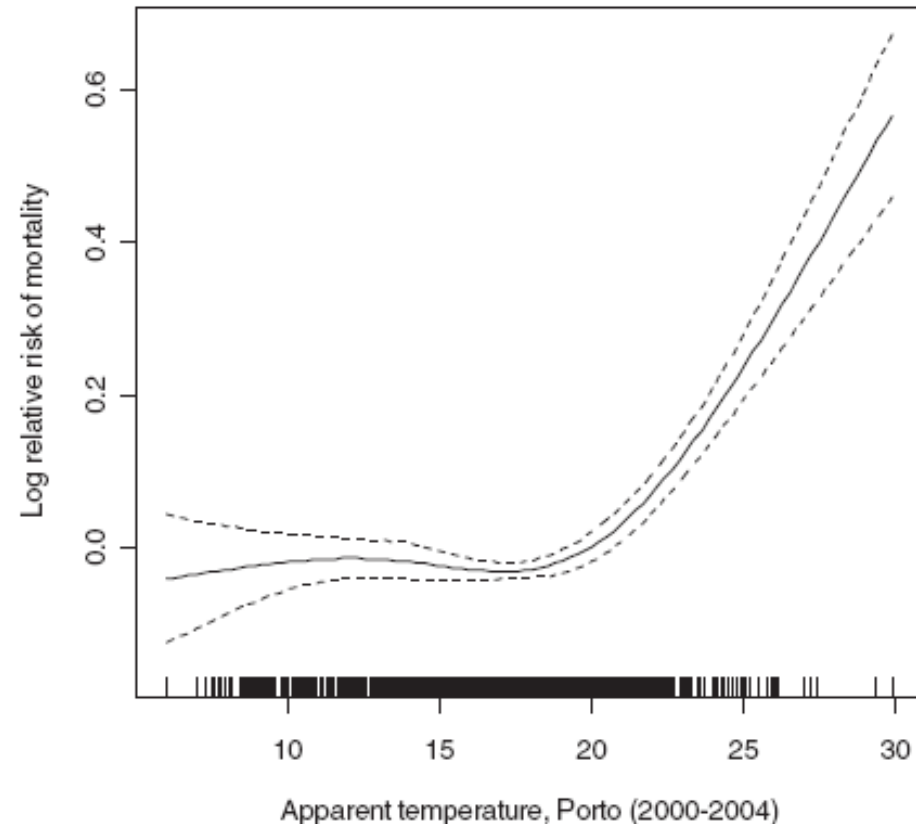
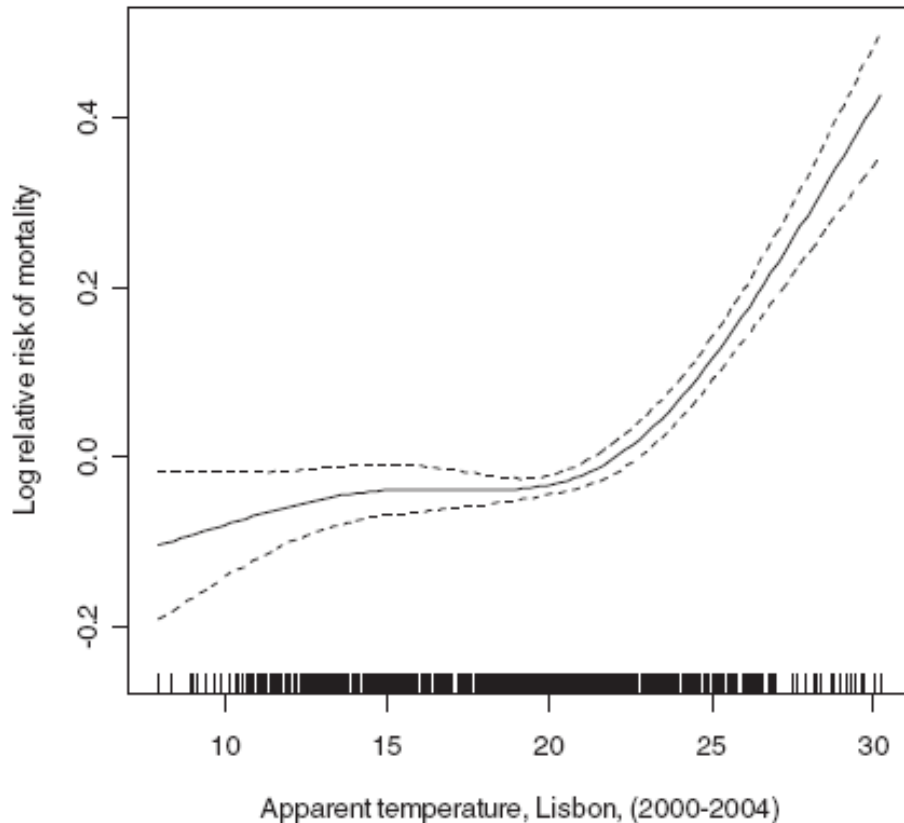
- **Ikke forenlig med ”passivhusprinsippet” i boliger?**
- **Vil vi da eventuelt ha behov for de tykke veggene?**

Varmebølger

Befolkningsstudier av effektiv temperatur (apparent temperature) med terskler på 23-30°C viser økt daglig mortalitet per 1°C økt temperatur på 3.12% i Middelhavsbyer og med betydelig høyere effekt i seks byer i Korea (6.73%-16.3%). Vesentlig hjerte-, kar, og luftveissykdommer. Kjøling hjelper. Noe samvirkning med forurensning i uteluft (PM_{2.5} og ozon (O₃)).

Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. Environ Health. 2009; 8: 40.

City-specific plots of the smoothing function of mean apparent temperature in the warm season (April to September) in Lisbon and Oporto, 2000-2004. Models in both cities adjusted for time trend and day of the week.



Almeida SP, Casimiro E, Calheiros J. Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal. *Environmental Health* 2010, 9:12.

Arnstadutvalget

”Energieffektivisering av bygg. En ambisiøs og realistisk plan mot 2040”

http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/rapporter/energieffektivisering_av_bygg_rapport_2010.pdf

- Av besparelsen på netto 10 TWh pr. år innen 2020, må hoveddelen (8 TWh) hentes i eksisterende bygningsmasse. Energieffektivisering ved rehabilitering og gjennomføring av enøktiltak er derfor avgjørende for å nå målet i 2020. Det er mer å vinne i eksisterende bygg fremfor nye bygg.
- Mangler:
 - Inneklima er lite fokusert, helse enda mindre, muligheten for å utvikle og implementere adaptive standarder (for termiske forhold og ventilasjon) er ikke nevnt.
 - Muligheter i brukernes evne til tilpasning og adaptasjon er ikke berørt.
 - Helsekonsekvenser av ulike alternative beslutninger er ikke berørt.
- Regjeringens utredningsinstruks krever at også konsekvenser for befolkningens helse skal utredes ved offentlige reformer, regelendringer og andre tiltak (<http://www.regjeringen.no/nb/dep/fad/dok/Lover-og-regler/reglement/2005/utredningsinstruksen.html?id=107582>).
- ”Ekstrem” isolering av eksisterende bygningsmasse kan også medføre helserisiko. Hvor stor gevinst er det fra 25 til 40 cm isolasjon? Kan mer ”moderate” og balanserte tiltak være sikrere?

Konklusjoner

- Energiforbruket i norske bygninger må reduseres.
- Vi bør satse på tiltak som gagnar både helse, miljø og bærekraft, ikke tiltak som kan skade inneklima og helse.
- Regjeringens [utredningsinstruks](#) er ikke fulgt med hensyn til konsekvenser av vedtak og regelverksendringer for redusert energiforbruk. Helsemyndighetene har sovet i timen.
- Det nasjonale potensialet for å redusere energibruken er størst, enklest og billigst i eksisterende bygg og kan i tillegg gi bedre helse.
- Ny teknisk forskrift og spesielt for tidlig innføring av passivhusstandard for boliger er krevende teknologi som kan øke helserisiko på grunn av påregnelige feil i bygge- og driftsfasen.
- Energikrav bør være funksjonsrettet – ikke systemrettet.
- Implementering av passivhusstandard i stor stil bør vente til teknologien er moden, robust og godt dokumentert **i felt** også for inneklima og helse. Slik dokumentasjon mangler i dag.
- Størst satsning bør gjøres der både energi- og helsegevinstene er størst. Det krever mer helhetlig og flerfaglig satsning og utvikling også med kunnskap om brukernes muligheter og begrensninger.

Termiske forhold, oppvarming og helse

Videre utvikling av nye helse- og energieffektive krav.

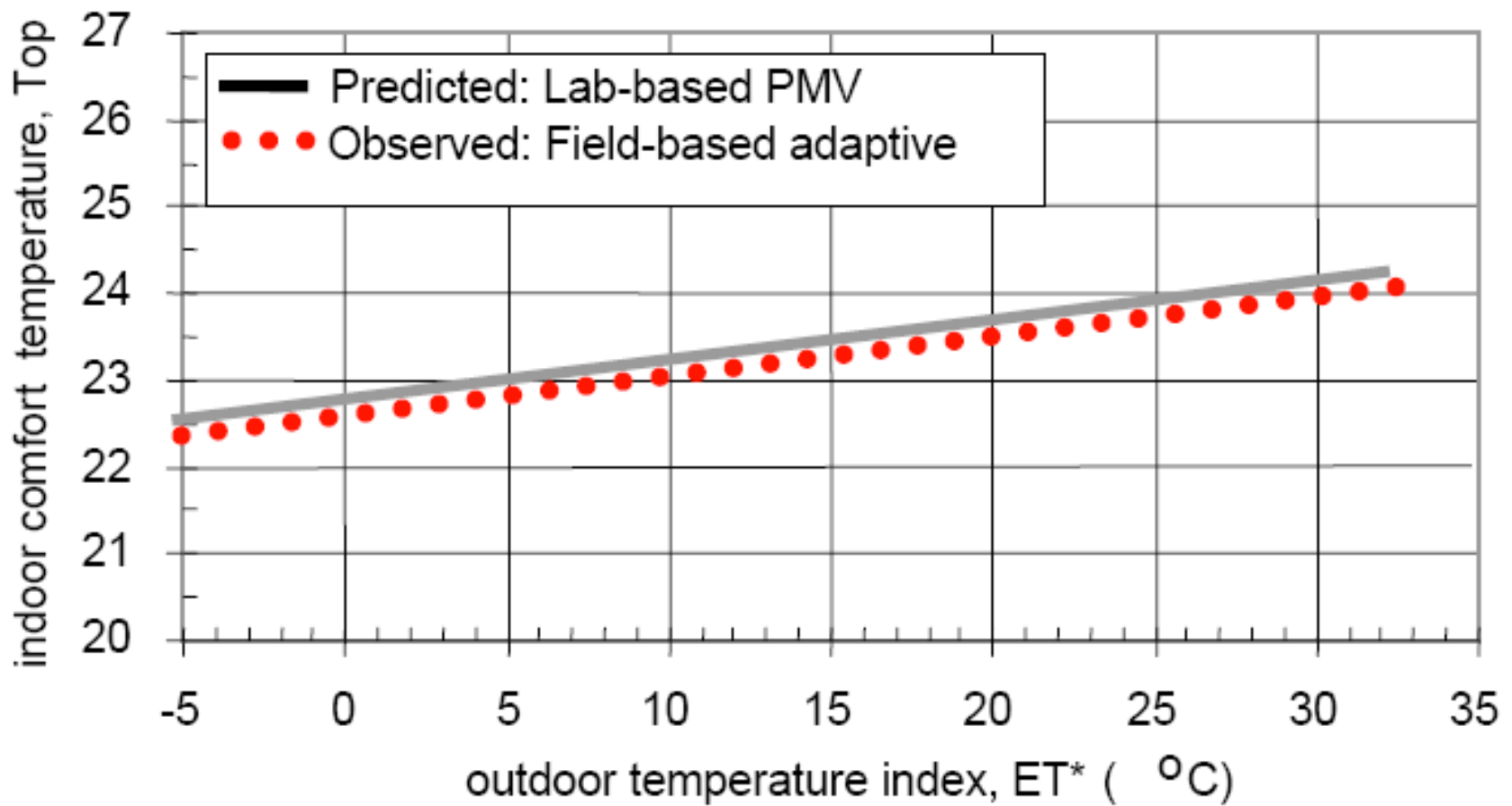
- Testing og implementering av adaptiv termisk standard: Høyere temperatur og lufthastighet om sommeren, lavere temperatur og lufthastighet om vinteren.
- Testing og implementering av årstidstilpassede ventilasjonskrav – lavere om vinteren når det er svært kaldt.

Varmekilder (Bakke JV. Oppvarming, varmekilder og inneklima. Allergi i Praxis 4/2007, s 32-37.

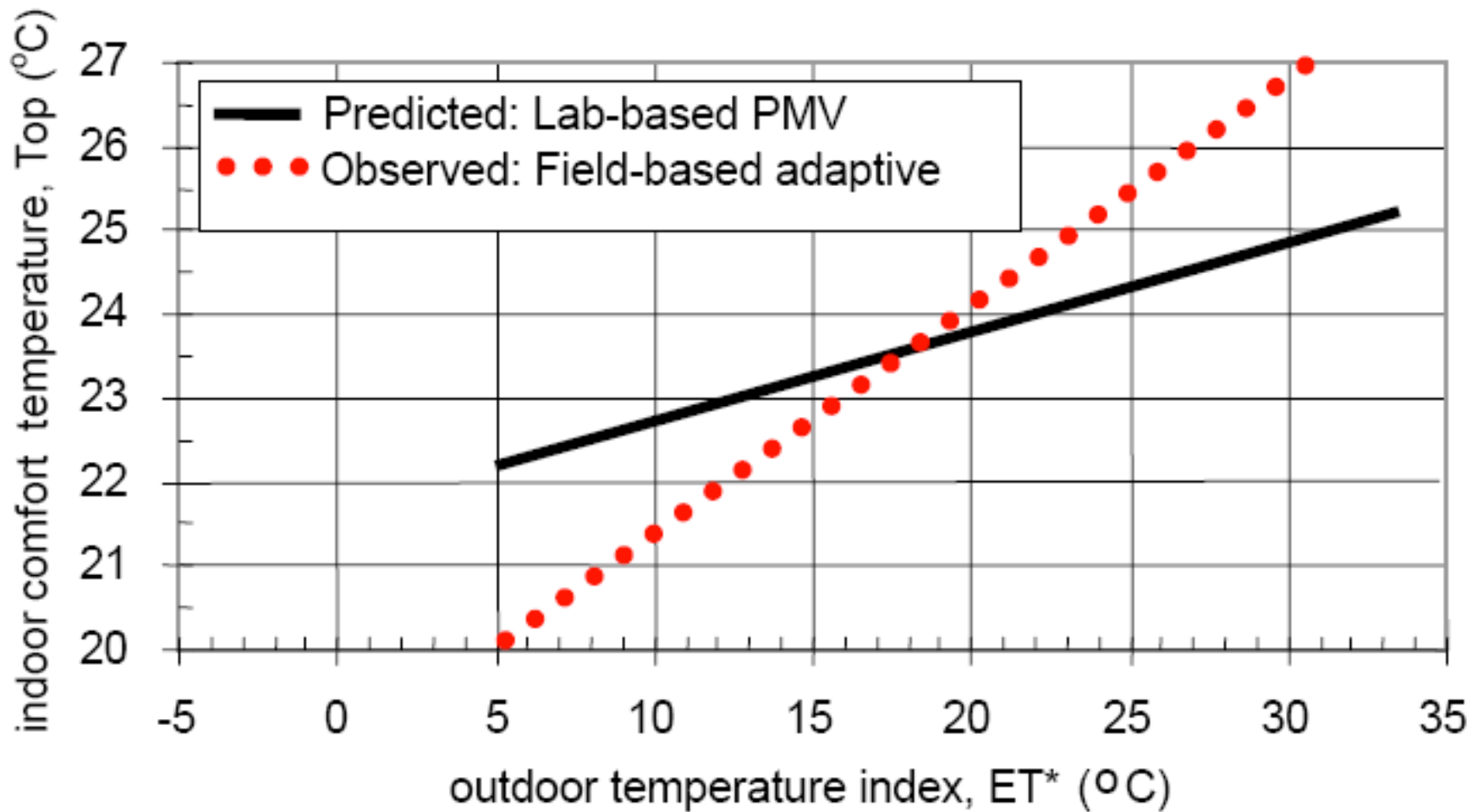
http://www.naaf.no/Documents/Allergi%20i%20Praxis/AlP_4_07_Bakke_JV_Oppvarming.pdf

- Bruk rene, lavtemperatur varmekilder, unngå å "svi støv".
- Hold lufttemperaturen inne lavere enn operativ temperatur – unngå konveksjonsvarme.
- Bruk varmestråling fra store vegg- eller gulvflater.
- Utvikle kunnskap som gir mulighet for å rangere varmekilder med hensyn til helse, komfort, energibruk og økonomi.





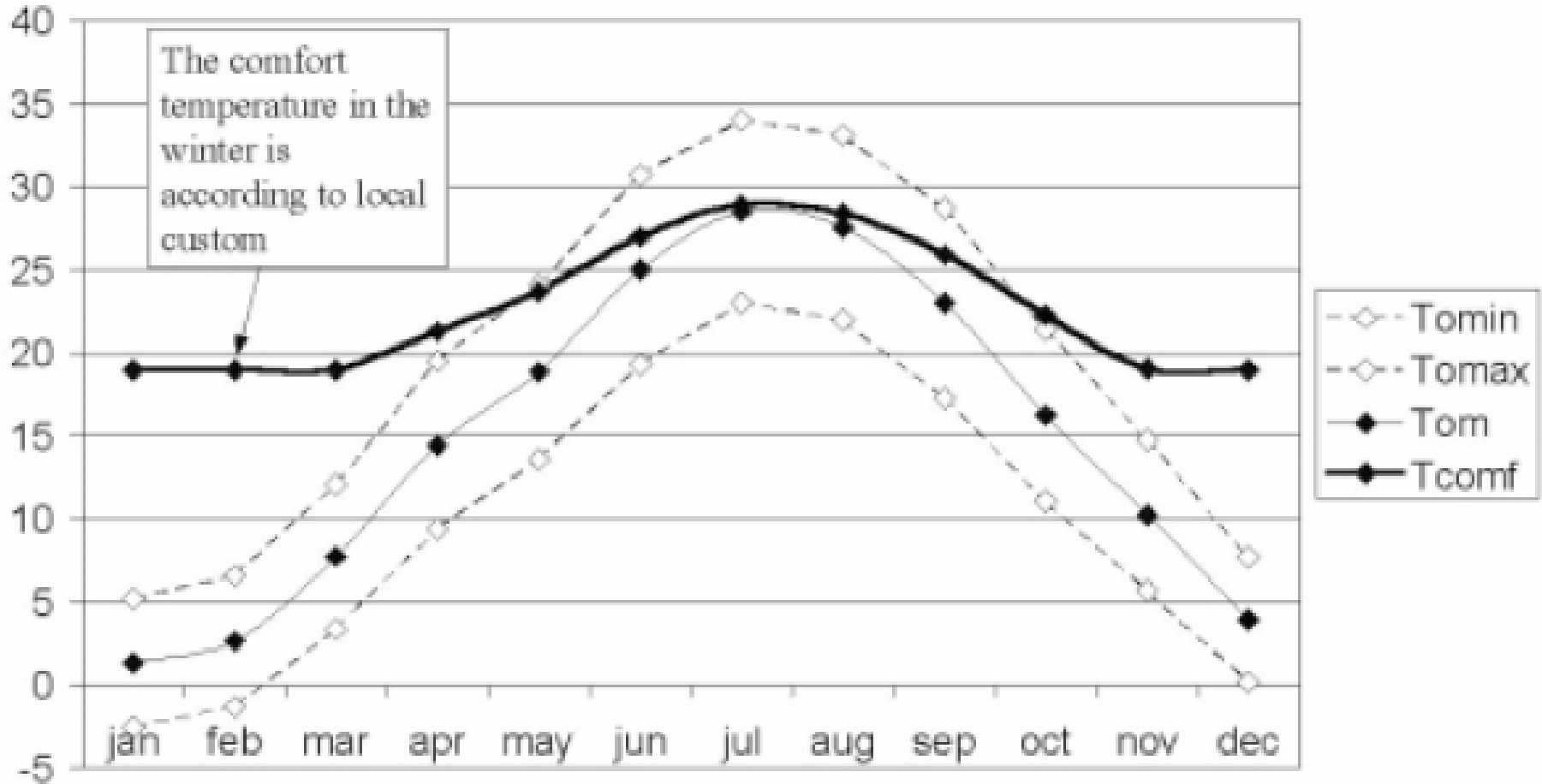
Observed vs. predicted comfort in centralized HVAC buildings (note ET* is the effective temperature). de Dear R, Brager GS (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preferences. ASHRAE Transactions, 93: 564-577. After: Olesen BW. International standards for the indoor environment. Indoor Air 2004; 14 (Suppl 7): 18-26.



Observed vs. predicted comfort in naturally ventilated buildings. de Dear R, Brager GS (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preferences. ASHRAE Transactions, 93: 564-577. After: Olesen BW. International standards for the indoor environment. Indoor Air 2004; 14 (Suppl 7): 18-26.

Brukere er mer motivert til å tilpasse seg årstiden i naturlig ventilerte bygninger!

Nicol graph for Tehran



This graph uses the comfort temperature for free-running buildings (T_{comf}) calculated for each month in the city of Tehran in Iran. The comfort temperature is calculated from the mean outdoor temperature.