

■ Komplette inn-  
holdsfortegnelse  
s. 2 - 4



## SAMFUNNSKOSTNADER VED DÅRLIG INNEKLIMA I NORGE

- Jan Vilhelm Bakke -

# Samfunnskostnader ved dårlig inneklime i Norge

I forbindelse med utarbeidelsen av Program for astma, allergi og andre overfølsomhetsreaksjoner for perioden 2014 – 2023 har Helsedirektoratet hatt bruk for en vurdering av kostnadene ved dårlig inneklime i Norge.

Vi anmodet derfor Jan Vilhelm Bakke, Phd, overlege i Arbeidstilsynet og førsteamanuensis i miljømedisin, Institutt for energi og prosesseteknikk, NTNU om å forestå dette arbeidet.

Resultatet av arbeidet presenteres i dette spesialnummeret av 'Helserådet' som i sin helhet er finansiert av Helsedirektoratet.

Spesialnummeret er blitt et omfattende hefte med mye interessant og nyttig stoff. Bl. a. er det fine historiske tilbakeblikk og mange gode referanser.

Vi håper at dette spesialnummeret kan tjene som et nyttig oppslagsverk i årene som kommer når det gjelder våre felles bestrebelser på å oppnå et godt inneklime hjemme, i barnehagene, på skolen og på arbeidsplassen.

Vi takker Jan Vilhelm Bakke for vel utført arbeid!

Oslo, 19.11.2014



Anders Smith

Seniorrådgiver/lege  
Avd. miljø og helse,  
Helsedirektoratet.

Redaktør emnebibliotek samfunnsmedisin og folkehelse  
Redaktør av 'Helserådet'  
Helsebiblioteket,  
Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten.

## Innhold

Innhold .....	2
Bakgrunn.....	5
Metode .....	6
Historisk tilbakeblikk.....	7
Menneskers behov for godt miljø inne - bolighygiene.....	7
Boliger, bygninger, helse, sosial ulikhet, energi og bærekraft .....	16
Trangboddhet (crowding).....	16
Infeksjoner, allergi, astma, KOLS og annen overfølsomhet i luftveiene .....	18
KOLS-epidemien og astmaepidemien – er det noen sammenheng? .....	22
Miljørettede helsefremmende og forebyggende tiltak. «Biodiversitetshypotesen» - et Paradigmeskifte? Det finske Allergiprogrammet 2008-2018.....	24
Referanser .....	25
Fukt i bygninger – hva koster det?.....	39
Sammendrag.....	39
Risiko ved fukt og muggproblemer i bygninger - bakgrunn.....	39
Kan slike forhold bidra til ulikhet i helse og levealder i Oslo? .....	41
Risiko ved fukt og muggproblemer i bygninger .....	42
Intervensjonsstudier .....	45
To eksempler på intervensjonsstudier i boliger.....	47
Skoler .....	48
Intervensjonsstudier – samlede resultater .....	48
Effekter av bygningsfukt i internasjonale studier - konklusjoner .....	49
Fukt i bygninger og helse. Norske data .....	49
Anticimexrapporten 2006 og data oppdatert til 2009 .....	52
Barnehageundersøkelsen i Oslo.....	52
Sykehjem i Trondheim .....	52
Forebyggende potensial for luftveislidelser av fuktproblemer i norske boliger .....	53
Yrkesbygg, skoler, barnehager, kontorer og institusjoner.....	53
Hodepine og trøtthet .....	54
Akutte vann og flomskader.....	55
Konklusjoner .....	55
Helseøkonomi .....	56
Data som kan gi grunnlag for kostnadsanslag .....	56
Forebyggbar sykkelighet av å fjerne byggfukt i norske boliger.....	57

Referanser .....	57
Nye og gamle boliger – har vi/får vi nok luft? .....	67
Hvorfor ventilerer vi? .....	67
Fukt, fuktkilder og ventilasjon.....	69
Dagens vitenskapelig baserte kunnskaper om boligventilasjon.....	70
For lav ventilasjon øker luftfuktigheten og gir levekår for midd om vinteren .....	71
Vinduskondens, fuktproduksjon inne, ventilasjon, kuldebroer og fukt .....	72
Obligatorisk ventilasjonskontroll OVK i Sverige .....	75
Norske data om boligventilasjon .....	76
Betydning av isolasjon og fuktsperre .....	81
Nye og gamle boliger – har vi/får vi nok luft? Konklusjoner .....	83
Referanser .....	84
Inneklime i ikke-industrielt arbeidsmiljø, helse og produktivitet.....	87
Sammendrag.....	87
Inneklime i ikke-industrielt arbeidsmiljø .....	87
Renhold og inneklime.....	88
Dårlig inneklime og økt yrkesrelatert astma i helse, omsorg, undervisning og i renhold .....	89
Arbeidstilsynets funn i skoleprosjekter 2009 - 2012.....	92
Svært mange av kommunene drev vedlikehold etter skippertaksmetoden. ....	93
Vedlikeholdsplanene ved skolene settes ofte opp på bakgrunn av budsjetterte midler og ikke på bakgrunn av behov. ....	94
Godkjente skoler kunne ha dårlig inneklime. ....	94
Syke- og pleiesektoren – de regionale helseforetakene - spesialisthelsetjenesten .....	94
Forfall i sykehusenes bygningsmasse og sviktende drift og vedlikehold .....	98
Hvordan kan miljøforholdene i Sykehusene håndteres? .....	98
Inneklime, helse, produktivitet, hodepine og nedsatt konsentrasjonsevne .....	99
Undersøkelser i felt .....	103
Akustikk.....	106
Tilfredshet med fysisk arbeidsmiljø i kontorlokaler.....	107
Undervisnings- og syke- og pleiesektorene .....	107
Hvor stort er produksjonstapet i disse to sektorene? .....	108
Er det behov for en beslutningsmodell for tiltak? .....	109
Referanser .....	109
Oppvarming, varmekilder og inneklime.....	118
Sammendrag.....	118
Bakgrunn.....	118

Termisk komfort – fra en «fysisk-objektiv» modell til en adaptiv modell .....	118
Tilførsel av varme.....	119
Temperaturopplevelse .....	120
Strålevarme kan være best for luftkvalitet.....	120
Varmekilder og helse .....	121
Ultrafine partikler og annen forurensning fra forbrenning og andre varmekilder.....	121
Oppvarming med varmluft.....	121
Intervensjonsstudier .....	121
Forbrenning.....	123
Elektrisk oppvarming.....	124
Luft til luft varmepumper.....	125
Energibruk og bærekraft .....	125
Mulige helsekonsekvenser i Norge .....	126
Vedfyring .....	126
Elektrisk konveksjon.....	126
Andre problemstillinger .....	126
Konklusjoner .....	127
Litteratur.....	127
Ikke glem dagslys og utsyn!.....	134
Dagslys og utsyn nødvendig for helse, trivsel, produktivitet og læringsmiljø!.....	134
For lite dagslys i moderne kompaktskoler og andre store energieffektive bygg .....	134
Hva vet vi i dag om betydningen av dagslys?.....	136
Hvordan løse problemene og kompensere mangel på dagslys i praksis?.....	138
Litteratur .....	139
Kvantifiserbare data på samfunnsnivå - oppsummering .....	142
Forebyggbar sykkelighet av å fjerne byggfukt i norske bygg.....	142
Produksjonstap i undervisnings-, syke- og pleiesektorene .....	142
Er det behov for beslutningsmodell for tiltak? .....	142
Synergier å hente for helse sammen med energiltak.....	142
Litteratur.....	143
Forskningsbehov .....	144
Konsekvenser av «Biodiversitetshypotesen»? .....	145
Litteratur.....	146

## Bakgrunn

Helsedirektoratet og Arbeidstilsynet ønsker en studie som skal kunne ut i et estimat av samfunnskostnader ved dårlig inneluft i Norge, en diskusjon av mulig forebyggende potensial og kunnskapsbehov av særlig betydning for å forbedre kunnskapsunderlaget for forebyggende tiltak. Studien skal bygge på internasjonal vitenskapelig litteratur som er publisert i anerkjente peer-reviewed tidsskrifter av tilstrekkelig kvalitet og som er av relevans for norske forhold. Intervensjonsstudier er av særlig verdi når de kan kvantifisere kostnader og gevinster ved tiltak. Studien skal fokusere på helseeffekter av inneluft der dokumentasjonen er tilstrekkelig til å konkludere. Disse effektene kan omfatte:

- Sykdommer med tilstrekkelig dokumentert assosiasjon (luftveisinfeksjoner, astma og allergi, lungekreft av radon)
- Plager (symptomer)
- Funksjon: produktivitet, læringsmiljø
- Opplevd inneluft

Mulige indikatorer for eksponering er

- Fuktskader i bygninger og installasjoner basert på ulike indikatorer inkludert mikrobiologi, bygningstekniske og bygningfysiske undersøkelser
- Systemer for oppvarming og energibruk i bygninger
- Klimainstallasjoner og ventilasjon
- Bygningshygiene, forurensningskilder, renhold, drift og vedlikehold

Når det finnes tilstrekkelig data for sammenheng mellom eksponering og effekt (dose-respons, dose-effekt) og det er mulig å anvende disse data på norske forhold, ønskes estimater for størrelsen på mulige økonomiske konsekvenser med angivelse av usikkerhet i estimatene. I dette inngår også en vurdering og rangering av behov for ny kunnskap om forholdene i Norge.

Også innendørs maling, oppussing, tapetsering, veggplater, emisjoner av nyinnredning, innredning av PVC-produkter og bruk av renholdskjemikalier som irriterer slimhinner, hud og luftveier, er assosiert med økt hyppigheten av Sykt Bygg Syndrom (SBS), konsentrasjonen av biomarkører for inflammasjon og allergi- og astmasymptomer (Reitzig et al 1998, Garrett et al 1999, Jaakkola et al 2004, Trevillian et al 2005, Nielsen et al 2007, Choi et al 2010, Sahlberg et al 2010, 2012, Billionet et al 2011, Siracusa et al 2013). Potensielle effekter av moderne kjemikalier som kan virke som hormonhermere (EDCs= Endocrine Disrupting compounds) gir all grunn til bekymring (Bornehag & Nanberg 2010, Dodson et al 2012, Shu et al 2014). Samlet gir det grunn til å gi råd om å særlig beskytte nyfødte og små barn mot eksponering for oppussing og ny innredning som avgir lukt og kjemiske emisjoner og unngå en del moderne produkter.

Her er likevel hovedfokus lagt på fukt og helse, termiske forhold energibruk/ oppvarming, produktivitet og helse fordi litteraturen på disse områdene gir bedre grunnlag for å trekke relativt godt funderte konklusjoner.

Relevante internasjonale og nasjonale data er samlet, bearbeidet og vurdert så langt det er praktisk mulig ut fra et miljømedisinsk perspektiv. Det er naturlig at videre bearbeidelse av underlaget skjer av eller i samarbeid med helseøkonom.

### Metode

Mangel på data og kompleksiteten av problemstillingene gjør det vanskelig å gjennomføre fullstendige helserisikovurderinger med hensyn til både bolig og andre bygg og helse. På grunn av begrensninger i tid og kapasitet kan ikke temaet dekkes med full gjennomgang av verdenslitteraturen med hensyn til assosiasjon mellom inn klima og helseeffekter. Den vil basere seg på autoritative internasjonale litteraturarbeider når det er tilgjengelig. Data om norske forhold er svært sparsomme og blir innhentet gjennom alle tilgjengelige kilder av relevans.

Det er også mindre litteratur internasjonalt enn det en skulle kunne forvente om bolig og helse når en tar i betraktning hvor mye boligen betyr for den enkeltes liv og velvære (Thomson et al 2003, 2009, 2013). Kun litteratur som holder tilstrekkelig vitenskapelig kvalitet både på eksponering, effekt og analysene av sammenhengene mellom eksponering og effekt kan brukes. Tverrsnittsstudier er ofte beheftet med store metodemangler. Longitudinelle studier er oftest nødvendig for å kunne avgjøre om antatt eksponeringen kom før aktuell effekt. Gode intervensjonsstudier for å undersøke effektene av tiltak på helse gir bedre bidrag til beslutningsunderlag for å fastsette betydning av tiltak for å bedre innemiljø i boliger (Sauni et al 2011, 2013, Thomson et al 2003, 2009, 2013).

Cochranestudiene viser det lille antall studier som tilfredsstillt krav til vitenskapelig kvalitet og hvor krevende de er å utføre (Sauni et al 2011, 2013, Thomson et al 2013). Det er ikke mulig å tilfredsstillt de samme krav til vitenskapelig kvalitet som ved dobbelt blindede randomiserte kontrollerte studier av klassiske medisinske intervensjoner som bl.a. legemiddelstudier. Beboere kan ikke blindes for vesentlige intervensjoner i form av bygningsmessige utbedringer i egne boliger slik som i klassiske medisinske legemiddelstudier. Det er derfor ikke praktisk mulig å bruke dobbelt blindede, randomiserte og kontrollerte studier. Det kan gjennomføres randomiserte, kontrollerte studier der det inngår objektive mål for eksponering og effekt i tillegg til mer "bløte" data. Registrering både av eksponering og effekt kan blindes.

Assosiasjonen mellom bolig og helse er velkjent, men mekanismene bak de kompliserte sammenhengene er uklare (Lawrence 2005). Relativt få intervensjonsstudier av tilstrekkelig vitenskapelig kvalitet har undersøkt effektene av rehabilitering av boliger (Thomson et al 2001, 2009, 2013, Howden Chapman 2011, WHO 2011, Sauni et al 2011, 2013). Det er krevende å påvise vitenskapelig at boligpolitikk påvirker helse, også i intervensjonsstudier med objektive mål for helse og feltundersøkelser i det virkelige liv (Krieger et al 2002, Blakely et al 2011). Utfordringene med å oppnå tilstrekkelig intern validitet er store. Folk som setter i verk eller tilbys utbedringer av boligene kan være forskjellig fra de som ikke gjør det (confounding). Å finne robuste datakilder eller registre for å plukke ut og spore opp relevante deltakere i studiene kan være svært krevende. Mangler kan føre til ulik eller sviktende oppfølging av ulike grupper (seleksjonsbias). Hvor mye endring en oppnår ved intervensjonen, subjektiv påvirkning av utfallsmål og mangel på blinding er alle krevende problemer som lett kan gi informasjonsbias.

Intervensjoner i et stort antall boliger er svært kostbare og må gjennomføres og koordineres på en måte som gjør det mulig å innpasse dette i epidemiologiske intervensjonsstudier med design og tilstrekkelig vitenskapelig kvalitet til å kunne gi grunnlag for gyldige konklusjoner. I slike intervensjoner er det i praksis vanskelig å gjennomføre intervensjoner kun på enkeltkomponenter. Vanligvis vil det måtte inngå en "pakke" av flere tiltak. Likevel har vi i løpet av det siste ti-året fått slike studier som viser gode resultater (Sommerville 2002, Thomson 2009, 2013, Howden Chapman 2011, Sauni et al 2011, 2013, Turley et al 2013). Studiene kan også gi gode holdepunkter for om slike "pakker" av tiltak virker eller ikke.

Gjennomsnittlig er vi eksponert for boligforhold i to tredeler av livsløpet. Derfor vil selv moderate effekter av boligforhold kunne ha stor betydning for folkehelse. Hvis vi tar med andre innemiljø i barnehage, skole, arbeidsliv, transportmidler med mer kommer samlet eksponering i innemiljø opp i over 90%.

Det helsefremmende og forebyggende potensialet er stort, men forutsetter tilgang på kunnskap, innsikt, tverr- og flerfaglig forskning og en godt utviklet helse-, bolig- og energipolitikk (Howden-Chapman et al 2011, Keall et al 2010, 2011). Også hjemmeulykkene er forsømt i Norge. I New Zealand er det beregnet at samfunnskostnadene av hjemmeulykker er 3,5 ganger større enn kostnadene ved trafikkulykker (Keall et al 2011).

Både lokale og sentrale myndigheter har en viktig oppgave i å lokalisere og utforme boliger slik at de bedrer helse, reduserer sosial ulikhet i helse, senker energiforbruk, luftforurensning og transportkostnader, øker muligheten for fysisk aktivitet ute og bidrar til å redusere fedmeepidemien (Howden-Chapman & Chapman 2012). Folkehelseinstituttet utarbeider gjeldende nasjonale risikovurderinger som andre myndigheter forholder seg til gjennom kontroll og regelverksutvikling (Folkehelseinstituttet 1998, 2013)

## Historisk tilbakeblikk

### Menneskers behov for godt miljø inne - bolighygiene

Kunnskap om hygiene og betydningen av boligforhold var avgjørende for utviklingen av den høye standard for helse og velferd vi har nå. Før opplysningstiden var livsvilkårene marginale i Norge med høy sykkelighet og dødelighet og ingen vekst i befolkningen. På 1700-tallet skjedde en bemerkelsesverdig bedring av levestandard med redusert dødelighet, økt levealder og befolkningsvekst. Det kan ikke forklares med koppevaksinasjon og innføring av poteten. Økt kunnskap om hygiene og helse var avgjørende både i Norge og i Europa for øvrig (Moseng 2003).

Opplysningsprester som Hans Strøm (Strøm 1778) og fremtredende leger bidro til dette og ga på denne måten viktige bidrag til folkehelsen.

*Hans Strøm (1726-1797) ga allerede i 1778 ut boka "Kort Underviisning om De paa Landet, i Bergens Stift, meest grasserende Sygdomme, og derimod tienende Hjelpemidler." Han omtalte hygieniske forhold i bolig av betydning for å forebygge sykdom på side 44-47, herunder noen av de viktigste forhold vi også kjenner i dag:*



- Viktighet av frisk luft
- Fare for redusert ventilasjon for å spare varme, spesielt ved bruk av bileggerovn som ikke krevde tilførsel av trekk gjennom oppholdsrommet
- Problemer med fuktkilder og opphopning av fuktighet ved manglende ventilasjon
- Forurensninger fra ovner, tobakksrøyk, koking, tran av torskelever og andre illeluktende kilder
- Betydningen av renhold, vasking og rent sengetøy



Portrett av sogneprest Hans Strøm (1726-1797), sannsynligvis malt av Peder Aadnes i 1791. <http://www.eiker.org/Arkiv- E/Bilder/SameiaPortrett/HansStroem.html>



Figur 1. Edwin Chadwick

### Ewin Chadwick og verdens første folkehelselov

<http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/PHchadwick.htm#source>

Industrialiseringen konsentrerte befolkningen i byer hvor mange døde av dårlige sanitær- og bolig forhold. En av de aller mest sentrale personer i hygienens historie er Edwin Chadwick (1800-90) som publiserte sin rapport fra "Fattigkommisjonens landsomfattende studie av de sanitære forholdene for arbeiderbefolkningen I Storbritannia. London 1842". Den ble levert og stilet til Det Britiske Parlament. Det var den andre av to rapporter fra hans hånd til Parlamentet. Den første ble levert allerede i 1834.

I konklusjonene til Parlamentet heter det blant annet.

«For det første:

- Det meste av sykdom og død skyldes "kompostering av animalske og vegetabiliske produkter, fuktighet, skitt og **tette og overbefolkede boliger**"....
- .. "når slike forhold utbedres ved drenering, skikkelig renhold, **bedre ventilasjon** og andre tiltak for å forbedre atmosfærisk forurensning så reduseres hyppighet og alvorlighet av slik sykdom og når slike skadelig agens er fullstendig fjernet forsvinner slik sykdom nesten fullstendig".
- At det årlige tap av liv er større enn alle krigene i moderne tid.

For det andre om de tiltak som kan utbedre forholdene:

- Første, viktigste tiltak og mest effektive offentlige tiltak, er drenering, fjerning av alt søppel i boligområder, gater og veier og forbedret vannforsyning.
- At for å forebygge sykdom forårsaket av mangelfull ventilasjon og andre årsaker til forurensning ....., er det god økonomi å ...sette i gang hygienetiltak og håndheve loven».

Parlamentet vedtok omsider verdens første folkehelselov i 1848. Så fulgte flere land etter. Norge fikk Sunnhetsloven i 1860. I mellomtiden hadde Max von Pettenkofer publisert sine berømte studier om betydningen av tilstrekkelig ventilasjon (Pettenkofer 1858).

### Max von Pettenkofer 1858; ventilasjon og CO<sub>2</sub>

Basert på observasjoner, målinger, eksperimenter, og beregninger uttaler han (von Pettenkofer 1858):

"CO<sub>2</sub> bør holdes under 1 ‰ (1000 ppm) med ventilasjon, spesielt i skoler, for å få helsemessig forsvarlige forhold".



Figur 2 Max von Pettenkofer

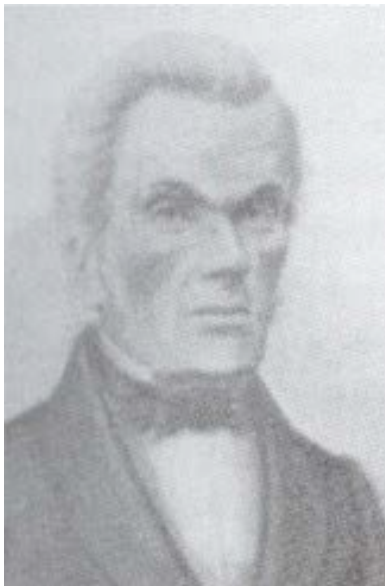
Kildekontroll er nødvendig:

“Hvis det er en haug med møkk i lokalet, ikke prøv å fjerne lukta med ventilasjon, ta vekk møkkahaugen!”

„Jeg er på det sterkeste overbevist om at det ville styrke helsen til våre unge avgjørende hvis vi i skolebygg, der de gjennomsnittlig er en femtedel av dagen, alltid holdt luften så god og ren at karbondioksid aldri kunne overstige en promille (1000 ppm CO<sub>2</sub>). Alle fedre og mødre vet at deres barns helse vanligvis lider hyppige tilbakefall når de begynner på offentlige skoler. Hvis de har kommet seg i løpet av ferien og gjenvunnet et friskt utseende, vil det snart forsvinne og blekne av når skolen har startet igjen“.

### Fredrik Holst og Sundhetsloven av 16. mai 1860

Fredrik Holst (1791-1871), ble i 1824 første professor i hygiene i Norge. Han bidro sterkt til Sundhetsloven av 16. mai 1860 (Larsen et al 2010. Alle kommuner skulle etablere en "Sundhedscommission" under ledelse av "Distriktslægen".



Figur 3. Frederik Holst (1791-1871)

Sundhedscommissionens (senere Helserådets) oppgaver (§3):

"Commissionen skal have sin Opmærksomhed henvendt paa Stedets Sundhedsforhold, og hvad derpaa kan have indflydelse, saasom: Reenslighed, ....Boliger som ved Mangel paa Lys eller Luft, ved Fuktighed, Ureenslighed eller Overfyldning med Beboere have viist sig at være bestemt skadelige for Sundheden. Sundhedscommissionen har fremdeles at paase, at tilstrekkelig Luftvexling finder Sted i Huusrum, hvori et større Antal Mennesker stadigen eller jevnlig samles, som Kirker, Skole-, Rets- og Auctionslocaler, Theatre, Dandsehuse o.d....."





Fredrik Holst: Maleri av Wilhelm Peters u.å., © Det norske medicinske Selskab  
Frederik Holst, (1791-1871) professor i medisin ved UiO 1824-65. Farfar til professor  
Axel Holst (1860–1931) og filologen Clara Holst (1868–1935).  
<http://www.ub.uio.no/om/tall-og-fakta/ub-200-aar/personer/holst.html>

### **Grunnleggende hygieniske krav utviklet 1750-1880**

Edwin Chadwick trodde til sin død ikke på smitteteorien («contagiosa» eller «kimeteorien», jfr John Snow 1813 – 58 og koleraepidemiene i London 1854) selv om han levde til 1890, lenge etter at den var godt akseptert. Han var tilhenger av «miasmeteorien», at de sykdomsskapende agens hadde form av sykdomsskapende damper og gasser (dunster). Department of Civil and Environmental Engineering, University College London (UCL) har fortsatt et Chadwick Professorat.

Rundt 1880 var følgende punkter akseptert som viktige forutsetninger for god helse. De er fortsatt gjeldende:



**Figur 4. Sir Edwin Chadwick**

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

### **Professor Axel Holst og landsbygningsloven**

Axel Holst, sønnesønn av Fredrik Holst, var professor i hygiene 1893-1930. Han aksepterte både contagiosa og miasmer. Noe av det første han engasjerte seg i som professor i hygiene og bakteriologi var den nye landsbygningsloven (Holst 1894):

"Kjellerboliger er mer utsatt for sanitære ulemper enn andre boliger..... Den er for det første mest utsatt for fugtighed. Den ligger nærmest grunden og derfor vil fordampning av grundfuktigheden først og fremst gjøre seg gjældende, i kjelleren.....

...ved siden af fugtighed fører den ogsaa let med sig gasformige forurensninger, - stofskifteprodukter fra de forraadnelses- og andre mikrober, som findes i grunden....

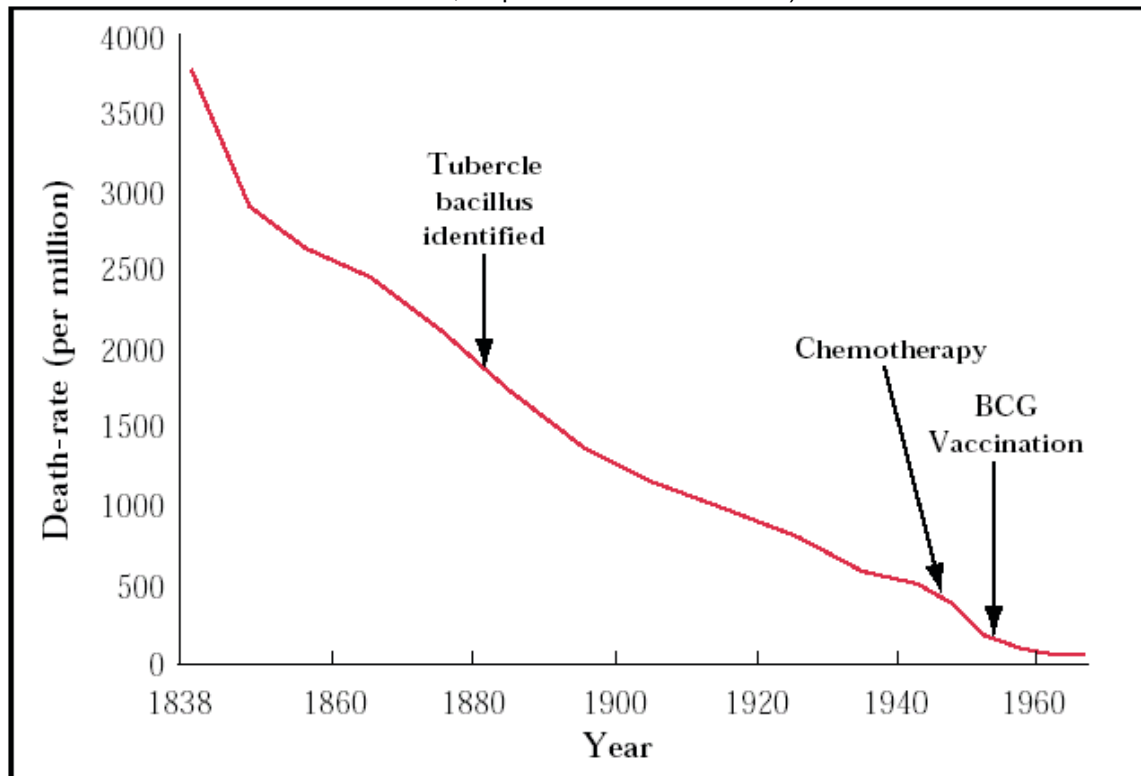
...Fugtighed og mørke fremmer smittestoffenes trivsel; de fremmer ogsaa alle slags forraadnelses- og lignende processer, mugning af klædesplag og madvarer, mug paa vægge og gulve, hvad der altsammen bidrager til at "bederve" kjelderens luft.... Forskjellige lægers erfaringer gaar ud paa, at koldfeber, hvor den forekommer paafaldende hyppig optræder i kjelderboliger, og at revmatiske affektioner, nyresygdomme, luftrørs-, lungesygdomme og skrofulose har iøinefaldende let for at trives der...."



**Figur 5. Axel Holst (1860-1931)**

Skrofulose er en eldre betegnelse på en form for tuberkulose som hovedsakelig lokalisert til lymfekjertlene under kjeven og på halsen, men også slimhinner i øye og nese. Det forekom også hudsymptomer, og av og til ledd- og knokkeltuberkulose. Skrofulose var tidligere en vanlig sykdom, som særlig rammet barn og unge.

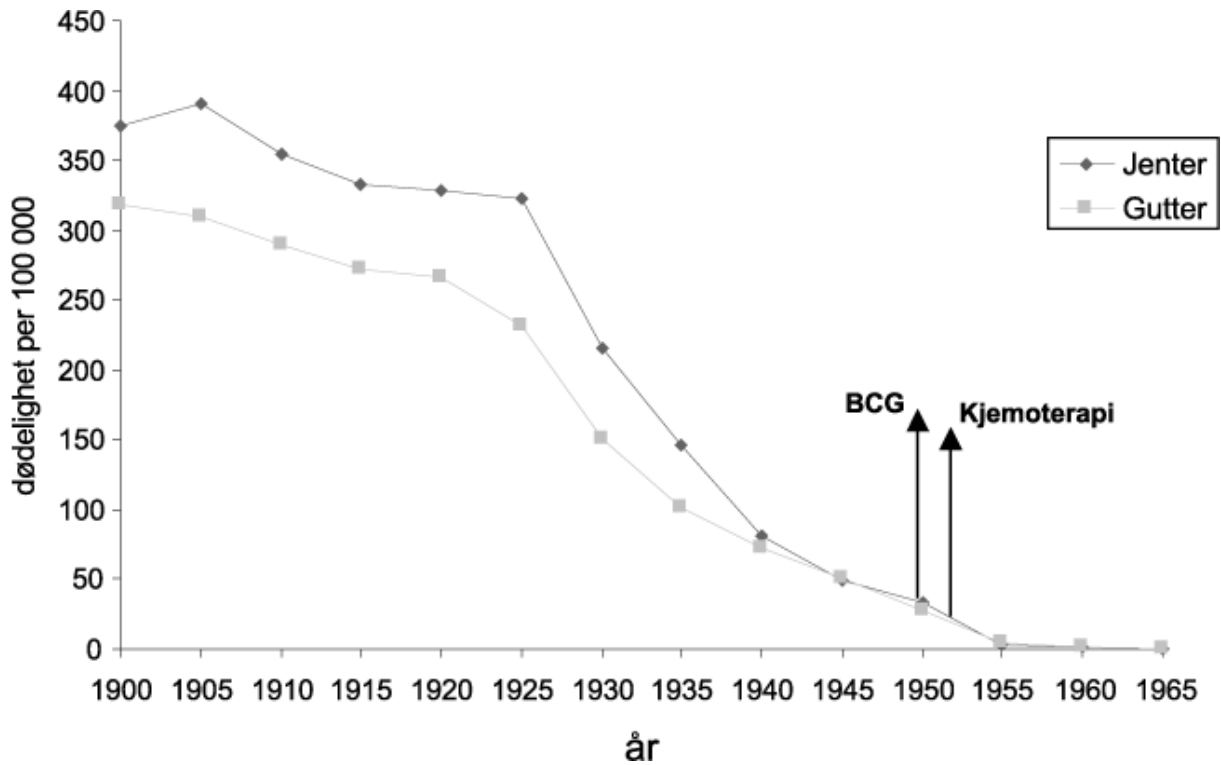
Figur 1. Dødelighet for tuberkulose (McKeown 1979, også gjengitt i en rapport til det Britiske Parlamentet: The Health of the Nation, Department of Health 1992).



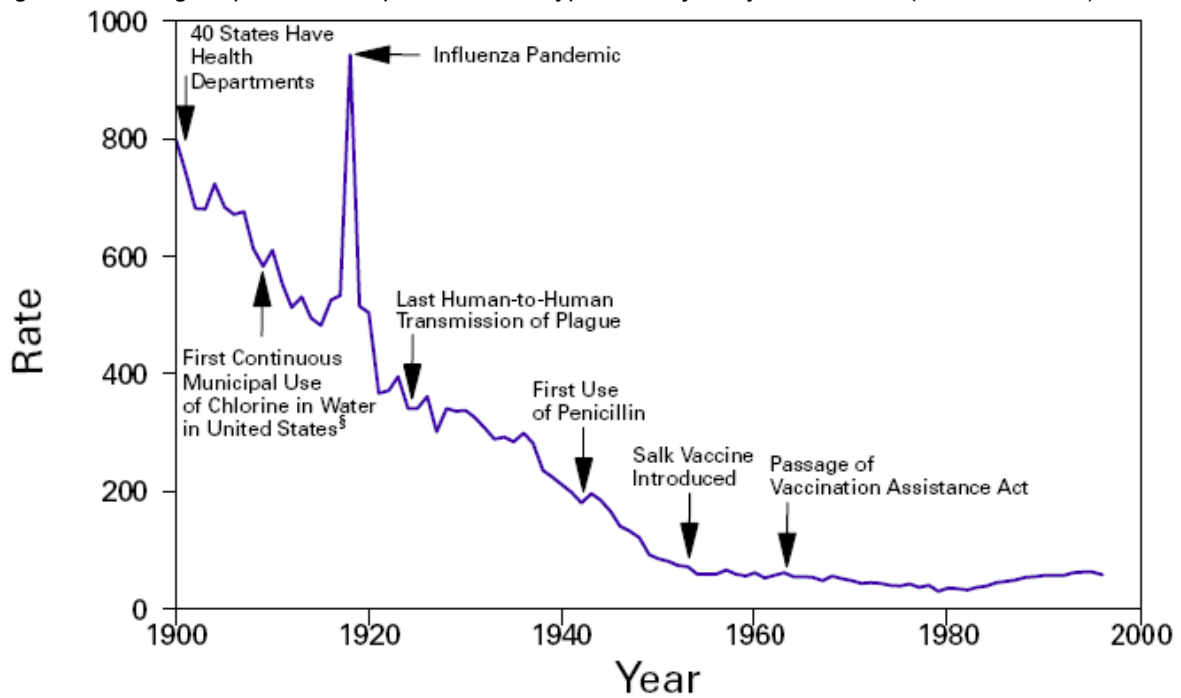
Etter som ulike land implementerte myndighetskrav og tilsyn som tok vare på hygien, fulgte en betydelig forbedring av folkehelsen (Figur 1-3).

Infeksjonssykdommer var viktigste årsak til sykkelighet og dødelighet. Dødeligheten sank, folkehelsen ble bedre, velstanden økte og bidro sterkt til den tekniske og materielle utviklingen som har ledet frem til våre dagers velferdssamfunn. I løpet av 100 år sank barnedødeligheten sterkt og gjennomsnittlig levealder økte med 30 år og mer, fra ca 45 til 75 års alder i de land som innførte miljørettede tiltak i sin folkehelseogvgivning (Figur 3). Det skjedde før vi hadde tilgang til moderne antibiotika og sykehusbehandling. Fra 1900 gikk utviklingen i Norge slik som i Storbritannia.

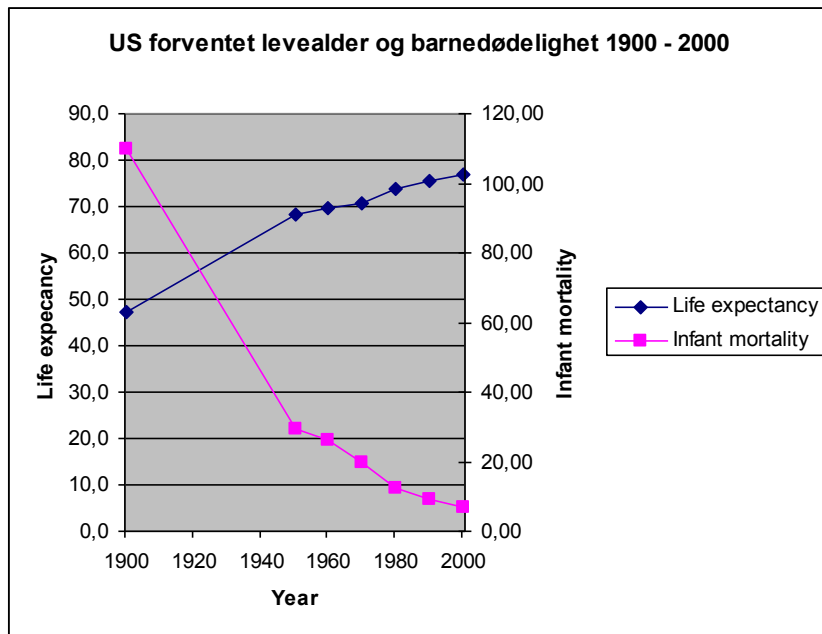
Figur 2. Tuberkulose dødelighet i Norge 1900–65 i aldersgruppen 15–19 år. Kilde: Historisk statistikk, Statistisk sentralbyrå 1968



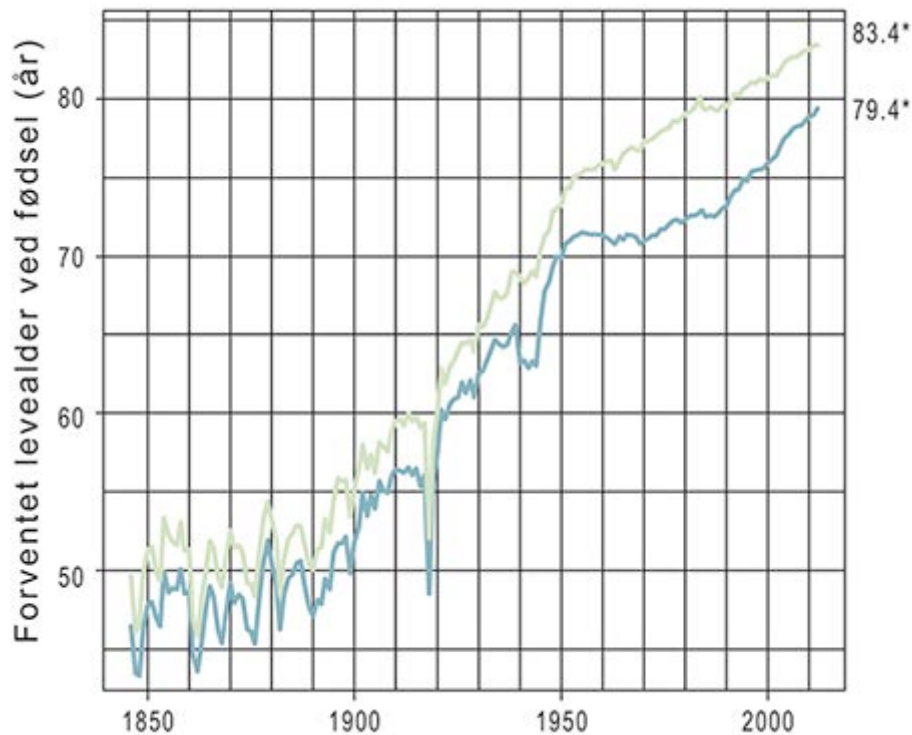
Figur 3. Dødelighet per 100 000 per år for alle typer infeksjonssykdom i USA (US-CDC 1999).



Figur 4. Produsert fra statistikk lastet november 2007 fra United States Department of Health & Human Services; <http://www.hhs-stat.net/index.htm>.



Figur 5. Folkehelsemeldingen: Utvikling i forventet levealder i Norge for kvinner og menn. Kilde: Statistisk sentralbyrå



På 1980 tallet kunne litt over fem år av de 30 årene i økt levealder tilskrives moderne medisin (Bunker et al 1994, Turnock 2004). Medisinsk behandling sto for 3,7 år, vaksinasjon og helsekontroll for 1,5 år mens 25 år ble forklart av bedre sosialpolitikk, hygiene, samfunnsmessige tiltak, økt levestandard og valg av livsstil.



Ytterligere om lag tre års økt levealder kan nå muligens tilskrives senere års utvikling i medisinsk behandling (Bunker 2001). Bygd miljø og bolighygiene er likevel fortsatt blant de viktigste og grunnleggende forutsetningene for helse (Turnock 2004, Shaw 2004). Svikter noen av de basale seks forutsetningene for helse nevnt over, skapes mer uhelse enn det er mulig å kompensere med avansert medisinsk behandling.

Da Kommunehelseloven for 30 år siden erstattet Sunnhetsloven ble den statlige distriktslegeordningen avvirket samtidig som den medisinske kompetansen gradvis forsvant fra de organene som overtok helserådets oppgaver. Parallelt har kommunenes evne og vilje til å ivareta miljørettet helsevern forvitret og kan avleses som sviktende miljøforhold i offentlige bygninger, forfall i hygieneinstallasjoner som vann- og avløpsanlegg og manglende hensyn til helse i kommunenes beslutningsprosesser. Vi kan håpe at den nye Folkehelseloven som trådte i kraft 1. januar i 2012 snur denne trenden.

### Boliger, bygninger, helse, sosial ulikhet, energi og bærekraft

Sosiale ulikheter i helse er sterkt assosiert med kvaliteten av boligene og synes i seg selv å kunne være en viktig årsak til ulikhet i helse (Bambra et al 2010, Gibson et al 2011, Diderichsen et al 2011, WHO 2012, Braubach & Ferrand 2013, Braubach 2013, Dahl et al 2014). Problemene kan skyldes for dyr energi og dårlig råd til å varme opp huset (Hernandez & Bird 2010) eller dårlig isolerte hus uten fuktspærre og gode varmesystemer (Howden-Chapman 2011, Howden-Chapman & Chapman 2012). Det kan heller ikke ses isolert fra miljøet rundt bygningene, «built Environment» og «Healthy Cities» (Rydin et al 2012). Også segregering og ghettodannelse kan gi problemer. I Norge er det stort behov for å undersøke disse forholdene nærmere (Grønningsæter & Nielsen 2011, Dahl et al 2014).

Tiltak som reduserer energiforbruk og utslipp av klimagasser kan også bedre helse (WHO 2011, 2012). Det gjelder både i den tredje verden og hos oss (Smith et al 2013, Martin et al 2013). Samtidig bør vi spørre oss om vår streben etter komfort inne kan ha gitt så høye og stabile temperaturer at det i seg selv kan bidra både til fedmeepidemien, astma, allergi og for høyt energiforbruk (Wijers et al 2009, van Marken Lichtenbelt et al 2009, 2011, Stenius-Aarniala et al 2000, Ali & Ulrik 2013, Moreira et al 2013).

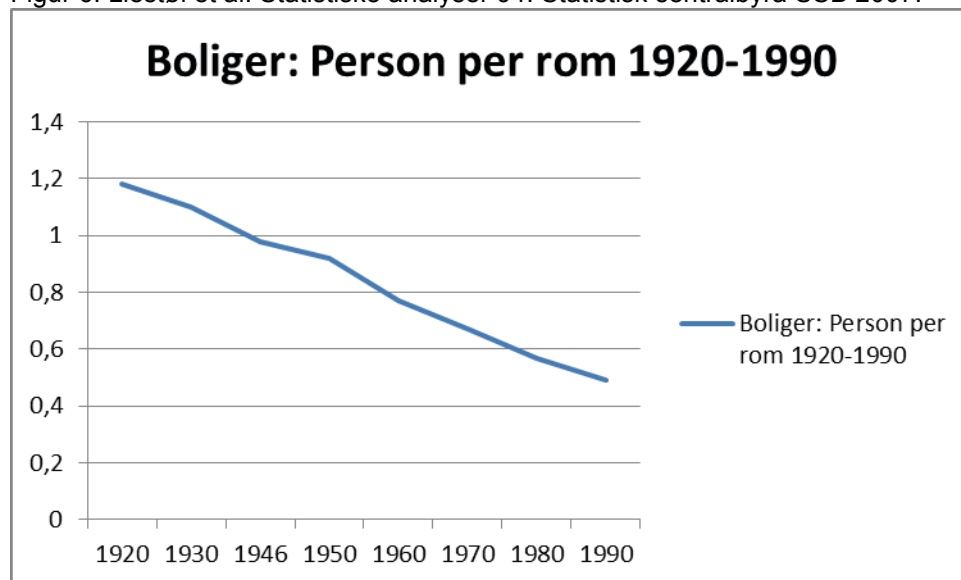
Drivhuseffekten vil føre til økende nedbør i Norge, særlig på Vestlandet (Lisø 2006, Almås 2013). Dette stiller økte krav til bygningene og det bygde miljø, både for å unngå skade på helse og bygninger. Vi må tilpasse oss til endret klima både ved arealplanlegging, planlegging og prosjektering, utførelse og forbedring av eksisterende bygningsmasse.

### Trangboddhet (crowding)

Trangboddhet (crowding) er historisk velkjent årsak til økt risiko både for TBC, andre luftveisinfeksjoner og luftveissykelighet og er fortsatt en stor utfordring. Likevel kan vi ha lett for å glemme dette. Særlig i presområder med høye boligpriser ønsker markedet små boliger. I følge Levekårsundersøkelsen 2012 Oslo 2012 anga 11 % at de bodde trangt mot 6 % i Norge totalt (SSB 2013). Det er likevel usikkert i hvor stor grad det kan relateres til «crowding» som risikofaktor for sykdom.

I 1920 var det i gjennomsnitt 1,18 bosatte per rom (Liestøl et al 2007). Hele 69 prosent av befolkningen bodde i boliger hvor det var mer enn én person per rom. Til sammenligning var det 50 år senere, i 1970, kun 18 prosent av befolkningen som bodde i boliger med mer enn én person per rom.

Figur 6. Liestøl et al. Statistiske analyser 94. Statistisk sentralbyrå SSB 2007.



Å redusere trangboddhet med å gi tilstrekkelig boligareal reduserer luftveissykelighet (Lee et al 2005). Tilstrekkelig ventilasjon er et viktig kompensatorisk tiltak ved trangboddhet. Kombinerte intervensjoner med bedre lufting, redusert fukt og mugg, å fjerne tepper og økt kunnskap om astma ga klart bedre astmakontroll hos barn i southwest King County, Washington (Breyse et al 2014).

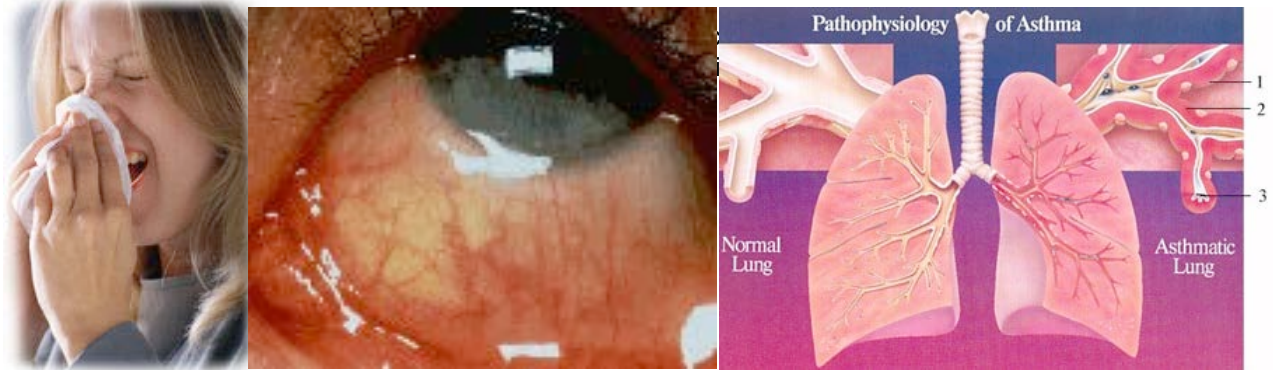
Odds ratio (OR) for akutt nedre luftveisinfeksjoner i boliger med mer enn 7 personer per husholdning var 1.96 (1.53-2.52), ved eksponering for innendørs luftforurensning var OR 1.57 (1.06-2.31) (Jackson et al 2013). I følge WHO er det godt dokumentert at trangboddhet og innendørs luftforurensning er viktigste risikofaktor for lungebetennelse hos barn (Rudan et al. 2008). Trangboddhet var assosiert med økt risiko for laboratoriebekreftet innleggelse på sykehus for RSV hos høyriskobarn og andre unge barn. Denne assosiasjonen var gjennomgående tross ulike definisjoner av trangboddhet, populasjoner og geografiske områder (Colosia et al. 2012).

I New Zealand satses det på større intervensjoner både for å fremme helse og redusere energiforbruk samtidig (Baker et al 2008, Baker & Howden-Chapman 2012, Baker et al 2012, Trenholme et al 2012, Viggers et al 2013). Multivariate analyser viste assosiasjon mellom TBC insidens og trangboddhet. Insidens rate ratio (RR) var 1.05 (95% CI 1.02 to 1.08) i totalpopulasjonen og 1.08 (95% CI 1.04 to 1.12) for de som var født i New Zealand og var under 40 år gamle (Baker et al. 2008, Hales et al.2012). «The Housing New Zealand Corporation (HNZC) Healthy Housing Programme» fokuserer på utbedring av boliger med isolasjon, ventilasjon, oppvarming og å redusere «trangboddhet»/ crowding i tillegg til primærhelsetjeneste og sosiale tiltak. Det kan være betydelig mer ressurseffektivt for samfunnet enn å bruke mer penger til behandling (Howden-Chapman 2012).

## Infeksjoner, allergi, astma, KOLS og annen overfølsomhet i luftveiene

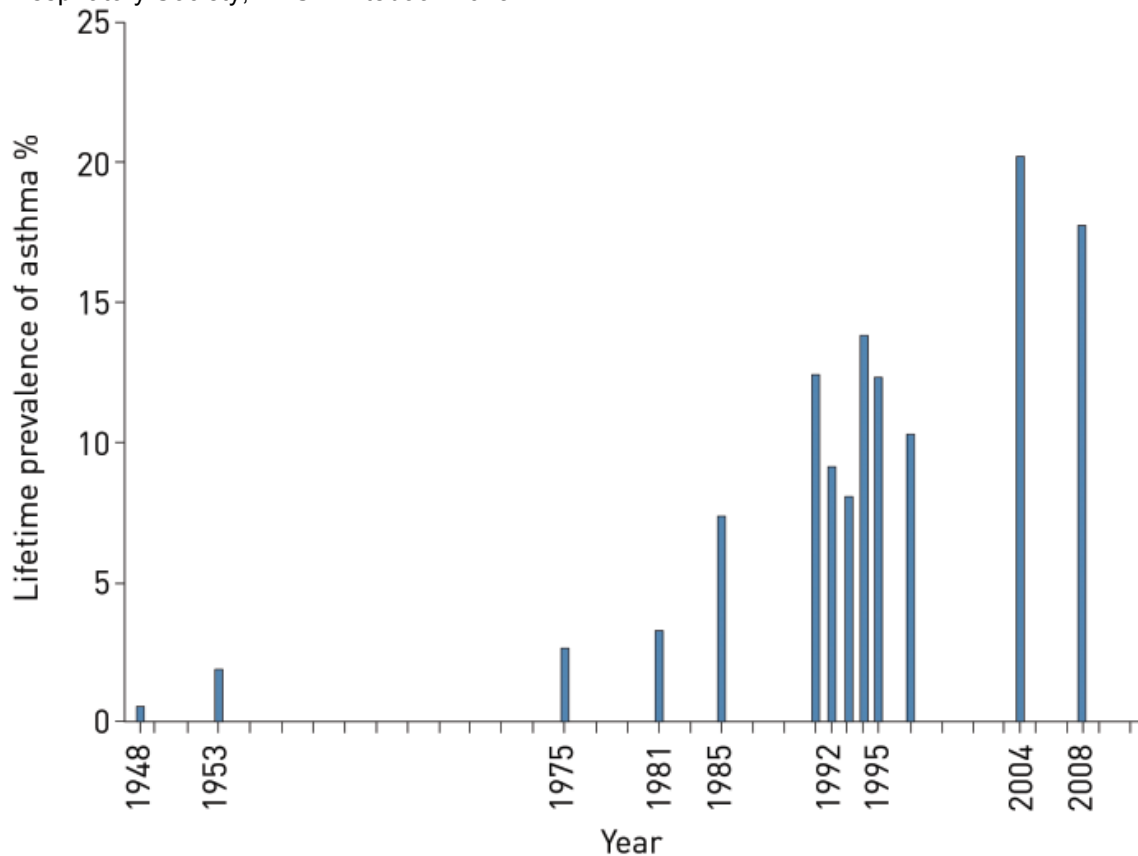
Viktigste sykdommer forbundet med dårlig inneklimate er økt hyppighet av luftveisinfeksjoner og utløsning og forverring av allergi, astma og annen overfølsomhet i luftveiene.

Figur 7. Allergisk snue (rinn, "høysnue), øyekatarr (konjunktivitt) og astma

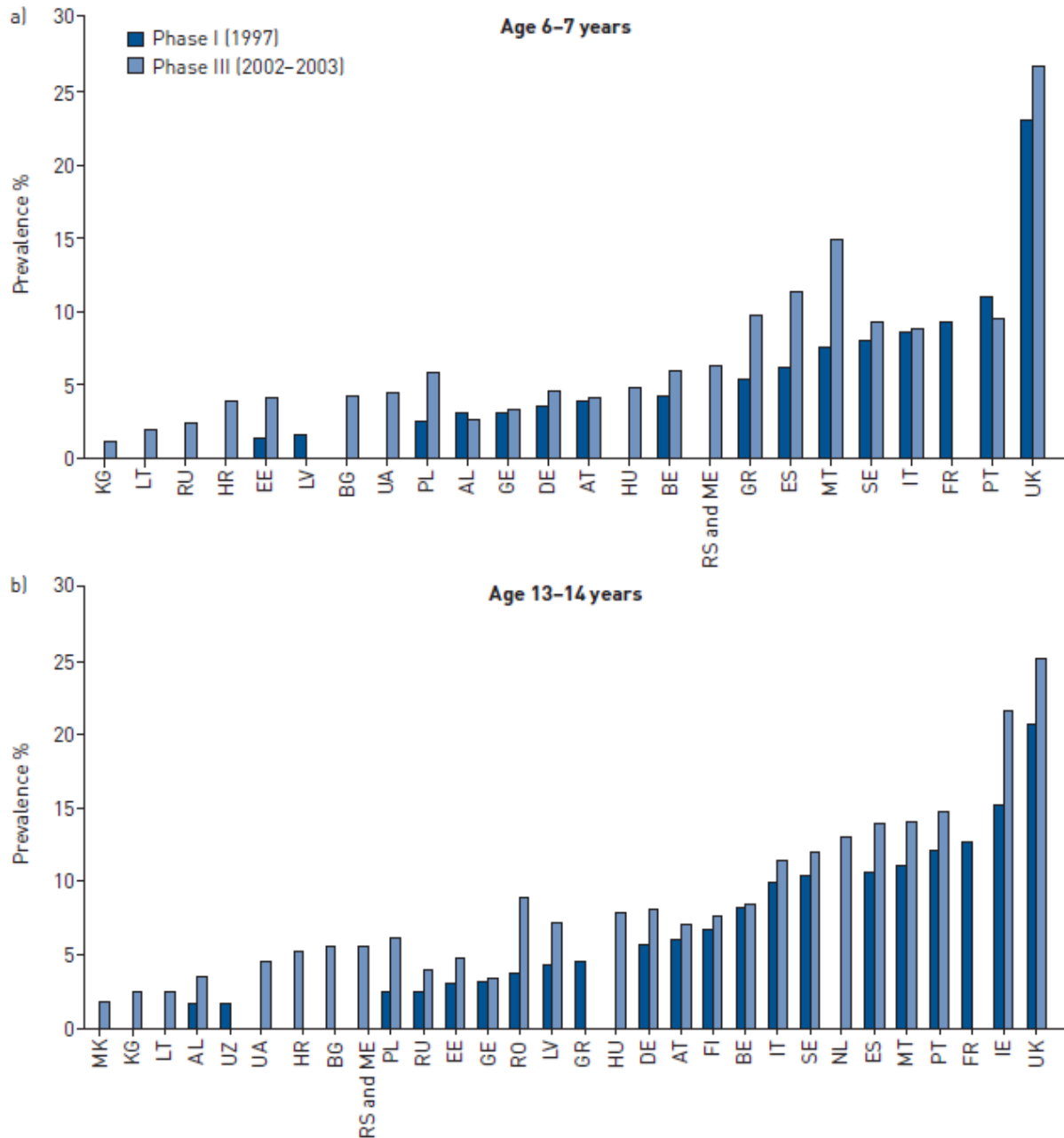


Allergisk og ikke-allergisk rinitt, konjunktivitt og astma har økt særlig blant barn og unge i den norske befolkningen og internasjonalt (Janson et al 2001, Brøgger et al 2003, Lødrup Carlsen et al 2006, Dotterud et al 2007, HOD 2008, De Marco et al 2012, Meltzer et al 2012, Hansen et al 2013, Bertelsen et al 2013, Zhang&Zhang 2014) (se figurer fra ERS-Whitebook 2013). Kumulativ astma 2010 hos 16-åringer i Oslo var 26,4 %, aktiv astma 13,7%, kumulativ rinitt 32,1%, aktiv rinitt 30,9% og 52,6 % hadde allergisk sensibilisering (Hovland et al 2014).

Figur 7. Lifetime prevalence of asthma among Norwegian schoolchildren, 1948-2008. European Respiratory Society, ERS Whitebook 2013



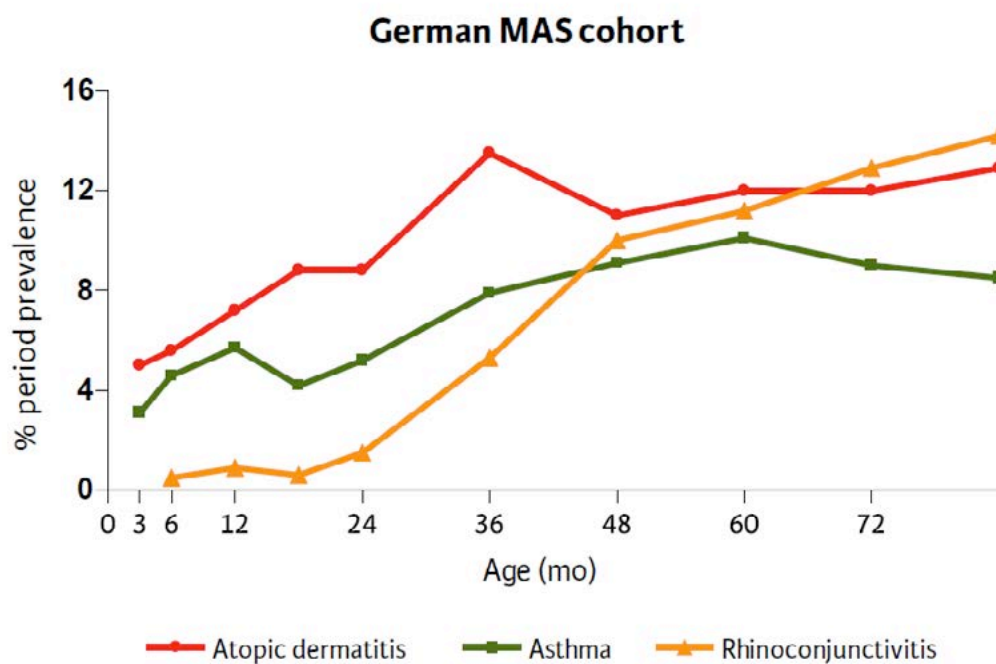
Figur 8 Lifetime prevalence of asthma in a) 6–7-year-old and b) 13–14-year-old children in 1997 and 2002–2003. Source: International Study of Asthma and Allergy in Childhood phases I and III. (ERS-Whitebook 2013)



Forekomsten av Rinokonjunktivitt/Allergisk Rinitt – ”høysnue” har vært anslått til 10-25 % i Norge (Janson et al ECRHS 2001, Bousquet et al 2008, EFA BOOK on Respiratory Allergies 2011), men den var på 25 % hos ti-åringer i barneastmastudien i Oslo (Berthelsen et al 2010). Allergisk rinitt er antatt fordoblet siste 20 år med størst intensitet i skolealder (<http://nhi.no>). Hos barn følger allergisk rinitt gjerne etter atopisk dermatitt og astma hos barn 0-7 år («Den allergiske marsjen») (Wahn & von Mutius 2001). Ikke-allergisk rinitt er også hyppig (Weinmayr et al 2008). Atopisk eksem er dårlig undersøkt, kan ha økt tidligere, men kan nå ha nådd et platå (Deckers et al 2012).

Figur 9. "Den allergiske marsjen hos barn 0-7 år (Wahn & von Mutius 2001)

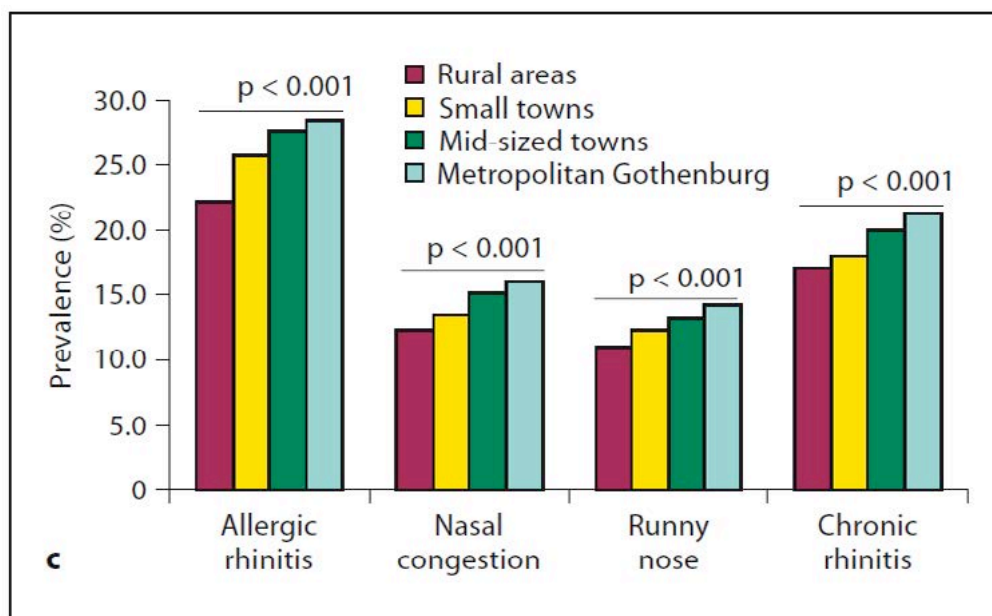
Development of allergic symptoms – Allergic march



Wahn & Mutius. J Allergy Clin Immunol 2001;107:567-74

Utviklingen i Sverige tilsvarer den i Norge (Bra bäck et al 2004, Bjerg et al 2011, Eriksson et al 2011, 2012, Ballardini et al 2012). Økningen er sterkere i urbane miljø sammenlignet med rurale områder (Lindgren et al 2009, Eriksson et al 2011). Summen av atopisk sykdom (har eller har hatt eksem, astma og rinitt) ved 12 års alder var 58 % i Stockholmsområdet (Ballardini et al 2012).

Figur 10. Rhinitt og urbanisering i Sverige. Nesesyntomer hos 18087 innbyggere 16-75 år gamle i Vest-Götaland. Eriksson et al 2011



Av de som hadde astmasymptomer ved 0-2 år i Oslo var det kun 34 % som hadde astma ved 10-16 års alder., men hele gruppen som hadde symptomer ved 0-2 år hadde lavere lungefunksjon enn de som aldri hadde hatt astma (Hovland et al 2013),

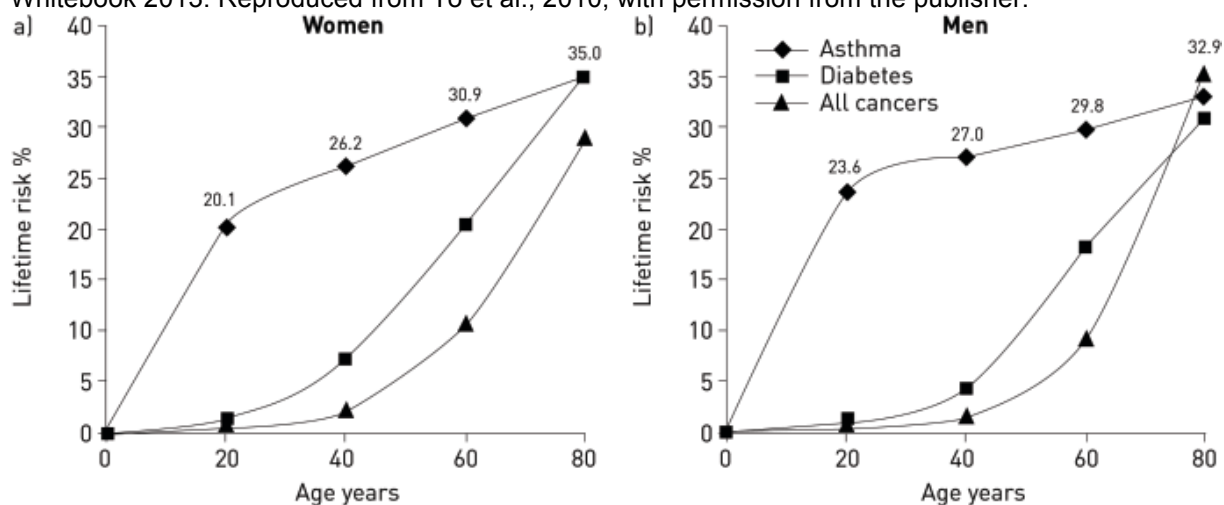
Yrkesrinnitt hos voksne arbeidstakere øker risiko for senere utvikling av astma (Karjalainen et al 2003). Vi kan ofte se en «marsj»: Yrkessnue → yrkesastma → KOLS, særlig hos de som har hatt allergisk eller ikke-allergisk astma eller annen overfølsomhet. Økningen av astma blant unge forplanter seg videre inn i arbeidslivet (Brøgger et al 2003, Sunyer et al 1999). De kommer inn i arbeidslivet med økt sårbarhet for forurensning og dårlig innneklima.

Mange yrkeshygieniske grenseverdier for kjemiske stoffer i arbeidsatmosfæren, bl.a. for formaldehyd og terpen, ligger klart høyere enn det som kan utløse irritasjonseffekter i luftveiene og arbeidsrelatert astma hos sårbare grupper (Hansson1997). Renholdere, sykepleiere og frisører har økt risiko for å bli syk av astma. De langt fleste blir da syk på grunn av **yrkesforverret** asmta. Tidlig astma gir også sterkt økt risiko for KOLS (kronisk obstruktiv luftveissykdom) i voksen alder (Svanes et al 2010, Mørkve et al 2011).

Det finske astmaprogrammet 1994-2004 har vist at utstøtning fra arbeidslivet på grunn av astma kan forebygges med godt miljø og riktig behandling og at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt (Haahtela et al. 2006, Kauppi et al 2012). Fra 2000 til 2010 har antall sykehusdager sunket med 54 %. Pasienter ≥ 65 år, særlig kvinner, utgjorde 39 % av sykehusdagene og må følges sterkere opp for å ytterligere redusere innleggelsene.

Studier fra Ontario, Canada, har gitt grunnlag for estimater som viser at en av tre innbyggere vil utvikle astma i løpet av livet (To et al 2010). Figuren viser livstids risiko (prosent) for å utvikle kronisk sykdom fra fødselen og sammenligner astma (ruter) med diabetes (kvadrater) og alle former for kreft (triangler). Astma starter tidligere og kan gi sykdom og plager gjennom store deler av yrkesaktiv alder.

Figur 11. Lifetime risk of developing chronic diseases from birth in a) women and b) men. From ERS Whitebook 2013. Reproduced from To et al., 2010, with permission from the publisher.





## KOLS-epidemien og astmaepidemien – er det noen sammenheng?

Det kan gå mange år fra skadelig eksponering til KOLS blir diagnostisert (Helsedirektoratet 2012). KOLS utvikler seg snikende og er ofte kommet langt før den oppdages. Røyking er viktigste, men ikke eneste årsak. Det er faktisk ikke sikkert at det positive fall i røyking vil være tilstrekkelig til å redusere KOLS-epidemien. Forekomst av KOLS hos norske voksne har i løpet av åtte år, fra 1997 til 2005, økt fra 7 % til 14 % (Johannessen et al 2005, Buist et al 2007, Waatevik et al 2013). Helsemyndighetene opererer nå med tall for KOLS i Norge på 300-400 000 (Helsedirektoratet 2012, HOD 2013). Det tilsier at reell økning i den voksne delen av befolkningen neppe er mindre enn 50 % etter GOLD-kriteriene (GOLD 2006).

Det vil si at minst

- 300 000 voksne i Norge har KOLS.
- 50-75 % økning siste 10 år.
- 30 000 voksne får KOLS hvert år.
- 2000 dør av KOLS hvert år.
- 6-8 % av de som får KOLS har ikke røkt.
- Én av ti voksne nordmenn har KOLS
- Tre firedeler av de som har KOLS er ikke diagnostisert.

Allerede før disse tallene ble kjent er det estimert at kostnadene til KOLS på helsebudsjettet vil øke i årene fremover (Nielsen et al 2009). Det anslås at 15 - 20 % av KOLS og astma kan tilskrives eksponering i arbeidslivet (Eisner et al 2010). Dette estimatet kan være for lavt, men med utgangspunkt i 15 % blir tallene for norsk arbeidsliv at minst

- 45 000 har yrkesbetinget KOLS
- 4 500 får yrkesbetinget KOLS hvert år.
- 300 dør årlig av yrkesbetinget KOLS

Yrkesforverret astma er opptil flere ganger hyppigere enn yrkesastma og underdiagnostisert (Liss et al 2011, Henneberger et al 2011, Moscato et al 2012). I undervisnings-, syke- og pleiesektorene er yrkesforverret astma særlig forbundet med dårlig inneluft og eksponering for desinfeksjons- og rengjøringsmidler (Leira et al 2006, Fletcher et al 2006, Tarlo et al 2008, Li et al 2008, Cox-Ganser et al 2009, McHugh et al 2010, Eng et al 2010, Henneberger et al 2010, Zock et al 2010, Liss et al 2011, Siracusa et al 2013).

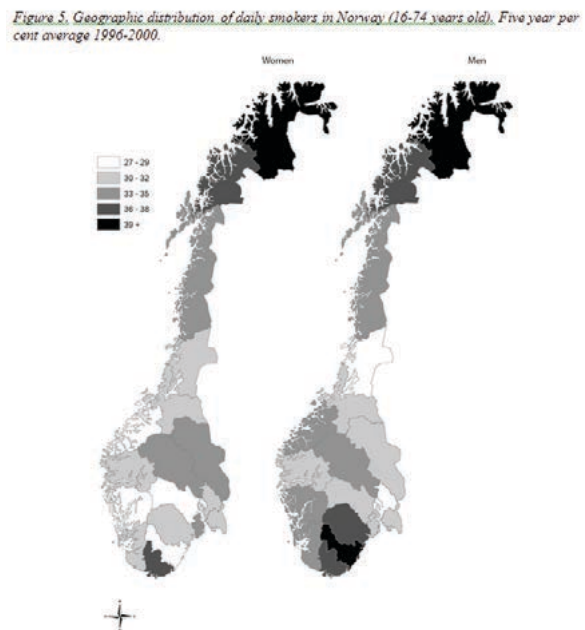
Klinisk erfaring tilsier at ukontrollert astma kan gå over til KOLS. Dette er nå vitenskapelig dokumentert (Gibson & Simpson 2009). Kronisk aktiv astma gir faktisk høyere risiko for utvikling av KOLS enn røyking. Ved ukontrollert astma (fortsatt eksponering og/eller mangelfull behandling) skjer remodelering av luftveiene i retning av KOLS (Lloyd et al 2007, James & Wenzel 2007). Viktigste tiltak er å stoppe skadelig eksponering.

Voksne ikke-røykere som har hatt astma i barndommen har risiko for å utvikle KOLS på nivå med de som røyker 10-20 sigaretter i døgnet (Svanes et al 2010, Shirtcliffe et al 2010, Mørkve et al 2011, de Marco et al 2011). Kombinasjonen av barneastma, hyppige infeksjoner, mors røyking og foreldreastma ga risiko for KOLS i voksen alder på nivå med storrøykere.

Hyppige luftveisinfeksjoner i barndommen var assosiert med økt risiko for astma (OR og kronisk bronkitt hos voksne (Ekici et al 2008). Dessuten var fukt og synlig mugg, teppegulv, kjæledyr og passiv røyking i hjemmet assosiert med hyppig luftveisinfeksjoner i barndommen. Veksthemming og uheldig miljø i svangerskapet og tidlig etter fødselen kan være medvirkende både for barneastma og KOLS og kan forklare mye av sammenhengen mellom disse (Mørkve et al 2011). Miljøforhold har stor betydning gjennom hele livet, men mye av grunnlaget for det videre livsforløpet legges svært tidlig i tråd med «Barkerhypotesen» som senere vist i Norge for astma hos unge og voksne (Barker et al 1991, Svanes et al 1998, 2010, Giesinger et al 2014). Professor Anders Forsdahl så allerede i 1977 sammenheng mellom dårlige levekår tidlig i livet og senere økt dødelighet for hjerte- og karsykdom i Finnmarksundersøkelsen 1974-75 (Forsdahl 1977). Nye kunnskaper om epigenetiske mekanismer og astma tilsier dessuten at økt astmarisiko kan overføres i opptil to generasjoner etter at miljøforholdene er normalisert (Bégin & Nadeau 2014). Det tilsier enda større vekt på tiltak mot skadelige miljøforhold.

Forskerne Thomas Halvorsen og Pål Martinussen ved SINTEF og NTNU har gjennomført en geografisk populasjonsstudie av 62882 personer med KOLS i 2009 ved å koble data fra Statistisk Sentralbyrå, Norsk pasientregister og Reseptregisteret (Halvorsen & Martinussen 2014, Dragland 2014). Det er klare avvik mellom geografisk fordeling av røyking og KOLS. I kommuner med landbruk og fiskeri er det færre med KOLS, slik som på Vestlandet og ytre fjordstrøk. Det er koblet til frisk luft og primærnæringene der folk oppholder seg mye ute. I indre Østland er det mer urbanisert befolkning med mer KOLS enn forventet ut fra røykingen.

Figur 12. Kartene til venstre viser hvordan KOLS-tilfellene fordeler seg i Norge. Aldersjusterte rate r fra 2009. Lyse områder har få pasienter, mørke områder har mange. Kartene til høyre viser hvordan røykere i Norge fordelte seg i årene 1996-2000. Henholdsvis kvinner til venstre, menn til høyre (Dragland 2014)





## Miljørettede helsefremmende og forebyggende tiltak. «Biodiversitetshypotesen» - et Paradigmeskifte? Det finske Allergiprogrammet 2008-2018

Det ambisiøse finske Allergiprogrammet 2008-2018 satser på å redusere allergi i befolkningen (Bakke 2013, von Hertzen et al 2009, 2011, Haahtela et al 2008, 2012, 2013, 2014, Hanski et al 2012, Omland et al 2011, Pelkonen et al 2012). Det skal oppnås ved å øke toleranse og endre holdningene i retning av å fremme helse i stedet for å medikalisere vanlige og milde allergisymptomer. Vi må la kroppen få mulighet til å utvikle naturlig toleranse tidlig (Matheson et al 2011, Maslova et al 2012). Hele befolkningen, også de med astma og allergi bør styrke immunapparatet gjennom økt kontakt med naturen.

Det er gode holdepunkter for at dette virker. Nøkkelbudskapene er

- Styrke helse, - ikke allergi
- Styrke toleranse
- Skape nye holdninger til allergi: Unngå allergener kun dersom det er absolutt nødvendig.
- Diagnostisere og behandle alvorlige allergier tidlig.
- Forbedre luftkvalitet. Stopp røyking.

Strategien baseres i stor grad på «biodiversitetshypotesen». Raskt synkende biodiversitet kan være medvirkende til den økende forekomsten av allergi og andre kroniske inflammatoriske sykdommer i urbane miljø.

### Primary prevention

- Support breastfeeding. Solid foods from 4-6 mo.
- Do not avoid environmental exposure unnecessarily (e.g. foods, pets).
- **Strengthen immunity by increasing connection to natural environments.**
- Strengthen immunity by regular physical exercise.
- Strengthen immunity by healthy diet (e.g. traditional Mediterranean or Baltic type).
- Use antibiotics with care. Majority of microbes are useful and support health.
- Probiotic bacteria in fermented food or other preparations may strengthen immunity.
- Do not smoke.

### Secondary and tertiary prevention

- Regular physical exercise is anti-inflammatory.
- Healthy diet is anti-inflammatory (Mediterranean or Baltic type of diet improves asthma control).
- Fermented food or other preparations, including probiotic bacteria, are anti-inflammatory.
- Allergen specific immunotherapy:
  - allergens as is (foods)
  - sublingual tablets or drops (e.g. timothy, birch pollen, mites?)
  - subcutaneous injections
- **Hit early and hit hard respiratory/skin inflammation with anti-inflammatory medication. Find maintenance treatment for long-term control.**
- Do not smoke.

Tabell fra Haahtela 2012. Praktiske råd til helsepersonell for hvordan pasientene kan hjelpes til å bygge opp og utvikle immuntoleranse og forebygge og behandle inflammasjon i luftveiene.

Økningen av kroniske ikke-smittsomme sykdommer (noncommunicable diseases, NCD) truer global helse (Prescott 2013). Kronisk lavgradig inflammasjon er en fellesnevner som indikerer en sentral rolle for immunsystemet. Astma og allergi kan være en viktig sykdomsgruppe som kan bane veien for nye strategier for å styrke immunapparatet (Haahtela et al 2013).

Forskningen på «det humane mikrobiomet» er muliggjort av moderne PCR-teknikk (Polymerase chain reaction, Polymerase-kjedereaksjon) som kan kartlegge biologisk liv i en detaljeringsgrad som tidligere var ukjent. Det humane mikrobiomet omfatter mikroflora i nese/bihuler, munnhule, hud, mage/ tarm og urogenitalt (Beck et al 2012, Knights et al 2013, Marsland et al 2013). Resultatene kan gi oss nye innsikter, inkludert mulige mekanismer og årsaksforhold ved lavgradige, inne-infeksiøse inflammatoriske sykdommer, (Gollwitzer et al 2013). Også andre hypoteser enn manglende biodiversitet som årsak til svikt i mikrobiomene konkurrerer (Martinez 2014).

Uansett reises en rekke nye interessante og viktige spørsmål om hvordan vi kan og bør bruke ny kunnskap både i behandling, forebyggende og helsefremmende individ-, gruppe- og miljørettede tiltak. Vi bør lære av de finske resultatene og implementere de deler av strategiene som virker. Vi må bygge kunnskap, kompetanse og forskning som gjør det mulig for oss å finne de beste og mest effektive tiltakene også i et norsk langsiktig astma- og allergiprogram.

### Referanser

Ali Z, Ulrik CS. Obesity and asthma: A coincidence or a causal relationship? A systematic review. *Respir Med.* 2013 May 1. pii: S0954-6111(13)00129-7.

Almås AJ 2013. Climate adaptation and mitigation in the building sector: towards a sustainable built environment. Doctoral thesis, Department of Civil and Transport Engineering, Faculty of Engineering Science and Technology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, NTNU, 2013.

Baker M, Das D, Venugopal K, et al. Tuberculosis associated with household crowding in a developed country. *J Epidemiol Community Health* 2008;62:715e21.

Baker MG, Howden-Chapman P. Time to invest in better housing for New Zealand children. *N Z Med J.* 2012 Dec 14;125(1367):6-10.

Baker MG, Barnard LT, Kvalsvig A, Verrall A, Zhang J, Keall M, Wilson N, Wall T, Howden-Chapman P. Increasing incidence of serious infectious diseases and inequalities in New Zealand: a national epidemiological study. *Lancet* 2012; 379: 1112–19

Bakke JV. «Biodiversitetshypotesen» – et paradigmeskifte?». 2013: <http://www.helsebiblioteket.no/samfunnsmedisin-og-folkehelse/inneklimate/artikler/biodiversitetshypotesen-et-paradigmeskifte>

Ballardini N(1), Kull I, Lind T, Hallner E, Almquist C, Ostblom E, Melén E, Pershagen G, Lilja G, Bergström A, Wickman M. Development and comorbidity of eczema, asthma and rhinitis to age 12: data from the BAMSE birth cohort. *Allergy* 2012; 67: 537-44.

Bambra C, Gibson M, Sowden A, Wright K, Whitehead M, Petticrew M. (2010). Tackling the wider social determinants of health and health inequalities: evidence from systematic reviews. *Journal of Epidemiology and Community Health* 2010; 64: 284-291.

Barker DJP, Godfrey KM, Fall C, Osmond C, Winter PD, Shaheen SO. Relation of birth weight and childhood respiratory infection to adult lung function and death from chronic obstructive airways disease. *BMJ* 1991; 303: 671-5

Becher R. Anbefalte faglige normer for inneklime. Folkehelseinstituttet 2013: <http://www.fhi.no/dokumenter/84a644e987.pdf>

Beck JM, Young VB, Huffnagle GB. The microbiome of the lung. *Translational Research* 2012; 160; 4: 259-66.

Bégin P, Nadeau KC. Epigenetic regulation of asthma and allergic disease. *Allergy Asthma Clin Immunol.* 2014;10: 27. doi: 10.1186/1710-1492-10-27.

Bendiks & Kopp. The relationship between advances in understanding the microbiome and the maturing hygiene hypothesis. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2013; 13: 487-94.

Bertelsen RJ, Carlsen KC, Carlsen KH. Rhinitis in children: co-morbidities and phenotypes. *Pediatr Allergy Immunol.* 2010; 21: 612-22.

Billionnet C, Gay E, Kirchner S, Leynaert B, Annesi-Maesano I. Quantitative assessments of indoor air pollution and respiratory health in a population-based sample of French dwellings. *Environ Res* 2011; 111: 425-434.

Billionnet C, Gay E, Kirchner S, Leynaert B, Annesi-Maesano I. Quantitative assessments of indoor air pollution and respiratory health in a population-based sample of French dwellings. *Environ Res* 2011; 111: 425-434.

Bjerg A, Ekerljung L, Middelveld R, Dahlén SE, Forsberg B, Franklin K, Larsson K, Lötvall J, Olafsdóttir IS, Torén K, Lundbäck B, Janson C. Increased prevalence of symptoms of rhinitis but not of asthma between 1990 and 2008 in Swedish adults: comparisons of the ECRHS and GA<sup>2</sup>LEN surveys. *PLoS One.* 2011 Feb 17;6(2):e16082.

Blakely T, Baker MG, Howden-Chapman P. Does housing policy influence health? *J Epidemiol Community Health.* 2011 Jul;65(7):598-9. Epub 2011 May 4.

Bornehag CG, Nanberg E. Phthalate exposure and asthma in children. *International Journal of Andrology* 2010; 33: 333-345.

Bousquet PJ, Leynaert B, Neukirch F, Sunyer J, Janson CM, Anto J, et al. Geographical distribution of atopic rhinitis in the European Community Respiratory Health Survey I. *Allergy* 2008;63:1301-9.

Braubach M, Ferrand A. Energy efficiency, housing, equity and health. *Int J Public Health*. 2013 Jun;58(3):331-2.

Braubach M. Benefits of environmental inequality assessments for action. *J Epidemiol Community Health*. 2013 Aug 1;67(8):625-8.

Breyse J, Dixon S, Gregory J, Philby M, Jacobs DE, Krieger J. Effect of weatherization combined with community health worker in-home education on asthma control. *Am J Public Health*. 2014 Jan;104(1):e57-64

Brøgger J, Bakke P, Eide GE, Johansen B, Andersen A, Gulsvik A. Long-term changes in adult asthma prevalence. *Eur Respir J* 2003; 21: 468-472.

Bråbäck L, Hjern A, Rasmussen F. Trends in asthma, allergic rhinitis and eczema among Swedish conscripts from farming and non-farming environments. A nationwide study over three decades. *Clin Exp Allergy*. 2004 Jan;34(1):38-43.

Buist AS, McBurnie MA, Vollmer WM, Gillespie S, Burney P, Mannino DM, Menezes AM, Sullivan SD, Lee TA, Weiss KB, Jensen RL, Marks GB, Gulsvik A, Nizankowska-Mogilnicka E; BOLD Collaborative Research Group. International variation in the prevalence of COPD (the BOLD Study): a population-based prevalence study. *Lancet*. 2007; 370: 741-50.

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

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

Chadwicks E 1842. Report on the Sanitary Conditions of the Labouring Population of Great Britain. (<http://www.deltaomega.org/ChadwickClassic.pdf>, se også <http://www.victorianweb.org/history/chadwick2.html>, se og <http://www.victorianweb.org/history/chad1.html> ). Nyere trykket utgave: Chadwick E. Report on the sanitary condition of the labouring population of Great Britain. (Flinn MW, ed). Edinburgh: Edinburgh University Press, 1965. Se også: Calman K. The 1848 Public Health Act and its relevance to improving public health in England now. *BMJ* 1998; 317: 596-98.

Choi H, Schmidbauer N, Sundell J, Hasselgren M, Spengler J, et al. (2010) Common Household Chemicals and the Allergy Risks in Pre-School Age Children. *PLoS ONE* 5(10): e13423. doi:10.1371/journal.pone.0013423

Colosia AD, Masaquel A, Hall CB, Barrett AM, Mahadevia PJ, Yogev R. Residential crowding and severe respiratory syncytial virus disease among infants and young children: a systematic literature review. *BMC Infect Dis*. 2012 Apr 20;12:95.

Cox-Ganser et al. Asthma and respiratory symptoms in hospital workers related to dampness and biological contaminants. *Indoor Air*. 2009; 19: 280-90.

Deckers IA, McLean S, Linssen S, Mommers M, van Schayck CP, Sheikh A. Investigating international time trends in the incidence and prevalence of atopic eczema 1990-2010: a systematic review of epidemiological studies. *PLoS One*. 2012;7(7):e39803.

De Marco R, Accordini S, Marcon A, et al (ECRHS). Risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in a European cohort of young adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011; 183: 891-7.

De Marco R, Cappa V, Accordini S, Rava M, Antonicelli L, et al. Trends in the prevalence of asthma and allergic rhinitis in Italy between 1991 and 2010. *Eur Respir J* 2012; 39: 883-892.

Diderichsen, F., Andersen, F. & C. Manuel (2011). Ulighed i sundhed- årsager og indsatser. København: Sundhedsstyrelsen. København Universitet.  
[http://sundhedsstyrelsen.dk/publ/Publ2011/SURA/Ulighed\\_i\\_sundhed/UlighedSundhedAarsagerIndsatser.pdf](http://sundhedsstyrelsen.dk/publ/Publ2011/SURA/Ulighed_i_sundhed/UlighedSundhedAarsagerIndsatser.pdf)

Dodson RE, Nishioka M, Standley LJ, Perovich LJ, Brody JG, Rudel RA. Endocrine disruptors and asthma-associated chemicals in consumer products. *Environ Health Perspect*. 2012 Jul;120(7):935-43..

Dotterud LK, Smith-Sivertsen T. Allergic contact sensitization in the general adult population: a population-based study from Northern Norway. *Contact Dermatitis*. 2007 Jan;56(1):10-5

Dragland Å. Flest KOLS-pasienter i sør og øst. *Gemini og Aftenposten* 300414. Gemini: 2014, nr 4:

[http://gemini.no/2014/04/flest-kols-pasienter-i-sor-og-ost/?utm\\_source=RSS+Nyhetsbrev&utm\\_campaign=35dcc67a5d-RSS\\_EMAIL\\_CAMPAIGN&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_de4d883975-35dcc67a5d-73507197](http://gemini.no/2014/04/flest-kols-pasienter-i-sor-og-ost/?utm_source=RSS+Nyhetsbrev&utm_campaign=35dcc67a5d-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_de4d883975-35dcc67a5d-73507197)

Klikk i kartet og se hvordan forholdene er i din egen kommune:

<http://www.aftenposten.no/fakta/innsikt/Flest-KOLS-pasienter-i-sor-og-ost-7545161.html>

Du Toit G, Katz Y, Sasieni P, Mesher D, Maleki SJ, Fisher HR et al. Early consumption of peanuts in infancy is associated with a low prevalence of peanut allergy. *J Allergy Clin Immunol*, 2008; 122: 984–991

Ekici M, Ekici A, Akin A, Altinkaya V, Bulcun E. Chronic airway diseases in adult life and childhood infections. *Respiration*. 2008; 75: 55-9.

Eisner et al; Committee on Nonsmoking COPD, Environmental and Occupational Health Assembly. An official American Thoracic Society public policy statement: Novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010; 182: 693-718.

Eng A, Mannetje A, Douwes J, Cheng S, McLean D, Ellison-Loschmann L, Pearce N. The New Zealand workforce survey II: occupational risk factors for asthma. *Ann Occup Hyg.* 2010; 54: 154-64.

Eriksson J, Ekerljung L, Pullerits T, Holmberg K, Rönmark E, Lötvall J, Lundbäck B. Prevalence of chronic nasal symptoms in West Sweden: risk factors and relation to self-reported allergic rhinitis and lower respiratory symptoms. *Int Arch Allergy Immunol.* 2011;154(2):155-63.

Eriksson J, Ekerljung L, Rönmark E, Dahlén B, Ahlstedt S, Dahlén SE, Lundbäck B. Update of prevalence of self-reported allergic rhinitis and chronic nasal symptoms among adults in Sweden. *Clin Respir J.* 2012 Jul;6(3):159-68.

European Respiratory Society (ERS) 2013. The European Lung White Book  
<http://www.erswhitebook.org>

EFA Book on Respiratory Allergies. Raise Awareness, Relieve the Burden. Edited by Erkkka Valovirta. European Federation of Allergy and Airways Diseases Patients Associations. <http://www.efanet.org/wp-content/documents/EFABookonRespiratoryAllergiesFINAL.pdf>

Fletcher AM, London MA, Gelberg KH, Grey AJ. Characteristics of patients with work-related asthma seen in the New York State Occupational Health Clinics. *J Occup Environ Med.* 2006 ;48 :1203-11.

Folkehelseinstituttet 1998 og 2013 (v/ Rune Becher). Anbefalte faglige normer for innelima. 1998:  
<http://www.fhi.no/dokumenter/249C03CEC6614E87862368DA175E7A31.pdf>.  
2013: <http://www.fhi.no/dokumenter/84a644e987.pdf>

Forsdahl A. Are Poor Living Conditions in Childhood and Adolescence an Important Risk Factor for Arteriosclerotic Heart Disease? *British Journal of Preventive and Social Medicine,* 1977; 31: 91-95.

Fox AT, Sasieni P, du Toit G, Syed H, Lack G. Household peanut consumption as a risk factor for the development of peanut allergy. *J Allergy Clin Immunol* 2009; 123:. 417–423.

Garrett MH, Hooper MA, Hooper BM, Rayment PR, Abramson MJ. Increased risk of allergy in children due to formaldehyde exposure in homes. *Allergy* 1999; 54: 330-337.

Gibson M, Petticrew M, Bambra C, Sowden AJ, Wright KE, Whitehead M. Housing and health inequalities: a synthesis of systematic reviews of interventions aimed at different pathways linking housing and health. *Health Place.* 2011 ;17:175-84.

Gibson PG, Simpson JL. The overlap syndrome of asthma and COPD: what are its features and how important is it? *Thorax* 2009; 64: 728-735.

Giesinger I, Goldblatt P, Howden-Chapman P, Marmot M, Kuh D, Brunner E. Association of socioeconomic position with smoking and mortality: the contribution of early life circumstances in the 1946 birth cohort. *J Epidemiol Community Health*. 2014; 68:275-9.

GOLD 2006 (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease 2006. [http://www.who.int/respiratory/copd/GOLD\\_WR\\_06.pdf](http://www.who.int/respiratory/copd/GOLD_WR_06.pdf)

Gollwitzer ES, Marsland BJ. Microbiota abnormalities in inflammatory airway diseases - Potential for therapy. *Pharmacol Ther*. 2013 Aug 19. pii: S0163-7258(13)00170-8.

Grønningsæter AB, Nielsen RA. Bolig, helse og sosial ulikhet. Helsedirektoratet IS-1857. Oslo 2011. <http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/bolig-helse-og-sosial-ulikhet/Publikasjoner/bolig-helse-og-sosial-ulikhet.pdf>

Haahtela T, Tuomisto LE, Pietinalho A, Klaukka T, Erhola M, Kaila M, Nieminen MM, Kontula E, Laitinen LA. A 10 year asthma programme in Finland: major change for the better. *Thorax* 2006; 61: 663–670.

Haahtela T, von Hertzen L, Hannuksela M, the Allergy Programme Working Group. Finnish Allergy Programme 2008–2018 – time to act and change the course. *Allergy* 2008; 63: 634–645.

Haahtela T, Valovirta E, Kauppi P, Tommila E, Saarinen K, von Hertzen L, Mäkelä MJ; The Finnish Allergy Programme Group. The Finnish Allergy Programme 2008-2018 - scientific rationale and practical implementation. *Asia Pac Allergy* 2012; 2: 275-279.

Haahtela T, Holgate S, Pawankar R, Akdis CA, Benjaponpitak S, Caraballo L, Demain J, Portnoy J, von Hertzen L; WAO Special Committee on Climate Change and Biodiversity. The biodiversity hypothesis and allergic disease: world allergy organization position statement. *World Allergy Organ J*. 2013 Jan 31;6(1):3.

Haahtela T. What is needed for allergic children? *Pediatr Allergy Immunol*. 2014; 25: 21-24.

Hales S, Blakely T, Foster RH, Baker MG, Howden-Chapman P. Seasonal patterns of mortality in relation to social factors. *J Epidemiol Community Health*. 2012; 66: 379-84.

Halvorsen T, Martinussen PE. The geography of chronic obstructive pulmonary disease: A population-based study of Norway. *Soc Sci Med*. 2014; 111C: 25-34.

Hansen TE, Evjenth B, Holt J. Increasing prevalence of asthma, allergic rhinoconjunctivitis and eczema among schoolchildren: three surveys during the period 1985-2008. *Acta Paediatr* 2013; 102: 47-52

Hanski I, von Hertzen L, Fyhrquist N, Koskinen K, Torppa K, Laatikainen T,



Karisola P, Auvinen P, Paulin L, Mäkelä MJ, Vartiainen E, Kosunen TU, Alenius H, Haahtela T. Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. *Proc Natl Acad Sci USA* 2012; 109:8334-9.

Hansson SO (1997) Critical effects and exposure limits. *Risk Anal* 17 (2):227-236.

Helsedirektoratet 2012. Kols. Nasjonal faglig retningslinje og veileder for forebygging, diagnostisering og oppfølging av personer med KOLD. Hdir IS 2029. <http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/nasjonal-faglig-retningslinje-og-veileder-for-forebygging-diagnostisering-og-oppfolging-av-personer-med-kols/Documents/IS-2029Revidert.pdf>

Henneberger PK, Mirabelli MC, Kogevinas et al . The occupational contribution to severe exacerbation of asthma. *Eur Respir J* 2010; 36: 743-750.

Henneberger PK, Redlich CA, Callahan DB, Harber P, Lemièrè C, Martin J, Tarlo SM, Vandenplas O, Torén K; ATS Ad Hoc Committee on Work-Exacerbated Asthma. An official american thoracic society statement: work-exacerbated asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011; 184: 368-78.

Hernandez D, Bird S (2010) Energy burden and the need for integrated low-income housing and energy policy. *Poverty Pub Policy* 2:5–25

HOD 2008. Nasjonal strategi for forebygging og behandling av astma- og allergisykdommer 2008-2012. <http://www.regjeringen.no/upload/HOD/Dokumenter%20FHA/astmastrategi.pdf>

HOD 2013. NCD-strategi 2013 – 2017. For forebygging, diagnostisering, behandling og rehabilitering av fire ikke-smittsomme folkesykdommer; hjerte- og karsykdommer, diabetes, kols og kreft. [http://www.regjeringen.no/pages/38449517/ncd\\_strategi\\_060913.pdf](http://www.regjeringen.no/pages/38449517/ncd_strategi_060913.pdf)

Holst A. Mere om kjelderboliger og et punkt i kjelderparagrafen af udkastet til landsbygningsslov. *Tidsskr Nor Lægefören* 1894; 14: 81-6

Hovland V, Riiser A, Mowinckel P, Carlsen KH, Lødrup Carlsen KC. The significance of early recurrent wheeze for asthma outcomes in late childhood. *Eur Respir J* 2013; 41: 838-45.

Hovland V, Riiser A, Mowinckel P, Carlsen KH, Carlsen KC. Asthma with allergic comorbidities in adolescence is associated with bronchial responsiveness and airways inflammation. *Pediatr Allergy Immunol*. 2014; 25: 351-9.

Howden-Chapman P, Crane J, Chapman R, Fougere G. Improving health and energy efficiency through community-based housing interventions. *Int J Public Health*. 2011 Dec;56(6):583-8.

Howden-Chapman P, Chapman R. Health co-benefits from housing-related policies. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2012; 4: 414-19.



Howden-Chapman P. We should cap the health budget and spend more money on housing and food. *Journal of Primary Health Care*. 2012; 4: 337-9.

Jaakkola JJ, Oie L, Nafstad P, Botten G, Samuelsen SO, et al. (1999) Interior surface materials in the home and the development of bronchial obstruction in young children in Oslo, Norway. *Am J Public Health* 89: 188-192.

Jaakkola JJ, Parise H, Kislitsin V, Lebedeva NI, Spengler JD. Asthma, wheezing, and allergies in Russian schoolchildren in relation to new surface materials in the home. *Am J Public Health* 2004; 94: 560-562.

Jackson S, Mathews KH, Pulanic D, Falconer R, Rudan I, Campbell H, Nair H. Risk factors for severe acute lower respiratory infections in children: a systematic review and meta-analysis. *Croat Med J*. 2013 Apr;54(2):110-21.

James AL, Wenzel S. Clinical relevance of airway remodelling in airway diseases. *Eur Respir J* 2007; 30: 134-155.

Janson C, Anto J, Burney P, Chinn S, de Marco R, Heinrich J, Jarvis D, Kuenzli N, Leynaert B, Luczynska C, Neukirch F, Svanes C, Sunyer J, Wjst M; European Community Respiratory Health Survey II. The European Community Respiratory Health Survey: what are the main results so far? *European Community Respiratory Health Survey II*. *Eur Respir J* 2001; 18: 598-611.

Johannessen A, Omenaas ER, Bakke PS, Gulsvik A. Implications of reversibility testing on prevalence and risk factors for chronic obstructive pulmonary disease: a community study. *Thorax*. 2005; 60: 842-7.

Kauppi P, Linna M, Martikainen J, Mäkelä MJ, Haahtela T. Follow-up of the Finnish Asthma Programme 2000-2010: reduction of hospital burden needs risk group rethinking. *Thorax* 2013; 68: 292-3

Keall M, Baker MG, Howden-Chapman P, Cunningham M, Ormandy D. Assessing housing quality and its impact on health, safety and sustainability. *J Epidemiol Community Health*. 2010; 64: 765-71.

Knights D, Lassen KG, Xavier RJ. Advances in inflammatory bowel disease pathogenesis: linking host genetics and the microbiome. *Gut*. 2013; 62:1505-10.

Krieger J, Takaro TK, Allen C, Song L, Weaver M, Chai S, Dickey P (2002) The Seattle-King County Healthy Homes Project: implementation of a comprehensive approach to improving indoor environmental quality for low-income children with asthma. *Environ Health Persp* 110:311–322

Lack G. Update on risk factors for food allergy. *J Allergy Clin Immunol*. 2012; 129: 1187-97.

Larsen Ø, Nylenna M, Smith A. Sundhedsloven 150 år. Lov og forarbejder med innledning av Øivind Larsen. *Michael Quarterly* 2010; 7: Supplement 8. Det norske medisinske Selskab, Oslo 2010.

Lawrence RJ (2005) Housing and health: a way forward. *Built Environ* 31:315–325

Lee T, Jordan NN, Sanchez JL, Gaydos JC. Selected nonvaccine interventions to prevent infectious acute respiratory disease. *Am J Prev Med*. 2005; 28: 305-16.

Leira HL, Berg JA, Bratt U, Slåstad S. Mye arbeidsrelatert sykdom blant astmatikere. *Tidsskr Nor Legeforen* 2006; 126: 2367-9.

Li X, Sundquist J, Sundquist K. Socioeconomic and occupational groups and risk of asthma in Sweden. *Occup Med (Lond)*. 2008; 58:161-8.

Liestøl K, Tretli, S Tverdal, Aa Mæhlen J. Hvem fikk tuberkulose – og var de generelt skrøpelige? I: Ragnhild Bore (red). På liv og død. Helsestatistikk i 150 år. Statistiske analyser 94. SSB 2007. Side 120-134. <http://www.ssb.no/helse/artikler-og-publikasjoner/paa-liv-og-dod>

Lindgren A, Strohm E, Nihlén U, Montnémery P, Axmon A, et al. Traffic exposure associated with allergic asthma and allergic rhinitis in adults. A cross-sectional study in southern Sweden. *Int J Health Geogr* 2009; 8: 25.

Lisø KR 2006. PhD-avhandling: Building envelope performance assessments in harsh climates: Methods for geographically dependent design Doctoral Theses at NTNU, 185. Thesis for the degree of philosophiae doctor Trondheim, November 2006. Norwegian University of Science and Technology Faculty of Engineering Science and Technology. Department of Civil and Transport Engineering. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:121756/FULLTEXT01.pdf>

Liss GM, Buyantseva L, Luce CE, Ribeiro M, Manno M, Tarlo SM. Work-related asthma in health care in Ontario. *Am J Ind Med* 2011; 54: 278-84.

Lloyd CM Robinson DS. Allergen-induced airway remodelling. *Eur Respir J* 2007; 29: 1020–1032.

Lødrup-Carlson KC, Håland G, Devulapalli CS, Munthe-Kaas M, Pettersen M, Granum B, Løvik M, Carlsson KH.. Asthma in every fifth child in Oslo, Norway: a 10-year follow up of a birth cohort study. *Allergy* 2006; 61: 454-60.

Marsland BJ, Yadava K, Nicod LP. The airway microbiome and disease. *Chest* 2013; 144: 632-7.

Martin WJ 2nd, Glass RI, Araj H, Balbus J, Collins FS, Curtis S, Diette GB, Elwood WN, Falk H, Hibberd PL, Keown SE, Mehta S, Patrick E, Rosenbaum J, Sapkota A, Tolunay HE, Bruce NG Household air pollution in low- and middle-income countries: health risks and research priorities. *PLoS Med*. 2013 Jun;10(6):e1001455.

Martinez FD. The human microbiome. Early life determinant of health outcomes. *Ann Am Thorac Soc*. 2014; 11; Suppl 1:S7-12.

Maslova E, Granström C, Hansen S, Petersen SB, Strøm M, Willett WC, Olsen SF. Peanut and tree nut consumption during pregnancy and allergic disease in children-should mothers decrease their intake? Longitudinal evidence from the

Danish National Birth Cohort. *J Allergy Clin Immunol.* 2012 Sep;130(3):724-32.

Matheson MC, Dharmage SC, Abramson MJ, Walters EH, Sunyer J, de Marco R, Leynaert B, Heinrich J, Jarvis D, Norbäck D, Raheison C, Wjst M, Svanes C. Early-life risk factors and incidence of rhinitis: results from the European Community Respiratory Health Study--an international population-based cohort study. *J Allergy Clin Immunol.* 2011 Oct;128(4):816-823.e5.

Meltzer EO, Blaiss MS, Naclerio RM, Stoloff SW, Derebery MJ, et al. (2012) Burden of allergic rhinitis: allergies in America, Latin America, and Asia-Pacific adult surveys. *Allergy Asthma Proc* 33: S113-141.

McHugh Symanski E, Pompeii LA, Delclos GL. Prevalence of asthma by industry and occupation in the U.S. working population. *Am J Ind Med* 2010; 53: 463-75

McKeown T. *The role of medicine dream, mirage or nemesis?* 2nd Ed. Oxford: Oxford University Press for the Nuffield Provincial Hospitals, 1979.

Moreira A, Bonini M, Garcia-Larsen V, Bonini S, Del Giacco SR, Agache I, Fonseca J, Papadopoulos NG, Carlsen KH, Delgado L, Haahtela T. Weight loss interventions in asthma: EAACI evidence-based clinical practice guideline (part I). *Allergy* 2013; 68: 425-39.

Moscato G, Pala G, Barnig C, De Blay F, Del Giacco SR, Folletti I et al. EAACI consensus statement for investigation of workrelated asthma in non-specialized centres. *Allergy* 2012; 67: 491–501.

Moseng OG. *Ansvar for undersåttenes helse 1603-1850. Det offentlige helsevesen i Norge 1603-2003. Vol 1.* Universitetsforlaget, Oslo 2003.

Mørkve T, Aanerud M, Skulstad SM, Svanes C, Barneastma og Kols. *Allergi i Praksis* nr. 2: 2011: 18 - 22.

Nicol FJ. Adaptive comfort. *Building Research & Information* 2011; 39: 105-107

Nielsen GD, Larsen ST, Olsen O, Løvik M, Poulsen LK, Glue C, Wolkoff P. Do indoor chemicals promote development of airway allergy? *Indoor Air.*2007; 17: 236-55.

Nielsen R, Johannessen A, Benediksdottir B, Gislason T, Buist AS, Gulsvik A, Sullivan SD, Lee TA. Present and future costs of COPD in Iceland and Norway: results from the BOLD study. *Eur Respir J.* 2009; 34: 850-857.

Omland Ø, Hjort C, Pedersen OF, Miller MR, Sigsgaard T. New-onset asthma and the effect of environment and occupation among farming and nonfarming rural subjects. *J Allergy Clin Immunol.* 2011; 128: 761-5.

Pelkonen AS, Kuitunen M, Dunder T, Reijonen T, Valovirta E, Mäkelä MJ; Finnish Allergy Programme. Allergy in children: practical recommendations of the Finnish Allergy Programme 2008-2018 for prevention, diagnosis, and treatment. *Pediatr Allergy Immunol.* 2012;23 : 103-16

Pettenkofer M 1858. Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. Literarisch-Artistische Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, Munich 1858.  
<http://luftdicht.de/geschichte/pettenkofer1858.pdf>

Prescott SL. Early-life environmental determinants of allergic diseases and the wider pandemic of inflammatory noncommunicable diseases. *J Allergy Clin Immunol.* 2013; 131: 23-30

Reitzig M, Mohr S, Heinzow B, Knoppel H. (1998) VOC emissions after building renovations: Traditional and less common indoor air contaminants, potential sources, and reported health complaints. *Indoor Air* 8: 91-102.

Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. *Bull World Health Organ* 2008; 86: 408-16.

Rydin Y, Bleahu A, Davies M, et al. Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. *Lancet* 2012; 379: 2079-108.

Sahlberg B, Wieslander G, Norbäck D. Sick building syndrome in relation to domestic exposure in Sweden--a cohort study from 1991 to 2001. *Scand J Public Health.* 2010 May;38(3):232-8. Epub 2009 Oct 22.

Sahlberg B, Norbäck D, Wieslander G, Gislason T, Janson C. Onset of mucosal, dermal, and general symptoms in relation to biomarkers and exposures in the dwelling: a cohort study from 1992 to 2002. *Indoor Air.* 2012 Aug;22(4):331-8.

Sauni R, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Sep 7;9:CD007897

Sauni R, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma (Review). *Evid Based Child Health.* 2013 May;8(3):944-1000.

Shaw M (2004). Housing and public health. *Annual Review of Public Health,* 25: 397-418.

Shirtcliffe P, Marsh S, Travers J, Weatherall M, Beasley R. Childhood asthma and GOLD-defined chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J.* 2012; 42: 83-8.

Shu H, Jönsson BA, Larsson M, Nånberg E, Bornehag CG. PVC flooring at home and development of asthma among young children in Sweden, a 10-year follow-up. *Indoor Air.* 2014; 24: 227-35.

Siracusa A, De Blay F, Folletti I, Moscato G, Olivieri M, Quirce S, Raulf-Heimsoth M, Sastre J, Tarlo SM, Walusiak-Skorupa J, Zock JP. Asthma and exposure to cleaning products - a European Academy of Allergy and Clinical Immunology task force consensus statement. 2013; 68: 1532-45.

Smith KR, Frumkin H, Balakrishnan K, Butler CD, Chafe ZA, Fairlie I, Kinney P, Kjellstrom T, Mauzerall DL, McKone TE, McMichael AJ, Schneider M. Energy and human health. *Annu Rev Public Health* 2013; 34: 159-88.

Somerville M, Basham M, Foy C, Ballinger G, Gay T, Barton AG, Torbay Healthy Housing Group (2002) From local concern to randomized trial: the Watcombe Housing Project. *Health Expect* 5:127–135

SSB 2013. Boforhold, levekårsundersøkelsen 2012. Publisert: 5. februar 2013. <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/bo>

Stenius-Aarniala B, Poussa T, Kvarnstrom J, Gronlund EL, Ylikahri M, Mustajoki P. Immediate and long term effects of weight reduction in obese people with asthma: randomised controlled study. *BMJ* 2000; 320: 827–832.

Strøm 1778. Kort Underviisning over de paa Landet, i Bergens Stift i Norge, meest grasserende Sygdomme og derimod tienende Hielpe-Midler. Bergen 1778. <http://home.online.no/~fndbred/hstrom1.htm>

Sunyer J, Anto JM, Tobias A, Burney P, for the European Community Respiratory Health Study (ECRHS). Generational increase of self-reported first attack of asthma in fifteen industrialized countries. *Eur Respir J* 1999; 14: 885-891.

Svanes C, Omenaas E, Heuch JM et al. Birth characteristics and asthma symptoms in young adults: results from a population-based cohort study in Norway. *Eur Respir J* 1998; 12: 1366–70

Svanes C, Sunyer J, Plana E, et al. Early life origins of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2010; 65: 14-20.

Tarlo SM, Balmes J, Balkissoon R, et al. Diagnosis and Management of Work-Related Asthma: American College of Chest Physicians Consensus Statement. *Chest* 2008; 134; 1S-41S

Thomson H, Petticrew M, Morrison D (2001) Health effects of housing improvement: systematic review of intervention studies. *Br Med J* 323:187–190

Thomson H, Petticrew M Douglas M. Health impact assessment of housing improvements: incorporating research evidence. *J Epidemiol Community Health* 2003;57;11-16.

Thomson H, Thomas S, Sellstrom E, Petticrew M. The Health Impacts of Housing Improvement: A Systematic Review of Intervention Studies From 1887 to 2007. *AJPH* 2009;99:S681-S692

Thomson H, Thomas S, Sellstrom E, Petticrew M. Housing improvements for health and associated socio-economic outcomes. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Feb 28;2:CD008657.

To T, Wang C, Guan J, McLimont S, Gershon AS. What is the lifetime risk of physiandiagnosed asthma in Ontario, Canada? *Am J Respir Crit Care Med*. 2010 Feb 15;181(4):337-43.

Trenholme A, Vogel A, Lennon D, et al. Household characteristics of children under 2 years admitted with lower respiratory tract infection in Counties Manukau, South Auckland. *N Z Med J*. 2012;125(1367).

Trevillian LF, Ponsonby AL, Dwyer T, Kemp A, Cochrane J, et al. (2005) Infant sleeping environment and asthma at 7 years: a prospective cohort study. *Am J Public Health* 95: 2238-2245.

Turley R, Saith R, Bhan N, Rehfuss E, Carter B. Slum upgrading strategies involving physical environment and infrastructure interventions and their effects on health and socio-economic outcomes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Jan 31;1:CD010067. doi: 10.1002/14651858.CD010067.pub2.

Turnock BJ. What is public health? What it is and how it works. In: Turnock BJ. *Public Health: What It Is and How It Works*, Third Edition 2004. ISBN-13: 9780763732158, ISBN-10: 076373215X Jones and Bartlett Publishers, Boston, Toronto, London, Singapore 2004 [http://www.precaution.org/lib/06/ph\\_chapter\\_turnock.pdf](http://www.precaution.org/lib/06/ph_chapter_turnock.pdf) and <http://www.jbpub.com/catalog/076373215X/>.

US-CDC. Achievements in public health 1900-1999. *Morbidity and mortality weekly report (MMWR)* July 30, 1999. United States Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR* 1999; 48: 621-629.

van Marken Lichtenbelt WD, Vanhomerig JW, Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink GJ, Bouvy ND, Schrauwen P, Teule GJ. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med*. 2009 Apr 9;360(15):1500-8.

van Marken Lichtenbelt WD, Schrauwen P. Implications of nonshivering thermogenesis for energy balance regulation in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2011 Aug;301(2):R285-96.

Viggers H, Howden-Chapman P, Ingham T, Chapman R, Pene G, Davies C, Currie A, Pierse N, Wilson H, Zhang J, Baker M, Crane J. Warm homes for older people: aims and methods of a randomised community-based trial for people with COPD. *BMC Public Health* 2013; 26; 13: 176.

von Hertzen LC, Savolainen J, Hannuksela M, et al. Scientific rationale for the Finnish Allergy Programme 2008-2018: emphasis on prevention and endorsing tolerance. *Allergy* 2009; 64: 678-701

von Hertzen L, Hanski I, Haahtela T. Natural immunity. Biodiversity loss and inflammatory diseases are two global megatrends that might be related. *EMBO Rep*. 2011 28; 12(11):1089-93.

Wahn U, von Mutius E. Childhood risk factors for atopy and the importance of early intervention. *J Allergy Clin Immunol*. 2001; 107: 567-74.

Weinmayr G, Forastiere F, Weiland SK et al. International variation in prevalence of rhinitis and its relationship with sensitization to perennial and seasonal allergens. *Eur Respir J* 2008; 32: 1250–1261

WHO 2009 B. Closing the gap in a generation. Health equity through action on the social determinants of health.

[http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241563703\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241563703_eng.pdf)

WHO 2011. Health in the green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector: [http://www.who.int/hia/green\\_economy/en/index.html](http://www.who.int/hia/green_economy/en/index.html)

WHO Regional Office for Europe (2012) Environmental health inequalities in Europe. Assessment report. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/157969/e96194.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/157969/e96194.pdf) (se side 38)

Wijers SL, Saris WH, van Marken Lichtenbelt WD. Recent advances in adaptive thermogenesis: potential implications for the treatment of obesity. *Obes Rev*. 2009; 10: 218-26.

Waatevik M, Skorge TD, Omenaas E, Bakke PS, Gulsvik A, Johannessen A. Increased prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in a general population. *Respir Med*. 2013; 107: 1037-45.

Zhang Y, Zhang L. Review. Prevalence of allergic rhinitis in China. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2014; 6: 105-113.

Zock JP, Vizcaya D, Le Moual N. Update on asthma and cleaners. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2010;10:114–20.

## Fukt i bygninger – hva koster det?

### Sammendrag

For å gi et kvantitativt estimat for assosiasjon mellom fukt i bygninger og helseeffekter er åtte reviews/metastudier vurdert. Intervensjonsstudier er spesielt verdifulle fordi de kan gi informasjon om forebyggende potensialer, men er få og av sterkt varierende kvalitet. Hodepine og trøtthet assosiert med fukt og mugg er tema i mange enkeltstudier, men ikke behandlet systematisk i internasjonal litteratur. En norsk litteraturgjennomgang foreligger (Aas et al 2003). Det er lite data fra Norge og om tilstanden i norsk bygningsmasse. Fukt i bygninger øker risiko for luftveisinfeksjoner, sykkelighet for astma, bronkitt, kronisk bronkitt og irritasjon i luftveiene med ca 50 % (OR = 1,5) i den halvparten (ca 50%) av boligmassen som anslås å ha fuktproblemer i Norge. Det tilsvarer et forebyggende potensial ca 20 % av disse sykdommene dersom fuktproblemer unngås. I tillegg kommer effektene av fuktskader i skoler, barnehager, syke- og pleieinstitusjoner og andre yrkesbygg. Studiene som gir grunnlag for å estimere effekter på hodepine og trøtthet indikerer også forebyggende potensial mot nedsatt konsentrasjonsevne og produktivitet. Det gis ulike kvantitative indikatorer for å estimere samfunnskostnader av fuktskader. Selv om kostnadene av økt sykkelighet og nedsatt helse er store er det økonomiske tap av nedsatt læring og produktivitet betydelig høyere.

### Risiko ved fukt og muggproblemer i bygninger - bakgrunn

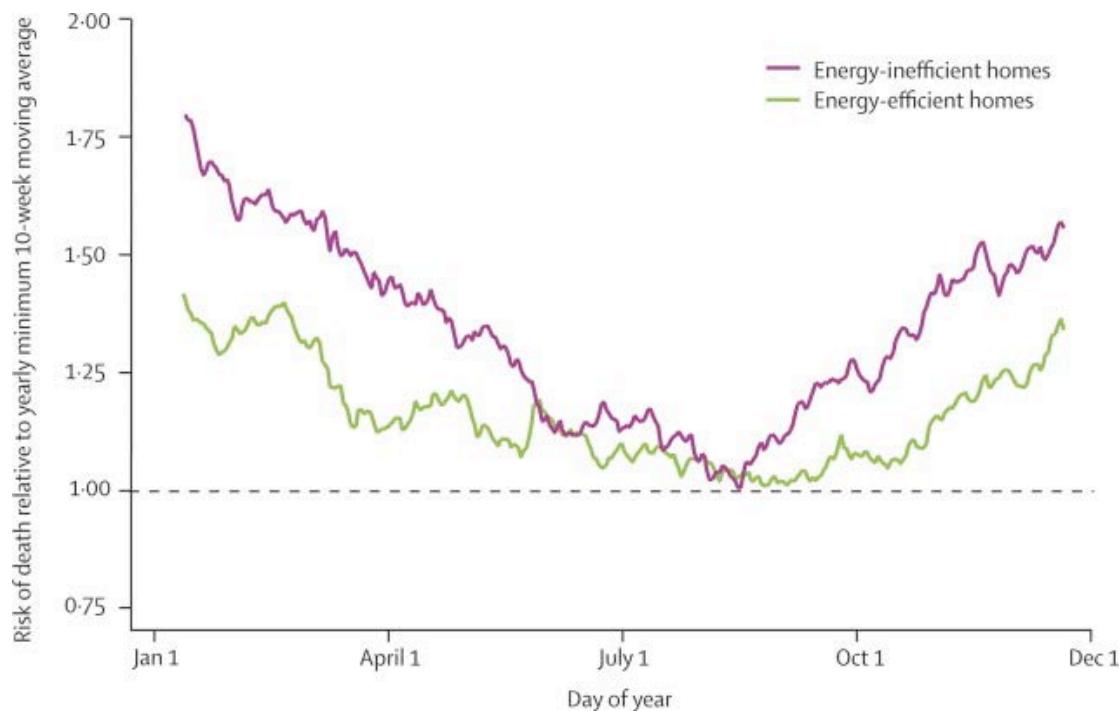
Fukt og fuktskader i bygninger

- Har vært kjent som risikofaktor for helse i mer en 3000 år. I Tredje Mosebok omhandles problemer knyttet til fukt og mugg i bygninger og på klær og hvordan de skal saneres (Tredje Mosebok, kap 14, vers 33-48 og kapittel 13, vers 47-59)
- Har vært vitenskapelig erkjent som risikofaktor siden opplysningstiden og ble regulert i den norske Sunnhetsloven av 1860.
- Kan ikke forklare økningen av allergi og astma i befolkningen. Fukt og andre kjente årsaker i bygninger til utvikling og forverring av astma var hyppigere før.
- Fukt er assosiert med økt risiko og forverring av mange ulike helseeffekter i luftveiene (Antova et al 2008, Mendell et al 2011, Norbäck et al 2011). Det omfatter økt hyppighet av vanlige luftveisinfeksjoner, irritative luftveislidelser og KOLS og mer sykkelighet av allergisk og ikke-allergisk astma,
- Fukt er sikker årsak til forverring av astma, men det er også sterk evidens for at fuktrelaterte agens er årsak til primær utvikling av astma (Mendell et al 2011, Kerckmar 2006).
- Fuktskader i bygninger skal utbedres (NIOSH 2012)

I Norge har omtrent 75 % av skadene ved bygg etter overtakelse sammenheng med fuktighet, for eksempel lekkasjer, råteskader, korrosjon, kjemisk nedbrytning eller frostskafer (SINTEF-Byggforsk/ BE 2009). Kostnadene til utbedring er anslått til 5–6 milliarder kroner per år. Fuktproblemer og fuktskader er sammen med røyking viktigste årsak til inneklimateproblemer.

Figur 1. Årstidsvariabel dødelighet UK. Høyest dødelighet om vinteren, verst i dårlige bygninger med mangelfull isolasjon, sviktende fuktsperre og dårlig oppvarming. (Wilkinson et al 2007).





Dårlige hus er viktig årsak til økt dødelighet og sykkelighet om vinteren i Vest-Europa (Wilkinson et al 2004, 2007 a, b, Healy 2003, WHO 2007, WHO LARES 2007, Keall et al 2010). Storbritannia har en overdødelighet på vinteren på 30 000 - 60 000 mennesker, vesentlig av lunge, hjerte- og karsykdom (Clinch & Healy 2000) (Figur 1 og Tabell 1). Godt isolerte boliger som gir varme og beskytter mot kondens er et godt helsetiltak. Sammenlignet med Norge hadde Irland betydelig overdødelighet om vinteren for hjerte, kar og luftveissykdom. Selv om vinteren er kaldere i Tromsø enn i Dublin, var innetemperaturen hos eldre betydelig lavere i Dublin og sank som forventet med utetemperaturen på grunn av dårligere isolerte og oppvarmede boliger (Bøkenes et al 2009). Økt dødelighet er også assosiert med fattigdom, sosial ulikhet og deprivasjon (Herandez og Bird 2010, Grønningsæter og Nielsen).

En studie av 14 Europeiske land viser at kaldt uteklima har betydning for økt vinterdødelighet, men boligstandard og inn klima er avgjørende (Healy 2003, Tabell 1). Viktige årsaker er boligfukt, kondens og lav temperatur kombinert med dårlige boliger, utilstrekkelig isolasjon, dårlige varmesystemer og dårlig råd til oppvarming. I Europa har Portugal høyest overdødelighet, mens Sverige og Finland har lavest. Godt isolerte og tørre boliger av høy kvalitet synes å være effektive forebyggende tiltak (Wilkinson et al 2004, Howden- Chapman et al 2007). Årsakssammenhengene er kompliserte, WHO konkluderer at (WHO LARES 2007)

- Dårlige boliger kan være en av de mulige mekanismene for at fattigdom påvirker helse og velbefinnende i en populasjon, særlig for sårbare og marginaliserte grupper
- Uavhengig av fattigdom og sosioøkonomiske forhold, og derfor gyldig for alle befolkningsgrupper, finnes forhold i boliger med direkte og indirekte effekt på helse. De er hovedsakelig relatert til mangelfull konstruksjon og vedlikehold av boligen, men også bruk av boligen.

Tabell 1. Dødelighet er assosiert med lav temperatur ute. Den synker med økt energieffektivitet, isolasjon og dobbeltvindu. Dårligere bygnings-standard i Syd- og Vest-Europa er avgjørende. Norge kommer ganske godt ut. Fra Healy 2003. Table 5. Coefficient of seasonal variation in mortality and domestic thermal efficiency in EU-13

	CSVM	Cavity wall insulation (% houses)	Roof insulation (% houses)	Floor insulation (% houses)	Double glazing (% houses)
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

### Kan slike forhold bidra til ulikhet i helse og levealder i Oslo?

Det er vist opp til 12 år forskjell mellom ulike bydeler (Næss et al. 2004, 2005, 2007) Utdanning, yrke og boligforhold var like sterke prediktorer for mortalitet mens husholdningsinntekt var svakere assosiert (Næss et al 2005). Sanitære forhold (har eller ikke har WC og bad og antall rom per person i boligen) og økonomisk deprivasjon i barndommen var begge uavhengig assosiert med "all-cause mortality" (Næss et al 2007). Dårlige sanitære forhold kan også være assosiert med fukt, mugg og dårlige varmesystemer.

Bygårder 1860-1940 har stor risiko for fukt- og mugg ved endring/ modernisering med innvendig isolasjon (BE 2005, 2009. Sintef 2004). Bygningsmessige forhold og inn klima er ikke undersøkt. Det er av interesse å undersøke om slike forhold kan ha betydning for helse, sykkelighet og dødelighet i risikoutsatt bybebyggelse.

Fuktproblemer er særlig påregnelig i eldre rehabilitert og etterisolert murbebyggelse (BE 2005):

"Eldre murvegger fungerer som regel teknisk godt uten inngrep. Ved etterisolering og tetting kan faren for fuktskader øke. Sjøttet som dannes mellom murveggen og det innvendige rupanelet er viktig for utlufting av murveggen. Ved etterisolering og tetting vil faren for kondens øke. Derfor anbefales det ut fra rent tekniske forhold å etterisolere på utsiden. Dette vil imidlertid i mange tilfeller være uakseptabelt ut fra ønsket om å bevare arkitektoniske og kulturhistoriske verdier. Det kan imidlertid være aktuelt på gavler og arkitektonisk ubearbejdede bakgårdsfasader".

## Risiko ved fukt og muggproblemer i bygninger

Ni reviews/metastudier er vurdert (Bornehag et al 2001, 2004, IOM 2004, Fisk et al 2007, 2010, Braubach 2011, Mendell et al 2011, Sauni et al 2011, 2013 (Cochrane studie), Quansah et al 2012). Ytterligere tre reviews er vurdert, en er ikke relevant (Fitzpatrick-Lewis 2011), to studier bringer ikke ny informasjon av betydning (Tischer et al 2011 a og b). Fukt og fuktskader i bygninger er assosiert med økt risiko og forverring av mange ulike helseeffekter i luftveiene (Antova et al 2008, Mendell et al 2011, Norbäck et al 2011, Park et al 2012, Jaakkola et al 2013). Symptomene og sykdommene omfatter wheeze ("pipende pust"), astma, bronkitt, kroniske obstruktiv lungesykdom (KOLS), øvre luftveissykdom (rinosinustitt) som i større grad går videre til astma nattlig hoste, morgenhoste, overfølsomhet mot inhalerte allergener, hørsnue og "vekket av wheezing".

Tabell 2. Fra Mendell et al 2011, kvantitative estimater fra tre metaanalyser

Summary estimates from three meta-analyses on residential D/M and health (Fisk et al 2007, 2010, Antova et al 2008).

Outcome	Subject Groups	OR (95% CI)		
		Fisk et al. 2007	Fisk et al. 2010	Antova et al. 2008 <sup>b</sup>
Upper respiratory tract symptoms	All	1.70 (1.44–2.00)		
Cough	All	1.67 (1.49–1.86)		
	Adults	1.52 (1.18–1.96)		1.30 (1.22–1.39)
	Children	1.75 (1.56–1.96)		1.50 (1.31–1.73)
Wheeze	All	1.50 (1.38–1.64)		
	Adults	1.39 (1.04–1.85)		1.43 (1.36–1.49)
	Children	1.53 (1.39–1.68)		1.49 (1.28–1.74)
Current asthma	All	1.56 (1.30–1.86)		
	Ever-diagnosed asthma	All	1.37 (1.23–1.53)	
Asthma development	All	1.34 (0.86–2.10)		
	Bronchitis	All	1.45 (1.32–1.59)	
Children				
Respiratory infections	All	1.44 (1.31–1.59)		
	Adults	1.49 (1.14–1.95)		
	Children	1.48 (1.33–1.65)		
Respiratory infections <sup>g</sup>	All	1.50 (1.32–1.70)		
Sensitivity to inhaled antigens	Children	1.33 (1.23–1.44)		
Hay fever	Children	1.35 (1.18–1.53)		

<sup>a</sup>Based on all eligible published studies at the time, ranging from 4 to 22 studies for each outcome; all risk factors of visible mold, visible water damage, mold odor, and various combinations of these were included together. <sup>b</sup>Based on a total of 12 studies in 12 countries, including over 57,000 children: 10 studies of any visible mold, 1 study of any visible mold in last 12 months, and 1 study of any visible mold in child's bedroom. <sup>c</sup>Nocturnal dry cough. <sup>d</sup>Morning cough. <sup>e</sup>Wheeze in the last 12 months. <sup>f</sup>Woken by wheeze. <sup>g</sup>Including lower respiratory infections, tonsillitis, sinusitis, otitis, and pharyngitis, but excluding nonspecific upper respiratory infections.

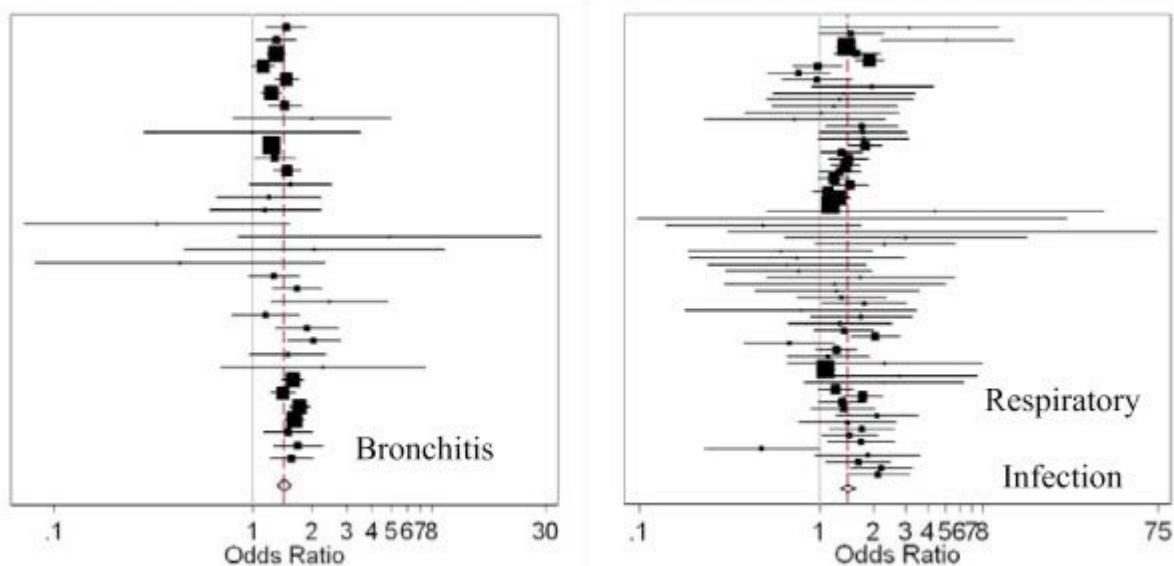
Mendell et al 2011 inkluderte originale arbeider som tilfredsstillende spesifiserte krav til kvalitet og er publisert i peer-reviewed tidsskrift frem til november 2009 og oppdaterer de tidligere studiene. De kvantitative resultatene baseres på tre metastudier (Fisk et al 2007, 2010 og Antova et al 2008). Konklusjon:

”Synlig fukt eller mugg var konsistent assosiert med flere allergi- og luftveiseffekter. Målte mikrobiologiske agens i støvet viste holdepunkter for assosiasjon, både positive og negative for noen agens. Forebygging og utbedring av innendørs fukt og mugg gir med overveiende sannsynlighet bedre helse, men gjeldende evidens støtter ikke bruk av mikrobiologi i inneluft som markør for å sette i verk utbedringstiltak av hensyn til helse”.

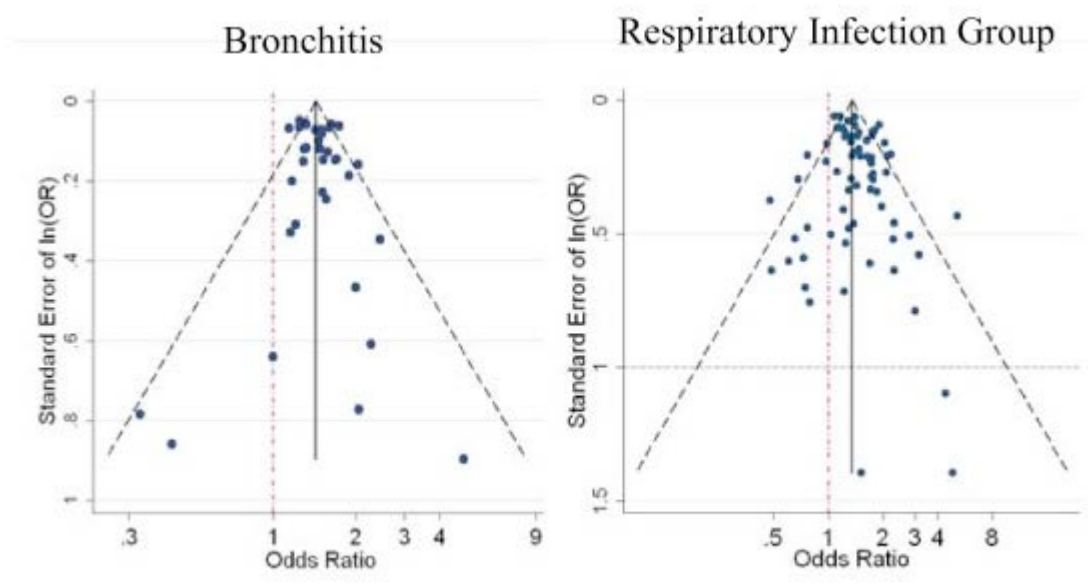
Fukt er sikker årsak til forverring av astma, men det er også evidens for at fuktrelaterte agens er årsak til primær utvikling av astma (Mendell et al 2011). Dette baseres på Kerckmar et al 2006. Omfattende fjerning av fuktkilder og synlig mugg forårsaket dramatiske reduksjoner i astmaanfall. Besøk på akuttmottak 6-12 måneder etter behandlingen var 90 % færre i de utbedrede boligene sammenlignet med kontrollene ( $p = 0,003$ ). Denne studien gjør ikke-kausale forklaringer på funnene lite sannsynlig i følge (Mendell et al 2011). Dette kan likevel neppe anses som tilstrekkelig til å konkludere sikkert med kausal sammenheng

Kvantitative assosiasjoner er basert på Mendell et al 2011 (Tabell 2). Fisk et al 2010 bygger på 23 inkluderte studier med eksponering for fukt/mugg med luftveisinfeksjoner og bronkitt som utfall. Forrest plots viser resultatene for bronkitt og luftveisinfeksjoner (Figur 2). Funnel plot blir brukt for å avdekke mulig publikasjonsbias som kan skyldes at kun ”positive funn” publiseres (Figur 3). Her er det ikke tegn til publikasjonsbias.

Figur 2. Odds ratio og konfidensintervaller fra inkluderte studier (Fisk et al 2010).



Figur 3. Funnel plots for gruppene bronkitt og luftveisinfeksjoner. Den horisontale linjen i plottet for luftveisinfeksjoner indikerer linjen (Standard Error = 1) hvor alle punktene under ble ekskludert i en sekundær analyse fordi de kan være resultat av publikasjonsbias som kan skyldes at kun "positive funn" publiseres (Fisk et al 2010).



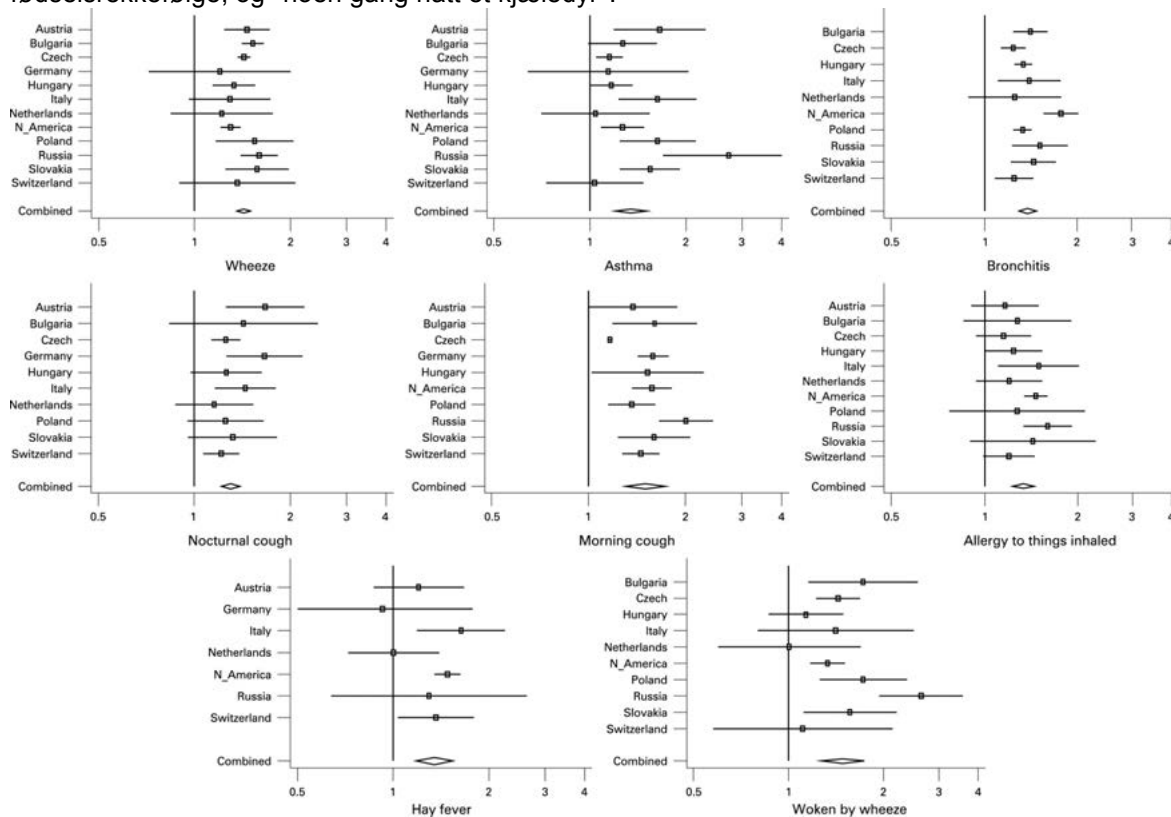
Antova et al rapporterer 12 studier av barns luftveishelse assosiert med synlig mugg i boligen i Nord-Amerika, Russland og ti land i Vest- og Øst-Europa der til sammen 58 000 barn inngikk. (Figur 4). Symptomene omfatter wheeze ("pipende pust"), astma, bronkitt, nattlig hoste, morgenhoste, overfølsomhet mot inhalerte allergener, høysnue og "vekket av wheezing". Utfallene viser OR på 1.3 til 1.5. At kronisk bronkitt er et relevant utfall støttes også av Norbäck et al 2011.

Tabell 3 viser de estimater som ble lagt til grunn i helseøkonomiske analyser som konkluderte at 21 % (CI 12-29 %) av astma i USA kan tilskrives eksponering for fukt og mugg i boliger (Fisk et al 2007). I 2004 svarte det til en årskostnad på \$3,5 millioner (Mudarri & Fisk 2007). Den var begrenset til astma og boliger. I tillegg kommer kostnader av annen sykkelighet og eksponering fra andre miljøforhold (skoler, yrkesbygg, institusjoner).

Tabell 3.

Summary health risks for dampness and mold in US houses (Fisk et al 2007)		
Outcome	No. studies	Odds ratio (95% CI)
Upper respiratory tract symptoms	13	1.70 (1.44–2.00)
Cough	18	1.67 (1.49–1.86)
Wheeze	22	1.50 (1.38–1.64)
Current asthma	10	1.56 (1.30–1.86)
Ever diagnosed asthma	8	1.37 (1.23–1.53)
Asthma development	4	1.34 (0.86–2.10)

Figur 4 (Antova et al 2008) viser Forrest plots av justerte OR for ulike luftveissymptomer enkeltvis og samlet ved synlig mugg i boligen i 12 land. Symptomene omfatter wheeze ("pipende pust"), astma, bronkitt, nattlig hoste, morgenhoste, overfølsomhet mot inhalerte allergener, høysneue og "vekket av wheezing". Det ble justert for alder, kjønn, foreldrenes utdanning, nasjonalitet, trangbodhet, gass til matlaging, unventilert gass- eller parafinovn, post-og prenatal eksponering for tobakksrøyk, fødselsrekkefølge, og" noen gang hatt et kjæledyr".



Det finske astmaprogrammet 1994-2004 viste at store forebyggende potensialene for astma lå i å forbedre situasjonen for de som allerede har astma (Haahtela et al.2006, 2012, Kauppi et al 2012). Det fokuserte hovedsakelig på medisinske og individrettede tiltak, men det ble også gitt omfattende informasjon og råd til pasientene om miljøforhold inkludert byggfukt.

Basert på resultatene fra metaanalysene kan det konkluderes at byggrelatert fuktighet og mugg er assosiert med 30-75 % (OR: 1.30-1.75) økning i en rekke luftveis- og astmarelaterte helseutfall (Mendell 2011).

### Intervensjonsstudier

Cochrane studien var avgrenset til å vurdere effekt av intervensjoner for å forebygge eller redusere luftveissymptomer, infeksjoner og astma (Sauni et al 2011, 2013). Med et utgangspunkt på totalt 6135 referanser var det kun åtte studier med 6538 deltakere som tilfredsstilte kravene til inklusjon (Burr et al 2007, Howden-Chapman 2007, Kerckmar 2006, Shortt 2007 og Åhman 2000). Også de var av sterkt varierende kvalitet.



Tabell 4 (Thomson et al 2009, tabell 1) oppvarming og energieffektivitet

Measures of Standardized Effect (Intervention Group Compared With Control Group) Following Housing Improvement Interventions.

Warmth and energy efficiency improvements (after 1985)

Outcome Category	Study (Year)	Study Grade	Specific Outcome	Intervention Group OR (95% CI)
General health	Howden-Chapman et al. (2008)	A	Poor or fair self-reported health	0.480*** (0.310, 0.740)
	Howden-Chapman et al. (2007)	A	Poor or fair self-reported health	0.589† (0.467, 0.743)
Respiratory health	Howden-Chapman et al. (2008)	A	Sleep disturbed by wheeze	0.550*** (0.350, 0.850)
			Speech disturbed by wheezing	0.690 (0.400, 1.180)
	Howden-Chapman et al. (2007)	A	Dry cough at night	0.520** (0.320, 0.830)
			Wheeze during exercise	0.670 (0.420, 1.060)
			Morning phlegm	0.640† (0.523, 0.784)
			Wheezing in past 3 mo	0.570† (0.467, 0.696)
			Cold or flu	0.545† (0.430, 0.691)
			Sleep disturbed by wheeze	0.570† (0.400, 0.812)
	Barton et al. (2007)	A	Speech disturbed by wheezing	0.514** (0.310, 0.852)
			Asthma	0.946 (0.598, 1.496) <u>d</u>
			Bronchitis	1.007 (0.477, 2.127) <u>d</u>
	Platt et al (2007)	A	Other respiratory symptoms	1.010 (0.560, 1.820) <u>d</u>
			First diagnosis nasal allergy	1.520** (1.050, 2.200)
	Shortt et al. (2007)	<u>Bb</u>	Asthma <sup>c</sup>	0.568 (0.099, 3.254) <u>d</u>
Chest infection/bronchitis <sup>c</sup>			1.875 (0.495, 7.102) <u>d</u>	
Pneumonia or hypothermia <sup>c</sup>			3.593 (0.143, 90.361) <u>d</u>	
Mental health	Braubach et al. (2008)	A	Depression	1.404 (0.329, 5.987)
	Howden-Chapman et al. (2007)	A	Low happiness (SF-36)	0.560† (0.409, 0.767)
Illness or symptom	Shortt et al. (2007)	<u>Bb</u>	Low vitality (SF-36)	0.510† (0.408, 0.637)
			Stress or mental illness	0.261 (0.053, 1.299) <u>d</u>
	Howden-Chapman et al. <u>a</u> (2008)	A	Diarrhea	0.720 (0.450, 1.160)
			Ear infection	1.160 (0.680, 1.990)
	Barton et al. (2007)	A	Vomiting	0.880 (0.550, 1.400)
			Arthritis	1.058 (0.533, 2.100) <u>d</u>
			Rheumatism	1.908 (0.829, 4.395) <u>d</u>
	Platt et al. (2007)	A	First diagnosis of hypertension	0.770** (0.610, 0.972)
			First diagnosis of heart disease	0.690** (0.520, 0.916)
	Shortt et al. (2007)	<u>Bb</u>	“Other” illnesses <sup>c</sup>	0.568 (0.099, 3.254) <u>d</u>
Arthritis <sup>c</sup>			1.619 (0.343, 7.641) <u>d</u>	

Note. OR = odds ratio; CI = confidence interval; SF-36 = Short Form-36 questionnaire.

<sup>a</sup>Children only.

<sup>b</sup>Grade C for inadequate control for confounding or because a key confounder not previously accounted for emerged in analysis.

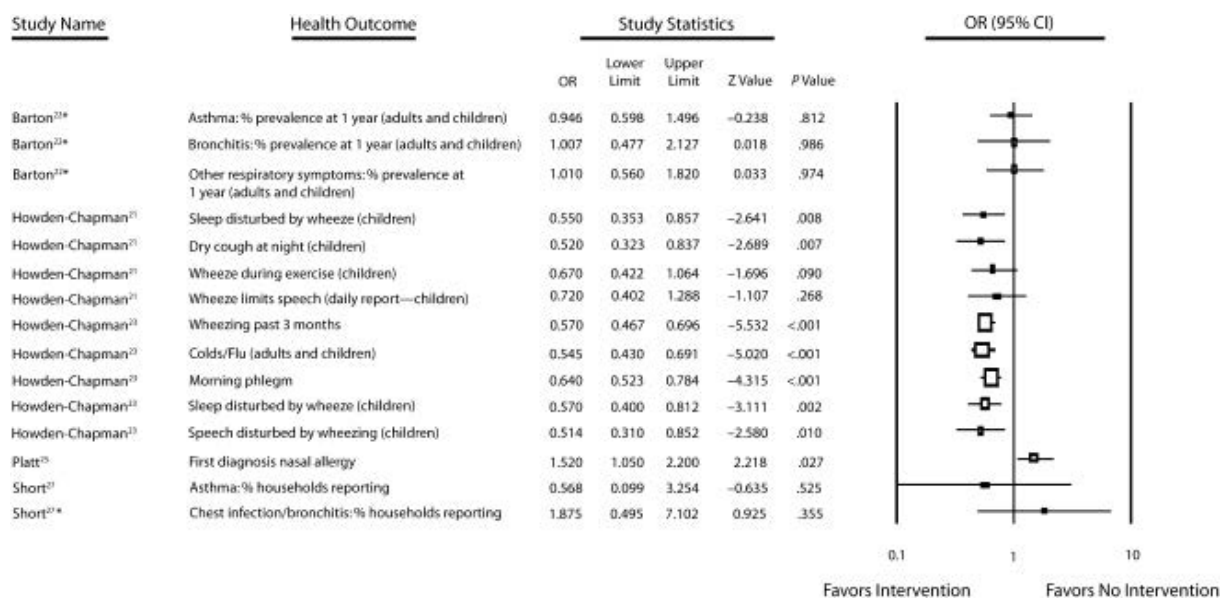
<sup>c</sup>Proportion of households as opposed to individuals.

<sup>d</sup>Estimated, as there was no indication of missing data for specific outcomes.

\*\* $P < .05$ ; \*\*\* $P < .005$ ; † $P < .001$ .

Slike undersøkelser har begrenset overføringsverdi til Norge. Antagelig er den norske bygningsmassen jevnt over av høyere standard sammenlignet med flere av de land der intervensjonsundersøkelser er gjort (bl.a. New Zealand og UK). Samtidig vet vi at dårlige bygninger også forekommer i Norge. Best oversikt over de viktigste intervensjonsstudiene gir Thomson, men også WHO gir gode oversikter. Thomson inkluderer også boligfornyelsesprogram, intervensjoner i utviklingsland og sanering og fornying av slumbebyggelse. 20 studier gjelder utbedring, energieffektivisering (bl.a. isolasjon og fuktspærre) og oppvarmingsystemer (Tabell 4 og Figur 5). Det fremgår at resultatene er sprikende, men Howden-Cahpmans gruppe kommer godt ut i kvalitetsvurderingene. Godt gjennomførte intervensjonsstudier kan gi svært verdifull informasjon om effekt av tiltak.

Figur 5. Forest plot av 15 studier fra Thomson et al 2009.



### To eksempler på intervensjonsstudier i boliger

1350 dårlig isolerte leiligheter med minst en person med mye luftveisproblemer sist vinter (Howden-Chapman et al 2007). Intervensjon første året i 679 boliger: Isolasjon tetting, fuktspærre på bakken. Kontrollgruppen i 671 boliger fikk samme rehabilitering året etter. Effektmål var opplevd helse/innemiljø og uavhengige data om forbruk av helsetjenester og energi. Oppsummering av resultater viste

- 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 sykehusinnleggelses 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.

Prissetting av helsegevinster, energisparing og redusert CO<sub>2</sub>-emisjon tyder på at "nåverdi" (diskontert) er 1,5-2,0 ganger større enn kostnadene ved tiltakene (Chapman et al 2009).

I ytterligere en prospektiv, randomisert og kontrollert studie fra Cleveland, Ohio, ble 62 symptomatiske, 2-17 år gamle astmatiske barn i boliger med mugg tilbudt en handlingsplan for bedre astma med individuell opplæring og individuell problemløsning (Kercsmar et al 2006). Intervensjonsgruppen (n = 29) fikk i tillegg full utbedring mens kontrollgruppen (n=33) kun fikk instruksjon om rengjøring av boligen. Begge gruppene ble bedre før utbedringen ble satt i gang. Utbedringsgruppen hadde signifikant fall i symptomer etter utbedring uten at kontrollgruppen hadde tilsvarende bedring. Etter utbedringen hadde tiltaksgruppen kun ett tilfelle av forverrelse hos 29 personer, mot kontrollgruppens 11 tilfeller hos 33 personer.

### Skoler

En forstadsskole i Stockholm, bygd 1980, med flatt tak, plate på mark, gulv med linoleumsbelegg, hadde mye SBS-symptomer (Åhman et al 2000). Ett tilfelle med allergisk alveolitt utviklet seg gradvis siden 1988 uten at diagnosen ble stilt før i 1994 som forårsaket av fukt og mugg (Thörn et al 1996). Det hadde vært flere lekkasjer og fuktproblemer, bygget fikk skråtak 1992 etter flere lekkasjer, men store lekkasjer under ombyggingen fuktet ned også nedre del av bygningen med skader i veggene og med oppfuktning av betongplaten under belegget hvor det lå flytsparkel med fuktighet på 70-90%. I 1995-96 ble det lagt inn ventilert gulv. 34 ansatte og 336 elever ble intervjuet før intervensjonen og 7 måneder etterpå. 21 ansatte og 224 elever ved en skole i nærheten fungerte som kontrollgruppe. Det var mer symptomer både fra øyne, luftveier og hud sammenlignet med kontrollskolen. Overhyppigheten av symptomer var sterkt redusert etter utbedringen.

Savilahti R 2000, Tampere, Finland 1995-96. 397 skoleelever i skole E med fuktskader, 192 i ueksponert skole C. Fuktskaden ble utbedret. Luftveissymptomer og antibiotikabruk var høyest i skole E, og aller høyest i de fuktskadede klasserommene før utbedring. Elevene i skole E hadde 80% hyppigere legebesøk enn de i skole C. Forskjellene ble redusert etter utbedring. Bruk av antibiotika og legekonsultasjoner sank signifikant fra 1994/95 til 1995/96 i skole E, men ikke i skole C.

Patovirta 2004, Kuopio, Finland 1996-99, utbedring av skole med fuktskader (23 lærere, åtte med astma), kontroll gruppe på 10 lærere i skole uten fukt. Før utbedring av hyppigheten av bihulebetennelse og lengden av sykefravær høyere i intervensjonsgruppen. Etter utbedring sank hyppigheten av bronkitt, øyekatarr og allergisk snue signifikant og uten tilsvarende utvikling i kontrollgruppen.

### Intervensjonsstudier – samlede resultater

Intervensjonsstudier med utbedring av dårlige, fuktige boliger med god fuktsperre, isolasjon og bedre oppvarming omfatter (Kercsmar et al 2006, Lloyd et al 2008, Burr et al 2007, Barton et al 2007, Howden-Chapman et al.2007, Shortt&Rugkåsa 2007,

Howden-Chapman et al 2008, Chapman et al 2009, Free et al 2010). Resultater samlet er at utbedring kan gi:

- Bedre helse – mindre bruk av helsetjenester
- Lavere blodtrykk,
- Mindre hjerte- og karsykdom
- Bedre luftveishelse – mindre astmaplager
- Færre akutte sykehusinnlegelser (Jackson et al 2011)
- Bedre mental helse (se også Howden-Chapman 2011 (a))
- Mindre fravær fra skole og arbeid
- Lavere energiforbruk
- Samfunnsmessig lønnsomhet

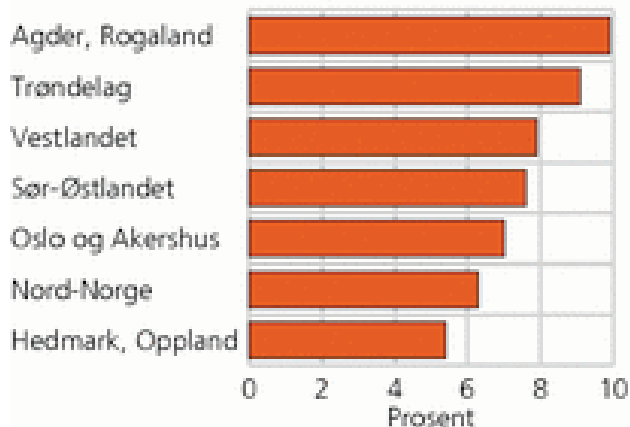
### Effekter av bygningsfukt i internasjonale studier - konklusjoner

- Bygningsfukt er assosiert med økt sykkelighet av astma, dyspne, wheeze, hoste, luftveisinfeksjoner, bronkitt, KOLS, allergisk rinitt, eksem og øvre luftveissymptomer både hos allergikere og ikke-allergikere (Kilpeläinen et al 2001, Kurt et al 2010, Norbäck et al 2011, Mendell 2011, WHO 2011, Meltzer et al 2012).
- Utbedring reduserer sykkelighet og bedrer mental helse (Thomson 2009, Howden-Chapman 2011a, b, WHO 2011).
- Årsaksmekanismene er ukjent. Markører for mikrobiologi kan ikke brukes til å "friskmelde" bygg med fuktproblemer, men det er indikasjoner på dose/respons-sammenhenger med omfang av skade (Williamson 1997, Park 2004, Karvonen 2009, Reponen 2011, Vesper 2011). Det er nylig utviklet et validt mål for å kvantifisere negativ effekt av boligen på luftveishelse, «Housing Respiratory Hazard Index» (Keall et al 2012)
- Byggfukt fremstår derfor i det vesentlige å være et bygningsteknisk og bygningsfysisk tema som har helsekonsekvenser.
- **OR for allergisk og ikke-allergiske luftveissykdommer ligger på ca 1,5** og ser ut til å ha sunket med økende evne til å avdekke fuktskader i studiene. Dette kan skyldes en "fortynningseffekt", det vil si at de faktiske og ukjente årsakene antagelig kun er effektive i en del av de bygningene som defineres som fukt- eller muggskadede. I enkelttilfelle og "alvorlige" tilfeller kan det forventes betydelig høyere risiko.

### Fukt i bygninger og helse. Norske data

Det er få studier av inneklimate, fuktproblemer og helse fra Norge (Tabell 5). SSB opplyser at fra og med 1980 og fram til i dag er andelen personer som oppgir at de bor i boliger med fukt eller råte, under 10 prosent, og det er ikke signifikante endringer i denne tidsperioden. I gjennomsnitt for hele landet rapporterer 8 prosent av personene at de bor i bolig med fukt eller råte (SSB, Levekårsundersøkelsen 2008). I Agder og Rogaland er det flest som er plaget av fukt og råte i boligen. Andelen der er 10 prosent, det dobbelte av det vi finner i Hedmark og Oppland. Oslo og Akershus og Nord-Norge ligger lavere enn landsgjennomsnittet (se figur 6).

Figur 6. Andel personer som bor i bolig med råte eller fukt, etter landsdel. 2008. Prosent (Sæther 2009).



Kilde: Levekårsundersøkelsen 2008, Statistisk sentralbyrå.

Blant enslige studenter som ikke bor i studentbolig, svarte 15 prosent at de har fukt eller råte i noen eller alle beboelsesrom ved undersøkelsen i 2005 (SSB <http://www.ssb.no/samfunnsspeilet/utg/200702/03/index.html>). Sammenlignet med hele befolkningen fra Levekårsundersøkelsen 2004 – blant enslige i alderen 20-29 år – svarte 9 prosent at de hadde fukt eller råte i beboelsesrom. Det er flere i lavinntektsgruppen enn i befolkningen for øvrig som har problemer med råte, fukt eller for lite dagslys i boligen, og med støy, støv eller forurensning i nærmiljøet, men forskjellene er små ([http://www.ssb.no/emner/00/02/rapp\\_200716/rapp\\_200716.pdf](http://www.ssb.no/emner/00/02/rapp_200716/rapp_200716.pdf)). Det er likevel flere som bor trangt (aleneboer på ett rom eller flere personer enn rom) i lavinntektsgruppen enn i befolkningen, henholdsvis 18 og 6 prosent.

Levekårsundersøkelsen 2012. Boligtype og standard for personer, etter type bolig og standard, landsdel, tid og statistikkvariabel	
	2012
	Personer
Bor i bolig med fukt og/eller råte	%
Hele Landet	8
Oslo og Akershus	7
Sør-Østlandet	7
Agder og Rogaland	8
Vestlandet	10
Trøndelag	6
Nord-Norge	9

I tabellen til venstre ser vi at resultatene på landsbasis i 2012 ikke er forandret siden 2008 (SSB 2013: Tabell: 09760: Boligtype- og standard for personer, etter landsdel (prosent)). Men Vestlandet og Nord-Norge er nå de som rapporterer mest.

I "Barneastmastudien" i Oslo var bronkial obstruksjon første to år nesten fire ganger hyppigere (OR 3.8; 2.0-7.2) ved boligfukt. 27 % av case og 14 % av matchede kontroller hadde fukt i boligen (Nafstad et al.1998) (Tabell 5). Fukt ble definert som

tilstedeværelse av vannskader, fuktig flekk, eller synlig mugg / jordslag siste to år, bekreftet ved befaring. Effektene ble sterkere når fukt var kombinert med lav ventilasjon (OR 9.6; 1.05-87)(Øie et al.1999).

Tabell 5. Norske undersøkelser av fukt og helse

	Referanse	Andel fukt %	Utfall	OR; CI
Barneastmastudien i Oslo	Nafstad et al 1998	27%/14 %, Case(kontroll)	Astma	3,8; 2.0-7.2
Bergen	Janson et al 2005	16,5%	Insomnia	1.4; 1.2- 1.5
Bergen	Gunnbjörnsdóttir et al 2006	29.8% fukt i løpet av siste 12 måneder	Luftveissymptomer	
Bergen	Bakke et al 2007	15 %	luftveisinfeksjoner	3.1; 1,0-9.8
Nord-Norge (ISAAC)	Rydjord et al. 2008	3,4% nå, 6,7% tidligere	Wheezing	1,3; 0.9-1.9
			Ever wheeze	1.9; 1.4-2.5
			Astma	2.1; 1,4-3-0
Trondheim	Holme et al. 2008	50 % Case/kontroll	Helsesdata er upublisert	
Hele landet	Anticimex	> 50%		

I RHINE-studien (Gunnbjörnsdóttir et al 2006) var det assosiasjon mellom fukt og hyppighet av luftveissymptomer. Norge var representert ved Bergen hvor det ble angitt forekomst av fukt (vannskader, synlig mugg eller fuktproblemer generelt) i boligen hos 29,8 % av deltakerne i løpet av de åtte årene siden forrige undersøkelse.

Selvrapporterte synlige tegn til mugg eller fukt hjemme i barnets første leveår var en betydelig risikofaktor for både wheezing og astma i en tverrsnittsstudie av en populasjon av 3713 9-11 år gamle barn fra Nord-Norge (ISAAC-studie) (Rydjord et al 2008) (Tabell 5). Synlig mugg eller fuktig flekker på vegger og tak nå ble rapportert for 3,4% og i 6,7% av boligene i løpet av tiden fra barnets første leveår. Justert OR for wheezing var 1.33 (0.92–1.95), for ever wheeze 1.88 (1.41–2.52) og for ever astma 2.06 (1.43–2.97).

16 % av 2506 respondenter i Bergen rapporterte minst en fuktindikator i boligen (Janson et al. 2005). De 15 % av 173 universitetsansatte i Bergen som anga fukt i boligen hadde tre ganger flere dager med "vanlige" luftveisinfeksjoner enn andre siste måned (OR=3.14, p=0.04) (Bakke et al. 2007).

Tabell 6. Fuktindikatorer i 205 boliger i Trondheim (Holme et al 2008)

The percent share of each visible indicator on a moisture problem in the houses, the child's bedrooms, living rooms, bathrooms and basements/cellars. (Holme et al 2008, table 1)

Moisture Indicator	Whole building (205)	Child's bedroom (205)	Living room (205)	Bathroom (205)	Basement/cellar (46)
Spots of moisture, swelling, capillary attraction of water in wood	18	2	2	5	13
Bladders	7	0	0	0	11
Leakage from the ground	15	0	0	0	52
Condensation on windows	10	3	1	5	9
Condensation on surfaces other than windows	15	6	1	9	2
Leakage from sanitary installations	6	0	0	1	0
Other leakages	4	0	0	1	2
At least one indicator	50	11	5	21	65



En studie fra Trondheim som var del av "Prevention of atopy among children in Trondheim" omfatter både selvrapportert informasjon og inspeksjon av 205 boliger (Tabell 6) (Fra Holme et al 2008 Tabell 3). 50 % av boligene hadde en eller flere indikatorer på synlig muggproblem. I 42 % av boligene uten selvrapportert fuktproblem fant inspektøren indikasjon på fuktproblem. Dessverre er ikke analyse av assosiasjonene mellom eksponering og helse gjennomført.

#### Anticimexrapporten 2006 og data oppdatert til 2009

Rapporten var basert på ca 9 000 boliger 2003- 2005 (Nilsen et al 2006) og er eneste kjente offentlig tilgjengelige og tilnærmet representative datamaterialet for teknisk tilstand i norske boliger. Dessverre er ikke dataene organisert slik at andelen av boliger med fuktproblemer kan rapporteres, men 50 % er ikke et urimelig eller overdrevet anslag (Roy Malmo Nilsen, personlig meddelelse). Data fra ca 16 000 boliger 2006-08 er vist i Tabell 7. Resultatene viser liten endring fra 2003-05.

Tabell 7. Anticimex, upubliserte data 2006-08 for 134 056 bygningselementer i ca 16 000 boliger, personlig meddelelse fra Roy Malmo Nilsen. Utvalgte elementer. Tilstandsgrad (TG) 1-3.

Bygningselement (antall registrert)	Antall med TG	TG1 Godkjent	TG2 Må utbedres innen rimelig tid	TG3 Omgående utbedringsbehov
Bad (16267)	15 967	28 %	50 %	21 %
Drenering (8402)	7463	22 %	54 %	23 %
Yttertak (9081)	8790	45 %	40 %	14 %
Piper/ildsteder (brannfare) (16794)	9295	49 %	45 %	5 %
Takrenner, nedløp, beslag (9067)	8920	42 %	46 %	12 %
Krypkjeller (2125)	1772	14 %	60 %	26 %

I de fleste tilfellene med fuktproblemer i boligen kjenner ikke beboerne til problemet. Dataene er ikke koblet til helsedata og må tolkes med forsiktighet. Dessverre er det svært usikkert hvilken betydning dette har for helse. Vi har ikke tilstrekkelig kunnskap om risiko knyttet til disse skadene i Norge. Slik informasjon kan bare fremskaffes med samtidig innhenting av data for både eksponering og effekt.

#### Barnehageundersøkelsen i Oslo

51% av barnehager i Oslo hadde fuktproblemer, men det var ingen assosiasjon med luftveissymptomer eller sykdom hos 942 barn 2-5 år gamle (Nafstad et al. 2005). Det kan spekuleres om barna er tilstrekkelig lenge ute og ventilasjonen så god at fuktproblemene i barnehagene ikke har betydning for helse.

#### Sykehjem i Trondheim

Sammenheng mellom inneklimate og øyeirritasjon ble undersøkt i vintersesongen i et utvalg av kvinnelige ansatte med (n = 112) og uten (n = 64) symptomer i 36 sykehjemavdelinger i Trondheim (Smebold et al 2001). Inneklimate var preget av høy romtemperatur (23,0 - 23,7 °C), lav relativ luftfuktighet (17-26%) og høye ventilasjonsrater med CO<sub>2</sub> 490 -650 ppm. Avvikende mikroflora i luft ble påvist i ni av

avdelingene, fem avdelinger lå nær forurensende biltrafikk. De fant sammenheng mellom tårefilmstabilitet/ øyeirritasjon og sedimentert støv, nærhet til trafikkforurensning og avvikende mikroflora i inneluft. Forfatterne konkluderte med at vinterforhold med lav innendørs luftfuktighet, høy romtemperatur, økt sedimentert støv avvikende mikroflora, spesielt med vekst av *Aspergillus fumigatus*, var assosiert med redusert tårefilm stabilitet og øyeirritasjon. Dette indikerer betydning av god hygienisk standard med lav konsentrasjon luftbårne partikler og å unngå fukt i bygg og ventilasjonssystemer og at bedre uteluftkvalitet og lavere romtemperatur kan være positivt.

De undersøkte også nesetetthet (rinometri) og markører for betennelse i neseskyllevann hos 115 kvinnelige ansatte (Smebold et al 2002). Det var indikasjon på muggvekst i tre ventilasjonsanlegg. Økt tetthet i nesene (reduced nasal patency) var assosiert med muggvekst i ventilasjonsaggregater (minimum tverrsnitt 1 = 0,80 cm<sup>2</sup> vs 0,64 cm<sup>2</sup>, p = 0,003, minimum tverrsnitt 2 = 0,80 cm<sup>2</sup> vs 0,67 cm<sup>2</sup>, p = 0,02) og forhøyet innetemperatur (volum 1 = 3,46 cm<sup>3</sup> vs 3,22 cm<sup>3</sup>, p = 0,03). Resultatene indikerer at sopp sporer i tilluft og høy lufttemperatur påvirker neseslimhinnen.

Vi har ikke ytterligere data for omfanget av fuktproblemer i bygninger i Norge, inkludert skoler, barnehager, syke- og pleieinstitusjoner eller andre yrkesbygg.

#### Forebyggende potensial for luftveislidelser av fuktproblemer i norske boliger

Basert på internasjonale studier og foreliggende data for Norge kan det grovt anslås at astma, luftveisinfeksjoner, luftveisobstruksjon, bronkitt, kronisk bronkitt og irritasjon i luftveiene grovt regnet øker med ca 50% (OR = 1,5) i den halvparten (ca 50%) av bygningsmassen som kan anslås å ha fuktproblemer. Det tilsvarer et forebyggende potensial for disse sykdommene på ca 20 % dersom alle fuktskader av betydning var utbedret. Det ligger nært det amerikanske estimatet på 21 % for astma dersom det ikke forekommer fukt og muggproblemer i amerikanske boliger (Fisk et al 2007).

#### Yrkesbygg, skoler, barnehager, kontorer og institusjoner

Effekter av eksponering i skoler, barnehager, kontorbygg og institusjoner kommer i tillegg til effekter av fukt i boligene. Vi har ikke norske data som kan gi grunnlag for estimater av forholdene i denne bygningsmassen.

En litteraturstudie av fukt og mugg i skoler, kontorer og institusjonelle bygninger er oppsummert i vedlegg til Mudarri & Fisk 2007. Forfatterne tolker den slik at risiko ved eksponering i disse bygningene kan settes lik risiko fra eksponeringer i boliger, det vil si 21 % jfr Fisk et al 2007. Av de 21,8 millioner mennesker som er rapportert å ha astma i USA, anslås ca 4,6 (2,7 til 6,3) millioner tilfeller å være knyttet til eksponering for fukt og mugg i hjemmet. Beregninger av de nasjonale kostnadene for astma fra to tidligere studier ble oppdatert til 2004 og brukt til å beregne økonomiske konsekvensene av eksponering for fukt og mugg. Nasjonal årlig kostnaden for astma som skyldes fuktighet og mugg eksponering i hjemmet ble anslått til \$ 3,5 milliarder (\$ 2,1 til 4,8 mrd).

Tabell 8 oppsummerer beregningen av samfunnsøkonomiske kostnader i Norge ved arbeidsrelatert astma i år 2005 i 2007-priser (Tabell 8) (Arbeidstilsynet 2008). Den kom til et resultat på ca 1,9 mia kroner.

Tabell 8. Kostnader av arbeidsrelatert astma (Arbeidstilsynet 2008)

	Antall	Utrekning av årlig samfunns- økonomisk tap i 2007-priser
1 Sykefraværsdagsverk erstattet av NAV	96 327	221 916 006
2 Sykefraværsdagsverk innenfor arbeidsgiverperioden	56 573	121 179 366
3 Personer med uføreytelser	2 738	1 161 695 421
4 Legekonsultasjoner	23 308	6 907 559
5 Medisiner blå resept		381 876 076
SUM		1 893 574 428

Kilde: NAV, Reseptregisteret ved Nasjonalt folkehelseinstitutt + egne beregninger

- 20 % av dette utgjør ca 380 millioner kroner /år i 2007-kroner
- Det er ikke tatt hensyn til nedsatt effektivitet på arbeidsplassene som følge av arbeidsrelatert astma.
- Det er ikke beregnet kostnader i form av mindre ubetalt produksjon som for eksempel å arbeide i husholdninger, pass og stell av barn og eldre osv.
- Det er ikke tatt i betraktning virkninger på de ansattes livskvalitet/velferd den arbeidsrelaterte astmaen forårsaker.
- Det er ikke tatt hensyn til andre effekter enn arbeidsrelatert astma.

### Hodepine og trøtthet

Symptomene hodepine og trøtthet kan i tillegg til ubehaget også bidra til nedsatt produktivitet og funksjonsevne. I studier der det er registrert nedsatt produktivitet ses også økt hodepine og trøtthet, det er derfor plausibelt at disse symptomene kan brukes som markør for nedsatt produktivitet (Wyon 2004). De inngår som en del av symptomkomplekset assosiert med fuktskader i bygninger, men har sjelden vært hovedfokus for studiene (Aas et al 2005).

Størrelsesorden for mulig forebyggende potensial kan fremgå av intervensjonsstudier (Ebbehøj et al 2002, Sudakin 1998). I en fuktskadet svømmehall med 25 ansatte ble det gjort utbedring i to trinn med oppfølging av effektene etter hver intervensjon (Ebbehøj et al 1998) (Tabell 9).

Tabell 9. Ebbehøj et al 2002, utsnitt av tabell 3. P-verdier for endring etter første intervensjon (P 1-2) og etter andre intervensjon (P2-3) for fem symptomer. Indeksen er en samlet symptomindeks for ni symptomer.

Symptom	Før intervensjon n = 25 (%)	Etter første intervensjon n= 21 (%)	Etter andre intervensjon n= 17 (%)	P 1-2	P 2-3
Tung i hodet	18 (72)	8 (38)	1 (6)	0,03	0,02
<b>Hodepine</b>	20 (80)	9 (43)	1 (6)	0,01	0,01
<b>Tretthet</b>	22 (88)	11 (52)	1 (6)	0,01	< 0,01
Konsentrasjons- problemer	14 (56)	5 (24)	0 (0)	0,03	0,05
Irriterte øyne	22 (88)	10 (48)	2 (12)	<0,01	0,02
Indeks (+/-SD)	66 +/- 20	31 +/- 15	4 +/- 4	<0,01	<0,01

Etter langvarig fuktskade i en kontorbygning ble de ansatte flyttet over til en annen bygning. 29 av 31 aktuelle ansatte og 8 av 18 tidligere ansatte svarte på spørreskjema og lot seg intervjuet før flytting og fem måneder etter flyttingen (Sudakin 1998) (Tabell 10).

Tabell 10. Sudakin 1998, fra tabell 6. Reduksjon av symptomer etter flytting fra et kontorbygg med fuktskader.

Symptom (n = 33)	Før Intervensjon (%)	Etter Intervensjon (%)	P-verdi
<b>Tretthet</b>	81,8	27,3	0,001
<b>Hodepine</b>	69,7	27,3	0,001
Konsentrasjonsproblemer	69,7	30,3	0,001
Infeksjonstendens	57,6	21,2	0,001

Stockholmsundersøkelsen var en stor tverrsnittsstudie med spørreskjema som omfattet 609 bygninger med 14.325 beboere (Engvall et al 2001). Fukt i form av vinduskondens, høy fuktighet på badet, mugglukt og tidligere vannlekkasje, ble rapportert av 28,5 % med minst ett tegn. SBS symptomer var assosiert med en kombinasjon av mugglukt og fuktskader (OR 3,7-6,0). I boliger med alle fire tegn på fukt var det assosiasjon med plager fra øyne (OR 6,5), hodepine (OR 9,4) og unormal tretthet (OR 15) etter justering for alder, kjønn og fuktindeks.

#### Akutte vann og flomskader

Hyppigheten av alvorlige flomskader vil stige og helse- og bygningsmyndigheter har behov for evidensbasert informasjon for å gi råd til boligeiere, lokale myndigheter forsikringsselskaper og andre om hvordan slike katastrofer skal håndteres (Hoppet et al 2012). I en studie fra flommen i Cedar river 2008 ble brukerne i 73 flomrammede boliger fulgt opp fem til april 2009. I boliger med pågående utbedring var eksponering for mugg, bakterier, endotoksin og glukosan betydelig høyere enn etter full utbedring. Allergi-, astma- og luftveisplager var 3-4 ganger hyppigere mens utbedring pågikk. Også medisineringsfor luftveissymptomer steg. God og effektiv utbedring ga bedre luftkvalitet, lavere eksponering og bedre helse. Helsedirektoratet har i samarbeid med Norsk Forum for bedre innemiljø for barn utarbeidet en brosjyre med gode råd (<http://www.helsedirektoratet.no/publikasjoner/forebygge-og-utbedre-fuktskader-i-boligen-/Sider/default.aspx>).

#### Konklusjoner

Allerede Williamson et al 1997 viste gode holdepunkter både for dose-respons (med justert OR opp til 3,0) og dose-effekt sammenheng mellom eksponering for fukt og utvikling av astma. Også nyere data viser kvantitativ assosiasjon mellom Environmental Relative Moldiness Index (ERMI) i boligen og risiko for senere å utvikle astma (Park 2004, Karvonen 2009, Reponen et al 2011,2012, Vesper 2011). Selv om dokumentasjonen fortsatt er begrenset og upresis er det likevel klart bedre nå for at utbedring av dårlige boliger kan forbedre helsen enn bare for ti år siden. Bedre oppvarming, isolasjon og utbedring av fuktskader kan gi langvarige forbedringer i helse, men det forebyggende potensialet avhenger av hvor dårlige forhold det var i utgangspunktet og hvor godt intervensjonen var målrettet.

Kunnskapsunderlaget er fortsatt svært usikkert i Norge, både om status i bygningsmassen og effekter av utbedringer. Det må ikke tolkes som om slike tiltak

ikke har effekt på helse. Ved beregning av samfunnsøkonomiske konsekvenser bør tiltakene ses i sammenheng med

- Behov for å redusere energiforbruket og utslipp av drivhusgasser (WHO 2011) hvor riktig valg av tiltak kan gi synergi og en "vinn, vinn, vinn"-mulighet
- Ønske om å redusere ulikheter i helse
- Behov for å optimalisere forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av bygningsmassen i offentlige skoler, syke- og pleieinstitusjoner. Det er i seg selv lønnsomt å optimalisere års- og livsløpskostnadene for bygningene. Viktigere er at det også bidrar til en betydelig helse- og produktivetsgevinst.

Behov for sosial utjevning, økt energieffektivitet og bedre boliger kan i seg selv være tilstrekkelig til å sikre anstendige og rimelige boliger. Integrert bolig- og energipolitikk har mange fordeler for husholdninger med lav inntekt og som er mest utsatt for sosial, økonomisk og helsemessig deprivasjon (Herandez og Bird 2010, Grønningsæter og Nielsen 2011).

## Helseøkonomi

### Data som kan gi grunnlag for kostnadsanslag

- Eneste større og uselekterte byggfaglige studie publisert om fukt i norske boliger er basert på takst av 8895 omsatte boliger (Nilsen et al [http://www.anticimex.no/fileobjects/4792\\_Boligstatus\\_2006-1\\_endelig%20versjon\\_.pdf](http://www.anticimex.no/fileobjects/4792_Boligstatus_2006-1_endelig%20versjon_.pdf)). Den bekrefter at 50% kan være et riktig estimat for andelen av boliger med fuktskader.
- Internasjonale reviews gir typisk OR: 1.5 for astma, luftveisinfeksjoner, bronkitt og andre luftveislidelser ved fuktskader, men det er uklare og varierende definisjoner av "fukt" og "mugg".
- En forutsetning basert på internasjonal og nasjonal litteratur kan være at 50 % av boligene i Norge har fuktproblemer og at fukt i gjennomsnitt medfører 50 % økt risiko for astma, luftveisinfeksjoner, KOLS og andre luftveislidelser. Det tilsvarer et nasjonalt forebyggende potensial i størrelsesorden 20 % for disse lidelsene dersom alle fuktproblemer i norske boliger var unngått eller sanert.
- USA/EPA fant i en analyse at byggfukt er årsak til 21 % av astmatilfellene i USA (Fisk et al 2007, Mudarri & Fisk 2007). Effekter av andre helseeffekter og fuktproblemer i skoler, barnehager og yrkesbygg kommer i tillegg.
- De totale kostnadene for astma hos voksne svensker 25-56 år gamle basert på en kohort fra 1996 ble estimert til 3,7 milliarder SEK og om lag de doblete for hele befolkningen forutsatt en prevalens på 6-7% (Jansson et al 2007). Hyppigheten av astma kan ha økt senere, men uklart hvor mye (Kim et al 2014).
- I Sverige er det beregnet at totale kostnader pga KOLS i 1999 og 2010 var om lag henholdsvis ni og 14 milliarder SEK i året, fordelt på 42/35% direkte og 58/65% prosent indirekte kostnader (Jansson et al 2002, 2013). Etter disse beregningene utgjorde personer med moderate og alvorlige symptomer henholdsvis 13 og fire prosent av alle KOLS-rammede og sto for henholdsvis 41 og 30 prosent av totalkostnadene. Dersom tilsvarende forhold gjelder for Norge, koster KOLS henholdsvis om lag 4,5 og 7 milliarder kr per år. 20 % av dette utgjør henholdsvis 1,9 mia og 2,8 mia kr /år. Nye norske estimater kan tilsa opp til en doubling av KOLS i løpet av ett decennium, fra 200 000 til 400 000, noe som kan tilsa enda høyere tall (Waatevik et al 2013, HOD 2013).

- I Sverige ble indirekte kostnader av forkjølelse og rinitt i 2008 estimert til 2,7 milliarder € per år (Hellgren et al 2010).
- SINTEF beregnet i år 2000 at en ukes sykefravær kostet 8 500 kroner, basert på en spørreskjemaundersøkelse blant hundre bedrifter. En ny undersøkelse i 2010 viser at bedriftslederne i gjennomsnitt regner en kostnad på 13 000 kroner for en ukes sykefravær. Dette innebærer fem dagers fravær, og lengre fravær kan kostnadsberegnes ved å bruke dette estimatet.
- Det generelle produksjonstap i samfunnet målt som summen av nedsatt læring i skoler og universitet og redusert arbeidskapasitet i arbeidslivet har en betydelig høyere størrelsesorden (Wyon 2004).

### Forebyggbar sykkelighet av å fjerne byggfukt i norske boliger

De begrensede norske data gir ikke grunnlag for å fravike de internasjonale analysene med hensyn til assosiasjon mellom eksponering og sykdom og forekomsten av fuktproblemer i bygningsmassen. Det er spesielt ikke grunnlag for å anta at slike problemer er mindre utbredt i Norge enn i andre land vi kan sammenligne oss med.

- Det legges til grunn at det forekommer fuktproblemer av betydning i 50 % av norske boliger og at det medfører 50% økt risiko for allergiske og ikke-allergiske luftveissykdom, inkludert astma, bronkitt, KOLS og alle luftveisinfeksjoner i disse boligene.
- Det vil da representere et nasjonalt forebyggende potensial på 20 % dersom forholdene utbedres. USA/EPA fant at byggfukt er årsak til 21 % av astmatilfellene i USA (Fisk 2007, Mudarri & Fisk 2007).
- Effekter av fukt i andre bygg kommer i tillegg (skoler, barnehager, yrkesbygg).
- I tillegg kommer også symptomer assosiert med fukt, bl.a. hodepine, trøtthet og konsentrasjonsvansker.
- Det er behov for et større fler- og tverrfaglig forskningsprogram om inneklimate, energi og helse i Norge.

### Referanser

Arbeidstilsynet. Notat. Samfunnsøkonomiske kostnader av arbeidsrelatert astma. Direktoratet for arbeidstilsynet. Styring og Samordning. April 2008.  
<http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=97290>

Bakke JV, Norbäck D, Wieslander G, Hollund BE & Moen BE. Pet keeping and dampness in the dwelling: associations with airway infections, symptoms, and physiological signs from the ocular and nasal mucosa. *Indoor Air* 2007; 17, 60–69.

Barton A, Basham M, Foy C, Buckingham K, Somerville M, Torbay Healthy Housing Group. The Watcombe Housing Study: the short term effect of improving housing conditions on the health of residents. *J Epidemiol Community Health*. 2007; 61: 771-7.

BE. Godt nok! En veileder om tiltak i boligbygg. Statens bygningstekniske etat (BE), Riksantikvaren og Norsk Byggtjenestes forlag 2005. ISBN 82-7258-336-4



BE. 2009. Hus og helse. SINTEF Byggforsk / Statens bygningstekniske etat 2009  
<http://www.dibk.no/Documents/Innemiljø/Verktøy/091HusOgHelse2009.pdf>

Bornehag CG, Blomquist G, Gyntelberg F, Järholm B, Malmberg P, Nordvall L, Nielsen A, Pershagen G, Sundell J. Dampness in Buildings and Health. Review. Nordic Interdisciplinary Review of the Scientific Evidence on Associations between Exposure to “Dampness” in Buildings and Health Effects (NORDDAMP). *Indoor Air* 2001; 11: 72-86.

Bornehag CG, Sundell J, Bonini S, Custovic A, Malmberg P, Skerfving S, Sigsgaard T, Verhoeff A. Dampness in buildings as a risk factor for health effects, EUROEXPO: a multidisciplinary review of the literature (1998-2000) on dampness and mite exposure in buildings and health effects. *Indoor Air* 2004; 14: 243-25.

Braubach M, Jacobs DE, Ormandy D, Eds. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Methods for quantifying health impacts of selected housing risks in the WHO European Region. World Health Organization 2011. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/142077/e95004.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf)

Burr ML, Matthews IP, Arthur RA, Watson HL, Gregory CJ, Dunstan FDJ, et al. Effects on patients with asthma of eradicating visible indoor mould: a randomised controlled study. *Thorax* 2007; 62: 766–71.

Bøkenes L et al. Annual variations in indoor climate in the homes of elderly persons living in Dublin, Ireland and Tromsø, Norway. *European Journal of Public Health* 2009: 1–6.

Chapman R, Howden Chapman P, Viggers H, O’Dea D, Kennedy M. Retrofitting houses with insulation: a cost benefit analysis of a randomised community trial. *J epidemiol Community Health* 2009; 63: 271-77.

Clinch JP, Healy JD. Housing standards and excess winter mortality. *J Epidemiol Community Health*. 2000; 54: 719-20.

Ebbehøj NE, Hansen MØ, Sigsgaard T, Larsen L. Building-related symptoms and molds: a two-step intervention study. *Indoor Air*. 2002 Dec;12(4):273-7.

Engvall K, Norrby C, Norback D (2001): Sick building syndrome in relation to building dampness in multi-family residential buildings in Stockholm. *Int Arch Occup Environ Health* 74:270-78.

Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ.. Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air* 2007;17:284–296.

Fisk WJ, Eliseeva EA, Mendell MJ. Association of residential dampness and mold with respiratory tract infections and bronchitis: a meta-analysis. *Environ Health*. 2010 Nov 15; 9:72.

Fitzpatrick-Lewis D, Ganann R, Krishnaratne S, Ciliska D, Kouyoumdjian F, Hwang

SW. Effectiveness of interventions to improve the health and housing status of homeless people: a rapid systematic review. BMC Public Health. 2011 Aug 0;11:638.

Free S, Howden-Chapman P, Pierse N, Viggers H, Study Team HH. Does More Effective Home Heating Reduce School Absences for Children with Asthma? J Epidemiol Community Health. 2010; 64: 379-86.

Green G, Stafford B, Pugh P. Cost-Benefit Analysis of Improving Living Conditions. Sheffield Hallam University. May 2011.

[http://wwwFOUNDATIONS.UK.com/pictures/content965/better\\_housing\\_better\\_health\\_in\\_leeds.pdf](http://wwwFOUNDATIONS.UK.com/pictures/content965/better_housing_better_health_in_leeds.pdf)

Grønningsæter AB, Nielsen RA. Bolig, helse og sosial ulikhet. Helsedirektoratet IS-1857. Oslo 2011. <http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/bolig-helse-og-sosial-ulikhet/Publikasjoner/bolig-helse-og-sosial-ulikhet.pdf>

Gunnbjörnsdottir MI, Franklin K A, Norbäck D, et al. Prevalence and incidence of respiratory symptoms in relation to indoor dampness: the RHINE study. Thorax 2006; 61: 221–225.

Haahtela T, Tuomisto LE, Pietinalho A, Klaukka T, Erhola M, Kaila M, Nieminen MM, Kontula E, Laitinen LA.. A 10 year asthma programme in Finland: major change for the better. Thorax 2006; 61: 663–670.

Haahtela T, Valovirta E, Kauppi P, Tommila E, Saarinen K, von Hertzen L, Mäkelä MJ, The Finnish Allergy Programme Group. The Finnish Allergy Programme 2008-2018 - scientific rationale and practical implementation. Asia Pac Allergy 2012; 2: 275-279.

Healy JD. Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. J Epidemiol. Community Health 2003; 57: 784-789.

Hellgren J, Cervin A, Nordling S, Bergman A, Cardell LO. Allergic rhinitis the common cold-high cost to society. Allergy 2010; 65(6):776-83.

Helsedirektoratet i samarbeid med Norsk Forum for bedre innemiljø for barn. Forebygge og utbedre fuktskader i boligen. IS 1769.

<http://www.helsedirektoratet.no/publikasjoner/forebygge-og-utbedre-fuktskader-i-boligen-/Sider/default.aspx>

Hem RA. Bedriftenes kostnader ved sykefravær. En undersøkelse blant NHO-bedrifter. Rapport. Sintef 2011 A19052 – Åpen. [http://www.nho.no/getfile.php/bilder/RootNY/filer\\_og\\_vedlegg1/Kostnader%20sykefrav%C3%A6r%202011%20siste.pdf](http://www.nho.no/getfile.php/bilder/RootNY/filer_og_vedlegg1/Kostnader%20sykefrav%C3%A6r%202011%20siste.pdf)

Hernandez D, Bird S (2010) Energy burden and the need for integrated low-income housing and energy policy. Poverty Pub Policy 2:5–25

HOD 2013. NCD-strategi 2013 – 2017. For forebygging, diagnostisering, behandling og rehabilitering av fire ikke-smittsomme folkesykdommer; hjerte- og karsykdommer,

diabetes, kols og kreft.

[http://www.regjeringen.no/pages/38449517/ncd\\_strategi\\_060913.pdf](http://www.regjeringen.no/pages/38449517/ncd_strategi_060913.pdf)

Holme J, Geving S, Jenssen JA. Moisture and Mould Damage in Norwegian Houses. In: Rode C, Ed. Building Physics 2008 – 8<sup>th</sup> Nordic Symposium. Proceedings p 1213-20. <http://www.byg.dtu.dk/upload/institutter/byg/publications/rapporter/byg-r189iii.pdf>

Hoppe KA, Metwali N, Perry SS, Hart T, Kostle PA, Thorne PS. Assessment of airborne exposures and health in flooded homes undergoing renovation. *Indoor Air*. 2012; 22: 446-56.

Hovland V, Riiser A, Mowinckel P, Carlsen KH, Carlsen KC. Asthma with allergic comorbidities in adolescence is associated with bronchial responsiveness and airways inflammation. *Pediatr Allergy Immunol*. 2014; 25: 351-9.

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

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

Howden-Chapman (a) PL, Chandola T, Stafford M, Marmot M. The effect of housing on the mental health of older people: the impact of lifetime housing history in Whitehall II. *BMC Public Health*. 2011 Sep 2;11:682.

Howden-Chapman (b) P, Crane J, Chapman R, Fougere G. Improving health and energy efficiency through community-based housing interventions. *Int J Public Health*. 2011 Dec;56(6):583-8. Epub 2011 Aug 20.

IOM Institute of Medicine (2004) Damp indoor spaces and health. Washington, DC, National Academies Press. <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309091934>. IOM har også vært sentral i arbeidet med Clearing the Air: Asthma and Indoor Air Exposures Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air, Division of Health Promotion and Disease Prevention, Institute of Medicine. ISBN: 0-309-51861-X, 456 pages, 6 x 9, (2000). This PDF is available from the National Academies Press at: <http://www.nap.edu/catalog/9610.html>

Jaakkola MS, Quansah R, Hugg TT, Heikkinen SA, Jaakkola JJ. Association of indoor dampness and molds with rhinitis risk: a systematic review and meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol*. 2013; 132:1099-1110.

Jackson G, Thornley S, Woolston J, Papa D, Bernacchi A, Moore T. Reduced acute hospitalisation with the healthy housing programme. *J Epidemiol Community Health*. 2011; 65: 588-93.

Janson C, Norbäck D, Omenaas E, Gislason T, Nyström L, Jögi R, Lindberg E, Gunnbjörnsdóttir M, Norrman E, Wentzel-Larsen T, Svanes C, Jensen EJ, Torén K;

RHINE study group. Insomnia is more common among subjects living in damp buildings. *Occup Environ Med*. 2005 Feb;62(2):113-8.

Jansson SA, Andersson F, Borg S, Jönsson E, Lundbäck B. Costs of COPD in Sweden according to disease severity. *Chest* 2002; 122:1994-2002.

Jansson SA, Rönmark E, Forsberg B, Löfgren C, Lindberg A, Lundbäck B. The economic consequences of asthma among adults in Sweden, *Respir Med* 2007; 101: 2263-70

Jansson SA, Backman H, Stenling A, Lindberg A, Rönmark E, Lundbäck B. Health economic costs of COPD in Sweden by disease severity--has it changed during a ten years period? *Respir Med*. 2013;107:1931-8.

Jarvis JQ, Morey PR. Allergic respiratory disease and fungal remediation on a building in a subtropical climate. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 2001;16:380-8.

Karvonen AM, Hyvarinen A, Roponen M, Hoffmann M, Korppi M, Remes S, et al. 2009. Confirmed moisture damage at home, respiratory symptoms and atopy in early life: a birth-cohort study. *Pediatrics* 124(2):e329-e338.

Kauppi P, Linna M, Martikainen J, Mäkelä MJ, Haahtela T. Follow-up of the Finnish Asthma Programme 2000-2010: reduction of hospital burden needs risk group rethinking. *Thorax*. 2012 Apr 15.

Keall M, Baker MG, Howden-Chapman P, Cunningham M, Ormandy D. Assessing housing quality and its impact on health, safety and sustainability. *J Epidemiol Community Health*. 2010 Sep;64(9):765-71. Epub 2010 Jun 1.

Keall MD, Guriab J, Howden-Chapman P, Baker MG. Estimation of the social costs of home injury: A comparison with estimates for road injury. *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011) 998-1002.

Keall MD, Crane J, Baker MG, Wickens K, Howden-Chapman P, Cunningham M. A measure for quantifying the impact of housing quality on respiratory health: a cross-sectional study. *Environ Health*. 2012 May 14;11:33.

Kercsmar CM, Dearborn DG, Schluchter M, Xue L, Kirchner HL, Sobolewski J, et al. 2006. Reduction in asthma morbidity in children as a result of home remediation aimed at moisture sources. *Environ Health Perspect* 114:1574-1580.

Kilpeläinen M, Terho EO, Helenius H, Koskenvuo M. (2001) Home dampness, current allergic diseases, and respiratory infections among young adults. *Thorax* 56: 462-467.

Kim JL, Brisman J, Aberg MA, Forslund HB, Winkvist A, Torén K. Trends in the prevalence of asthma, rhinitis, and eczema in 15 year old adolescents over an 8 year period. *Respir Med*. 2014 May;108(5):701-8.

Kurt E, Metintas S, Basyigit I, Bulut I, Coskun E, et al. (2009) Prevalence and Risk Factors of Allergies in Turkey (PARFAIT): results of a multicenter cross-sectional study in adults. *Eur Respir J* 33: 724-733.

Lawrence RJ (2005) Housing and health: a way forward. *Built Environ* 31:315–325

Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, Tong M, Douwes J. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. *Environ Health Perspect* 2011; 119:748–756

Mudarri D, Fisk WJ. Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air*. 2007 Jun;17(3):226-35.

Nafstad P, Oie L, Mehl R, Gaarder PI, Lødrup-Carlsen KC, Botten G, Magnus P, Jaakkola JJ. Residential dampness problems and symptoms and signs of bronchial obstruction in young Norwegian children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Feb;157(2):410-4.

Nilsen R, Norstein S, Sellevold H., Boligstatus 2006:1. En bygningsteknisk undersøkelse fra 8895 inspeksjoner foretatt i norske boliger i perioden 2003 til 2005. Anticimex. Boligstatistikk Anticimex, Oslo 2006.  
<http://www.anticimex.com/no/Dokumenter/Rapporter/Boligstatusrapport/>.

NIOSH 2013. Preventing Occupational Respiratory Disease from Exposures Caused by Dampness in Office Buildings, Schools, and Other Nonindustrial Buildings. Morgantown, WV: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2012. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-102/pdfs/2013-102.pdf>.

Norbäck D, Zock JP, Plana E, et al. Lung function decline in relation to mould and dampness in the home: the longitudinal European Community Respiratory Health Survey ECRHS II. *Thorax*. 2011; 66: 396-401.

Norbäck D, Zock JP, Plana E, Heinrich J, Svanes C, Sunyer J, Künzli N, Villani S, Olivieri M, Soon A, Jarvis D. Mould and dampness in dwelling places, and onset of asthma: the population-based cohort ECRHS. *Occup Environ Med*. 2013; 70:325-31.

Næss Ø, Claussen B, Smith GD. Relative impact of childhood and adulthood socioeconomic conditions on cause specific mortality in men *J Epidemiol Community Health* 2004;58:597–598.

Naess O, Claussen B, Thelle DS, Smith GD. Four indicators of socioeconomic position: relative ranking across causes of death. *Scand J Public Health*. 2005;33(3):215-21.

Næss Ø, Claussen B, Smith GD. Housing conditions in childhood and cause-specific adult mortality: The effect of sanitary conditions and economic deprivation on 55,761 men in Oslo. *Scandinavian Journal of Public Health*, 2007; 35: 570–576

Naess O, Piro FN, Nafstad P, Smith GD, Leyland AH. Air pollution, social deprivation, and mortality: a multilevel cohort study. *Epidemiology*. 2007 Nov;18(6):686-94.

Otnes B. Lavinntekt i Norge og Europa. Resultater fra European Survey of Income and Living Conditions. (EU-SILC). Statistisk sentralbyrå • Statistics Norway. Oslo–Kongsvinger 2007/16.

[http://www.ssb.no/emner/00/02/rapp\\_200716/rapp\\_200716.pdf](http://www.ssb.no/emner/00/02/rapp_200716/rapp_200716.pdf)

Park JH, Schleiff PL, Attfield MD, Cox-Ganser JM, Kreiss K. 2004. Building-related respiratory symptoms can be pre-dicted with semi-quantitative indices of exposure to damp-ness and mold. *Indoor Air* 14(6):425–433.

Park JH, Kreiss K, Cox-Ganser JM. Rhinosinusitis and mold as risk factors for asthma symptoms in occupants of a water-damaged building. *Indoor Air*. 2012; 22:396-404.

Piro FN, Næss O, Claussen B. Area deprivation and its association with health in a cross-sectional study: are the results biased by recent migration? *Int J Equity Health*. 2007 Sep 20;6:10.

Piro FN, Madsen C, Naess O, Nafstad P, Claussen B. A comparison of self reported air pollution problems and GIS-modeled levels of air pollution in people with and without chronic diseases. *Environ Health*. 2008 Feb 28;7:9.

Platt S, Mitchell R, Petticrew M, et al. The Scottish Executive Central Heating Programme: assessing impacts on health. Edinburgh, Scotland: Social Research Development Dept, Scottish Executive; 2007.

Quansah R, Jaakkola MS, Hugg TT, Heikkinen SAM, Jaakkola JJK. Residential Dampness and Molds and the Risk of Developing Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* 2012; 7(11): e47526.

Reponen T, Vesper S, Levin L, Johansson E, Ryan P, Burkle J, Grinshpun SA, Zheng S, Bernstein DI, Lockey J, Villareal M, Khurana Hershey GK, LeMasters G. High environmental relative moldiness index during infancy as a predictor of asthma at 7 years of age. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2011 Aug;107(2):120-6.

Reponen T, Lockey J, Bernstein DI, Vesper SJ, Levin L, Khurana Hershey GK, Zheng S, Ryan P, Grinshpun SA, Villareal M, Lemasters G. Infant origins of childhood asthma associated with specific molds. *J Allergy Clin Immunol*. 2012 Sep;130(3):639-644.

Rydjord B, Marton JH, Strømsnes H, Granum B, Bolle R, Nystad W, Hetland G. Mould-specific immunoglobulin antibodies quantified by flow cytometry reflect mould exposure in Norwegian children. *Clin Exp Allergy*. 2008; 38: 430-7.

Sahakian NM, White SK, Park J-H, Cox-Ganser JM, Kreiss K. Identification of mold and dampness-associated respiratory morbidity in 2 schools: comparison of questionnaire survey responses to national data. *J Sch Health* 2008; 78: 32-37.



Sauni R, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Sep 7;9:CD007897.

Sauni R, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma (Review). *Evid Based Child Health.* 2013; 8: 944-1000.

Savilahti R, Uitti J, Laippala P, Husman T, Roto P. Respiratory morbidity among children following renovation of a water-damaged school. *Archives of Environmental Health* 2000;55: 405–10.

Shortt N, Rugkåsa J. “The walls were so damp and cold” fuel poverty and ill health in Northern Ireland: results from a housing intervention. *Health & Place* 2007;13:99–110.

SINTEF-Byggforsk/ BE 2009. Hus og helse. SINTEF Byggforsk / Statens bygningstekniske etat 2009  
<http://www.dibk.no/Documents/Innemiljø/Verktøy/091HusOgHelse2009.pdf>

Sintef. Fiin gammel aargang - energisparing i verneverdige hus. En veileder utarbeidet av Sintef 2004. Kan lastes ned fra ENOVA:  
<http://www.enova.no/publikasjonsoversikt/publicationdetails.aspx?publicationID=295>

Smedbold HT, Ahlen C, Norbäck D, Hilt B. Sign of eye irritation in female hospital workers and the indoor environment. *Indoor Air.* 2001; 11: 223-31.

Smedbold HT, Ahlen C, Unimed S, Nilsen AM, Norbäck D, Hilt B. Relationships between indoor environments and nasal inflammation in nursing personnel. *Arch Environ Health.* 2002 Mar-Apr;57(2):155-61.

Somerville M, Basham M, Foy C, Ballinger G, Gay T, Barton AG, Torbay Healthy Housing Group (2002). From local concern to randomized trial: the Watcombe Housing Project. *Health Expect* 5:127–135

Sudakin et al (1998): Toxigenic fungi in a water damaged building. An intervention study. *Am J Industrial Medicine* 34: 183 - 190.

Svanes et al. Early life origins of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2010; 65: 14-20.

Sæther J-P. Boforhold og boligøkonomi. Store forskjeller i boutgiftene. SSB. Samfunnsspeilet, 2009/5-6. Publisert: 7. desember 2009. <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/store-forskjeller-i-boutgiftene>

Thomson H, Petticrew M Douglas M. Health impact assessment of housing improvements: incorporating research evidence. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57;11-16.

Thomson H, Thomas S, Sellstrom E, Petticrew M. The Health Impacts of Housing Improvement: A Systematic Review of Intervention Studies From 1887 to 2007  
AJPH 2009; 99: S681-S692

Thomson H, Thomas S, Sellstrom E, Petticrew M. Housing improvements for health and associated socio-economic outcomes. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Feb 28;2:CD008657. doi: 10.1002/14651858.CD008657.pub2.

Thörn A, Lewné M, Belin L. Allergic alveolitis in a school environment. *Scand J Work Environ Health.* 1996 Aug;22(4):311-4.

Tischer (a) CG, Hohmann C, Thiering E, et al. Meta-analysis of mould and dampness exposure on asthma and allergy in eight European birth cohorts: an ENRIECO initiative. *Allergy.* 2011 Sep 19. doi: 10.1111/j.1398-9995.2011.02712.x.

Tischer (b) C, Chen CM, Heinrich J. Association between domestic mould and mould components, and asthma and allergy in children: a systematic review. *Eur Respir J.* 2011 Oct;38(4):812-24. Epub 2011 May 3.

Twardella D, Matzen W, Lahrz T, Burghardt R, Spiegel H, Hendrowarsito L, Frenzel AC, Fromme H. Effect of classroom air quality on students' concentration: results of a cluster-randomized cross-over experimental study. *Indoor Air* 2012; 22: 378-87.

Vesper S, McKinstry C, Haugland R, Wymer L, Bradham K, Ashley P, Cox D, Dewalt G, Friedman W. Development of an Environmental Relative Moldiness index for US homes. *J Occup Environ Med.* 2007 Aug;49(8):829-33.

Vesper S. Traditional mould analysis compared to a DNA-based method of mould analysis. *Crit Rev Microbiol.* 2011 Feb;37(1):15-24. Epub 2010 Sep 29.

von Hertzen LC, Savolainen J, Hannuksela M, Klaukka T, Lauerma A, Mäkelä MJ, Pekkanen J, Pietinalho A, Vaarala O, Valovirta E, Vartiainen E, Haahtela T. Scientific rationale for the Finnish Allergy Programme 2008-2018: emphasis on prevention and endorsing tolerance. *Allergy.* 2009 May;64(5):678-701.

Walker J, Mitchell R, Petticrew M, Platt S. The effects on health of a publicly funded domestic heating programme: a prospective controlled study. *J Epidemiol Community Health.* 2009 Jan;63(1):12-7..

WHO 2007. Housing, Energy and Thermal Comfort. A review of 10 countries within the WHO European Region.  
[http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/97091/E89887.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/97091/E89887.pdf)

WHO 2007. Large analysis and review of European housing and health status (LARES).  
[http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/107476/lares\\_result.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/107476/lares_result.pdf)

WHO 2009. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. © World Health Organization 2009 (248pp): <http://www.euro.who.int/document/E92645.pdf>

WHO 2011. Health in the green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector: [http://www.who.int/hia/green\\_economy/en/index.html](http://www.who.int/hia/green_economy/en/index.html)

WHO 2012. Environmental health inequalities in Europe. Assessment report. WHO 2012, xiv + 192 pages ISBN 978 92 890 0260 8 <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/publications/2012/environmental-health-inequalities-in-europe.-assessment-report>

Wilkinson P, Pattenden S, Armstrong B, Fletcher A, Kovats RS, Mangtani P, McMichael AJ. Vulnerability to winter mortality in elderly people in Britain: population based study. *BMJ*. 2004; Sep 18;329(7467):647. (doi:10.1136/bmj.38167.589907.55)

Wilkinson P, Smith KR, Beevers S, Tonne C, Oreszczyn T. Energy, energy efficiency, and the built environment. *Lancet*. 2007 (a) Sep 29;370(9593):1175-87.

Wilkinson P, Smith KR, Joffe M, Haines A. A global perspective on energy: health effects and injustices. *Lancet*. 2007 (b) Sep 15;370(9591):965-78.

Williamson IJ, Martin CJ, McGill G, Monie RD, Fennerty AG. 1997. Damp housing and asthma: a case-control study. *Thorax* 52(3):229–234.

Wyon DP. The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air* 2004; 14: 92-101

Waatevik M, Skorge TD, Omenaas E, Bakke PS, Gulsvik A, Johannessen A. Increased prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in a general population. *Respir Med*. 2013 Jul;107(7):1037-45.

Øie L, Nafstad P, Botten G, Magnus P, Jaakkola JK. Ventilation in homes and bronchial obstruction in young children. *Epidemiology*. 1999 May;10(3):294-9.

Aas K, Levy F, Bakke JV, Birkeland G, Bolle R (2003). Norsk Forum for Bedre Innemiljø for Barn (NFBIB): Fukt og biologiske effekter: Inneklimarelatert hodepine og unormal tretthet. Kritisk vurdering av vitenskapelige publikasjoner om emnet. Rapport til Helse&Rehabilitering (2003). <http://arkiv.innemiljo.net/index.asp?G=2397>

Åhman M, Lundin A, Musabasic V, Söderman E. Improved health after intervention on a school with moisture problems. *Indoor Air* 2000;10:57–62.

## Nye og gamle boliger – har vi/får vi nok luft?

Lite publisert i internasjonal peer reviewed litteratur om ventilasjonsbehov. Det meste er gjort på yrkesbygg, skoler og kontorbygg. Det foreligger likevel en del, mer eller mindre godt systematiserte, erfaringsdata for boliger. Ventilasjonsbehov avhenger ikke bare av personbelastning, men også av annen forurensning i lokalene. Fuktighet er en særlig komplisert og viktig kilde. Høy fuktighet er sterkt knyttet til fare for kondens på kuldebroer som igjen ikke bare er avhengig av hvor godt bygningen er ventilert, men også temperaturdifferansen mellom ute og inne og hvor godt huset er isolert i vegger og tak, fuktsperre, kuldebroer med kalde flater og kvaliteten på vinduene. En enkel markør for dårlig ventilasjon er nettopp kondens på innsiden av dobbeltvinduer.

Tross manglende vitenskapelige data er det likevel bred faglig enighet om at ventilasjon av boliger i vår del av verden bør være på minst 0,5 ach (luftvekslinger i timen) for boliger med minst 2,4 meter takhøyde, dvs minst 1,2 m<sup>3</sup> luft/m<sup>2</sup>/time. Dessuten kreves per person minst 25 m<sup>3</sup>/time, tilsvarende 7 l/person/sekund, noe som igjen tilsvarer en likevektssituasjon med ca 1000 ppm CO<sub>2</sub>. For at arealet av boligen skal gi nok luft per person med 0,5 ach kreves dermed at boligen har minst 20 m<sup>2</sup>/person. Trangboddhet er i seg selv en helseisiko som dels skyldes for lite ventilasjon per person.

### Hvorfor ventilerer vi?

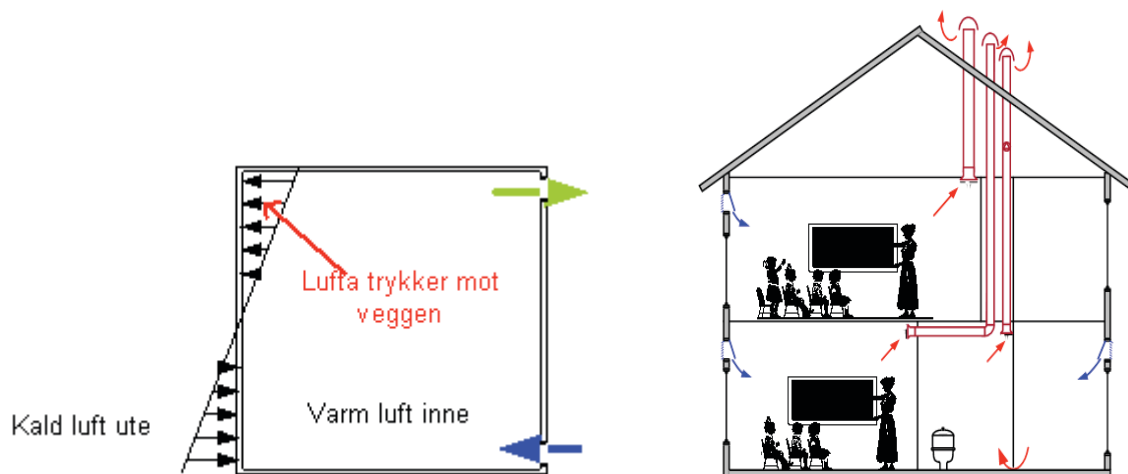
Vi ventilerer for å

- få nok ren og frisk luft
- fjerne fuktighet, lukt, gasser, partikler og annen luftbåren forurensning. Også varme kan i noen sammenhenger være en forurensning. Vi fjerner sedimentert forurensning (forurensning på flater) med renhold. Sterke forurensningskilder kaster vi ut eller kapsler inn når det er mulig.

Moderne bygg av høy kvalitet har god isolasjon, fuktsperre og høy tetthet for å unngå trekk og varmetap. Da trenger vi systemer/ installasjoner som sikrer at vi får tilstrekkelig ventilasjon. Det finnes tre vanlige hovedprinsipper for ventilasjon.

### Naturlig ventilasjon

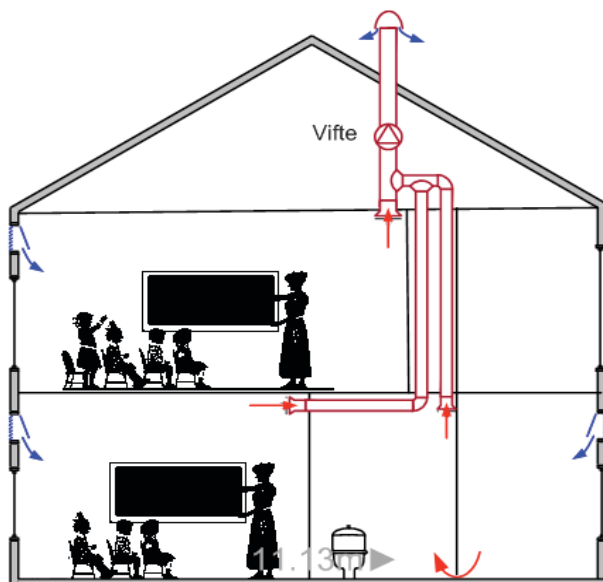
Vanligst og enklest er systemer for «naturlig ventilasjon» som baserer seg på naturlig oppdrift av varm luft og påvirkes sterkt av vindtrykk. Dersom de naturlige kreftene er svake og hvis brukerne ikke aktivt bruker/regulerer ventiler, vinduer og andre åpninger kan resultatet bli svært tilfeldig med hensyn til ventilasjon. Avtrekket tas fra våtrom, toaletter og kjøkkenavtrekk der det er ønskelig at det er undertrykk.



Illustrasjon: <http://www.naaf.no/no/subsites/drift-og-helse/tekniskelosninger/ventilasjon/naturlig-ventilasjon/>

### Enkel mekanisk avtrekksventilasjon

Ved å sette en mekanisk vifte i avtrekket er vi mindre avhengig av naturlige drivkrefter, temperatur og vindtrykk. Et godt resultat forutsetter at brukerne bruker anlegget riktig under ulike temperaturforhold. Mange opplever trekk fra inntaksventilene når det er kaldt ute og stenger dem, ofte uten å huske på at de skal åpnes igjen når temperaturredifferansen blir mindre. Mange skrur ned eller av anlegget slik at ventilasjonen blir utilstrekkelig. Avtrekket tas fra våtrom, toaletter og kjøkken. Det er mulig å gjenvinne varme fra avtrekket til oppvarming av tappevann, men ikke til frisklufttilførselen.

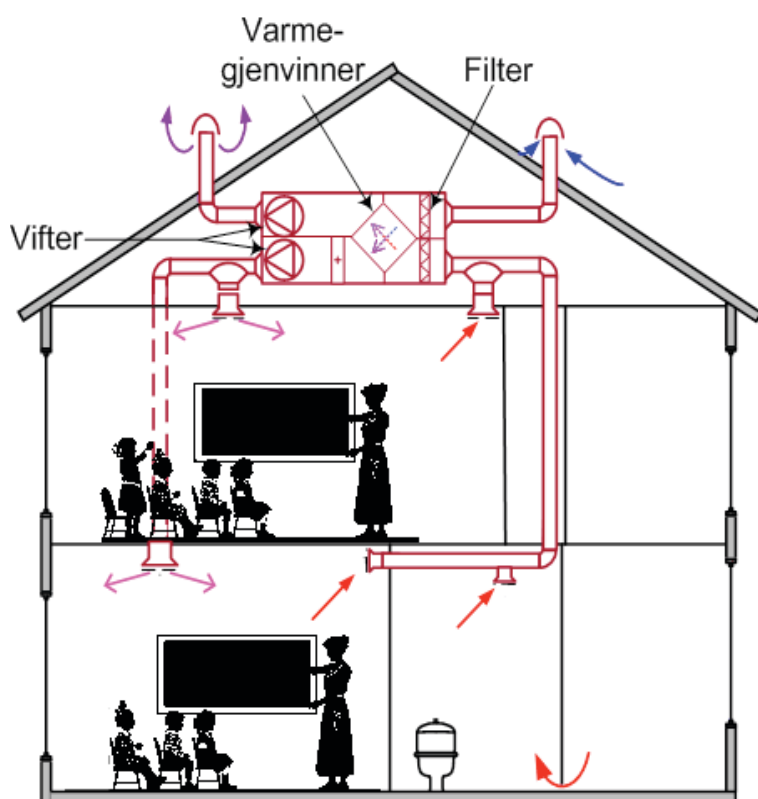


Illustrasjon: <http://www.naaf.no/no/subsites/drift-og-helse/tekniskelosninger/ventilasjon/mekanisk-avtrekk/>

### Mekanisk balansert ventilasjon

Med mekanisk balansert ventilasjon menes at det er vifte som gir tilnærmet lik mengde luft både på tilførsels og avtrekkssiden. Da er det mulig å filtrere og rense tilførselsluften og det kan installeres varmegjenvinner mellom den brukte og den friske luften. Mesteparten av energien i den brukte luften kan gjenvinnes. Dessuten

er luftmengdene lettere å styre. Også i slike anlegg sørges det for at det er undertrykk i våtrom, toaletter og fra kjøkkenavtrekk. Spørsmålene her er også om vi bruker installasjonene riktig og holder vi dem i orden. Installasjonene skal holdes rene og tørre og det skal skiftes filter regelmessig. Fukt og forurensning kan være en utfordring særlig i luftinntaket. Ett spørsmål er om vi trenger vi OVK (Obligatorisk Ventilasjons Kontroll) slik som i Sverige.

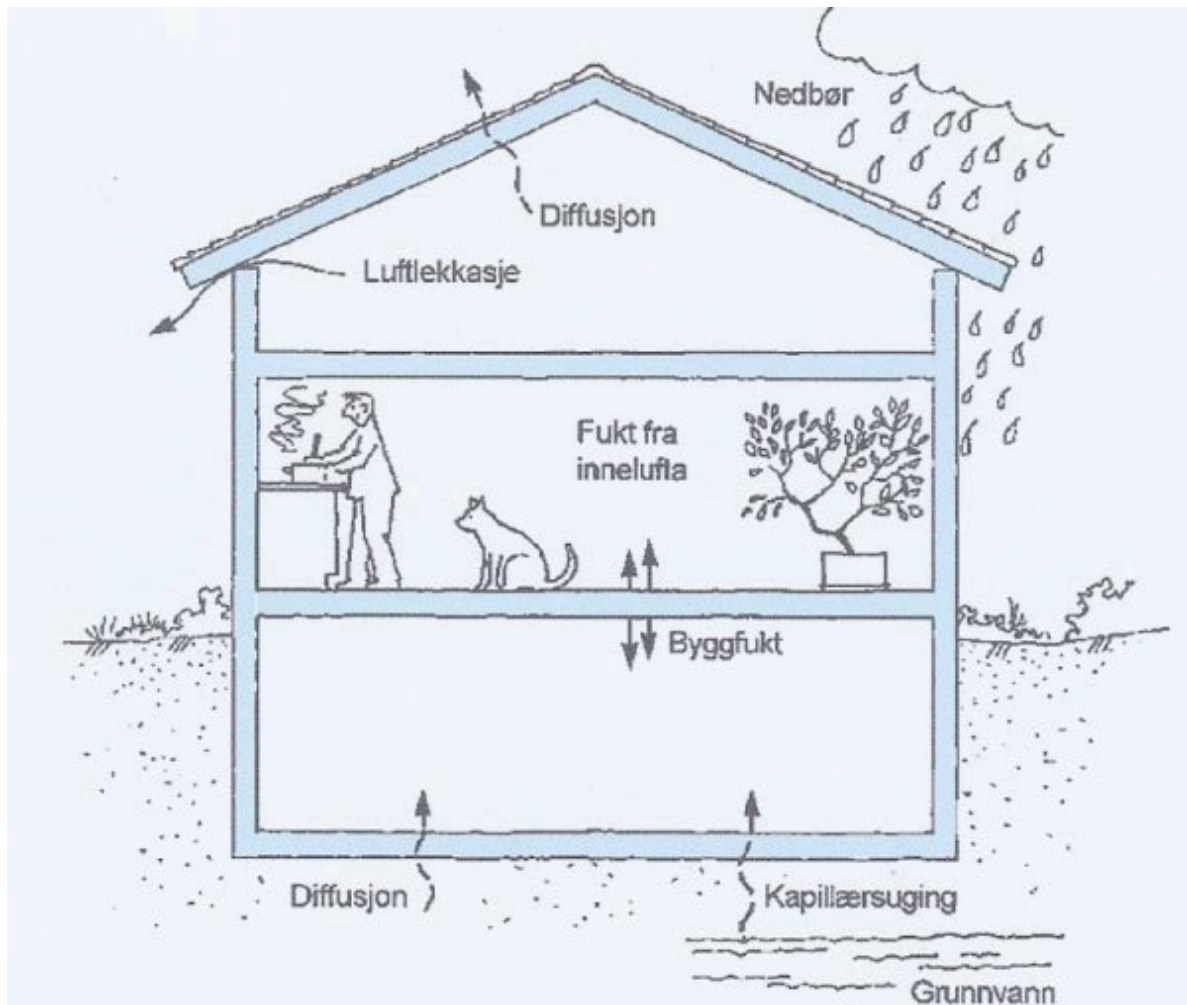


Illustrasjon:

<http://www.naaf.no/no/subsites/drift-og-helse/tekniskelosninger/ventilasjon/>

### Fukt, fuktkilder og ventilasjon

I tre firedeler av større inneklimateproblemer meldt til Byggforsk er fuktproblemer involvert. Årsaker kan være lekkasjer i bygningskroppen eller fra installasjoner, sviktende drenering, diffusjon og kapillærsug fra grunn, bygningsfukt og for stor fuktilførsel fra kilder i inneklimate (våtrom, dusjing, vasking, klestørking, koking osv) i forhold til ventilasjonen. Fuktighet kondenserer lettest på kalde flater ved kuldebroer, på vinduer og inne i vegger og tak der det ikke er tilstrekkelig fuktsperre.



Illustrasjon: Fuktkilder: SINTEF Byggforsk

### Dagens vitenskapelig baserte kunnskaper om boligventilasjon

Den nyeste gjennomgangen av litteraturen ble publisert av Sundell et al 2011. Det ble gjort søk i verdenslitteraturen med krav om at de inkluderte arbeidene

- Er publisert i fagfelleurderte (peer-reviewed) tidsskrift
- Både målte ventilasjon (eller CO<sub>2</sub> nivå) **og** helseutfall
- Hadde relevante analyser av assosiasjonen mellom spesifikke helseutfall og ventilasjon eller CO<sub>2</sub>-nivå.

Av 314 artikler tilfredsstilte 74 kravene. 30 ble ekskludert på grunn av manglende data. Ytterligere 17 ble ekskludert fordi de var enten case-studier, ikke-informative eller inkonklusive. 27 studier kunne inngå i analysen hvorav **kun fire studier gjelder boliger**, tre svenske og en norsk studie. De fire studiene er publisert av Norbäck et al 1995, Øie et al 1999, Emenius et al 2004 og Bornehag et al 2005. Ytterligere en studie av høy kvalitet er senere publisert av en svensk gruppe (Hägerhed-Engman et al 2009).



Norbäck et al 1995 studerte astmasymptomer og 30-minutters CO<sub>2</sub>-nivå i Uppsala. Det var assosiasjon mellom nattlig tung pust og CO<sub>2</sub> med henholdsvis 1020 og 850 ppm i gjennomsnittlig konsentrasjon på dagtid for de med og uten symptom. Justert OR; 95% CI for en økning av CO<sub>2</sub> på 1000 ppm var 20,0; 2.7-146. CO<sub>2</sub> var over 1000 ppm i 26 % av de undersøkte boligene.

Øie et al 1999 var del av "Barneastmastudien" i Oslo hvor bronkial obstruksjon første to år var nesten fire ganger hyppigere (OR 3.8; 2.0-7.2) ved boligfukt. 27 % av case og 14 % av matchede kontroller hadde fukt i boligen (Nafstad et al.1998). Øie et al fant at effektene ble svært mye sterkere når fukt var kombinert med lav ventilasjon (OR 9.6; 1.05-87).

Emenius et al 2004 fant ikke assosiasjon mellom ventilasjon og "wheeze", men andre indikatorer på lav ventilasjon som høy relativ luftfuktighet og kondens på vindusruter var assosiert med «wheeze».

Bornehag et al 2005 fant assosiasjon mellom økt ventilasjon i 390 svenske hjem og mindre allergiske symptomer hos barn, men forfatterne karakteriserte sammenhengens som svak, muligens på grunn av lav statistisk styrke (power).

Hägerhed-Engman et al 2009 fant sammenheng mellom mugglukt langs gulvlist og allergiske symptomer hos barn, hovedsakelig snue. Mugglukt langs gulvlist kan være en proxy for skjult fuktproblem inne i ytterveggen eller fundamentet. **Lav ventilasjonen** i kombinasjon med mugglukt langs gulvlist økte ytterligere risiko for tre av fire utfall (for astma, høysnue og eksem, men ikke for legediagnostisert astma).

#### For lav ventilasjon øker luftfuktigheten og gir levekår for midd om vinteren

Etter energikrisen i 1973 ble det satt i gang omfattende energisparetiltak i Sverige, blant annet med tetningslister for å redusere varmetap. Slike tiltak var signifikant assosiert med allergi, overfølsomhet, astma, sensibilisering for husstøvmidd (Wickman et al 1991, Sundell et al 1995). Dette var assosiert med nedsatt ventilasjon, økt fuktighet inne, fukt, fuktskader, mugg, hyppighet og økning av antall husstøvmidd og middallergi. Husstøvmidd er avhengig av habitater (i seng og soveplasser) med relativ fuktighet over 40% hele året for å kunne infestere et boligmiljø. I mesteparten av Norden er det bare mulig dersom ventilasjon er svært lav når det er kaldt om vinteren.



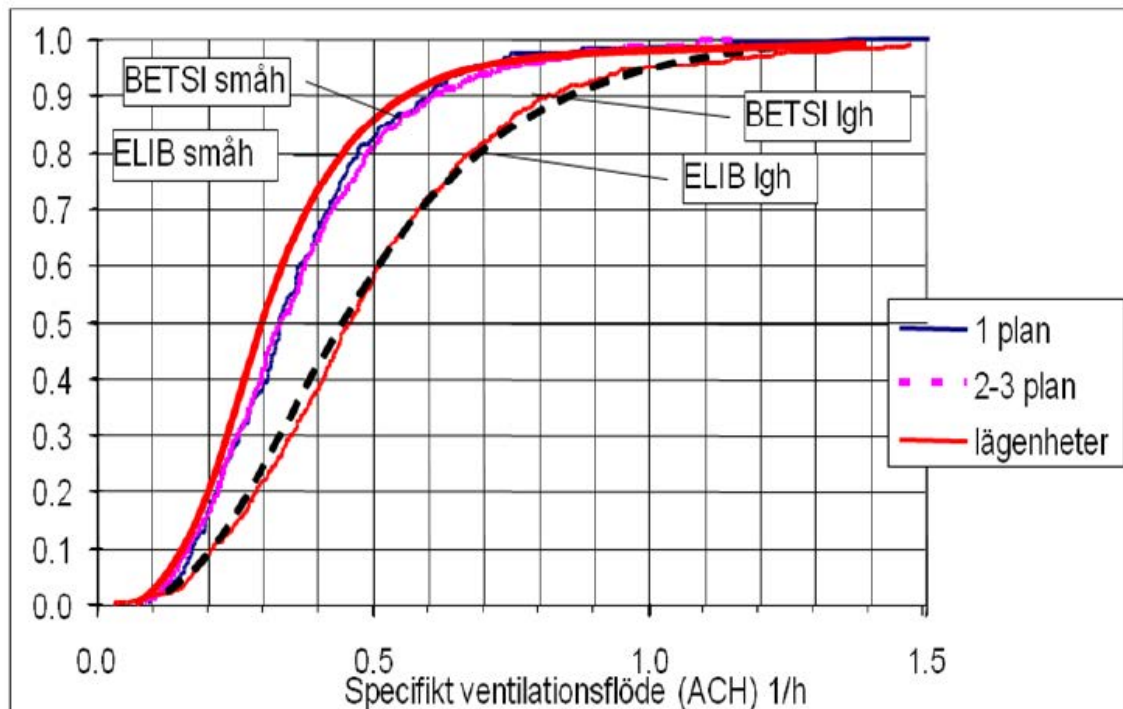
### Vinduskondens, fuktproduksjon inne, ventilasjon, kuldebroer og fukt

Vinduskondens er ofte brukt som markør for at det er for lite ventilasjon i forhold til fuktproduksjon, isolasjon og kuldebroer i bygningen: «WPC increased the risk for sensitization to cat (OR = 2.6; 1.2-5.8). Recurrent wheezing was associated with living in homes with absolute indoor humidity >5.8 g/kg (OR 1.7 ;1.0-2.9) and in homes where windowpane condensation was consistently reported over several years (OR 2.2; 1.1-4.5)”. (Wickman et al. 1991 og 1992, Lindfors et al. 1999, Emenius et al. 2000 og 2004).

I Midt-Norge var det assosiasjon mellom antall hus med en eller flere fuktindikatorer og type ventilasjon, fundamentering og byggeperiode (Holme et al 2008, Holme 2010). Det var flere tilfelle med muggvekst i hus uten ventilasjon/naturlig ventilasjon sammenlignet med mekanisk ventilasjon.

### De svenske boligundersøkelsene ELIB (1991/92) og BETSI (2007). Fordeling av målt ventilasjon (ach) i BETSI sammenlignet med ELIB

Se Stridh & Andersson 2012 og Boverket om ELIB og BETSI. Det er aldri gjort tilsvarende undersøkelser i Norge. Selv om det er klare forskjeller mellom svenske og norske boliger er det også mange fellestrekk som vi kan lære av.



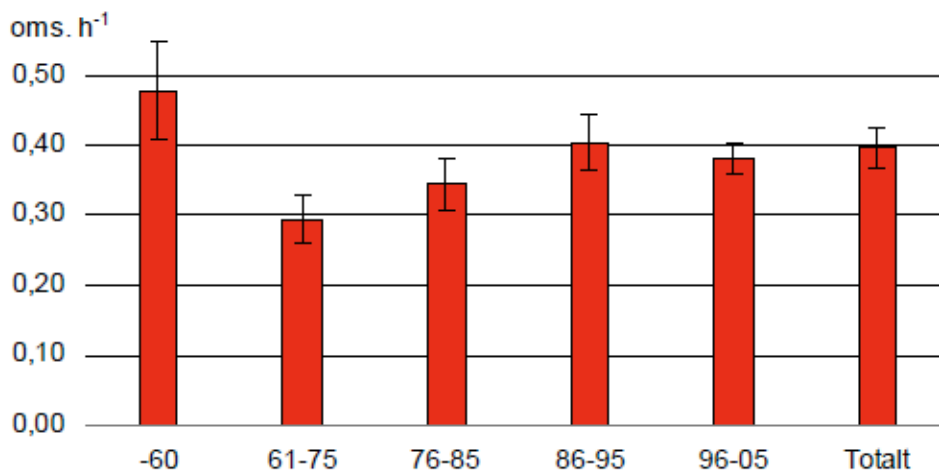
Figur 13. Det er en liten bedring fra 1991 til 2007 for eneboliger. Fortsatt tilfredsstillende mindre enn halvparten av eneboligene kravet til 0,5 ACH og det er stor spredning i ventilasjon mellom boligene

### Resultater om ventilasjon i ELIB/BETSI – se figur

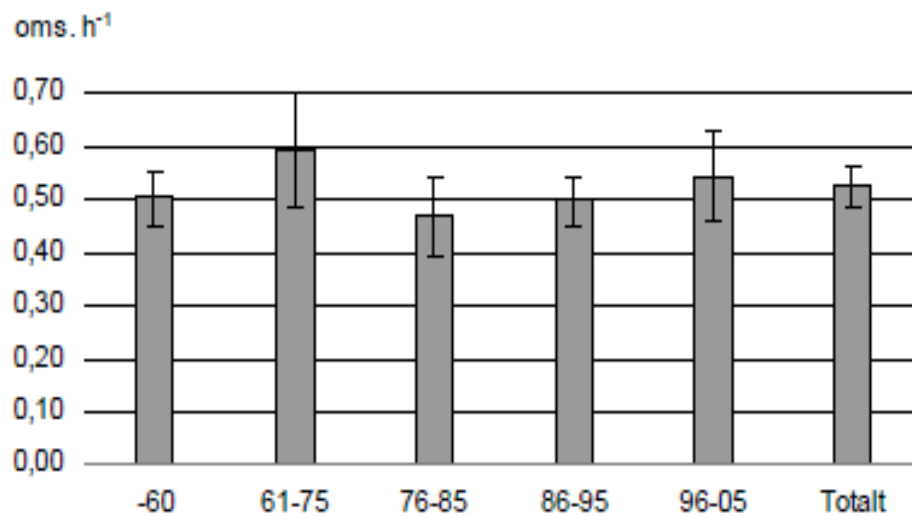
- ”Luftomsättningen i småhusen ligger på i gjennomsnitt 0,4 romsvolymer per timme. Ingen aldersklass oppfyller socialstyrelsens rekommendation på en luftomsättning motsvarande 0,5 romsvolymer per timme. I hela populationen ligger gjennomsnittlig luftomsättning på 0,40 omsättningar per timme.
- I flerbostadshusens lägenheter är omsättningen lite drygt 0,5. Endast aldersklassen 76-85 har, i gjennomsnitt, en luftomsättning som understiger den av Socialstyrelsen rekommenderade omsättningen på 0,5 romsvolymer per timme. Gjennomsnittlig luftomsättning för hela populationen ligger på 0,53 oms/h.
- I småhusen återfinns störst luftomsättning i byggnader oppførda före 1961.
- Fyra femtedelar av småhusen har en lägre luftomsättning än den som föreskrivs vid nybyggnad av bostäder, 0,35 l/m<sup>2</sup>/s.
- I flerbostadshusen underskrids nybyggnadskravet i tre av fem lägenheter”.

Boverket 2010. Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar – resultat från projektet BETSI. Ventilasjon etter alder og ventilasjonssystem. Se: <http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BETSI-Energi-i-bebyggelsen.pdf>

Figur 4.1. Luftomsättningar per timme i de fem aldersklasserna i småhusbeståndet.



Figur 4.5. Luftomsättningar per timme i flerbostadshusens lägenheter.



### Fordeling mellom ulike ventilasjonsløsninger

S: självdrag er naturlig ventilasjon

F: mekanisk avtrekksventilasjon

FVP: mekanisk avtrekk med varmpumpe som gjenvinner varme fra avtrekksluften.

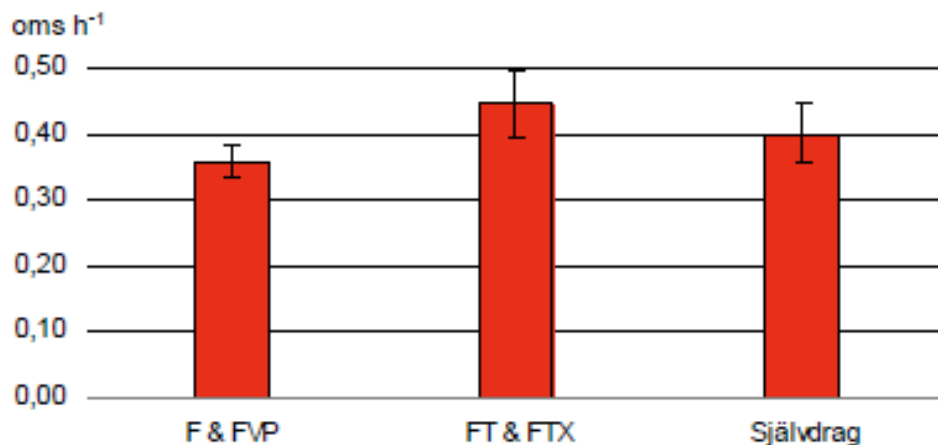
FX er mekanisk avtrekksventilasjon med varmegjenvinner

FT: balansert mekanisk ventilasjon

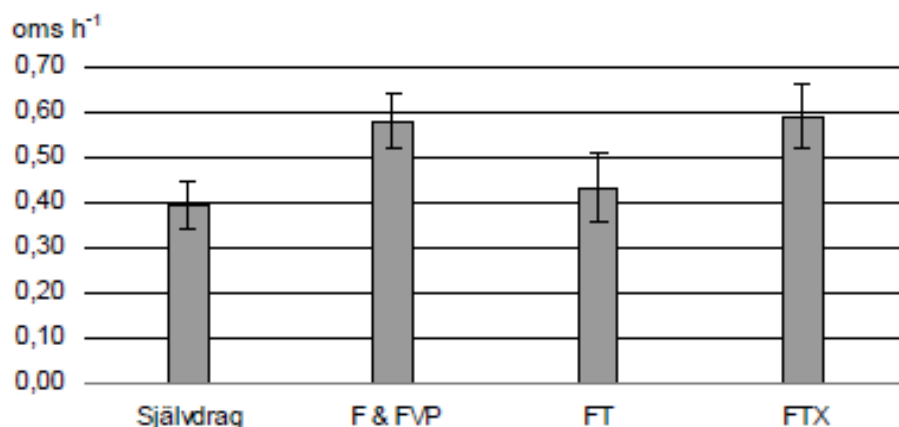
FTX: balansert mekanisk ventilasjon med varmegjenvinner

VP er varmpumpe som kan hente varme fra grunn, sjø, uteluft eller grunnvann

Figur 4.2. Luftomsättning i småhusen utifrån typ av ventilationssystem.



Figur 4.6. Luftomsättning i flerbostadshusens lägenheter utifrån typ av ventilationssystem i byggnaden.



Vi ser at det bare er noen av boligblokkene med mekanisk ventilasjon og varmegjenvinning som tilfredsstillende behovet for 0,5 ach. Blant eneboligene er det de som har balansert mekanisk ventilasjon som er best, men gjennomsnittet for disse ligger likevel lavere enn 0,5 ach. Mer enn 80 % av eneboligene tilfredsstillende ikke behovet for 0,5 ach.

#### Obligatorisk ventilasjonskontroll OVK i Sverige

<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygga-andra-och-underhalla/Obligatorisk-ventilationskontroll/>

Situasjonen med dårlig innelima i mange boliger, skoler og andre lokaler fikk riksdag og regjering til i 1991 å innføre regler om funksjonskontroll av ventilasjonssystemer, OVK. Siden begynnelsen av 1990-tallet har vært regler om hvordan dette skal utføres.

#### Obligatorisk ventilasjonskontroll gir god effekt på innemiljø.

Tilfredsstillende innemiljø inngår i det nasjonale miljøkvalitetsmålet "Godt bebyggt miljø" hvor ventilasjonskontrollen spiller en viktig rolle. Målet er at innen 2015 skal samtlige bygninger, der mennesker oppholder seg ofte eller gjennom lengre tid, ha en dokumentert fungerende ventilasjon.

Det er også viktig i sammenheng med ventilasjonskontrollen å foreslå hva som kan gjøres for å minske energiforbruket til ventilasjonen uten at det medfører dårligere innemiljø.

## OVK – Hvilke bygninger og når?

<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Bygga-andra-och-underhalla/Obligatorisk-ventilationskontroll/OVK---Vilka-byggnader-och-nar/>

Byggnader	Besiktningintervall* (återkommande besiktning)	Behörighet**, min kravnivå
Förskolor, skolor, vårdlokaler och liknande med S, F, FX-ventilation	3 år	N
Förskolor, skolor, vårdlokaler och liknande med FT, FTX-ventilation	3 år	K
Flerbostadshus, kontorsbyggnader och liknande med FT, FTX-ventilation	3 år	K
Flerbostadshus, kontorsbyggnader och liknande med F, FX, S-ventilation	6 år	N
En- och tvåbostadshus med FX, FT, FTX-ventilation	endast kontroll för nybyggnad/nyinstallation	N

\* = **Besiktningintervaller ändrades från och med 1 maj 2009.**

\*\*= **Kravnivåerna för behörigheter gäller från och med 1 november 2009.**

Läs mer i Boverkets föreskrifter BFS 2011:16.

Vi ser at krav til OVK gjelder alle bygg unntatt eneboliger som kun skal kontrolleres ved nybygg og nyinstallasjon

### Norske data om boligventilasjon

For fremtiden vil de fleste boligene bli utført med mekanisk balansert ventilasjon med varmegjenvinning for å tilfredsstille krav til energi og inneklima. En viktig utfordring er drift og vedlikehold. Vi har ikke OVK og vet svært lite om tilstanden i norske boliger og om hvordan installasjonene fungerer, driftes og vedlikeholdes.

I 1995 publiserte Byggforsk en feltundersøkelse av ventilasjon i småhus(Blom & Skåret 1995). De fant blant annet at:

- Blant småhus bygget etter 1980 har 52 % sentralt mekanisk avtrekkssystem og 6 % balansert mekanisk ventilasjon steget til 75% og 10% i 1992.
- Blant alle norske småhus har 92% naturlig ventilasjon. Ca 40% står tomme på dagtid.
- Feltnålinger viser CO<sub>2</sub> helt opp i 5-6000 ppm i soverom. Vinduslufting er nødvendig, men ca 50% av beboerne sover med lukkede vinduer.

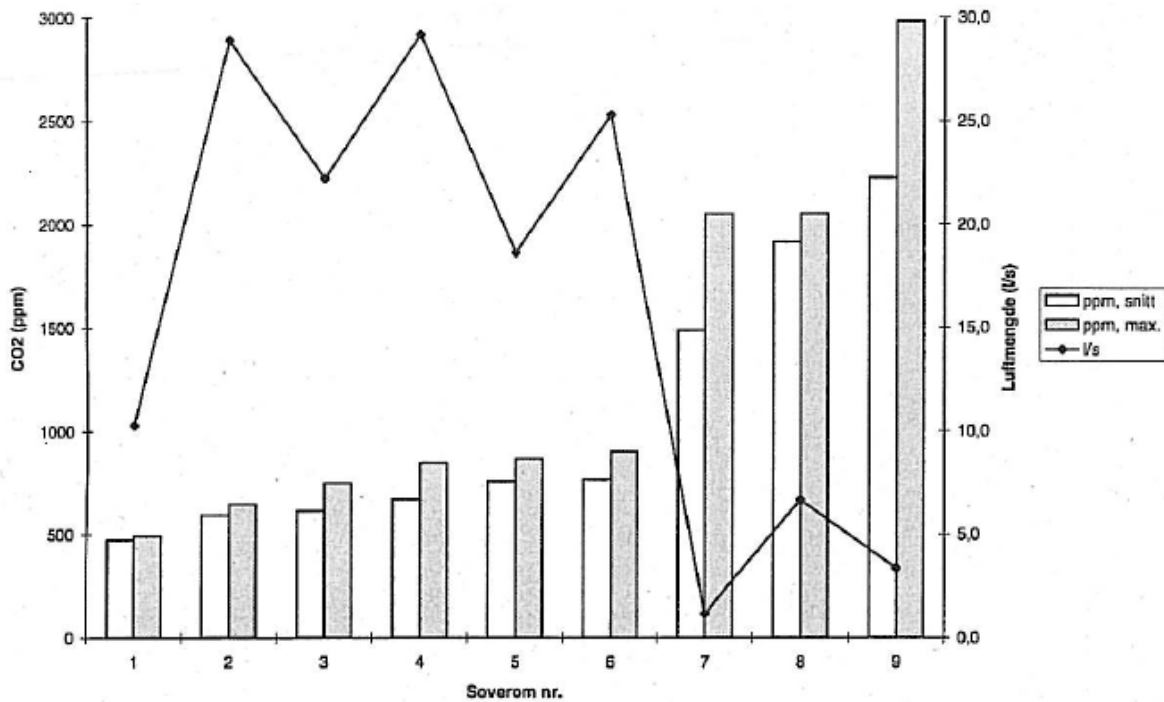


Fig. 4

Sammenheng mellom konsentrasjon av karbondioksid ( $CO_2$ ) og tilført lufmengde i 9 soverom

I tillegg til maksimal  $CO_2$ -konsentrasjon i løpet av natten, viser figuren gjennomsnittlig luftskifte og  $CO_2$ -konsentrasjon over en natt (2300 – 0600).

Figur 14 Figur fra Blom&Skåret 1995, dels svært dårlig ventilasjon og høye  $CO_2$ -verdier

### Inneklimatelefonen 1995

Teknisk Hygienisk Forum gjennomførte dette prosjektet som også omfattet feltstudier med data fra fem norske kommuner. Det resulterte i en rapport, en utdragsrapport og en veiledning om Inneklimaarbeid i boligen (THF 1995 a og b).

Eneboliger og naturlig avtrekksventilasjon dominerte i Norge. Det ble gjort undersøkelse av boliger med klager på inneklima fra fem relativt store kommuner i Norge (Trondheim, Fredrikstad, Sarpsborg, Moss, Ringerike). Det betyr at denne studien er selektert blant de som har klager på dårlig inneklima.



## Boligtype

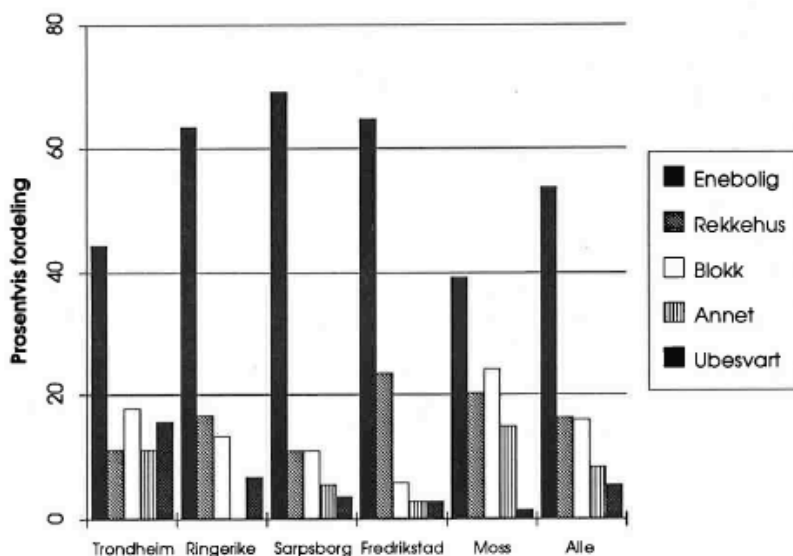
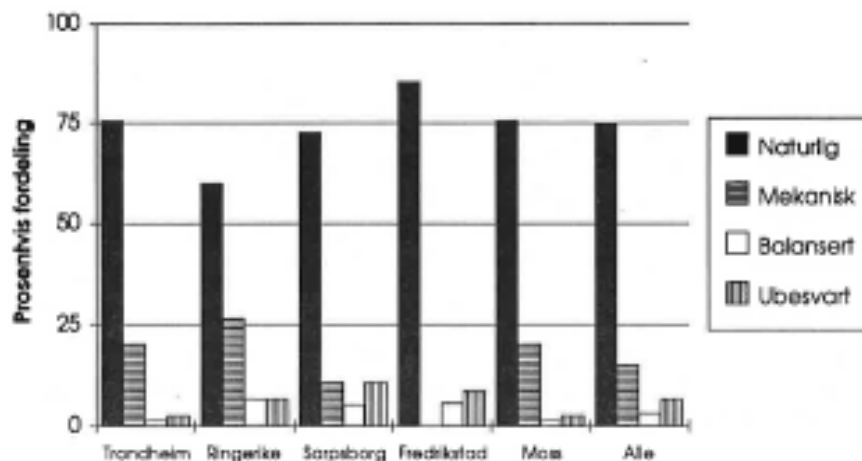


Fig. 2. Viser prosentvis fordeling av boligtyper hvor det har vært klaget på innelima.  
Figur 15. Fra Inneklimatelefonen THF 1995a

## Ventilasjonsmetoder

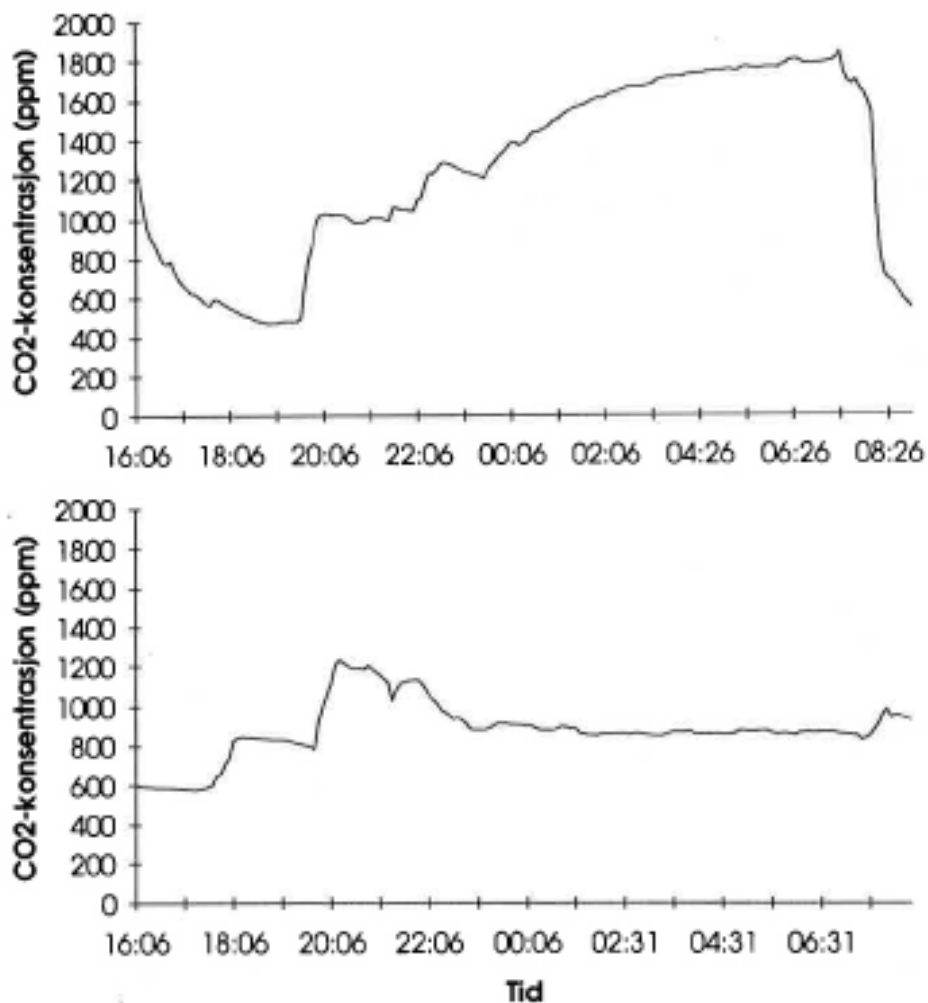


Figur 3. Viser prosentvis fordeling av ventilasjonsprinsippet i de undersøkte boligene.

Figur 16. Fra Inneklimatelefonen THF 1995 a

## CO2-målinger i soverom – eksempler fra Inneklimatelefonen

Punktmålinger på dagtid, lå godt under Helsetilsynets krav, mens kontinuerlige målinger i soveperioden om natten viste klare overskridelser (1800-3000 ppm). Dette indikerer dårlig ventilasjon av soverommet.

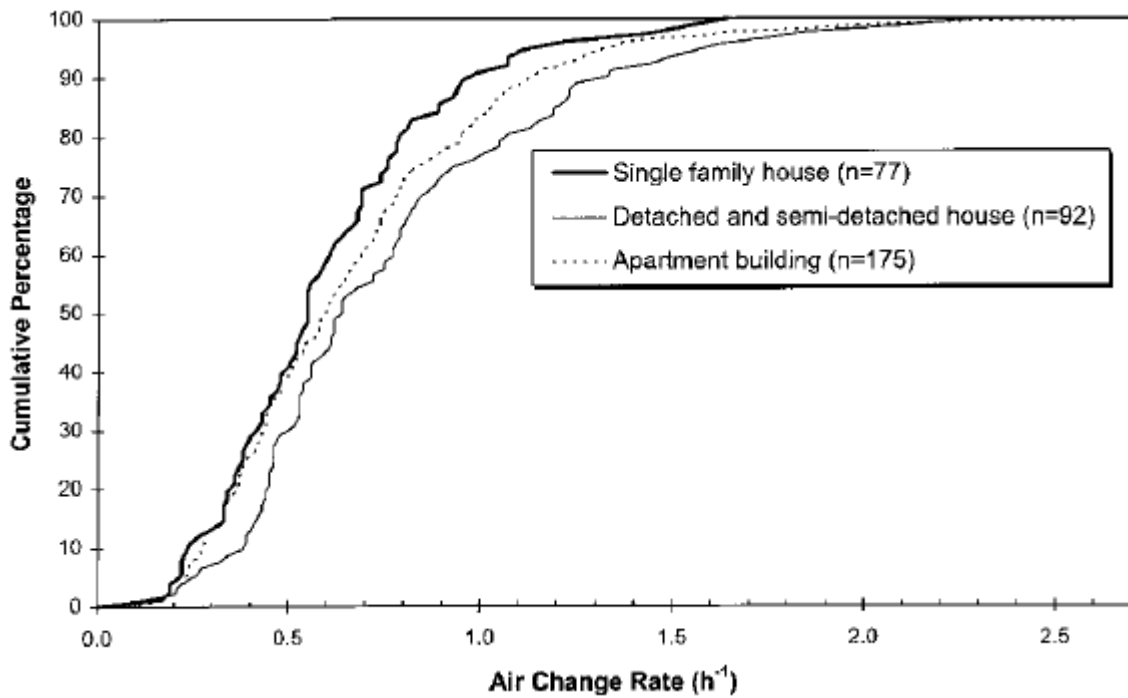


Figur 7. Figurene viser typiske målinger fra to forskjellige boliger.

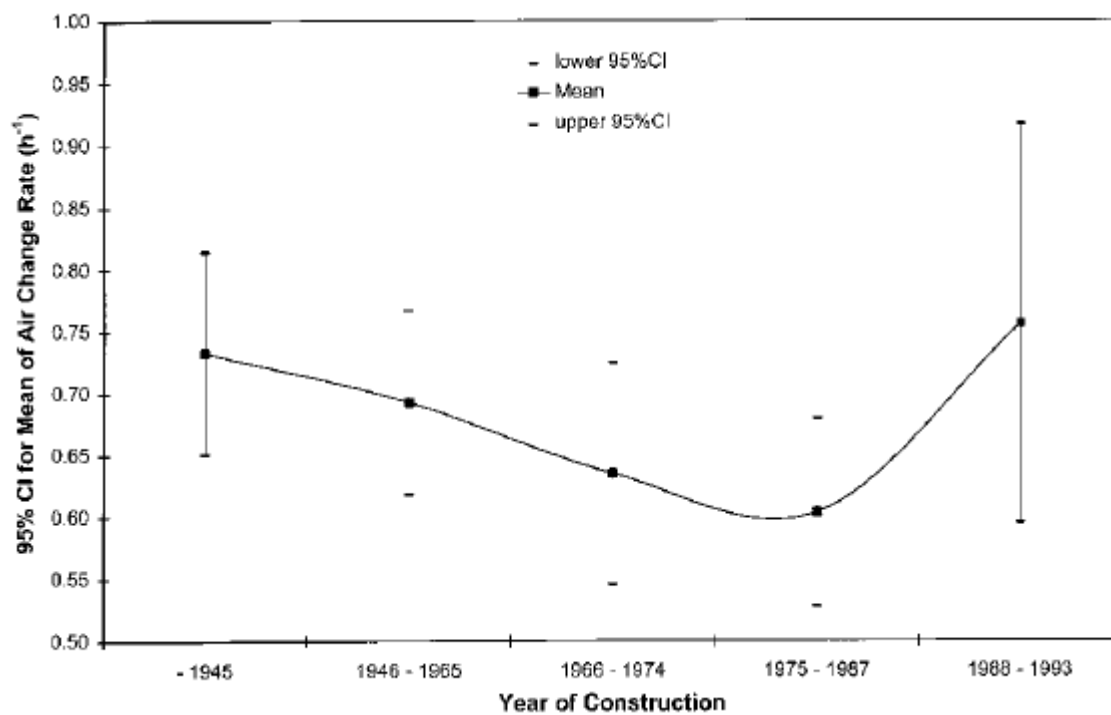
Figur 17. Fra Inneklimatelefonen THF 1995a, målinger på soverom om natten.

### Leif Øie et al 1998: Ventilasjon i 344 Osloboliger

Denne studien ble utført i forbindelse med "Barneastmastudien" i Oslo og er den mest omfattende og representative studien av ventilasjon i norske boliger publisert i internasjonal vitenskapelig peer reviewed litteratur. 36 % av alle boligene i Oslo hadde ventilasjon lavere enn 0,5 ach. Det gjaldt 40% av eneboligene, 40 % av leilighetene og 29% av rekkehusene. Selv om kravene var de samme i de øvrige Nordiske land var resultatene fra Oslo best. De fant et signifikant fall i ventilasjonsrate ( $\beta=-0.002$ ,  $P<0.05$ ) frem til revisjonen av byggeforskriftene i 1987, deretter stigning. Det kunne tolkes slik at energiltak reduserte ventilasjonsratene frem til 1987. Økningen senere er basert på få hus og er ikke signifikant.



Figur 18. Fra Øie et al 1998: Figur 1, Kumulativ frekvensdistribusjon av ventilasjonsrate for ulike typer boliger



Figur 19. Fra Øie et al 1998, fig 2, gjennomsnittlig ventilasjonsrate og 95% konfidensintervaller (CI) av gjennomsnitt etter byggeår.

Type of building and ventilation system	Ventilation (l/s, m <sup>2</sup> )			
	Sweden (n=1143)	Finland (n=242)	Denmark (n=123)	Norway (n=344)
<i>Single family houses, detached and semi-detached houses</i>				
natural ventilation	0.23	0.28	0.24	0.47
exhaust ventilation	0.24	0.31	0.38	0.44
balanced ventilation	0.29	0.35	–	–
<i>Apartment building</i>				
natural ventilation	0.33	0.43	–	0.51
exhaust ventilation	0.39	0.47	0.40	0.42
balanced ventilation	0.40	0.42	–	–

Figur 20. Fra Øie et al 1998, Tabell 2. Gjennomsnittlig ventilasjon per sekund og m<sup>2</sup> i Nordiske boliger etter type bolig og ventilasjonssystem

### **Peter G. Schild 2002, boliger med balansert ventilasjon og varmegjenvinning**

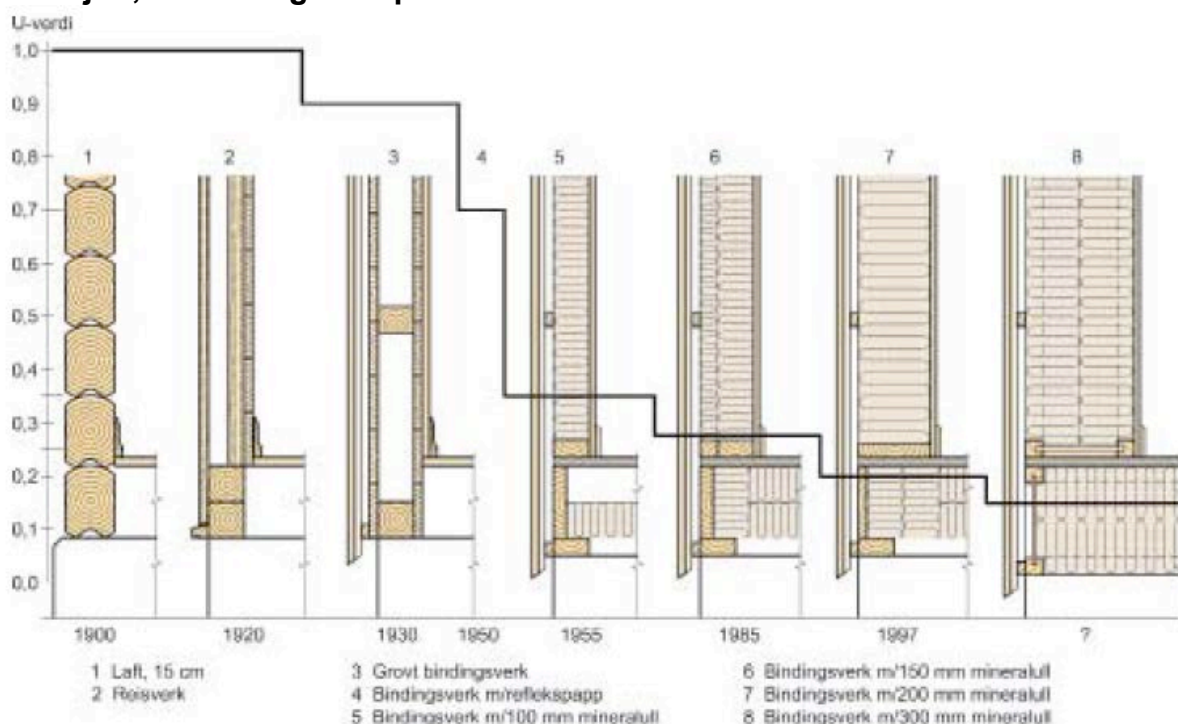
Peter G. Schild publiserte i 2002 en nasjonal undersøkelse av boliger med balansert ventilasjon med varmegjenvinning, men den omfattet ikke andre boliger (Schild 2002). Hovedkonklusjonene var likevel at balansert boligventilasjon er et godt og lønnsomt valg. Luftkvaliteten er merkbart bedre og fyringsutgiftene mindre med et ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning. 90% av husstandene svarte at de er fornøyd / meget fornøyd med sitt balanserte ventilasjonsanlegg og med luftkvaliteten; det er flere enn i boliger med avtrekkssystem.

De sparsomme norske data gir ikke grunn til å anta at ventilasjonsforholdene i norske boliger er vesentlig bedre enn i Sverige tross studien fra Oslo. Vi må også anta at spredningen i Norge er tilsvarende den i Sverige. Det er stort behov for mer data fra Norge, både om assosiasjon mellom boligventilasjon helse og for å få oversikt over tilstanden i norsk boligmasse.

### **Betydning av isolasjon og fuktsperre**

Det hjelper ikke med god og mye ventilasjon i vanlige norske hus hvis vi ikke har god isolasjon og en tett fuktsperre som hindrer at varm og fuktig luft fra innemiljøet kan trenge ut i vegg. Den mest utbredte form for isolasjon av hus i Norge er basert på mineralull og inneholder bindemidler som kan være næring for muggvekst og fuktproblemer dersom isolasjonen blir våt av kondens, byggfukt eller lekkasjer. Dersom fuktighet oppstår intermitterende kan mugg vokse hver gang fuktighet er tilgjengelig og gå i dvale i de tørre periodene. Se også kapittelet om fukt i bygninger.

## Isolasjon, U-verdi og fuktsperre



Figur 21. Gamle og nye veggkonstruksjoner. Den heltrukne linjen viser omtrentlig U-verdi. Fra Hus og Helse: <http://www.dibk.no/Documents/Innemiljø/Verktøy/091HusOgHelse2009.pdf>.

I nye høysisolerte hus/passivhus med svært tykke vegger kan det være skadelig dersom fuktsperren ikke er tett. Isolasjonen kan være så dyp at eventuell fukt fra kondens eller andre kilder bruker ekstra lang tid for å tørke opp. Det kan gi tilstrekkelig tid for mikroorganismer til å tilpasse seg og begynne å vokse. De kan gå i dvale under uttørking og senere gjenoppta vekst ved ny fukttilgang. Ett kompensatorisk tiltak er damp-åpen vindsperre i kombinasjon med svært god fuktsperre for å lette uttørkingen.

### Også et norsk problem? – Eksempel: Norsk kommunal utleiebolig som kan øke risiko for sykdom og død - bilde.

Her har manglende isolasjon og fuktsperre i veggen kombinert med sterk oppvarming inne flytter duggpunktet helt inn i rommet når det er kaldt ute. Dette blir verre ved dårlig ventilasjon, men verken ventilasjon eller oppvarming er tilstrekkelig når veggene ikke er isolert og mangler fuktsperre. Fukt bak møbler som nå er fjernet har tegnet «avtrykk» av muggvekst på veggen som viser hvor møblene har stått.

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



**Figur 22. Foto: Kai Gustavsven. Rom uten isolasjon og fuktsperre etter bruk.**

### Nye og gamle boliger – har vi/får vi nok luft? Konklusjoner

Boligen er avgjørende både for fysisk og psykisk helse og velbefinnende. God isolasjon, fuktsperre, oppvarming og ventilasjon er avgjørende forutsetninger. Har vi tilstrekkelig ventilasjon - 0,5 ach?

- Neppe i eldre bygningsmasse og særlig ikke i soverom. Kun 50 % luftet gjennom vinduene om natten (Blom & Skåret 1995). Spredning i fordeling i ventilasjonsmengde mellom hus er nok den samme som i Sverige.
- I nye, godt isolert boliger med balansert ventilasjon stilles krav i forhold til areal og soveplasser, men ikke til personbelastning. Når utviklingen går mot stadig mindre leiligheter vil sårbarhet for høyere persontetthet (trangboddhet) bli et problem dersom det ikke dimensjoneres for reell personbelastning. I Oslo 2012 anga 11 % at de bodde trangt mot 6 % i hele landet i følge Levekårsundersøkelsen 2012
- Moderne boliger er avhengig av fungerende balansert mekanisk ventilasjon for å gi godt innemiljø. Norge bør vurdere å innføre Obligatorisk Ventilasjonskontroll (OVK) basert på de svenske erfaringene.
- Kunnskapene om boligmassen i Norge er skremmende liten når vi vet hvor mye den betyr for både helse, energibruk og økonomi.

- Vi trenger et stort løft i kunnskaper om tilstanden i norske boliger for å kunne gjøre gode risikovurderinger for fremtidens folkehelse. Bl. a. en norsk BETSI etter modell av den svenske studien (<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Avslutade-projekt/Sa-mar-vara-hus/>).
- Det er smartest å gjøre det som er bra for både helse, energi og bærekraft **samtidig** (WHO 2011, Howden-Chapman & Chapman 2012)
- Et verktøy for helhetlig kartlegging og vurdering av boliger og helse er utviklet (Gillespie-Bennett et al 2013).

## Referanser

Blom P, Skåret E. Ventilasjon og luftkvalitet i småhus. Feltundersøkelse og litteraturgjennomgang. Prosjektrapport. Byggforsk 1995

Bornehag CG, Sundell J, Hägerhed-Engman L, Sigsgaard T (2005). Association between ventilation rates in 390 Swedish homes and allergic symptoms in children, *Indoor Air*; 2005; 15: 275–280.

Boverket 2010. Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar – resultat från projektet BETSI. Boverket, Karlskrona, december 2010. Publikationen kan beställas från: Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona. E-post: [publikationsservice@boverket.se](mailto:publikationsservice@boverket.se), Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)  
<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BETSI-Energi-i-bebyggelsen.pdf>

Boverket 2010. God bebyggd miljö – Utvärdering av delmål för God inomhusmiljö – resultat från projektet BETSI.  
[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Godbebygdmilj%C3%B6\\_Radon\\_Ventilation.pdf](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Godbebygdmilj%C3%B6_Radon_Ventilation.pdf)

Bøkenes L et al. Annual variations in indoor climate in the homes of elderly persons living in Dublin, Ireland and Tromsø, Norway. *European Journal of Public Health* 2009: 1–6.

ELIB og BETSI, se Boverket, [www.inomhusklimatproblem.se](http://www.inomhusklimatproblem.se) og [www.boverket.se](http://www.boverket.se)

Emenius G, Korsgaard J, Wickman M. Window pane condensation and high indoor vapour contribution - markers of an unhealthy indoor climate? *Clin Exp Allergy*. 2000 Mar;30(3):418-25.

Emenius G, Svartengren M, Korsgaard J, Nordvall L, Pershagen G, Wickman M. Building characteristics, indoor air quality and recurrent wheezing in very young children (BAMSE). *Indoor Air* 2004; 14: 34-42.

Gillespie-Bennett J, Pierse N, Wickens K, Crane J, Nicholls S, Shields D, Boulic M, Viggers H, Baker M, Woodward A, Howden-Chapman P; Housing, Heating, and Health Team. Sources of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) in New Zealand homes: findings from a community



randomized controlled trial of heater substitutions. *Indoor Air*. 2008 Dec;18(6):521-8.

Hägerhed-Engman L, Sigsgaard T, Samuelson I, Sundell J, Janson S, Bornehag CG. Low home ventilation rate in combination with moldy odor from the building structure increase the risk for allergic symptoms in children. *Indoor Air*. 2009 Jun;19(3):184-92.

Holme J. Mould growth in buildings. Doctoral theses at NTNU, 2010: 147  
<http://ntnu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:371323>

Holme J, Geving S, Jenssen, J. (2008) Moisture and Mould Damage in Norwegian Houses, Proceedings of the 8th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries (Rode C. eds), Report R-189, Dept. of Civil Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark, 1213-1220

Howden-Chapman P, Chapman R. Health co-benefits from housing-related policies. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2012; 4: 414-19.

Lindfors A, van Hage-Hamsten M, Rietz H, Wickman M, Nordvall SL. Influence of interaction of environmental risk factors and sensitization in young asthmatic children. *J Allergy Clin Immunol*. 1999 Oct;104(4 Pt 1):755-62.

Nafstad P, Oie L, Mehl R, Gaarder PI, Lødrup-Carlsen KC, Botten G, Magnus P, Jaakkola JJ. Residential dampness problems and symptoms and signs of bronchial obstruction in young Norwegian children. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Feb;157(2):410-4.

Norbäck D, Björnsson E, Janson C, Widström J, Boman G. Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings, *Occup. Environ. Med.* 1995; 52: 388–395.

Schild PG. Nasjonal undersøkelse av boligventilasjon med varmegjenvinning. Prosjektrapport 341, Byggforsk 2002

Stridh G, Andersson K. Inomhusklimat Örebro 2012; 109-122.  
<http://www.inomhusklimatproblem.se/publikations/publikationer/referens62.pdf>

Sundell J, Wickman M, Pershagen G, Nordvall SL. Ventilation in homes infested by house-dust mites. *Allergy*. 1995; 50: 106-12

Sundell J, Levin H, Nazaroff WW, et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air*. 2011;21:191-204.

THF 1995a. Inneklimattelefonen. Utdragsrapport. Teknisk Hygienisk Forum 1995

THF 1995b. Inneklimaarbeid i boligen. En veileder. Teknisk Hygienisk Forum 1995.

WHO 2011. Health in the green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector: [http://www.who.int/hia/green\\_economy/en/index.html](http://www.who.int/hia/green_economy/en/index.html)

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

Wickman M, Gravesen S, Nordvall SL, Pershagen G, Sundell J. Indoor viable dust-bound microfungi in relation to residential characteristics, living habits, and symptoms in atopic and control children. *J Allergy Clin Immunol* 1992; 89: 752-9.

Wilkinson P, Smith KR, Beevers S, Tonne C, Oreszczyn T. Energy, energy efficiency, and the built environment. *Lancet*. 2007; 29; 370(9593):1175-87.

Øie L, Nafstad P, Botten G, Magnus P, Jaakkola JK. Ventilation in homes and bronchial obstruction in young children. *Epidemiology*. 1999;10: 294-9.

Øie L, Stymne H, Boman C-A, Hellstrand V. The Ventilation Rate of 344 Oslo Residences. *Indoor Air* 1998; 8:190–196.

## Inneklima i ikke-industrielt arbeidsmiljø, helse og produktivitet

### Sammendrag

I norsk arbeidsliv har vi dårligst inneklima i helse- og sosialtjenester/sykepleie og i undervisning/pedagogisk arbeid. Sykepleiere i helseforetakene angir dårligst inneklima av alle. Finansiell tjenesteyting, administrative ledere og politikere angir best inneklima. Arbeidstakere med astma angir at de blir verre hyppigst i syke- og pleiesektoren, i undervisning og i renholdsbransjen. Kvinner er mest utsatt. Dårlig inneklima oppgis som viktigste enkeltårsak, men i helse- og sosialsektoren og renhold bidrar kjemisk eksponering vesentlig, særlig bruk av sprayprodukter. Sviktende drift og vedlikehold er viktig årsak til dårlig inneklima både i undervisning og i helseforetakene. Størst samfunnsmessige tap synes å være 1-5 % nedsatt læring/ produktivitet i undervisningssektoren tilsvarende 14 000 – 70 000 årsverk/år og i pleie- og omsorgssektoren totalt 3200 – 16 000 årsverk/år. I spesialisthelsetjenesten kan tapet ligge på 5-10 % tilsvarende 5000-10000 årsverk/år.

### Inneklima i ikke-industrielt arbeidsmiljø

Inneklima i ikke-industrielt arbeidsmiljø gir eksponering for lave nivå av gasser, damper, partikler, allergener og andre biologisk aktive stoffer. Også trekk og temperatur, støy, vibrasjon, lys, radon ioniserende og ikke-ioniserende stråling inngår. Opplevd inneklima påvirkes også sterkt av organisatoriske og psykososiale forhold. Om lag en tredel av arbeidsstyrken angir i følge SSB (arbeidsmiljø: <http://www.ssb.no/emner/06/02/>) at de i flere timer daglig opplever trekk, tørr luft, dårlig ventilasjon eller andre forhold som gjør inneklima dårlig, det vil si 700–800 000 arbeidstakere. Kvinner er mest utsatt. De fem yrkesgruppene som har høyest forekomst er kvinnedominerte. 60 % av sykepleierne og 45-50 % av andre store arbeidstakergrupper i helsevesenet og skoleverket rapporterer om dårlig inneklima. Andre undersøkelser viser at ansatte i undervisning, syke- og pleiesektorene er blant de yrkesgruppene som har mest yrkesforverret astma og at inneklimaforhold og eksponering for desinfeksjons og rengjøringsmidler er vesentlige for dette (Leira et al 2006, Fletcher et al 2006, Tarlo et al 2008, McHugh et al 2010, Eng et al 2010, Delclos et al 2007, Li et al 2008, Cox-Ganser et al 2009, Henneberger et al 2010, Liss et al 2011, Arif et al 2011, Siracusa et al 2013, Kim et al 2013 a, b).

Selv om yrkesforverret astma er hyppigst, er det også en vesentlig andel av de som får astma ved eksponering for rengjøringsmidler som som er spesifikk sensibilisert påvist ved spesifikk provokasjon i kammer og kvartære ammoniumforbindelser synes å være hyppigste årsak (Vadenplas et al 2013).

Å forebygge skadelig eksponering som kan gi arbeidsbetinget snue, astma og KOLS er blant de tiltak som kan gi størst gevinst innen kjemisk og biologisk arbeidsmiljø (Leira et al 2006, Mirabelli et al 2007, Delclos et al 2007, Cox-Ganser et al 2009, McHugh et al 2010). Arbeidsbetinget snue tre- til femdobler risiko for senere å utvikle arbeidsrelatert astma (Karjalainen et al 2003, Shaaban et al 2008). Fortsatt

eksponering og manglende kontroll av yrkesrelatert astma øker risiko for videre utvikling til KOLS.

Forekomsten av GOLD-definert KOLS har i løpet av ni år økt fra sju til 14 % (370 – 400 000) (Waatevik et al 2013). Bare en av fire har fått diagnosen hos lege. De nye anslagene gir nå grunn til å oppjustere de beregnede tallene for yrkesbetinget KOLS (Johannesen et al 2005, Helsedirektoratet 2012, HOD 2013, Waatevik 2013). Antatt antall KOLS rammede pga eksponeringer i arbeidslivet kan nå oppjusteres og estimeres til at

- 45 000 har yrkesbetinget KOLS (ca 15 %).
- 4 500 får yrkesbetinget KOLS hvert år.
- 300 dør årlig av yrkesbetinget KOLS

6-8 % av de som får KOLS har ikke røkt.

### Renhold og inneklima

Renhold har stor innvirkning på miljøet vårt (Nilsen 2012). Riktig utført renhold bidrar til godt innemiljø, i arbeid, hjemme og i andre innemiljø. Mye av forurensningen er i form av eller bundet til partikler og fibre som sedimenterer på flater inne og kan ikke luftes ut. Luftbåren forurensning kan fjernes med ventilasjon. Regelmessig renhold med metoder som reduserer og fjerner slik forurensning gir bedre inneklima (Skyberg et al 2003, Skulberg et al 2004, 2005, Heudorf et al 2009, Bakke & Nilsen 2014).

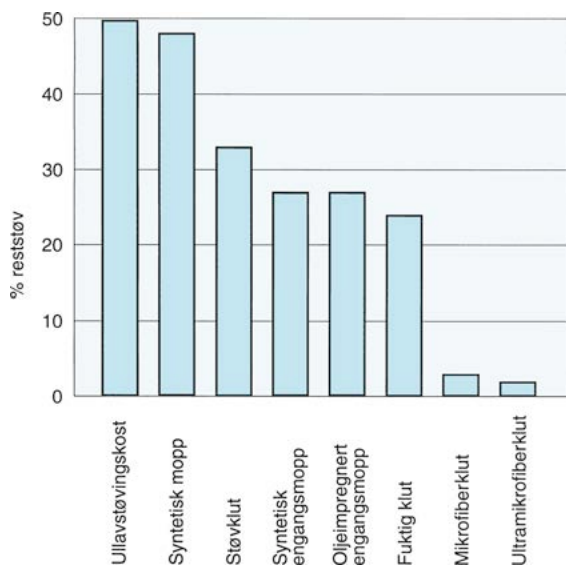
Fram til midten av 90-tallet ble mye av det profesjonelle renholdet utført ved hjelp av mopper og kluter og vann med kjemikalier i bøtter. Regelmessig renhold omfatter overflater opp til 180 cm over golvet, og høyere flater ble rengjort gjennom årlige hovedrengjøringer ved hjelp spraying og mopping.

Rengjøringspray ble brukt i liten utstrekning, hovedsakelig til rengjøring av glass, speil og andre blanke flater ("glasspray"). I løpet av 90-tallet ble såkalte "tørrere metoder" med mikrofiberkluter og mopper tatt mer og mer i bruk, og metoder for måling og oppfølging av rengjøringskvalitet, for eksempel standarden NS-INSTA 800 ble utviklet (Schneider et al 1994a, Nilsen et al 2000).

Det ble også utviklet rengjøringsutstyr som gjør det mulig å rengjøre høye flater uten at armene må løftes over skulderhøyde. Nordisk renholdsforskning har dokumentert at "tørrere metoder" har god rengjøringseffekt og reduserer belastningene på ytre miljø (Schneider et al. 1994b, Nilsen et al 2008). For eksempel er mikrofiberkluter i stand til å gjøre overflater på inventar og installasjoner helt rene uten bruk av renholdskjemikalier (Nilsen 2002b), se figur. Det er også dokumentert at kvalitetsstyrt renhold har en positiv innvirkning på innemiljøet dersom kvalitetskravene settes på riktig nivå og riktige målemetoder brukes til å kontrollere rengjøringskvaliteten (Nilsen et al 2002a). Derfor er nå renhold ofte kvalitetsstyrt og omfatter alle overflater opp til en høyde av 3 meter over golvet.

Det er mindre behov for hovedrengjøring hvor rengjøringsløsningen sprøytes på overflatene ved hjelp av lavtrykkssprøyter. Det meste av regelmessig renhold kan utføres med fuktige mikrofiberkluter og mopper, helt uten bruk av rengjøringsmidler.

Figur 1: Rengjøringseffekten til forskjellig utstyr for rengjøring av inventar. Illustrasjon: SINTEF Byggeforsk, fra boken Alt om Renhold (Nilsen 2012).



Det er fortsatt behov for å bruke noe rengjøringsmidler til fjerning av fastsittende flekker, samt til rengjøring av toaletter og dusjanlegg. Kjemikalierne kan da påføres ved hjelp av spruteflasker eller som skum, noe som gir liten risiko for innånding av aerosoler. Hovedrengjøring hvor det sprayes, utføres gjerne med kjemikalier som renholderen selv blander med vann direkte på lavtrykkssprøyten, og påføring skjer i kontrollerte former og med bruk av verneutstyr for beskyttelse av hud, øyne og åndedrett. Konklusjonen er altså at det ikke er nødvendig å bruke rengjørings-spray.

#### Dårlig inneklime og økt yrkesrelatert astma i helse, omsorg, undervisning og i renhold

I helse, omsorg, undervisning og renhold er det særlig mange som har arbeidsforverret astma forbundet med forurensning og dårlig inneklime på jobben (Reinisch et al 2001, Leira et al 2006, Delclos et al 2007, Mazurek et al 2008, Cox-Ganser et al 2009, McHugh et al 2010). I Ontario har helsesektoren høyest forekomst av yrkesforverret astma med 2,1 ganger høyere enn gjennomsnitt i arbeidslivet (Liss et al 2011). Trygdekrav for yrkesforverret astma lå 4,1 ganger høyere i helsesektoren enn for resten av befolkningen. I California, Massachusetts, Michigan og New Jersey utgjorde helsearbeidere 16 % av registrerte tilfeller av yrkesrelatert astma, men utgjorde kun 8% av yrkespopulasjonen (Pechter et al 2005).

Bruk av renholdsprodukter i sprayform synes å være en ekstra alvorlig risiko for å utvikle obstruktiv luftveissykdom, både i arbeid og i privat renhold hjemme (Zock et al 2007, 2010, Le Moual 2012, 2013 a, b, Siracusa et al 2013). I sykehus har naturgummilatex, desinfeksjons- og rengjøringsmidler (bl.a. etylenoksid, glutaraldehyd, Kloramin T og formaldehyd) og dårlig inneklime bidratt til problemene (ISIAQ 2003, Arif et al 2009, Liss et al 2011, Adisesh 2011). Skader i luftveiene av rengjøring og desinfeksjon øker både utvikling og forverring av astma og KOLS (Jaakkola & Jaakkola 2006, Zock et al 2007, 2010, Dumas et al 2012, 2013ab). Eksposering er vanlig både i arbeid og hjemme, midler i sprayform er verst (Zock et

al 2010). Helsepersonell og sykehusansatte er særlig sterkt eksponert (Bello et al 2009) med særlig høy risiko for yrkesforverret astma (Bang et al 2001, Kopferschmitt-Kubler et al 2002, Pechter et al 2005, Kogevinas et al 2007, McHugh et al 2010, Liss et al 2011, Siracusa et al 2013, Le Moual 2013).

Rengjøring, desinfeksjon og dårlig inneklime blir hyppigst forbundet med symptomene (Dumas et al 2012). 55% av mannlige og 81% av kvinnelige sykehusansatte var ukentlig eksponert for rengjøring /desinfeksjon. Kvinner eksponert for avkalkningsmidler hadde OR 2,4 (1,1 - 5,3) for symptomer.

Eksponering for ammoniakk 3,1 (1,2 - 7,8) og rengjøringspray med moderat / høy intensitet 2,9 (1,0 - 8,1). Eksponering for rengjøringsmidler var også assosiert med nyoppstått astma (Arif et al 2009, Mirabelli et al 2005) og både med arbeidsrelatert og arbeidsforverret astma hos helsearbeidere (Arif & Delclos 2012, Vizcya et al 2011, Dumas et al 2012).

I spørreundersøkelser blant sykehusarbeider observeres at de systematisk tenderer til å underrapportere eksponeringene sammenlignet med faglige vurderinger (Donnay et al 2011). Fortsatt er systematiske tiltak for å erstatte skadelige stoffer med mindre skadelige (substitusjon) og andre vernetiltak nødvendig. Mangelfull drift og vedlikehold av bygninger og installasjoner fører til fuktskader, sviktende tekniske anlegg og store inneklimeproblemer (NOU 2004:22, Riksrevisjonen 2005, 2011, KS 2008, Bakke 2009).

Riksrevisjonens rapport om sykehussektoren viser dårlig samsvar mellom vedlikeholdsplanene og det reelle behovet (Riksrevisjonen 2011). Halvparten av bygningsmassen har symptomer på dårlig tilstand, og tre av fire helseregioner mener at det har vært en negativ utvikling i teknisk tilstand for en betydelig del av bygningsmassen i perioden 2003–2010.

I renholdsbransjen er feil bruk av rengjøringsmidler og -metoder en viktig årsak til astma og KOLS (Medina-Ramón et al 2005, 2006). Bruk av spraymidler øker risiko for yrkesastma og KOLS (Kogevinas et al 2007, Tarlo et al 2009, Le Moual et al 2012, Siracusa et al 2013).

Det var flere tilfeller med yrkesforverret astma fra ikke-industrielle yrker enn fra industrielle yrker (tabell 1-2) i en undersøkelse i Midt-Norge (Leira et al 2006). Lignende forhold ses i andre land (Fletcher et al 2006, Cox-Ganser et al. 2009, Eng et al 2010). Inneklime var viktigste enkeltårsak til yrkesforverret astma i Midt-Norge (Leira et al 2006)(Tabell 1 og 2).

Tabell 1. Yrkesgruppe for 416 personer i Midt-Norge med arbeidsrelatert astma på det tidspunkt da de arbeidsrelaterte luftveisplagene meldte seg første gang (Leira et al 2006).

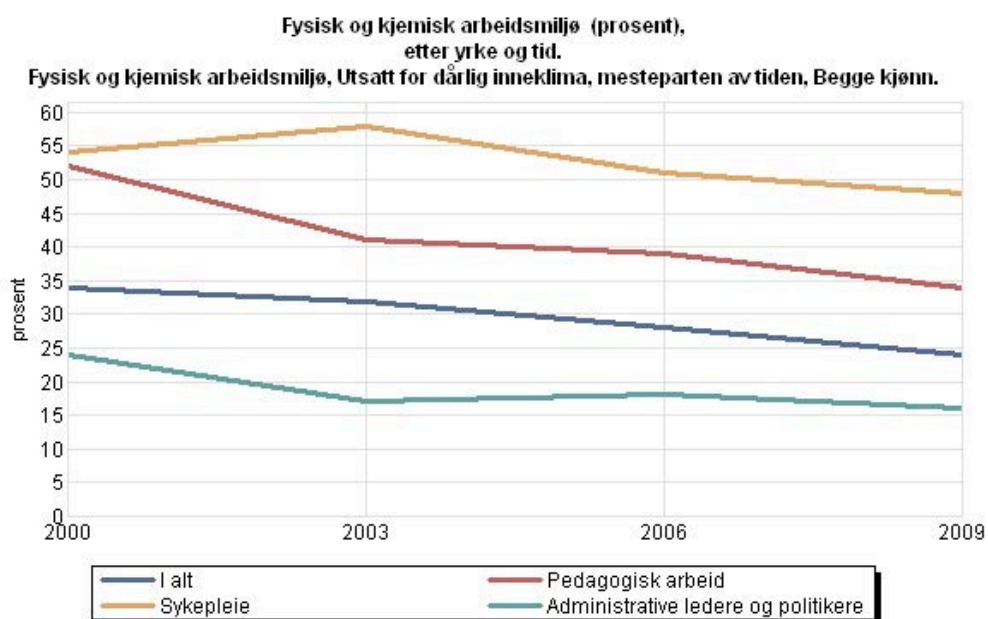
Yrkesgruppe	Kvinner (N = 226)		Menn (N = 190)		Totalt (N = 416)	
Helse og omsorg	49	(22 %)	1	(1 %)	50	(12 %)
Utearbeid	23	(10 %)	28	(15 %)	51	(12 %)
Div.industri, lager	7	(3 %)	27	(14 %)	34	(8 %)
Trearbeid, bygg/anlegg	4	(2 %)	30	(16 %)	34	(8 %)
Utdanning	22	(10 %)	9	(5 %)	31	(7 %)

Kontor og administrasjon	21	(9 %)	8	(4 %)	29	(7 %)
Sveiser/platearbeider	3	(1 %)	26	(13 %)	29	(7 %)
Renholder	25	(11 %)	2	(1 %)	27	(7 %)
Kjøkken/hotell/mat	19	(8 %)	8	(4 %)	27	(7 %)
Håndverker	2	(1 %)	25	(13 %)	27	(7 %)
Transport/post	5	(2 %)	8	(4 %)	13	(3 %)
Frisør	12	(6 %)	-	-	12	(3 %)
Butikk og salg	8	(4 %)	1	(1 %)	9	(2 %)
Baker/konditor	5	(2 %)	3	(2 %)	8	(2 %)
Diverse	11	(5 %)	10	(5 %)	21	(5 %)
Ikke svart	10	(4 %)	4	(2 %)	14	(3 %)

Etter at passiv røyking er redusert betydelig, dominerer forurensning i innelima av "fukt" (WHO 2009A) og sviktende renhold som følge av mangelfull drift og vedlikehold av bygningsmassen (Bakke 2009). Også annen forurensning, mangelfull ventilasjon og uheldige temperaturforhold skader ofte innelima og luftkvalitet. Dårlig innelima svekker konsentrasjon og funksjon mens godt innelima øker helse, trivsel, produktivitet, funksjon, konsentrasjon og læreevne (Wyon 2004, Mendell & Heath 2005, Fanger 2006).

Yrkesgrupper fra	Kvinner	Menn	Totalt
Ikke-industrielt miljø	(76 %)	(16 %)	(49 %)
Industrielt miljø	(13 %)	(68 %)	(38 %)
Utearbeid	(11 %)	(16 %)	(13 %)

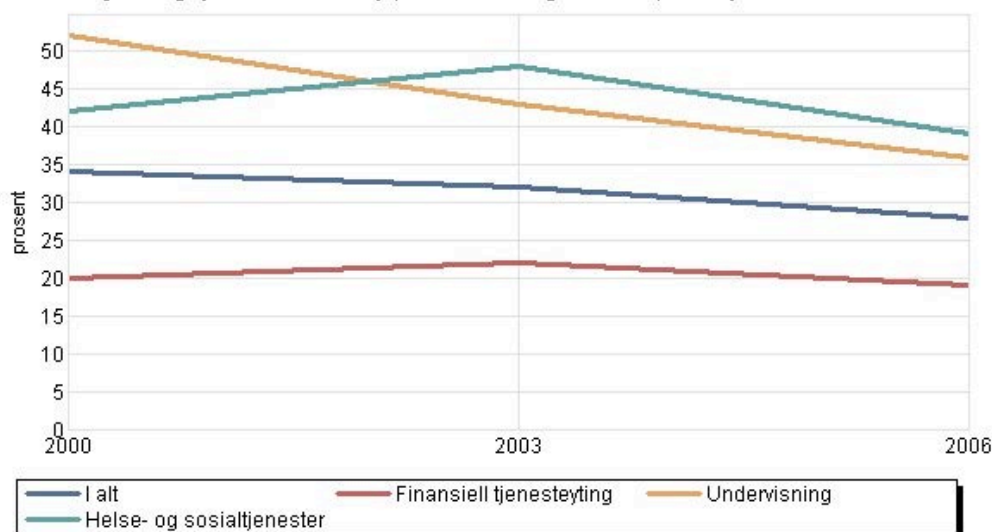
Figur 3 og 4 (SSB): Samlet er det noe bedring for innelima fra 2000. Næringen helse og sosiale tjenester rapporterte dårligst innelima uten sikker bedring fra 2000 til 2006. Yrkesgruppen sykepleie har fått noe bedring til 2009, men behøver ikke være representativ for næringen helse- og sosiale tjenester. Pedagogisk arbeid har en klar bedring selv om den fortsatt er blant de dårligste.



Kilde: Statistisk sentralbyrå



Fysisk og kjemisk arbeidsmiljø (prosent),  
etter næring og tid.  
Fysisk og kjemisk arbeidsmiljø, Utsatt for dårlig inneklimatekst, mesteparten av tiden.



Kilde: Statistisk sentralbyrå

### Arbeidstilsynets funn i skoleprosjekter 2009 - 2012

I 2009-2012 gjennomførte Arbeidstilsynet tilsyn med fokus på inneklimatekst i kommunale skoler hvor systemene forvaltning drift og vedlikehold (FDV) og internkontroll av inneklimatekst ble kontrollert både på skolenivå og eiernivå. Det ble avdekket omfattende og alvorlig svikt. For flertallet av kommuner er det nødvendig å styrke og øke kompetanse og ressurser til å drifte og vedlikeholde bygningsmassen.

### Andel kommuner som tilfredsstilte krav til vedlikehold av skolebygg (% Ja) 2010-12

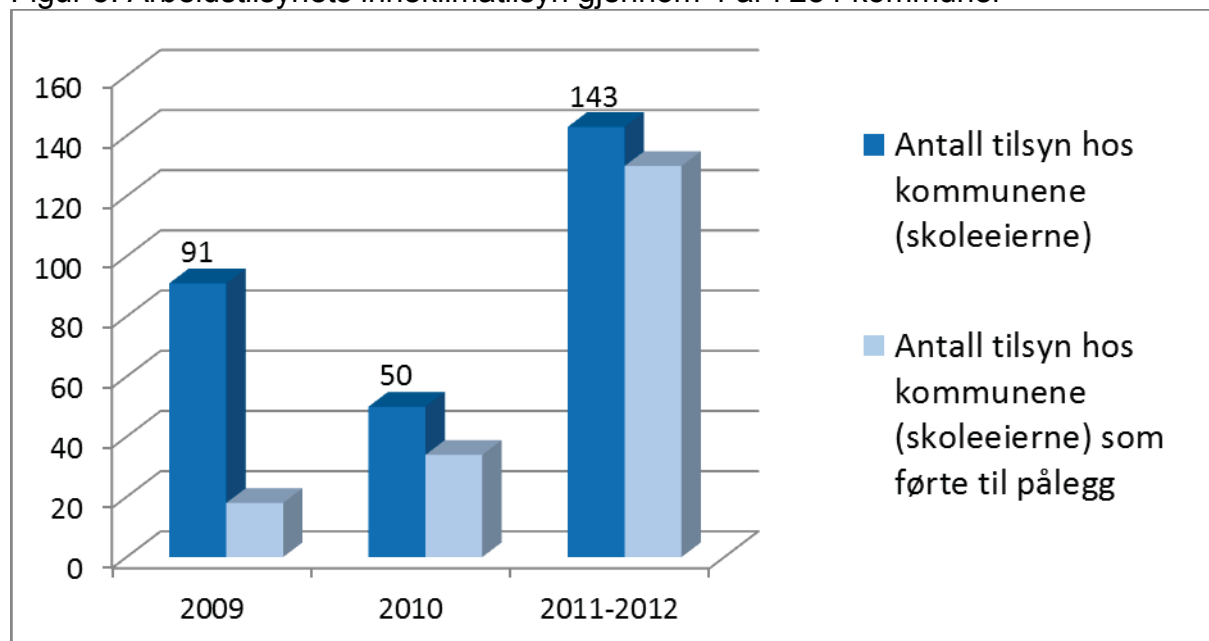
Spørsmål til kommunene	2010	2011	2012
2010: 50 kommuner. 2011/2012: 143 kommuner			
* Ikke kontrollert i aktuelle periode.			
** Tilsyn kun på skoleeiernivå uten verifikasjon på skolenivå			
Har kommunen rutiner som sikrer løpende vurdering/kartlegging av forhold som kan få negativ innvirkning på inneklimatekst?	*	32	54
Er roller og ansvar for vedlikehold (sikring av inneklimatekst) tydelig avklart mellom den enkelte skole og kommune?	78	52	87
Har kommunen gjennomført risikovurdering av inneklimatekst i de skolene som skoleeier har ansvar for?	44**	29	47
Har kommunen en skriftlig overordnet vedlikeholdsstrategi/vedlikeholdsplaner?	48**	22	28
Har skolen og kommunen arenaer som sikrer ansattes medvirkning for å sikre et godt inneklimatekst?	*	51	88
Gjennomføres midlertidige tiltak der hvor det er konstatert belastninger på grunn av uheldig/dårlig inneklimatekst, i påvente av større rehabilitering?	56	45	57
Har arbeidsgiver utarbeidet rutine for sanering av fukt i arbeidslokalene?	*	*	48
Bli resultatene av kartlegging og prioritering av vedlikehold, eventuelle pålegg fra arbeidstilsynet lagt frem for politisk utvalg/kommunestyre eller annet styrende organ?	*	*	19

Det ble avdekket færre brudd på regelverket når det kun ble utført tilsyn på systemnivå i kommunene uten at det ble foretatt stikkprøver (verifikasjon) i skoler.

## Andel skoler som tilfredsstilte krav til vedlikehold av skolebygg (% Ja) 2011-12

Inspeksjon i 2011 til feb. 2012: 155 skoler, fra feb. 2012: 146 skoler * Ikke kontrollert i aktuelle periode.		
Spørsmål	2011	2012
Er skolen godkjent etter forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler mv.	47	45
Har skolen skriftlige rutiner som sikrer kartlegging av forhold som kan få negativ innvirkning på inneklima?	39	*
Kjenner de ansatte til kommunens rutiner for melding av avvik?	47	*
Har skolen gjennomført risikovurdering av inneklima i skolen?	33	47
Er roller og ansvar for vedlikehold (sikring av inneklima) tydelig avklart mellom skole og kommune?	56	87
Har skolen og kommunen (skoleeier) arenaer som sikrer ansattes medvirkning for å sikre et godt inneklima?	59	88
Kjenner dere til vedlikeholdsplanen for skolen?	37	39
Gjennomføres midlertidige tiltak der hvor det er konstatert belastninger på grunn av uheldig/dårlig inneklima, i påvente av større rehabilitering?	46	57
Er det, eller har det vært, synlig fukt- eller råteskader eller mugglukt i lokalene? Har dette blitt utbedret?		51

Figur 5. Arbeidstilsynets inneklimatilsyn gjennom 4 år i 284 kommuner



**Svært mange av kommunene drev vedlikehold etter skippertaksmetoden.**

Det repareres etter hvert som skadene oppstår, i stedet for å tenke helhetlig og gjøre forebyggende vedlikehold. Skippertak er en dyr form for vedlikehold.

Vedlikeholdsplanene ved skolene settes ofte opp på bakgrunn av budsjetterte midler og ikke på bakgrunn av behov.

Mange av skolene hadde eller hadde hatt problemer med vannlekkasjer og/eller fuktproblematikk. Sviktende forvaltning, drift og vedlikehold var viktigste underliggende årsak til problemene i de mest alvorlige sakene som hadde til dels omfattende fuktskader. Noen av disse skolene måtte stenges.

Godkjente skoler kunne ha dårlig inneklima.

46 % av skolene var godkjente etter Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler mv. Ved flere av disse var det mangler på systemer. Det kunne gi dårlig inneklima. I mange av tilsynene ble det avdekket at kommunen ikke har gjennomført tiltak der det var gitt godkjenning på vilkår. Mange hadde heller ikke fulgt opp rapporter etter tilsyn gjennomført av Miljørettet helsevern (MHV). En del av rapportene fra MHV var kun rettet til rektor og ikke kjent i kommunens administrative og politiske ledelse. Tiltakene rektor selv hadde fullmakt til å sette i verk var ofte gjennomført, mens tiltak som krever beslutninger på eiernivå var i mange tilfeller ikke gjennomført. Mange av godkjenningene var opptil 10-12 år gamle. Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler mv. sier ingenting om hvor ofte det skal kontrolleres om krav til godkjenning fortsatt er oppfylt.

Syke- og pleiesektoren – de regionale helseforetakene - spesialisthelsetjenesten

Både for skolesektoren og det øvrige arbeidslivet med unntak av syke- og pleiesektoren har inneklima bedret seg fra 2000 til 2009 i følge SSB. Syke- og pleiesektoren ligger nå dårligst an (figur 2 og 3). I følge STAMI/NOA 2011 oppga nær 60 prosent av sykepleierne og 40–45 prosent av de andre store yrkesgruppene i helsevesenet dårlig inneklima en fjerdedel av arbeidstiden eller mer i 2009. Sykepleierne er det yrket i Norge som rapporterer suverent dårligst inneklima. I tillegg viser både norske og internasjonale undersøkelser at ansatte i syke- og pleiesektoren har høy forekomst av yrkesforverret astma sammenlignet med andre yrkesgrupper. Riksrevisjonens funn om tilstanden i helseforetakenes bygningsmasse reiste spørsmål om forholdene i helseforetakene kunne være like dårlig eller verre enn i kommunene (Riksrevisjonen 2011).

Arbeidstilsynet bestilte derfor en analyse fra SSB for å kunne sammenligne inneklima i statlig (helseforetakene) og kommunal sektor. Helseforetakene ble skilt ut fra kommunal sektor mellom undersøkelsene i 2000 og 2003. Resultatene viser at forholdene fortsatt ikke er gode i kommunal sektor, men helseforetakene er klart verst (figur 6 og 7). Sykepleiere i helseforetak er dermed den yrkesgruppen som har dårligst inneklima i Norge (Figur 8). Resultatene for sykepleierne i 2003 er usikre fordi antallet sykepleiere som inngikk i undersøkelsen det året er lite, men senere er tallene ganske sikre. Det kan se ut som det er noe bedring fra 2003 til 2009, men fortsatt er situasjonen uakseptabel. Slike forhold er heller ikke gunstig for pasientene.

Fig 6 Utsatt for dårlig inneklima, mesteparten av tiden. Prosent. 2000-2009. For næringsgruppen "helse- og sosial", fordelt på sektor (SSB 1. november 2011)

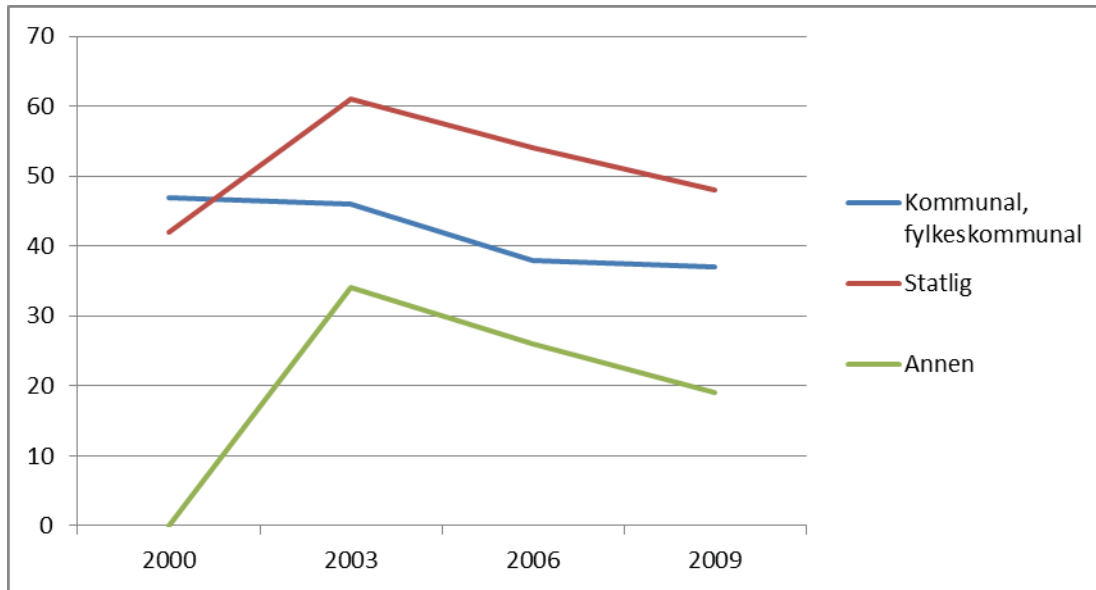
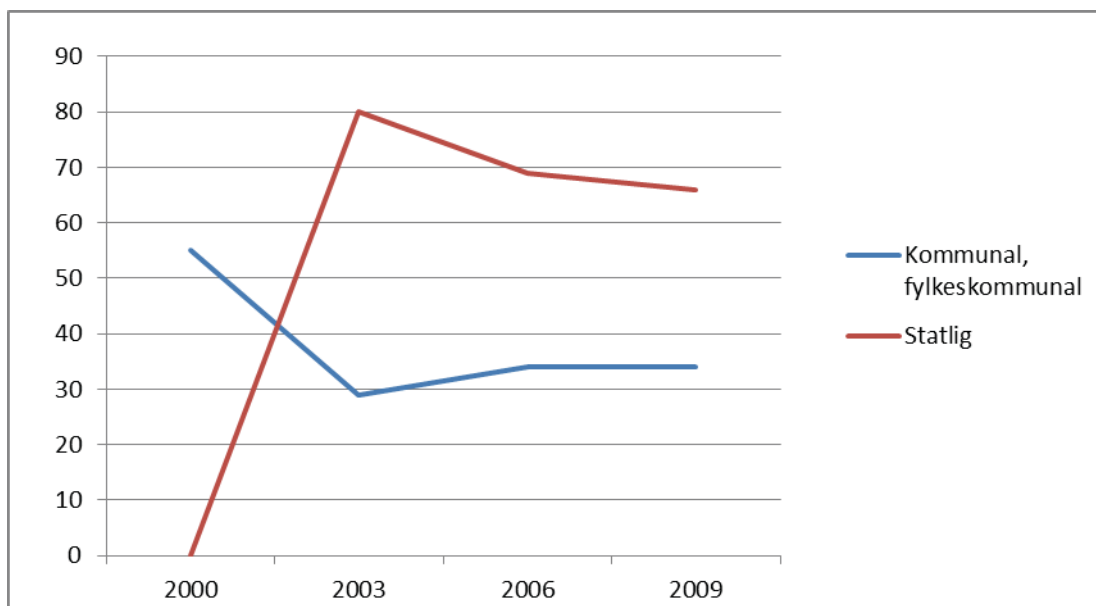
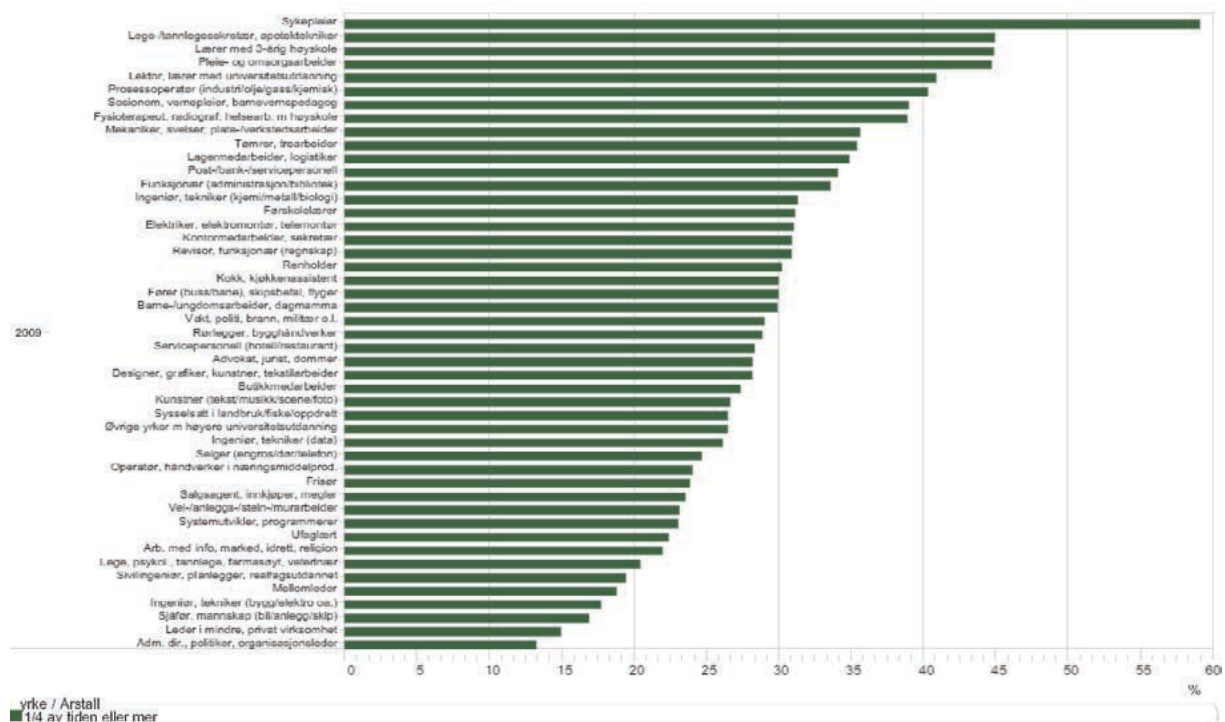


Fig 7 Utsatt for dårlig inneklima, mesteparten av tiden. Prosent. 2000-2009. For yrkesgruppen sykepleie, fordelt på sektor (SSB 1. november 2011)



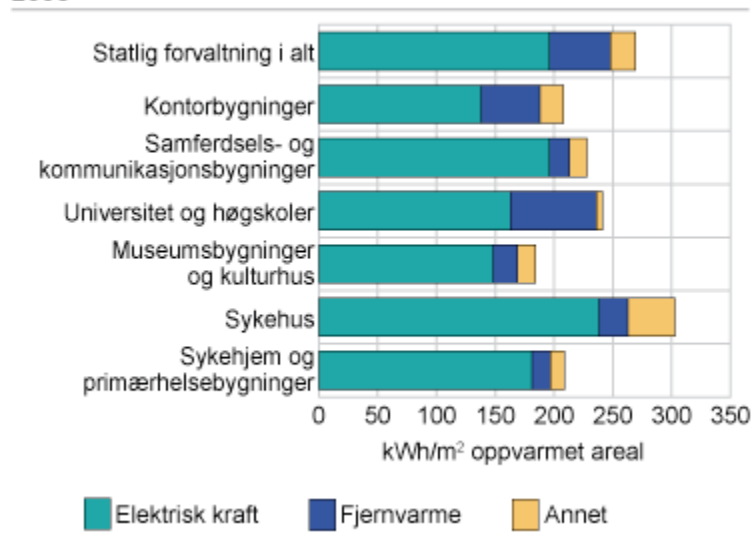
Figur 8. Fra STAMI/NOA 2011. Faktabok om arbeidsmiljø og helse 2011  
[http://www.arbeidshelsen.no/file/ci/25337704/Faktabok\\_2011.pdf](http://www.arbeidshelsen.no/file/ci/25337704/Faktabok_2011.pdf)



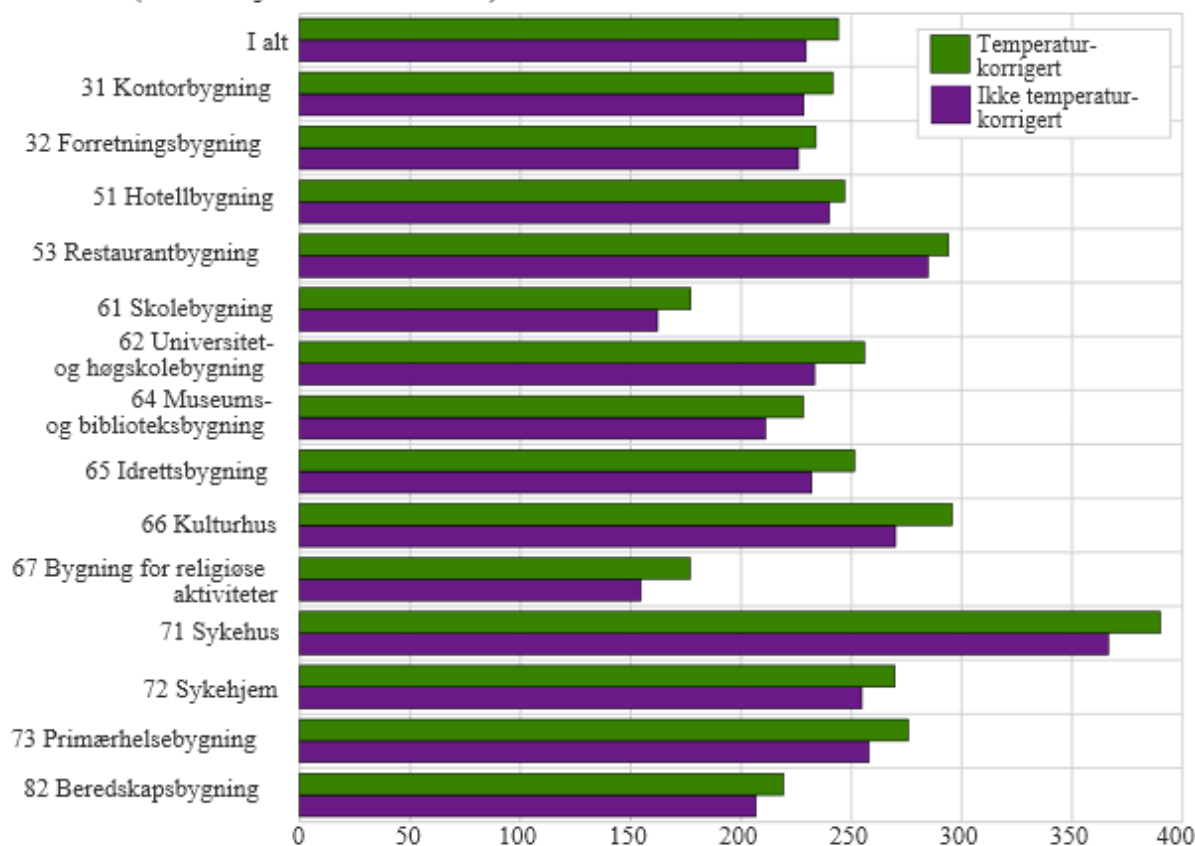
Kilde : SSB, I KU Arbeidsmiljø  
 Hentet fra www.stami.no/noa

Figur 9. Fra SSB 2009. Høyest energibruk på sykehus. [http://www.ssb.no/entjen\\_statres/](http://www.ssb.no/entjen_statres/)

### Energiintensitet for bygninger innenfor statlig forvaltning. 2008



Figur 10. Fra SSB 2013. Høyest energibruk på sykehus. Markert økning på sykehus(?)  
 Energibruk, etter bygningstype, med og uten temperaturkorrigering. 2011.  
 kWh/m<sup>2</sup> (Rettet 4. juni 2013 kl. 1110)



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Sykehus er i følge SSB den delen av statens bygninger som bruker mest energi per kvadratmeter (304 kWh/m<sup>2</sup>) per år (SSB 2009) (figur 9). Nye tall for 2011 fra SSB 2013 angir enda høyere forbruk opp mot 400 kWh/m<sup>2</sup> (Figur 10). Samtidig har sykehusene det dårligste inneklimaet i Norge. Det er etablert differensierte avskrivningssystemer som skal sikre reinvesteringer, vedlikehold og forsvarlig drift, men det synes ikke som om midlene når frem. For høye lufttemperaturer er utbredt i denne bygningsmassen og en viktig del av problemet. Dette kan koste dyrt både i tapt helse, produktivitet, verditap og totale årskostnader for bygningsmassen.

WHO har vist at energiltak også kan gi helsegevinst (Bakke 2011, WHO 2011). Norske sykehus kan være et godt eksempel på en slik potensiell "vinn, vinn, vinn-mulighet", både for innemiljø, helse, energi, bærekraft og økonomi. Landstinget i Värmland klarte i systematisk samarbeid mellom teknisk drift, Bedriftshelsetjenesten og yrkesmedisinsk avdeling i Örebro å redusere energiforbruket i 415 000 m<sup>2</sup> sykehusareal fra 270 kWh/m<sup>2</sup> i 1997 til 160 kWh/m<sup>2</sup> i 2011. Samtidig ble inneklima bedre (personlig meddelelse, Peter Hultman, Landstingsfastigheter).

## Forfall i sykehusenes bygningsmasse og sviktende drift og vedlikehold

### Riksrevisjonens undersøkelse av eiendomsforvaltningen i helseforetakene

<http://www.riksrevisjonen.no/Rapporter/Sider/EiendomsforvaltningenHF.aspx> ble

overlevert Stortinget 15. september 2011. Den påviste:

- Omfattende behov for bygningsmessig oppgradering som følge av at vedlikehold ikke har vært tilstrekkelig prioritert. - Effektiv arealbruk og drift i bygningsmassen er utfordrende da deler av bygningsmassen er lite egnet for dagens drift.
- De fleste har utarbeidet vedlikeholdsplaner, og det er en del arbeid i gang i helseregionene på bygg- og eiendomsområdet, blant annet for å skaffe til veie bedre informasjons- og plangrunnlag.
- Kun halvparten av helseforetakene har imidlertid langsiktige planer for bygningsmassen. Dette innebærer en risiko for at bygningsmassen ikke blir tilstrekkelig tilpasset nye krav og endrede forutsetninger i behandlingstilbudet.
- Videre viser undersøkelsen at "det er dårlig samsvar mellom vedlikeholdsplanene og det reelle behovet. Rundt halvparten av den totale bygningsmassen har symptomer på dårlig tilstand, og tre av fire helseregioner mener at det har vært en negativ utvikling i teknisk tilstand for en betydelig del av bygningsmassen i perioden 2003–2010".

### Investeringer i spesialisthelsetjenesten. Den norske legeforening 2013.

#### Sykehusbygg: Tilstand og investeringer

«Den tekniske tilstanden til det gjennomsnittlige norske sykehusbygg er dårligere i 2012 enn i 2007, og over halvparten av bygningsmassen har et teknisk oppgraderingsbehov. Bokført verdi av bygningene har økt svakt (i løpende kroner), men korrigert for økte byggekostnader (4,6% årlig i Norge siste 33 år) er det en reell reduksjon. Økte verdier er drevet av nye sykehus ved Akershus universitetssykehus (Ahus) og St. Olavs Hospital, mens verdien er redusert for 15 helseforetak».

«Kartleggingene i 2011-13 viser at 53 % av bygningsmassen har en tilstand som ikke er tilfredsstillende og vil kreve tiltak på kort sikt eller straks (tilstandsgrad 2 eller 3). I en tilsvarende kartlegging i 2007 var det tilsvarende tallet 40 %, hvilket indikerer en tydelig forringelse av bygningsmassen. Det er primært tilstandsgrad 2 som er økt og 0 som er redusert»

«Tre ulike beregningsmetoder peker mot et investeringsbehov de neste 10 årene i bygg på vel 65 mrd.kr., mens helseforetakenes langtidsplaner indikerer et investeringsrom på 48-54 mrd.kr. I forbindelse med valgkampen 2013 kom saken opp og investeringsbehovet ble anslått til 70 mrd kr». Hvis Oslo universitetssykehus (OUS) skal foreta alle de utbedringene Arbeidstilsynet har pålagt og anbefalt, vil det koste 8,75 milliarder kroner.

## Hvordan kan miljøforholdene i Sykehusene håndteres?

Ufordringene med å utvikle en ressurseffektiv og bærekraftig med godt arbeidsmiljø og høy produktivitet synes å kreve systematisk innsats på fire hovedområder. Det krever organisatoriske grep på overordnet nivå.

1. Holde bygningene i orden – prioritere Vedlikehold/FDVU (Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) slik at ressurtilgangen kommer opp på optimalt nivå og dermed det nivået som blir mest ressureffektivt på sikt



2. Drive klimainstallasjonene riktig for god helse. Det er store gevinster ikke bare for helse og produktivitet, men også i redusert energibruk
3. Renhold som gir godt innemiljø og reduserer risiko for sykehusinfeksjoner.
4. Tilstrekkelig håndvask, men ikke for mye håndvask, samarbeid med sykehushygiene om å optimalisere hygienetiltakene slik at de både reduserer sykehusinfeksjonene, men også tar vare på arbeidstakernes helse.

### Inneklima, helse, produktivitet, hodepine og nedsatt konsentrasjonsevne

Europastudien fra 21 skoler med 654 ti år gamle elever i 46 klasserom i Norge, Sverige, Danmark, Frankrike og Italia (Simoni et al 2010) viste overhyppighet av tørrhøste, snue og nesetetthet i klasserom med  $\text{CO}_2 > 1000$  ppm sammenlignet med klasserom med  $\text{CO}_2 < 1000$  ppm.

I den franske «Six Cities Study» ble inneluftforurensning undersøkt med  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{NO}_2$ , og tre aldehyder målt i 401 tilfeldig valgte klasserom i 108 grunnskoler med 6590 barn 10-11 år gamle (Annesi-Maesano 2012). Det ble gjort prikktester (SPT) for vanlige allergener, screening av anstrengelsesutløst astma (EIA) og standardisert spørreskjemaundersøkelse utfylt av foreldrene. Rinoconjunktivitt sist år var assosiert med høyt nivå av formaldehyd (OR 1.19; 95% CI 1.04-1.36). Økt prevalens av astma ble funnet i klasserom med høye nivå av  $\text{PM}_{2,5}$ , (OR 1.21; 1.05-1.39), akrolein (OR 1.22; 1.09-1.38) og  $\text{NO}_2$  (OR 1.16; 0.95-1.41) sammenlignet med andre. Assosiasjonen var sterkest for allergisk astma definert med SPT. Det var statistisk signifikant assosiasjon mellom EIA og konsentrasjonen av  $\text{PM}_{2,5}$  og akrolein samme uke. 30% av elevene var høyt eksponert etter WHO-standardene og de var assosiert både med rinoconjunktivitt og astma.

Ekspimentelle studier i laboratorium og feltstudier har vist at redusert ventilasjon og økt forurensning, bl.a fra tepper, reduserer arbeidstakt og øker feilhandlinger (Fanger 2006). Effekter i størrelsesorden 6-9% er ikke uvanlige (Wyon, review. Indoor Air 2004; 14 (Suppl 7): 92-101). Både for høy og for lav temperatur reduserer konsentrasjon og arbeidstakt:

- Dårlig inneluftkvalitet reduserer ytelsene i kontorarbeid med 6-9%.
- Feltstudier indikerer at fall i ytelse kan være større i praksis enn det er i realistiske eksperimenter med simuleringer i laboratorium
- Det er tilnærmet lineær assosiasjon mellom andel misfornøyd med luftkvalitet når de kommer inn i et kontormiljø (fra 20 til 70%) og målt reduksjon i ytelse hos de som arbeider i rommet.
- Moderat økt temperatur har negativ effekt på kontorarbeid.
- Støy i åpne kontorer på 55 dBA reduserer ytelsen ved kompliserte oppgaver.
- Negative effekter på ytelse var assosiert med negative effekter på symptomer som hodepine og konsentrasjonsevne
- Disse symptomene kan være årsak til den nedsatte ytelsen.

Andre litteraturoversikter viser at økende ventilasjon bedrer produktiviteten og at dårlig inneklimate reduserer læreevne, ytelse og øker fravær hos elever og studenter

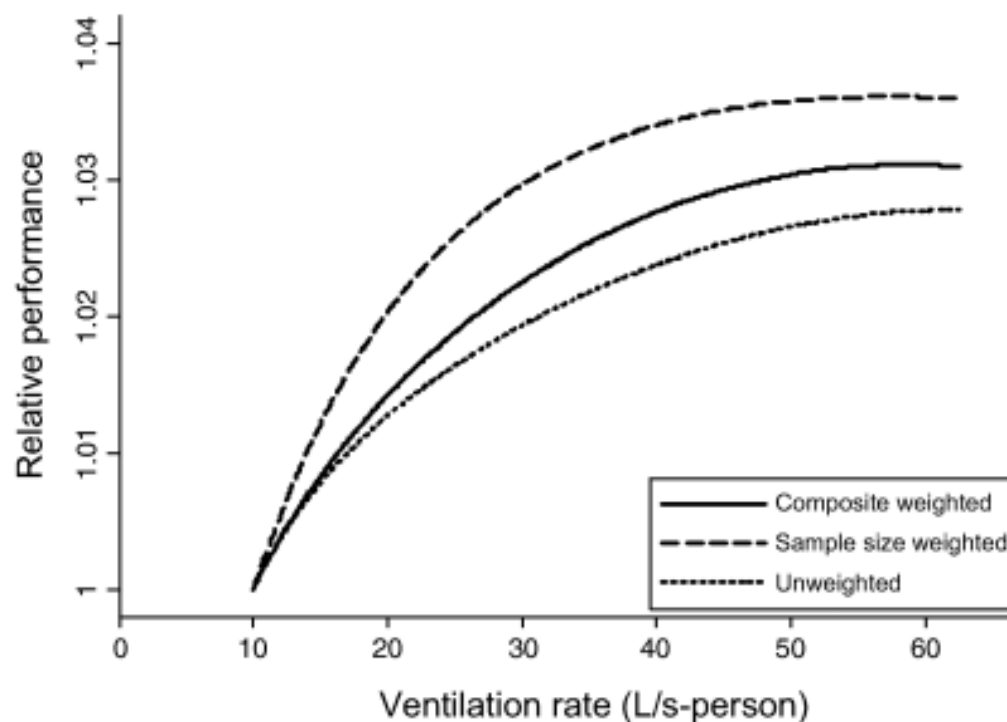
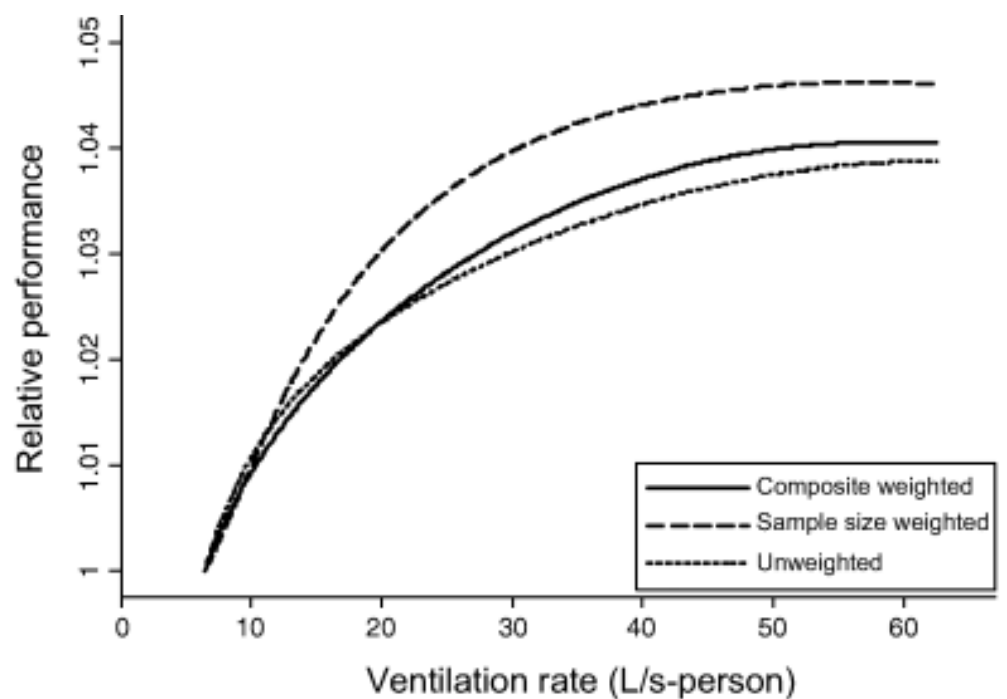
(Seppänen et al 2005, Mendell & Heath 2005, Sundell et al 2011). Konklusjonene i 2011 var at

- I kontorlokaler reduseres SBS-symptomer med økende ventilasjonsnivå opp til ca 25 l/person/sekund (Figur 11). Det er fortsatt usikkerhet om mekanismene bak denne effekten.
- Det er noe evidens for økt inflammasjon, smittespredning, hyppighet av astmasymptomer og sykefravær ved lav ventilasjon.
- Tilgjengelig og begrenset evidens indikerer at et luftskifte høyere 0,5/time i boliger i de Nordiske land er assosiert med redusert sannsynlighet for astmasymptomer av luftforurensning.

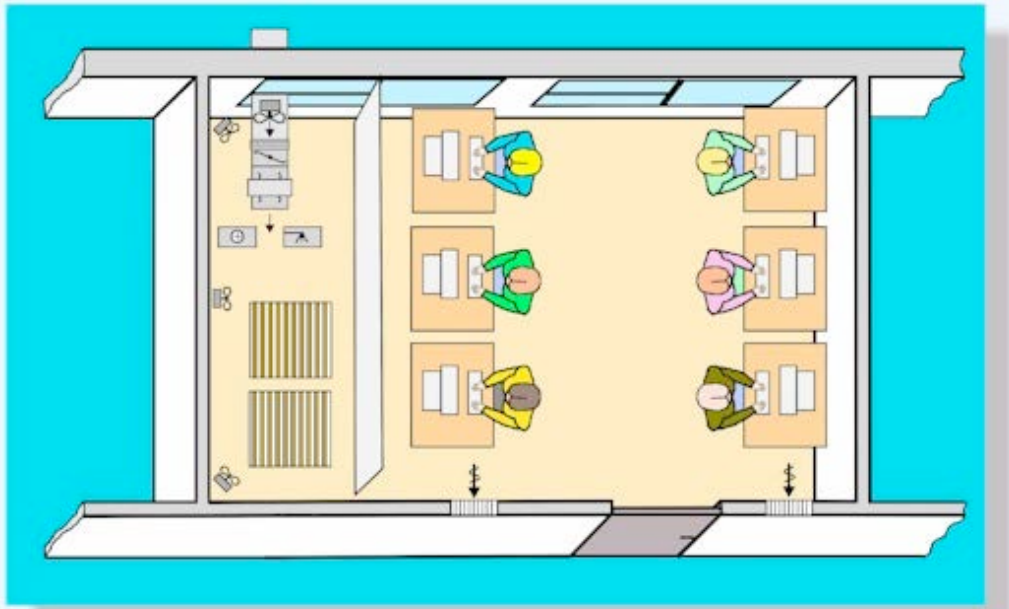
I California er det gjort en stor studie gjennom to år i 162 klasserom i 28 skoler (Mendell et al 2013). Medianverdien for ventilasjon lå under kravet på 7,1 l/s/person i California. De fant at daglig sykefravær var assosiert med ventilasjon. For hver liter økt ventilasjon sank sykefraværet. På grunnlag av sine data kunne de beregne at å øke gjennomsnittlig ventilasjon fra 4 til 7,1 l/s/person vil senke fraværet med 3,4 %. Økonomiske beregninger viser at et slikt tiltak er svært lønnsomt.

Eksperimentelle studier kan gjennomføres i klimakammer med full kontroll over både termiske og atmosfæriske forhold (ventilasjon og luftkvalitet) slik som de som først ble gjennomført i København (Wargocki et al 1999) og deretter reproduisert i Sverige med samme eksperimentelle metode (Wargocki et al 2002a) (Figur 12 og 13). Forsøkspersonene kan blindes for eksponering. Produktivitet registreres automatisk. Begge studiene viste lignende og reproduerbare resultater av subjektivt vurdert luftkvalitet, SBS-symptomer og uavhengig registrert produktivitet i kontorarbeid. Når forurensningskildene ble fjernet ble luftkvaliteten oppfattet som bedre med mindre tørrhetsfølelse og hodepineplager og økt målt produktivitet, alle signifikante ( $p < 0,05$ ) i begge studiene.

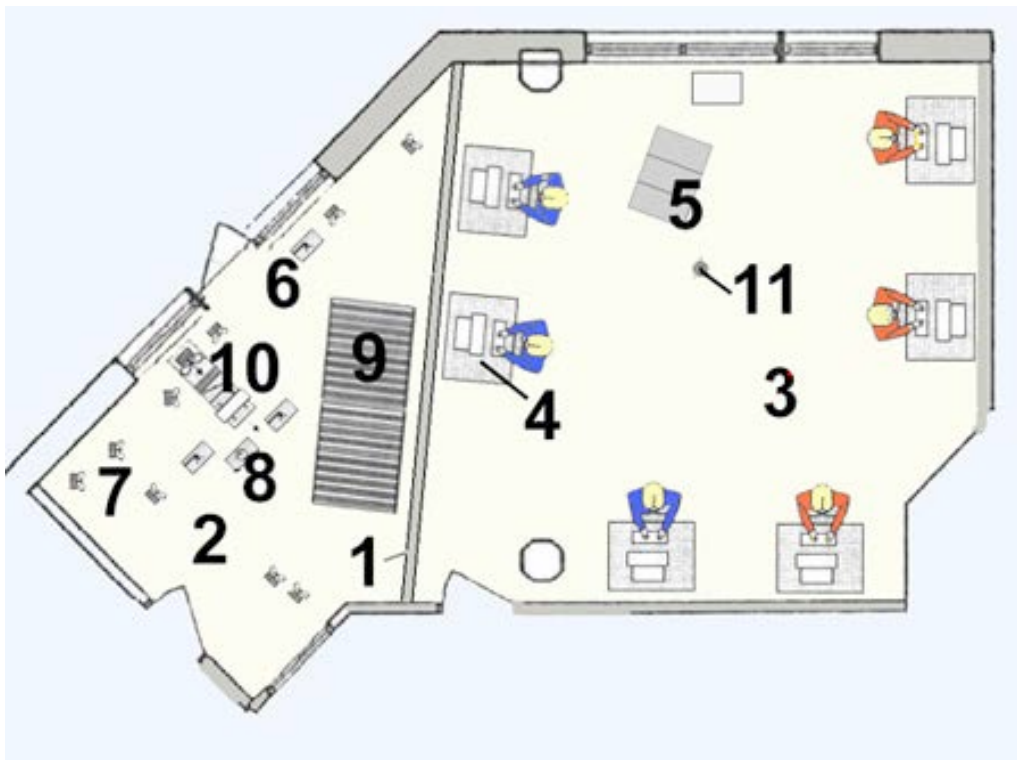
Figur 11. Seppänen et al 2005. Relativ ytelse ned økende ventilasjon i forhold til utgangsverdi 6,5 l/s-person (øverst) og 10 l/s-person (nederst). Norske ventilasjonskrav er minimum 7-10 l/s-person samt tillegg for annen forurensning (ikke i boliger).



Figur 12. Eksperimentelt oppsett på DTU i Lyngby (International Centre for Indoor Environment and Energy). Ventilasjon og forurensningskilder er plassert bak skjerm Brett til venstre (Wargocki et al 1999)



Figur 13. Oppsett i Sverige (Wargocki et al 2002a). 1-skjemvegg, 2-teknisk rom, 3-rom for forsøkspersonene, 4 arbeidsstasjon, 5- tretrapp, 6- dampbefukter, 7-blandevifte, 8- elektrisk oljevarmer, 9- oppheng for forurensningskilder, 10 aksialvifte, 11- lokalisering for dommerpanelet fir bedømmning av luftkvalitet.

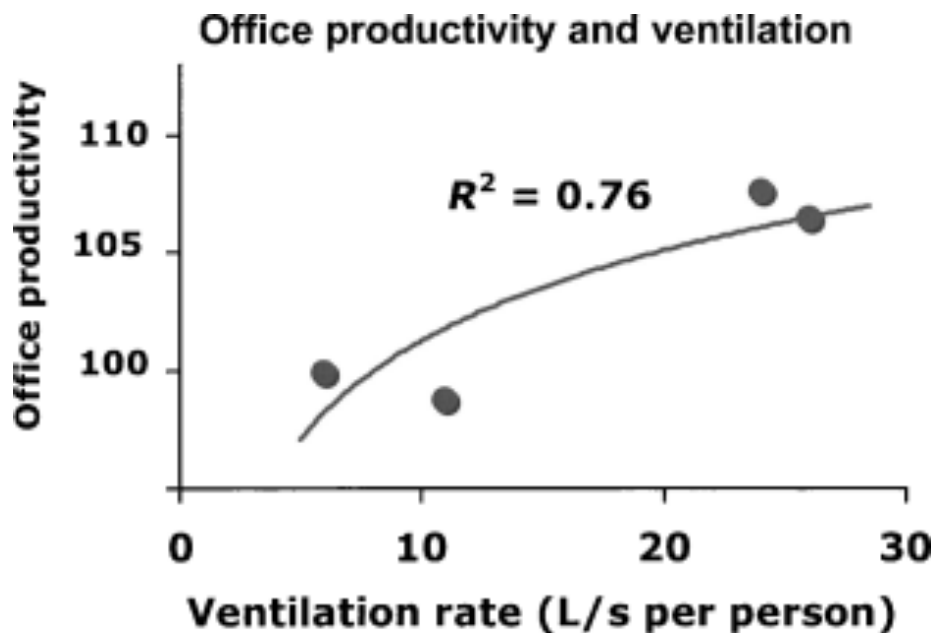


En oppsiktsvekkende studie fra en velansett forskningsgruppe viser mulig direkte effekt av CO<sub>2</sub> på mental ytelse ved 1000 ppm sammenlignet med 600 ppm (Satish et al 2012, kommentert av Tillet 2012). Lokalene var godt ventilert med frisk luft. Ren CO<sub>2</sub> ble tilsatt til ønsket konsentrasjon. 22 studenter ble eksponert for 600, 1000 og 2500 ppm i klimakammer og forskerne observerte moderat fall i ytelse for 6 av 10 mål for ytelse ved økning fra 600 til 1000 ppm og et sterkere fall for 7 av 9 mål ved 2500 ppm. Det ser altså ut som at CO<sub>2</sub> har direkte effekt og ikke bare er en markør for luftkvalitet/ ventilasjon. Dette må eventuelt bekreftes i andre studier, men mer enn ett år etter at dette ble publisert er det ikke publisert mer om dette. Uansett styrker dette argumentasjonen for å ikke senke de norske ventilasjonskravene.

### Undersøkelser i felt

Feltstudier av effekter av ventilasjon er utført i telefonopplysnings-sentraler med to studier utført i henholdsvis moderat klima (Wargocki et al 2004) og i tropene (Tham et al 2003) (figur 14). Når rene ventilasjonsfiltre ble erstattet av brukte var det ingen positiv effekt av økt ventilasjon.

Figur 14. Fra Fanger 2006 med referanse til Tham et al 2003 og Wargocki et al 2004. Produktivitet i kontorarbeid som funksjon av frisklufttilførsel i moderat klima og i Tropene.



Fysisk innemiljø var like viktig for produktivitet som psykososiale forhold i en studie av ca 650 ansatte i 12 private og offentlige ikke-industrielle virksomheter på Vestlandet. Også data fra før og etter flytting til nye lokaler er med og det inngår måledata av temperatur, luftfuktighet og CO<sub>2</sub>-nivå (Wiik 2011). Det ble utviklet en innemiljø-produktivitets-indeks (IPI) for å avdekke hvor stor betydning innemiljø har for produktivitet. Fysiske innemiljøfaktorer styrte 20-25% av påvirkningen på produktivitet. Gevinsten ved å bedre spesielt luft- og lysforhold var vesentlige. I oppvarmingsssesongen var fornemmelsen av "tørr luft" viktigste enkeltfaktor assosiert med redusert produktivitet.

I 54 grunnskolors 5. klasser ble CO<sub>2</sub> målt over 4-5 timer på en typisk skoledag. Det var signifikant assosiasjon ( $P < 0.10$ ) mellom ventilasjonen og testresultater i matematikk (Shaughnessy et al 2006).

I hundre grunnskoler fra to skoledistrikter sydvest i USA inngikk 100 klasserom for femteklasseelever, 87 med ventilasjon under anbefalte normer beregnet med CO<sub>2</sub>-målinger (Haverinen-Shaughnessy 2011). Det var lineær sammenheng mellom ventilasjonsrater og prestasjoner i intervallet 0,9 til 7,1 l/s per person. For hver liter/s per person økt ventilasjon økte andel elever som klarte standardisert tester med 2,9% (95% CI 0,9 til 4,8%) for matematikk og 2,7% (0,5 til 4,9%) for lesing.

Blind "crossover" design med gjentatte tiltak på to klasser med 10 til 12 år gamle barn (Wargocki 07 a og b). Lufttemperaturen ble styrt av kjøleaggregater installert for formålet enten i drift eller tomgang. I et av eksperimentene ble også frisklufttilførselen endret. Forholdene ble opprettet for en uke av gangen i en blind "crossover" design med gjentatte endringer på to klasser med 10 - til 12-år gamle barn. Seks til åtte øvelser som eksemplifiserer ulike sider av skolearbeid (numerisk og språk-basert) ble utført som en del av vanlige undervisningstimer. Elever anga opplevd miljø og intensiteten av eventuelle symptomer på visuelle analoge skalaer (VAS).

- Resultatene for to numeriske og to språk-baserte tester ble betydelig forbedret når temperaturen ble redusert fra 25 °C til 20 °C.
- Når tilførsel av friskluft ble økt fra 5,2 til 9,6 l/s per person, ble prestasjoner ved fire numeriske øvelser betydelig forbedret hovedsakelig i form av hastighet, med ubetydelig effekt på feilrate.
- Når ventilasjonsraten økte fra 3,0 til 8,5 l/s per person ble hastigheten som de gjennomførte to numeriske og to språkbaserte oppgaver vesentlig forbedret. Det var signifikant positiv effekt på arbeidskapasitet hos 70 %. CO<sub>2</sub> sank fra 1300 til 900 ppm

I en studie av 2366 tester fra 417 studenter i 20 klasserom økte feilfrekvensen med 65 % ved «dårlig luftkvalitet» ( CO<sub>2</sub> gjennomsnittlig 2115 ppm) sammenlignet med «bedre luftkvalitet» ( CO<sub>2</sub> gjennomsnittlig 1045 ppm) (Twardella et al 2012).

En sammenligning av to tiltak for å bedre produktivitet i en skolebygning viste at (Ito & Murakami 2010):

- Prestasjon økte med 4 % ved å øke ventilasjonen fra 10 til 30 l/s per person
- Den økte med 6,4% ved å øke ventilasjonen fra 10 til 60 l/s per person, men energiforbruket steg med 200%
- Den økte med 26 % ved å senke temperaturen 1 grad fra 28 til 27 grader under sommerforhold.
- Den økte med 43 % ved å senke temperaturen 2 grader fra 28 grader. Energiforbruket steg med 40 %.
- Prestasjonsevnen var sterkest avhengig av romlufttemperaturen.

Sykefraværet var lavere hos lærere i skoler med god luftkvalitet og i skoler som med forbedret luftkvalitet sammenlignet med kontrollene (Ervasti et al 2012).

Lav temperatur på inhalert luft er spesielt viktig for opplevelse av "frisk og god luft" (Toftum et al 1998, Wyon 2002, 2004, Fanger 2006, Yang et al 2010). Det er viktig at tilførsel av luft og varme gjøres slik at luften oppfattes som frisk og god uten at brukerne fryser eller opplever trekk.

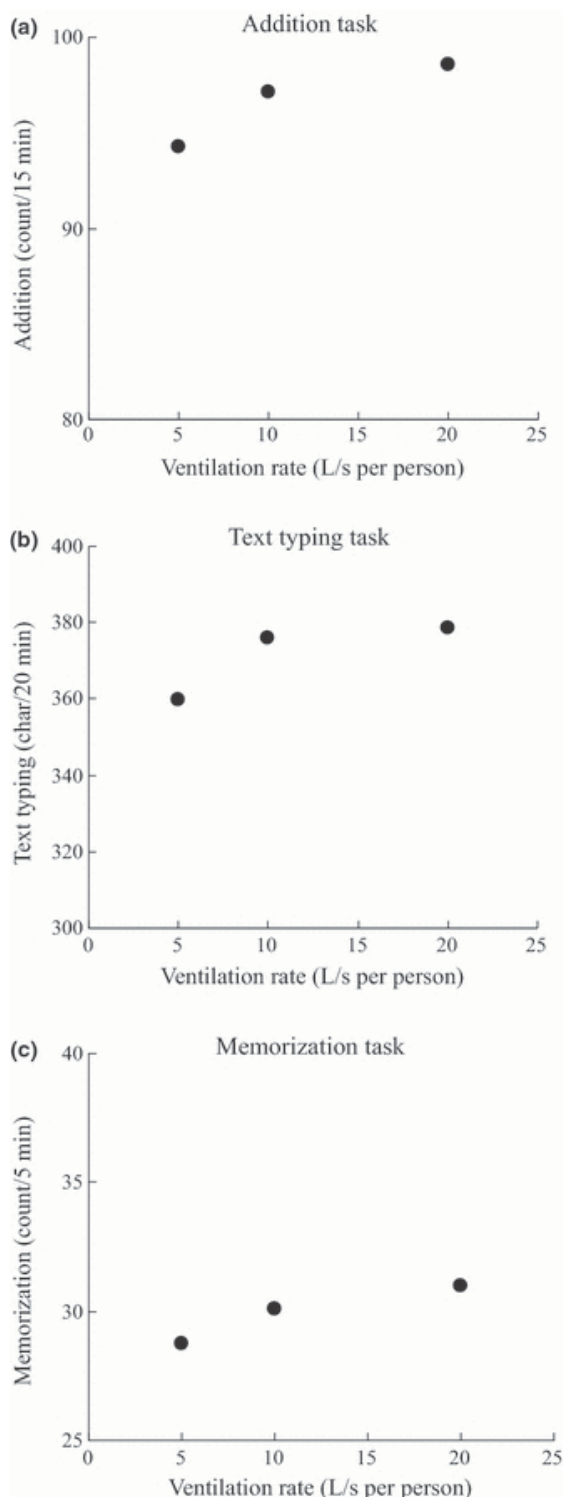
Både feltstudier og undersøkelser i klimakammer viser at størst effekt av økende ventilasjon skjer opp til 10 liter, jfr figur 15 fra laboratoriestudier (Park & Yoon 2011).

I moderat ukomfortabelt kontormiljø måtte forsøkspersonene anstrenge seg mer for å opprettholde ytelsen ved mer krevende arbeidsoppgaver samtidig som motivasjonen for å arbeide sank (Lan et al 2010).

I studiene av ulike miljøforholds effekter på produktivitet av ser en at symptomene trøtthet og hodepine regelmessig er assosiert med nedsatt produktivitet. Det er derfor plausibelt at redusert hodepine også vil kunne være assosiert med bedre funksjonsevne. Redusert hyppighet av trøtthet og hodepine ses blant annet ved utbedring av fuktproblemer (Sudakin 1998, Ebbehøj et al 2002).

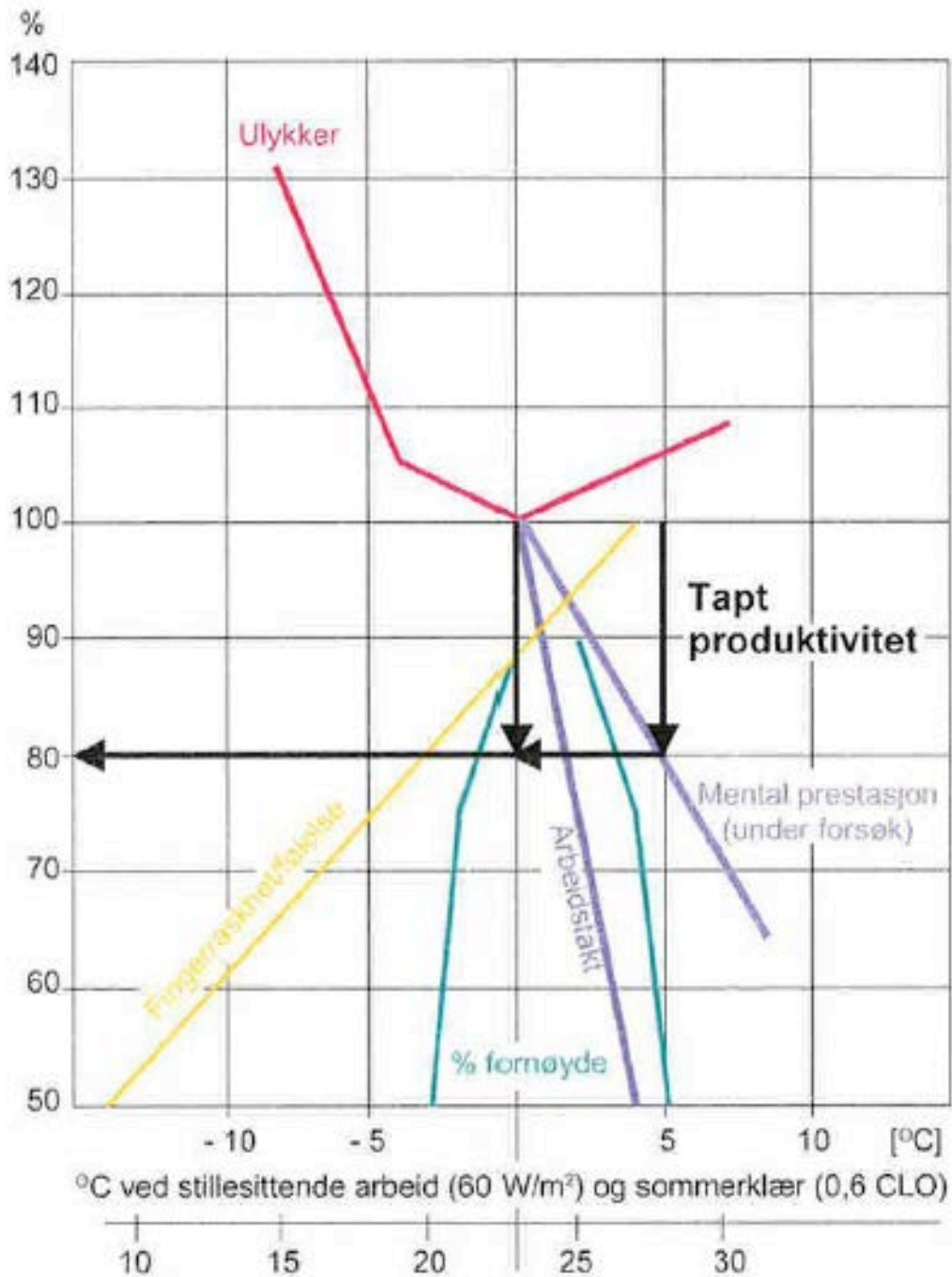
Samlet vurdering av de refererte og andre studier (Daisy et al 2003, Fang et al 1998 a, b, 2004 og øvrige studier av Wargocki et al) viser at resultatene fortsatt stemmer godt med de resultatene David Wyon publiserte allerede i 1986, se figur 16 (Wyon 1986, Sintef 2002). "Selv innen det som har vært vanlig akseptert termisk komfortområde, kan vi risikere en nedsatt ytelse på 5 - 15% for gjennomsnitts-personen for lesing, logisk tenking og aritmetiske oppgaver (Wyon D 1986)".

Figur 15. Effekt av frisklufttilførsel på arbeidsevne gjennom 8 ulike oppgaver (Park & Yoon 2011)





Figur 16. Effekter av termisk klima i komfort-området (før man begynner å svette - området mellom varme- og kulde-stress) etter Wyon 1986. Grafikk fra SINTEF 2002 etter hans figur fra 1986. Forenlig med senere forskning.



### Akustikk

Også støy og akustikk påvirker både trivsel, produktivitet og opplevd luftkvalitet og arbeidsmiljø (Wyon 2004, Wargocki et al 2004, Frontczak et al 2011). Akustikken ble undersøkt i ti skoler med 283 lærere i 38 klasserom i København (Kristiansen et al.

2011 a og b). Klasserommene ble delt i tre grupper av etterklangstid (tiden det tar fra en lydkilde avbrytes til lyden er falt med 60 decibel):

- Kort: 0,41-0,47 sekunder
- Middels: 0,50-0,53 sekunder
- Lang: 0,59-0,73 sekunder

Lærere i lokaler med lang etterklangstid var mindre tilfreds med jobben, følte at de mangler energi og er mer interessert i å skifte jobb sammenlignet med kolleger som underviser med kort etterklangstid. Interessen for å skifte jobb er seks ganger høyere blant lærere som jobber i lokaler med lang etterklangstid sammenlignet med de som underviser med kort etterklangstid. Lærere som blir utsatt for støy minst en fjerdedel av arbeidstiden er mindre motivert og opplever hyppigere sterkt søvnbehov enn de som er eksponert mindre enn en fjerdedel av arbeidstiden

#### Tilfredshet med fysisk arbeidsmiljø i kontorlokaler

En web-basert undersøkelse i USA til 52 980 beboere i 351 kontorbygg over 10 år ble utført av Center for the Built Environment (Frontczak 2011). Det ble benyttet en 7-trinns skala om tilfredshet med innendørs miljøfaktorer, arbeidsplass og bygningsmessige forhold. Brukerne var gjennomsnittlig ganske fornøyd med arbeidsplass og bygning. Alle de 15 parametrene listet i undersøkelsen bidro til samlet tilfredshet. Viktigste var tilstrekkelig plass (odds ratio OR 1,57, 95% CI: 1.55 - 1.59), støynivå (OR 1,27, 95% KI: 01.25 - 01.29), og visuell avskjerming (OR 1,26, 95% CI : 01.24 - 01.28). Tilfredshet tilstrekkelig plass ble rangert til å være viktigst for alle aldersgrupper (under 30, 31-50 eller over 50 år), kjønn, type kontor (enkle eller delt kontorer, eller avlukker), avstand til vindu (innenfor 4,6 m eller mer), men ikke med brutto ledig plass per person. For å oppnå størst tilfredshet, bør designerne legge vekt på mengden plass og lagring, støynivå og visuelt privatliv. Kontorarbeidere er mest fornøyd med arbeidsplass og bygning når de er plassert nær et vindu i et eget kontor. Det kan påvirke både trivsel, arbeidsutførelse, arbeidstakerens og virksomhetens produktivitet.

#### Undervisnings- og syke- og pleiesektorene

Det er tidligere vist at undervisnings- og syke- og pleiesektorene er de deler av arbeidslivet som klager mest på dårlig inneklima. De samme sektorene har relativt høy andel av ansatte som blir verre av sin astma på arbeidet. Vi kjenner ikke til i detalj hvordan forholdene er med hensyn til termiske forhold og luftkvalitet.

Fra og med 2000 stiller ikke SSB enkeltspørsmål om opplevd luftkvalitet og termiske forhold, men vi vet at maksimalt 60 % av skolene oppfyller kravene til godkjenning. Arbeidstilsynet fant at mange av de godkjente skolene ikke tilfredsstilte kravene. Dårlig ventilasjon og manglende termisk kontroll er hyppige mangler.

I sykehus er det oftest store luftmengder, men overtemperaturer er ofte et stort problem for de ansatte blant annet for at pasienter/klienter har større behov for varme, men også på grunn av store varmelaster og mangelfull temperaturkontroll.

I begge sektorene er det store problemer som følge av mangelfull forvaltning, drift og vedlikehold med store etterslep på vedlikeholdssiden som har store konsekvenser både for arbeidsmiljø, helse, produktivitet, konsentrasjonsevne og læringsmiljø.

Skole- og undervisningssektoren omfattet i følge SSB i 2010 følgende deler av befolkningen (se også Nygård & Sandbu 2011):

• Barn i barnehage	277 000
• Grunnskoler 1.-10. trinn	614 000
• Annen vg utd og Folkehøysk	193 000
• Fagskoler	14 000
• Høyere utdanning i alt	241 000
• Samlet	1 339 000
• Sysselsatt i undervisning	208 000
• Totalt	<u>1 547 000</u>

Sysselsatte 2010 (SSB) i Syke-, pleie, omsorg omfattet

• Helsetjenester	192 465
• Pleie og omsorg i institusjon	124 747
• Helse, pleie, omsorg totalt	<u>317 212</u>

Spesialisthelsetjenesten (Somatiske sykehus, psykisk helsevern og rusbehandling) er registrert i SSB med følgende nøkkeltall 2010:

- 97 777 årsverk
- 6,5 millioner oppholdsdøgn
- 6,9 millioner polikliniske konsultasjoner
- 94 milliarder kroner i kostnader

### Hvor stort er produksjonstapet i disse to sektorene?

Produksjonstapet har utvilsomt større samfunnsøkonomisk betydning enn de negative helseeffektene som også er store. De er likevel vanskelig å fastsette. Blant annet påvirkes de av andre forhold enn temperatur og luftkvalitet. Men særlig i feltstudiene er det til en viss grad tatt høyde for det i studienes design. En indikasjon på størrelsesorden av problemene kan gis av å antyde størrelsesorden for de produksjonstapene som ligger godt innenfor de størrelsesordenene som resultatene fra de publiserte studiene viser.

- Skole- og undervisning, tapte årsverk av barn, elever, studenter og ansatte ved:
  - 1 % produksjonstap 15 500 årsverk
  - 5 % produksjonstap 77 500 årsverk
- Helse, pleie og omsorg totalt
  - 1 % produksjonstap 3 200 årsverk
  - 5 % produksjonstap 16 000 årsverk
- Spesialisthelsetjenesten
  - 5 % produksjonstap 4 900 årsverk
  - 10 % produksjonstap 9 800 årsverk

### Er det behov for en beslutningsmodell for tiltak?

Det er allerede dokumentert at mangelfull FDV øker årskostnadene for bygningsmassen og er ulønnsomt (Riksrevisjonens undersøkelser 2005 og 2011, NOU 2004: 22, KS 2008). De negative konsekvensene for arbeidstakerne og andre brukere kommer i tillegg.

Særlig for syke- og pleisektoren, men også for undervisningssektoren er det store muligheter for positive synergieffekter med energiltak fordi riktige energiltak også ofte kan bedre miljøet for brukerne (WHO 2011).

### Referanser

Adisesh A, Murphy E, Barber CM, Ayres JG. Occupational asthma and rhinitis due to detergent enzymes in healthcare. *Occupational Medicine* 2011;61:364–369

Annesi-Maesano I, Hulin M, Lavaud F, Raheison C, Kopferschmitt C, de Blay F, Charpin DA, Denis C. Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 Cities Study. *Thorax*. 2012 Aug;67(8):682-8.

Arif AA, Delclos GL, Serra. Occupational exposures an asthma among nursing professionals. *Occup Environ Med* 2009; 66 274 – 278

Arif AA, Delclos GL. Association between cleaning-related chemicals and work-related asthma and asthma symptoms among healthcare professionals. *Occup Environ Med* 2012;69:35–40.

Bakke JV. Inneklima i skoler og barnehager – hva er problemene og hvordan kan de løses? *Allergi i Praksis* 3; 2009: 14 – 17.

[http://www.naaf.no/Documents/Allergi%20i%20Praksis/14\\_17\\_Aip\\_3\\_09.pdf](http://www.naaf.no/Documents/Allergi%20i%20Praksis/14_17_Aip_3_09.pdf)

Bakke JV. Riktige valg i bygg- og boligsektoren fremmer helse og miljø. *Arbeidervern* 2011; 5: 20-21. <http://www.arbeidstilsynet.no/arbeidervernartikkel.html?tid=231279>

Bakke JV, Nilsen SK. Renoldssprayer, kjemikalier, astma og KOLS. *Helserådet* 12/14, 20. juni, side 8-12. Foreløpig lenke 200614:

[http://www.helsebiblioteket.no/samfunnsmedisin-og-folkehelse/helser%C3%A5det/2014/\\_attachment/163632?\\_ts=14ae4ae644](http://www.helsebiblioteket.no/samfunnsmedisin-og-folkehelse/helser%C3%A5det/2014/_attachment/163632?_ts=14ae4ae644)

Bang KM, Hnizdo E, Doney B. Prevalence of asthma by industry in the US population: a study of 2001 NHIS data. *Am J Ind Med* 2005; 47: 500–8.

Bello A, Quinn MM, Perry MJ, et al. Characterization of occupational exposures to cleaning products used for common cleaning tasks—a pilot study of hospital cleaners. *Environ Health* 2009; 8: 11.

Chan-Yeung M, Malo JL . Aetiological agents in occupational asthma. *Eur Respir J* 1994; 7: 346–71.

Cox-Ganser et al. Asthma and respiratory symptoms in hospital workers related to dampness and biological contaminants. *Indoor Air*. 2009; 19: 280-90.

Daisey JM, Angell WJ, Apte MG. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information, *Indoor Air* 2003; 13: 53–64.

Delclos et al. Occupational risk factors and asthma among health care professionals. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Apr 1;175(7):667-75.

Den norske legeforening 2013. Investeringer i spesialisthelsetjenesten. Bygg Medisinskteknisk utstyr. Kompetanse. Juni 2013  
<http://legeforeningen.no/PageFiles/146750/Investeringer%20i%20spesialisthelsetjenesten.pdf>

Donnay C, Denis M-A, Magis R et al. Underestimation of self-reported occupational exposure by questionnaire in hospital workers. *Occup Environ Med* 2011; 68: 611-617.

Dumas O, Donnay C, Heederik DJ, Héry M, Choudat D, Kauffmann F, Le Moual N. Occupational exposure to cleaning products and asthma in hospital workers. *Occup Environ Med*. 2012; 69: 883-9.

Dumas O (a), Le Moual N, Siroux V, Heederik D, Garcia-Aymerich J, Varraso R, Kauffmann F, Basagaña X. Work related asthma. A causal analysis controlling the healthy worker effect. *Occup Environ Med*.2013;70: 603-10.

Dumas O (b), Siroux V, Luu F, Nadif R, Zock JP, Kauffmann F, Le Moual N. Cleaning and asthma characteristics in women. *Am J Ind Med*. 2013 Aug 19.

Eng A, Mannetje A, Douwes J, Cheng S, McLean D, Ellison-Loschmann L, Pearce N. The New Zealand workforce survey II: occupational risk factors for asthma. *Ann Occup Hyg*. 2010;54: 154-64.

Ervasti J, Kivimäki M, Kawachi I, Subramanian S, Pentti J, Oksanen T, Puusniekka R, Pohjonen T, Vahtera J, Virtanen M. School environment as predictor of teacher sick leave: data-linked prospective cohort study. *BMC Public Health* 2012; 12:770.

Fanger PO. What is IAQ? *Indoor Air* 2006; 16: 328-334.

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

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

Fang L, Wyon DP, Clausen G, Fanger PO. Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance. *Indoor Air* 2004; 14: 74-81.

Fletcher AM, London MA, Gelberg KH, Grey AJ. Characteristics of patients with work-related asthma seen in the New York State Occupational Health Clinics. *J Occup Environ Med.* 2006 Nov;48(11):1203-11.

Frontczak M, Schiavon S, Goins J, Arens E, Zhang H, Wargocki P. Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design. *Indoor Air.* 2011 Sep 20.

Haverinen-Shaughnessy U, Moschandreas DJ, Shaughnessy RJ. Association between substandard classroom ventilation rates and students' academic achievement. *Indoor Air.* 2011 Apr;21(2):121-31.

Helsedirektoratet 2012. Kols. Nasjonal faglig retningslinje og veileder for forebygging, diagnostisering og oppfølging. IS 2029.  
<http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/nasjonal-faglig-retningslinje-og-veileder-for-forebygging-diagnostisering-og-oppfolging-av-personer-med-kols/Documents/IS-2029Revidert.pdf>

Henneberger PK, Mirabelli MC, Kogevinas et al . The occupational contribution to severe exacerbation of asthma. *Eur Respir J* 2010; 36: 743-750.

Heudorf U, Neitzert V, Spark J. Particulate matter and carbon dioxide in classrooms - the impact of cleaning and ventilation. *Int J Hyg Environ Health.* 2009; 212: 45-55.

ISIAQ 2003. ISIAQ Review on Indoor Air Quality in Hospitals and Other Health Care Facilities. October 2003. <http://www.isiaq.org/publications>

Ito K, Murakami, S. "Cost-effectiveness Analysis of Improved Indoor Temperature and Ventilation Conditions in School Buildings." *Journal of Asian Architecture and Building Engineering* 9.2 (2010): 523-529.

Jaakkola JJ, Jaakkola MS. Professional cleaning and asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2006; 6: 85-90.

Karjalainen A, Martikainen R, Klaukka T, Saarinen K, Uitti J. Risk of Asthma Among Finnish Patients With Occupational Rhinitis. *Chest* 2003; 123: 283-288.

Kim JL, Blanc PD, Villani S, Olivieri M, Urrutia I, van Sprundel M, Storaas T, Le Moual N, Zock JP, Torén K. Predictors of respiratory sickness absence: An international population-based study. *Am J Ind Med* 2013; 56: 541-9.

Kim JL, Torén K, Lohman S, Ekerljung L, Lötval J, Lundbäck B, Andersson E. Respiratory symptoms and respiratory-related absence from work among health care workers in Sweden. *J Asthma* 2013; 50: 174-9.

Kogevinas M, Zock JP, Jarvis D et al. Exposure to substances in the workplace and new-onset asthma: an international prospective population-based study (ECRHS-II). *Lancet.* 2007; 370: 336-41.

Kopferschmitt-Kubler MC, Ameille J, Popin E, et al. Occupational asthma in France: a 1-year report of the observatoire National de Asthmes Professionnels project. *Eur Respir J* 2002;19:84–9.

Kristiansen J, Persson R, Lund SP, Shibuya H & Nielsen PM. Effects of classroom acoustics and self-reported noise exposure on teachers well-being. *Environment and Behavior* 2013; 45: 283-300

Kristiansen J, Lund SP, Nielsen PM, Persson R & Shibuya H. Determinants of noise annoyance in teachers from schools with different classroom reverberation times. *Journal of Environmental Psychology* 2011;31(4):383-92.

KS 2008. Multiconsult & PrivewaterhouseCoopers. Vedlikehold i kommunesektoren. Fra forfall til forbilde. Utarbeidet på oppdrag for Kommunenes interesse- og arbeidsgiverorganisasjon - KS  
[http://www.ks.no/upload/115033/074034Vedlikehold\\_rapp.pdf](http://www.ks.no/upload/115033/074034Vedlikehold_rapp.pdf).

Lan, Zhiwei i. "The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings." *Applied ergonomics* 42.1 (2010): 29-36.

Le Moual N, Varraso R, Siroux V, Dumas O, Nadif R, Pin I, Zock JP, Kauffmann F; on behalf of the Epidemiological Study on the Genetics and Environment of Asthma. Domestic use of cleaning sprays and asthma activity in females. *Eur Respir J*. 2012; 40: 1381-89.

Le Moual N, Carsin A, Siroux V, Radon K, Norback D, Toren K, Olivieri M, Urrutia I, Cazzoletti L, Jacquemin B, Benke G, Kromhout H, Mirabelli M, Mehta A, Schlünssen V, Sigsgaard T, Blanc PD, Kogevinas M, Anto J, Zock J. Occupational exposures and uncontrolled adult-onset asthma in the ECRHS II. *Eur Respir J*. 2013(a) Aug 15. [Epub ahead of print]

Le Moual N, Varraso R, Zock JP, Henneberger P, Speizer FE, Kauffmann F, Camargo CA Jr. Are Operating Room Nurses at Higher Risk of Severe Persistent Asthma? The Nurses' Health Study. *J Occup Environ Med*. 2013(b) Aug;55(8):973-977.

Leira HL, Berg JA, Bratt U, Slåstad S.. Mye arbeidsrelatert sykdom blant astmatikere. *Tidsskr Nor Legeforen* 2006; 126: 2367-9.

Li X, Sundquist J, Sundquist K. Socioeconomic and occupational groups and risk of asthma in Sweden. *Occup Med (Lond)*. 2008 May;58(3):161-8. Epub 2008 Feb 22.

Liss GM, Buyantseva L, Luce CE, Ribeiro M, Manno M, Tarlo SM. Work-related asthma in health care in Ontario. *Am J Ind Med*. 2011 Apr;54(4):278-84. doi: 10.1002/ajim.20935. Epub 2011 Feb 15.

Mazurek JM, Filios M, Willis R, Rosenman KD, Reilly MJ, McGreevy K, Schill DP, Valiante D, Pechter E, Davis L, Flattery J, Harrison R. Work-related asthma in the



educational services industry: California, Massachusetts, Michigan, and New Jersey, 1993-2000. *Am J Ind Med.* 2008; 51: 47-59.

McHugh Symanski E, Pompeii LA, Delclos GL. Prevalence of asthma by industry and occupation in the U.S. working population. *Am J Ind Med* 2010; 53: 463-75

Medina-Ramón et al. Asthma, chronic bronchitis, and exposure to irritant agents in occupational domestic cleaning: a nested case-control study. *Occupational and Environmental Medicine* 2005; 62: 598-606

Medina-Ramón M, Zock JP, Kogevinas M, Sunyer J, Basagaña X, Schwartz J, Burge PS, Moore V, Antó JM. Short-term respiratory effects of cleaning exposures in female domestic cleaners. *Eur Respir J.* 2006 Jun;27(6):1196-203.

Mendell MJ, Heath GA. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. *Indoor Air* 2005; 15: 27-52.

Mendell MJ, Eliseeva EA, Davies MM, Spears M, Lobscheid A, Fisk WJ, Apte MG. Association of classroom ventilation with reduced illness absence: a prospective study in California elementary schools. *Indoor Air.* 2013 Mar 19.

Mirabelli MC, Zock JP, Plana E, et al. Occupational risk factors for asthma among nurses and related healthcare professionals in an international study. *Occup Environ Med.* 2007; 64: 474-9.

Nilsen SK, Schjøning AL, Dahl IE, Stiiskjær J. New internordic standard for measuring cleaning quality, *Healthy Buildings 2000*, Espoo 6-10 august 2000, proceedings vol. 4. pp 375-378.

Nilsen SK, Dahl IE, Jørgensen O, Schneider T. Micro-fibre and ultra-micro-fibre cloths, their physical characteristics, cleaning effect, abrasion on surfaces, friction and wear resistance. *Building and Environment.* 2002; 37: 1373-1378.

Nilsen SK (a), Blom P, Rydock J, Nersveen J, Fostervold KI. An intervention study of the relationships between indoor air-related health problems, productivity and cleanliness in an office setting. In proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate 2002, Monterey, California, Vol III pp. 472-77.

Nilsen SK (b), Dahl IE, Kristiansen TH, Brønstad BO, Høstmark AG. Best practice Cleaning – Reducing costs, waste and use of chemicals by introducing a modern cleaning concept, *Sustainable Buildings 2008*, Melbourne 21-25 september 2008, Proceedings pp. 110 - 117

Nilsen SK. Alt om renhold. Håndbok 4. SINTEF akademisk forlag 2012. Bestilles gjennom SINTEF Byggforsks kundesenter; per epost til salg.byggforsk@sintef.no. tlf. 22 96 55 66/40 00 38 38, og via nett:

<http://www.sintefbok.no/Product.aspx?secti%20onId=0&productId=923&categoryId=17>

NOU 2004: 22 Velholdte bygninger gir mer til alle.  
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/krd/dok/NOUer/2004/NOU-2004-22.html?id=387767>

Nygård & Sandbu. Hovedtall for utdanning. SSB. Utdanning 2011  
[http://www.ssb.no/emner/04/sa\\_utdanning/sa124/1\\_hovedtall.pdf](http://www.ssb.no/emner/04/sa_utdanning/sa124/1_hovedtall.pdf)

Park, J S. "[The effects of outdoor air supply rate on work performance during 8-h work period.](#)" Indoor air 21.4 (2010): 284-290.

Park JS, Yoon CH. The effects of outdoor air supply rate on work performance during 8-h work period. Indoor Air. 2011 Aug;21(4):284-90

Pechter E, Davis LK, Tumpowsky C, et al. Work-related asthma among health care workers: surveillance data from California, Massachusetts, Michigan, and New Jersey, 1993–1997. Am J Ind Med 2005;47:265–75.

Pelkonen AS, Kuitunen M, Dunder T, Reijonen T, Valovirta E, Mäkelä MJ; Finnish Allergy Programme. Allergy in children: practical recommendations of the Finnish Allergy Programme 2008-2018 for prevention, diagnosis, and treatment. Pediatr Allergy Immunol. 2012; 23:103-16.

Quirce S, Barranco P. Cleaning agents and asthma. J Investig Allergol Clin Immunol 2010; 20: 542–50.

Reinisch F, Harrison RJ, Cussler S, Athanasoulis M, Balmes J, Blanc P, Cone J (2001) Physician reports of work-related asthma in California, 1993-1996. Am J Ind Med 39 (1):72-83

Riksrevisjonens undersøkelse av kommunens ansvar for skolebygninger, Dokument nr 3:13 (2004-2005) ble overlevert Stortinget 15. juni 2005  
(<http://www.skoleanlegg.utdanningsdirektoratet.no/index.gan?id=2075&subid=0>)

Riksrevisjonens undersøkelse av eiendomsforvaltningen i helseforetakene. Dokument 3:11 (2010–2011). ble overlevert Stortinget 15. september 2011.  
<http://www.riksrevisjonen.no/Rapporter/Sider/EiendomsforvaltningenHF.aspx>

Satish U, Mendell MJ, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, Fisk WB Is CO<sub>2</sub> an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO<sub>2</sub> Concentrations on Human Decision-Making Performance. Environ Health Perspect 2012; 20:1671-7.

Schneider T (a), Løbner T, Nilsen SK, Petersen OH 1994. Quality of cleaning quantified. Building and Environment 1994; 29: 363-367.

Schneider T (b), Nilsen SK, Dahl I 1994. Cleaning methods, their effectiveness and airborne dust generation. Building and Environment. 1994; 29: 369-372.

Seppänen OA, Fisk WJ, Mendell MJ. Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub> concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. Indoor Air. 1999 Dec;9(4):226-52.

Seppänen OA, Fisk WJ (2004). Summary of human responses to ventilation. *Indoor Air* 2004; 14 (Suppl 7): 102–118.

Seppänen O, Fisk WJ, Lei QH. Ventilation and performance in office work. *Indoor Air* 2006; 16: 28-36.

Shaaban R, Zureik M, Soussan D, Neukirch C, Heinrich J, Sunyer J, Wjst M, Cerveri I, Pin I, Bousquet J, Jarvis D, Burney PG, Neukirch F, Leynaert B. Rhinitis and onset of asthma: a longitudinal population-based study. *Lancet*. 2008 20; 372:1049-57.

Shaughnessy, R.J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A. and Moschandreas, D. A preliminary study on the association between ventilation rates in classrooms and student performance, *Indoor Air* 2006; 16: 465–468.

Simoni M, Annesi-Maesano I, Sigsgaard T, Norback D, Wieslander G, Nystad W, Cancianie M, Sestini P, Viegi G. School air quality related to dry cough, rhinitis and nasal patency in children. *Eur Respir J* 2010; 35: 742–749

SINTEF 2002. Dårlig inneklima gir “slappe dumminger”. *Glimt*. Nyhetsbrev Nr 16-2002.

Siracusa A, De Blay F, Folletti I, Moscato G, Olivieri M, Quirce S, Raulf-Heimsoth M, Sastre J, Tarlo SM, Walusiak-Skorupa J, Zock JP. Asthma and exposure to cleaning products - a European Academy of Allergy and Clinical Immunology task force consensus statement. *Allergy*. 2013 Oct 16. doi: 10.1111/all.12279.

Skulberg KR, Skyberg K, Kruse K, Eduard W, Djupesland P, Levy F, Kjuus H. The effect of cleaning on dust and the health of office workers. An Intervention Study. *Epidemiology* 2004; 15, 71-78.

Skulberg KR, Skyberg K, Kruse K, Eduard W, Levy F, Kongerud J, Djupesland P. The effect of intervention with local electrostatic air cleaners on airborne dust and the health of office employees. *Indoor Air* 2005; 15: 152-159.

Skyberg K, Skulberg KR, Eduard W, Skåret E, Levy F, Kjuus H. Symptoms prevalence among office employees and associations to building characteristics. *Indoor Air*. 2003; 13: 246-52.

SSB 2009. Høyest energibruk på sykehus. [http://www.ssb.no/entjen\\_statres/](http://www.ssb.no/entjen_statres/)  
STAMI/NOA 2011. Faktabok om arbeidsmiljø og helse 2011  
[http://www.arbeidshelsen.no/file/ci/25337704/Faktabok\\_2011.pdf](http://www.arbeidshelsen.no/file/ci/25337704/Faktabok_2011.pdf)

Sundell J, Levin H, Nazaroff WW, et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air*. 2011; 21:191-204.

Svanes et al. Early life origins of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2010; 65: 14-20.

Tarlo SM, John Balmes, Ronald Balkissoon, et al. Diagnosis and Management of Work-Related Asthma : American College of Chest Physicians Consensus Statement. *Chest* 2008;134;1S-41S

Tarlo SM, Malo JL. An Official ATS Proceedings: Asthma in the Workplace. The Third Jack Pepys Workshop on Asthma in the Workplace: Answered and Unanswered Questions. *Proc Am Thorac Soc* 2009; 6: 339–349.

Tillett T. Don't hold your breath: indoor CO<sub>2</sub> exposure and impaired decision making. *Environ Health Perspect.* 2012; 120: A475. .

Toftum J, Jørgensen AS, Fanger PO. Upper limits for air humidity to prevent warm respiratory discomfort. *Energy and Buildings* 1998; 28: 15–23.

Vandenplas O, D'Alpaos V, Evrard G, Jamart J, Thimpont J, Huaux F, Renauld JC. Asthma related to cleaning agents: a clinical insight. *BMJ Open.* 2013 Sep 19;3(9):e003568. (kvartære ammoniumforbindelser)

Vizcaya D, Mirabelli MC, Anto JM, et al. A workforce-based study of occupational exposures and asthma symptoms in cleaning workers. *Occup Environ Med* 2011; 68: 914–9.

von Hertzen LC, Savolainen J, Hannuksela M, Klaukka T, Lauerma A, Mäkelä MJ, Pekkanen J, Pietinalho A, Vaarala O, Valovirta E, Vartiainen E, Haahtela T. Scientific rationale for the Finnish Allergy Programme 2008-2018: emphasis on prevention and endorsing tolerance. *Allergy.* 2009 May;64(5):678-701.

Waatevik M, Skorge TD, Omenaas E, Bakke PS, Gulsvik A, Johannessen A. Increased prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in a general population. *Respir Med.* 2013; 107:1037-45.

Wargocki P, Wyon DP, Baik YK, Clausen G, Fanger PO. Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity in an Office with Two Different Pollution Loads *Indoor Air* 1999; 9: 165–179.

Wargocki P, Wyon D, Sundell J, Clausen G, Fanger PO. The Effects of Outdoor Air Supply Rate in an Office on Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity. *Indoor Air* 2000; 10: 222-236.

Wargocki P, Sundell J, Bischof W, Brundrett G, Fanger PO, Gyntelberg F, Hanssen SO, Harrison P, Pickering A, Seppänen O, Wouters P. Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European Multidisciplinary Scientific Consensus Meeting (EUROVEN). *Indoor Air* 2002; 12: 113-128.

Wargocki P, Lagercrantz L, Witterseh T, Sundell J, Wyon DP, Fanger PO (2002a) Subjective perceptions, symptom intensity and performance: a comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in an office, *Indoor Air* 2002, 12, 74–80.

Wargocki P, Wyon DP, Fanger PO. The performance and subjective responses of call-centre operators with new and used supply air filters at two outdoor air supply rates, *Indoor Air* 2004; 14 (Suppl. 8): 7–16.

Wargocki P. ["Effects of HVAC on student performance."](#) *ASHRAE Journal* 48.10 (2006): 22-28.

Wargocki P, Wyon DP.(2007a) 'The Effects of Moderately Raised Classroom Temperatures and Classroom Ventilation Rate on the Performance of Schoolwork by Children (RP-1257)', *HVAC&R Research*, 13: 2, 193 — 220

Wargocki P, Wyon DP (2007b). 'The Effects of Outdoor Air Supply Rate and Supply Air Filter Condition in Classrooms on the Performance of Schoolwork by Children (RP-1257)', *HVAC&R Research*, 13: 2, 165— 191

Wargocki P, Wyon, DP. (2006) Research report on effects of HVAC on student performance, *ASHRAE J.*, 48, 22–28.

WHO 2009. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. © World Health Organization 2009 (248pp): <http://www.euro.who.int/document/E92645.pdf>

WHO 2011. Health in the green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector: [http://www.who.int/hia/green\\_economy/en/index.html](http://www.who.int/hia/green_economy/en/index.html)

Wiik R. Indoor productivity measured by common response patterns to physical and psychosocial stimuli. *Indoor Air*. 2011 Aug;21(4):328-40.

Wyon DP, Fang L, Meyer HW, et al. Limiting criteria for human exposure to low humidity indoors. In: *Proceedings of Indoor Air 2002*, Vol. 4, Monterey, 400–405.

Wyon DP. The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air* 2004; 14: 92-101.

Wyon DP. Hur påverkas produktivitet och prestation av inomhusklimatet? *VVS & Energi* 3/86, s 59 – 65.

Yang, B. Ceiling-mounted personalized ventilation system integrated with a secondary air distribution system - a human response study in hot and humid climate. *Indoor air* 2010: 20: 309-19.

Zock JP, Plana E, Jarvis D, et al. The use of household cleaning sprays and adult asthma: an international longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176: 735–741.

Zock JP, Vizcaya D, Le Moual N. Update on asthma and cleaners. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2010; 10: 114–20.

## Oppvarming, varmekilder og inneklima

### Sammendrag

Oppvarming, varmekilder og bruk av energi inne kan ha stor betydning for inneklima og helse. Fyring kan forurense både inne og ute, moderne forbrenningsteknikk kan både redusere energiforbruket og bedre miljøet. Elektrisk oppvarming slik som vi bruker den i dag kan både være sløsing med energi og skadelig for innemiljø. Godt og kunnskapsbasert valg av varmeløsninger kan både redusere energibruk og fremme helse samtidig.

### Bakgrunn

Metoder for oppvarming, varmetilførsel og varmekilder påvirker både helse, innemiljø, luftkvalitet, energibruk og bærekraft (WHO 2002, 2011). Nye estimater tilskriver nesten fire millioner tilfeller av for tidlig død til innendørs eksponering for forbrenningsgasser (Smith et al 2014, Ferkol & Schraufnagel 2014, Schluger & Koppaka 2014). Røyk fra fyring er det eldste og fortsatt globalt det mest skadelig og omfattende problem i innemiljø (Samet et al 2003, WHO 2004, 2011, Zhang et al 2007, Po et al 2011). Halvparten av verdens befolkning bruker mindreverdige brensel og ildsteder til varme og matlaging. Tap av leveår som følge av fyring inne med fast brensel som ved, avlingsrester, tørket møkk, kull og brunkull i primitive ildsteder uten avtrekk, er av WHO estimert som globalt åttende viktigste årsak til tapte leveår og 3 % av all sykdom. Av 1,5 millioner miljørelaterte årlige dødsfall på grunn av akutte nedre luftveisinfeksjoner er de fleste hos barn under fem år, 36 % av disse skyldes uventilert innendørs fyring (WHO 2006). For kronisk obstruktiv bronkitt anses røyking å stå for 36 % av sykdommen globalt, mens fyring med fast brensel står for ytterligere 22 %. Også astma er assosiert med innendørs forbrenning både i u-land og i-land, men uten at det foreligger noen estimater av problemets størrelse globalt.

I vår del av verden er problemene svært annerledes og av en annen størrelsesorden, men fortsatt av betydning både på grunn av direkte forurensning inne, lokal forurensning av uteluft og infiltrasjon til innemiljø fra forurenset uteluft (Viegi et al 2004, Fourth Ministerial Conference on Environment and Health 2004, WHO 2011, Noonan et al 2012). Innemiljø og helse påvirkes både av varmekilder, hvordan varmen tilføres og eventuelle forurensninger fra forbrenning eller "sviing" (pyrolyse) av forurensning på varme overflater.

### Termisk komfort – fra en «fysisk-objektiv» modell til en adaptiv modell

Opplevelse av termisk komfort er en av de mest umiddelbare og direkte påvirkninger vi får av miljøet i et bygg (de Dear et al 2013). Termisk klima bestemmes av lufttemperatur, strålingstemperatur, strålingsasymmetri, lufthastighet/trekk og luftfuktighet. Ole Fangers forskning (Fanger 1970) lå til grunn for de mest brukte internasjonale standardene for termisk klima (ISO 7730 og ASHRAE 55-1992) som har vært basert på fysiske og fysiologiske modeller og omfattende tester i klimakammer.

I praksis viser det seg at mennesket ikke er passivt, men tilpasser seg aktivt til inneklima. Tilpasningen mellom menneske og bygg beskrives som fysiologisk (akklimatisering), adferdsmessig (åpne og lukke vinduer og dører, skru av og på vifter, tilpasse solavskjerming osv) og psykologisk (tilpasse forventningene til komfort med de dominerende klimatiske forholdene inne og ute)(de Dear et al 1998, 2013). Det viste seg at forventinger til termisk komfort faktisk påvirker opplevd komfort. Det er andre forventinger i klimatiserte bygg enn i ikke-klimatiserte bygg. Brukerne føler termisk komfort ved lavere temperaturer om vinteren og høyere temperatur om sommeren i naturlig ventilerte bygg enn det ISO 7730 og ASHRAE 55-1992 tilsier. Fangers arbeider var basert på fullt klimatiserte forhold.

Nye standarder (EN15251 and ASHRAE standard 55-2004) tar mer hensyn menneskers evne til tilpasning – adaptasjon». Likevel er det fortsatt ikke avklart i hvor stor grad dette kan utnyttes for å redusere energiforbruk og fremme helse (Nicol et al 2011). Samtidig erkjennes i økende grad også at mennesket selv har behov for å kontrollere inneklima (Nicol 2011):

“If a change occurs such as to produce discomfort, people react in ways which tend to restore their comfort. This changes the role of buildings in the process from that of providing comfort to that of providing the means for building inhabitants to achieve their comfort goal”.

Det er også holdepunkter for at streben etter komfort inne kan ha gitt så høye og stabile temperaturer at det reduserer naturlig fysiologisk tilpasningsevne og senker hvilestoffskiftet samtidig som energiforbruk til oppvarming og klimatisering øker (Wijers et al 2009, van Marken Lichtenbelt et al 2009, 2011). Da er det rimelig å spørre om dette også bidrar til fedmeepidemien og dermed også til enda mer astma (Stenius-Aarniala et al 2000, Ali & Ulrik 2013, Moreira et al 2013). Dette er åpenbart et viktig fremtidig tverr- og flerfaglig FoU-område som vil kunne både bidra til lavere energiforbruk og bedre helse samtidig.

### Tilførsel av varme

Hvis luften kan tilføres kjølig uten at brukerne fryser eller opplever trekk, gjør det i seg selv luftkvaliteten bedre (Fang et al 1998 A og B, Fanger 2006, Yang 2010). Det kan redusere behov for ventilasjon. Studier har vist at kun et par graders reduksjon av lufttemperaturen i oppvarmings sesongen, for eksempel fra 23 til 21 °C, kan forbedre luftkvaliteten tilsvarende en dobling av ventilasjonen (Fanger 2006). Det øker også relativ luftfuktighet og gir mindre belastning på tårefilmen når det er kaldt ute og tørt inne (Wolkoff 2010). Derfor er det viktig å ta hensyn til hvordan bygningen varmes opp.

*Strålevarme* kan gi termisk komfort (ikke fryse eller oppleve trekk) nesten uten å øke luftens energiinnhold (entalpi). *Konveksjonsvarme* øker luftens varmeinnhold. Det reduserer luftkvaliteten og krever mer ventilasjon for å kompensere dette. Derfor bør ikke varmen tilføres med luft, men heller som strålevarme og på store flater for å unngå for høye overflatetemperaturer. Strålevarme bør ikke tilføres fra taket fordi det oppleves ubehagelig (ISO EN 7730). Gode løsninger er moderat gulvvarme eller store veggradiatorer som gir mest mulig strålevarme fra siden. Det kan lett oppnås



både med vannbåren varme, elektriske varmepaneler og varmemagasinerende forbrenningsovner.

**Varmetilførsel.** Varme kan ledes fra en varmekilde til brukeren ved:

1. Direkte kontakt med varm overflate (for eksempel oppvarmet bilsete)
2. Strålevarme fra omgivende flater (for eksempel stråleovner, men også fra store og lett oppvarmede flater på veggen som radiatorer eller som gulvvarme)
3. Konveksjon som overfører energi fra en varm flate til luft før den bringes videre til brukeren som varmluft (eksempel vifteovner, elektriske konveksjonsovner, inkludert gjennomstrømningsovner, luft-til-luft varmepumper og oppvarming med varmluft)

### Temperaturopplevelse

Mange tror at det er lufttemperaturen og det vi leser av på et lufttermometer som bestemmer vår temperaturopplevelse. Det er ofte ikke riktig. Like viktig som lufttemperatur er middelstrålingstemperatur. Den er gjennomsnittet av varmestrålingen fra alle overflatene rundt oss. Den samlede effekten av lufttemperatur og stråling betegnes *operativ temperatur* og er i praksis gjennomsnittet av lufttemperatur og middelstrålingstemperatur. Operativ temperatur svarer godt til opplevd temperatur så lenge vi ikke utsettes for trekk. *Operativ temperatur* kan måles tilnærmet korrekt med et *globetermometer* som består av et vanlig termometer stukket inn i en metallkule som har en størrelse, farge og matthet som gjør at halvparten av energien til termometeret opptas fra stråling og resten fra luft.

Mange har opplevd dette fenomenet i påskefjellet med maksvær med sol og vindstille med skitur i badeantrekk og likevel følt seg varm. Luften vil likevel bare være noen få grader varm målt med et vanlig termometer. Middelstrålingstemperaturen kan være 50-60 °C og dermed gi en operativ temperatur på for eksempel 26-34 °C. Til gjengjeld merkes det svært godt når en sky kommer foran solen og det begynner å blåse.

Den vanligste varmekilden i Norge er elektriske *konveksjonsovner*. I det begrepet ligger at mesteparten av varmen overføres til luft. De er konstruert for å være så små som mulig, avgi så mye varme som mulig og ikke ha farlig høy temperatur ved berøring. Mest mulig av varmen avgis til luft ved at luft suges inn i en åpning nederst og slippes ut øverst. Derfor betegnes de også som *gjennomstrømningsovner*. De avgir lite varme som stråling og det meste som varm luft.

*Strålevarme* kan på den annen side avgis fra store lavtemperatur vegg- eller gulvflater nesten uten å varme opp luften.

### Strålevarme kan være best for luftkvalitet

For å oppnå 22 °C opplevd temperatur (operativ temperatur) inne, er det nødvendig med en lufttemperatur på 25 °C dersom middelstrålingstemperaturen er på 19 °C. Samme opplevd temperatur kan også oppnås med lufttemperatur på 19 °C dersom

middelstrålingstemperaturen er på 25 °C. Det forutsetter at varmekilden gir varmen som stråling. I fyringssesongen gir inneluft på 19 °C betydelig bedre opplevd luftkvalitet enn 25 °C. Dette gjelder studier utført på friske forsøkspersoner. Vi mangler studier av om hva dette betyr for de som har overfølsomme luftveier, men har grunn til å tro at effektene for dem kan være sterkere.

## Varmekilder og helse

### Ultrafine partikler og annen forurensning fra forbrenning og andre varmekilder

Både elektriske og andre metoder for koking og oppvarming bidrar vesentlig til å produsere ultrafine partikler (UFP partikler med diameter <100 nm (<0.1 µm)) (Weichenthal et al 2007, Wallace et al 2011, Apple et al 2010, Zhang et al 2010, Bhangar et al 2011). I suburbane miljø vil typisk eksponering komme mer fra innendørs kilder (47 %) enn fra utemiljø (36 %) (Wallace & Ott 2011, Kearney et al 2011). I en dansk studie var det eksponering for ulike typer elektriske gjennomstrømnings-ovner som ga den høyeste eksponeringen med  $1,46 \times 10^{10}$  UFP per sekund (Afshari 2005). Andre kilder til UFP inne er røyking, brenning av talglys, naturgass, tørketromler og andre høytemperatur varmekilder inne. Eksponering har negativ effekt på luftveiene både hos barn og voksne. Det er vist at UFP kan irritere og øke betennelsesnivået i lungene. Både kilder i inne- og uteluft, og særlig forbrenningsgasser, knyttes til lunge-, hjerte- og karsykdom (Torén et al 2007, Jacquemin et al 2012). Mekanismene kan omfatte både direkte effekter av luftforurensning på lunger, hjerte og kar og indirekte effekter gjennom lungeinflammasjon og oksidativt stress (Chuang et al 2007). Dessverre er det ikke gjort epidemiologiske studier av helseeffekter assosiert med eksponering for UFP i innemiljø. Det er det stort behov for slike studier (de Hartog et al 2010).

### Oppvarming med varmluft

Av 36 internasjonale studier av oppvarming og astma med akseptabel vitenskapelig kvalitet, var kun én om oppvarming med varmluft. Det er en case-kontroll- studie av 100 atopiske og 100 ikke-atopiske barn i Plymouth og Dartmouth, UK (Jones et al 1999). Åtte av ni 4-16 år gamle barn som utviklet astma bodde i hus som var oppvarmet med varmluft, OR 8,9, CI 1.08-73. Det er forenlig med at oppvarming med varmluft ikke bare reduserer opplevd luftkvalitet, men også kan være assosiert med astma og skadelig for de som har astma. Manglende teknisk beskrivelse av installasjonene gjør at andre mulige årsaker enn varmluft i seg selv ikke kan utelukkes som for eksempel forurensninger, støv og fukt i installasjonene eller sviing av støv i varmeaggregatet.

### Intervensjonsstudier

I USA er det estimert at en reduksjon på  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  av i langtidskonsentrasjonen av PM 2.5 i uteluft er assosiert med en gjennomsnittlig økning i forventet levealder på  $0.61 \text{ år} \pm 0.20$  (Pope et al 2009). I Libby, en fjellbygd som ligger i en dal i Montana, ble lokal uteluftforurensning kartlagt i 2003-2004. 80% av PM2.5 fraksjonen kunne tilskrives vedfyring i gamle vedovner (Ward et al 2008, 2010, 2011, Noonan et al

2011, 2012 a,b). Fra 2005 til 2007 ble 1100 gamle ovner skiftet ut med moderne rentbrennende ovner eller andre varmekilder. PM2.5 i uteluft sank med 28% sammenlignet med forholdene før tiltakene. Wheeze ble redusert med 27%, luftveisinfeksjoner, inkludert forkjølelse (25 %), bronkitt (55 %), influensa (52%) og halsinfeksjoner (45 %). Effektene var ikke begrenset kun til barn som bodde i boligene med ny ovn eller til spesielt sårbare barn som barn med astma. Redusert forurensning fra vedfyring målt som konsentrasjonen av PM2.5 i uteluft var også assosiert med redusert sykefravær på skolen. Effektene kunne tilskrives både redusert uteluffforurensning, redusert infiltrasjon av forurensning utenfra, men også reduksjon av forurensning fra ovnene inne. Opplæring av beboerne om å fyre riktig viste seg å bli en viktig forutsetning for å oppnå gode resultater (Ward 2011, Noonan 2011, 2012).

18 skoler med uventilert gassoppvarming i vintersesongen ble randomisert til enten å beholde den (10 kontrollskoler) eller å erstatte den med ventilerte gassovner eller elektriske varmeovner før vinteren (8 intervensjonsskoler) (Pilotto et al 2004). Daglig astma symptomer ble registrert i telefonintervju hver annen uke gjennom 12 uker om vinteren. Lungefunksjon og histaminprovokasjon ble registrert ved start og slutt av studien. NO<sub>2</sub> ble målt 9 dager i klasserommene og i hver av barnas bolig i 3 dager spredd over studieperioden. 199 elever med astma oppfylte kriteriene for inklusjon, 45 intervensjons- og 73 kontrollelever samtykket i å delta. Pustevansker i løpet av dagen (relativ risiko [RR] = 0,41, 95% CI: 0,07, 0,98) og natt (RR = 0,32, 95% CI: 0,14, 0,69), tetthet i brystet (RR = 0,45, 95% CI: 0,25, 0,81), og astma i løpet av dagen (RR = 0,39, 95% CI: 0,17, 0,93) ble signifikant redusert. Det var ikke signifikant forskjell i lungefunksjon mellom gruppene ved oppfølging. Gjennomsnittlig NO<sub>2</sub> ble 15,5 ppb i intervensjonsskolene og 47,0 ppb i kontrollskolene (P <0,001). Konklusjonen var at det blir mindre astmaplager når uventilerte gassvarmere som forurenser med NO<sub>2</sub> erstattes av varmekilder som ikke forurenser innemiljø. Slike tiltak bør derfor være et folkehelseiltak i Australia.

En enkeltblindet randomisert kontrollert studie omfattet 409 husholdninger med 6-12 år gamle astmatiske barn og der tidligere oppvarming var åpen ild, **elektrisk varmeovn** eller gassovn uten avtrekk (Free et al 2010, Howden-Chapman et al 2010). Intervensjonen var installasjonen av mer effektiv oppvarming på minst 6 kW før vinteren 2006 i halvparten av husene. Kontrollgruppen mottok samme intervensjon ett år etter. Forbedring i lungefunksjon var ikke signifikant (gjennomsnittlig bedring FEV<sub>1</sub> 130,7 ml, 95% CI -20,3 - 281,7). Sammenlignet med barn i kontrollgruppen hadde barn i intervensjonsgruppen 1,8 færre dager på skolen (95% CI 0,11 - 3,13), 0,4 færre legebesøk for astma (0,11 - 0,62), og 0,25 færre besøk til farmasøyt for astma (0,09 - 0,32). det var færre rapporter om dårlig helse (justert OR 0,48, 95% CI 0,31- 0,74), mindre søvnforstyrrelse av tung pust (0,55: 0,35 - 0,85), mindre nattlig tørrhøste (0,52: 0,32 - 0,83), og lavere symptomskår for nedre luftveissymptomer (0,77: 0,73 - 0,81). Intervensjonen ga gjennomsnittlig temperaturstigning i stua på 1,10°C (95% 0,54° C - 1,64° C) og i barnets soverom på 0,57° C (0,05° C - 1,08° C). Barn i intervensjonsgruppen hadde i gjennomsnitt 21% (p = 0,02) færre dager skolefravær etter justering for andre faktorer (Free et al 2010).

Som del av denne studien ble det påvist statistisk signifikant assosiasjon mellom NO<sub>2</sub> eksponering fra innendørs gassforbrenning og økt både øvre og nedre luftveissymptomer (Gillespie-Bennett et al 2008). Det var dose respons assosiasjon

mellom NO<sub>2</sub>-nivå (per enhet økning) og økt hoste, wheeze og fall i morgen- (-17.25 mL, 95% CI -27.63– -6.68) og kvelds- FEV<sub>1</sub> (-13.21, 95% CI -26.03– -0.38).

### Forbrenning

Varmekilder betyr mye for folkehelse også i vestlige land (WHO 2002), men det er få studier med akseptabel vitenskapelig kvalitet. Behovet for mer kunnskap er stort. Det er evidens for assosiasjon mellom eksponering for innendørs forbrenning, luftveissymptomer og astma, spesielt hos barn (Belanger & Triche 2008, Belanger et al 2006, Liu et al 2008, Beckett et al 2006, Triche et al 2002, 2006, Naeher et al 2007, Phoa et al 2004). Kullfyring har vært sterkere assosiert med astma enn vedfyring og gass.

Bruk av kull som brensel i Kina var assosiert med 16.5 ml / år lavere (33%,  $p < 0,001$ ) og 20,5 ml / år lavere (39%,  $P < 0,001$ ) vekst i henholdsvis FEV<sub>1</sub> og FVC (Roy et al 2012). Vekst i FEV<sub>1</sub> var 10,2 ml/år høyere (20%,  $P = 0,009$ ) og FVC veksten var 17,0 ml/år høyere (33%,  $p < 0,001$ ) hos barn som bodde i hus med ventilasjon. Blant barn som bor i hus med kullfyring uten ventilasjonsinstallasjoner, var justert vekst i FVC og FEV<sub>1</sub> henholdsvis 37% og 61% av gjennomsnittlig vekst per år i hele kohorten. Dette viser at kullfyring kan gi redusert vekst av lungefunksjon, mens ventilasjon i stor grad kan beskytte mot det.

En svensk nestet case-referent studie av astma oppstått i voksenalder ble utført i en tilfeldig utvalgt populasjon ( $n = 15\ 813$ , 20 - 50 år gamle) (Thorn et al 2001). 174 case med "lege-diagnostisert" astma ( $n = 174$ ) ble sammenlignet med en tilfeldig utvalgt kontrollgruppe fra populasjonen ( $n = 870$ ). Det var økt justert OR for astma ved vedovn hjemme (OR 1,7, 95 % CI 1.2 ± 2.5)

Forbrenning i ildsteder inne gir problemer særlig ved utilstrekkelig avtrekk og lekkasjer. Ukritisk bruk av vedfyring i eldre ovner og ildsteder er lite energieffektivt og kan utgjøre en risikofaktor på grunn av utslipp av gasser og partikulære forurensninger både innendørs og til utemiljø. De har 5-6 ganger høyere utslipp av skadelig forurensning sammenlignet med moderne ovner (Næss et al 2006). Utskiftning til moderne ovner kan også redusere forurensning inne med påfølgende reduksjon i hyppigheten av rapportert "wheeze" og luftveisinfeksjoner hos barn (Ward et al 2008, 2010, 2011, Noonan et al 2012).

Også gassvarme fra katalytovner og til matlaging representerer økt risiko. Lav-NO<sub>x</sub> uventilerte gassovner til skoleoppvarming i Sydney ga NO<sub>2</sub> nivå gjennomsnittlig 1.8 ganger høyere (95% CI, 1.6-2.1) sammenlignet med gassovner med avtrekk til pipeløp (Marks et al 2010). Dette var assosiert med økt kveldshoste (OR = 1.16; 95% CI, 1.01-1.34) og "wheeze" om morgenen (OR = 1.38; 95% CI, 1.04-1.83). Assosiasjonen med "wheeze" var sterkst hos atopikere. Det var ikke evidens for effekt på lungefunksjon. Avgassing fra uventilerte gasspeiser målt i 30 boliger i Canada viste at Health Canadas norm for NO<sub>2</sub> på 250 ppb (1-h norm) ble overskredet i 43 % av prøvene og WHO's norm på 110 ppb (1-h norm) ble overskredet i 80 % (Francisco 2010). Karbonmonoksid overskred den amerikanske EPA 8-h normen på 9 ppm i 20 % av utvalget.

## Elektrisk oppvarming

Elektrisk varme anses som den reneste og mest helsevennlige energiformen for oppvarming og koking (WHO 2002). Derfor har det vært lite fokus på el-ovner som mulige kilde til forurensning. Engvall undersøkte beboere i 14 243 leiligheter i flerbolighus i Stockholm (Engvall 2003). Vannbåren varme dominerte, mest som fjernvarme. De få som hadde elektrisk oppvarming hadde overhyppighet av symptomer med Odds-Ratio (OR) fra 1.2 til 5.0. El-varme var signifikant assosiert med økt forekomst av øyesymptomer, halsirritasjon, hoste, hudirritasjon i ansiktet, hodepine og trøtthet (Engvall et al 2003). El-varme var blant annet assosiert med (OR; 95 % konfidensintervall)

– Øyesymptomer:	1.26; 1.06–1.50,
– Halsirritasjon:	1.71; 1.46–2.02,
– Hoste	1.56; 1.28–1.90,
– Hudirritasjon i ansiktet	1.22; 1.02–1.46,
– Hodepine	1.18; 1.01–1.39 og
– Trøtthet	1.21; 1.08–1.35.

Av 36 studier fant tre studier uventet assosiasjon mellom el-varme og astma hos barn. I Quebec, Canada, var elektrisk oppvarming assosiert med astma hos barn ved 3-4 års alder (OR 2,0; 1,4-2,9) (Infante-Rivard 1993). Bruk av elektriske panelovner i Connecticut og Western Massachusetts, USA, var forbundet med økt tendens til pipende pust (wheezing,  $p < 0,01$ ) hos små barn med økt arvelig risiko for astma (Gent et al 2002). I State of New York, USA hadde 0-10 år gamle barn med legediagnostisert astma hyppigere el-ovner enn kontrollgruppen (Daigler et al 1991). Dette var åpenbart så uventet at resultatet ikke ble analysert av forfatterne, men testing (Pearsons kji-kvadrat test) viser at bruk av el-varme i denne studien var signifikant assosiert med økt risiko for astma ( $P = 0,016$ , OR 1.9; CI 1.1-3.1). Alle studiene er preget av at eksponeringen og varmekildene er dårlig beskrevet.

Mulig assosiasjon mellom el-varme og astma kan forklares på ulike måter.

1. Det å ha astma kan føre til at man velger oppvarming med elektrisitet.
2. Elektrisk oppvarming trenger ikke tilførsel av luft ("trekk") som ved forbrenning og kan være forbundet med lite ventilasjon og opphopning av fukt og annen forurensning.
3. De fleste moderne el-ovner leverer varme mest til luft (konveksjonsvarme), noe som i seg selv reduserer luftkvaliteten.
4. Særlig vifteovner og såkalte gjennomstrømningsovner kan i tillegg svi støv med pyrolyse både av partikkel, fiber- og gassformig forurensning. Når ellers uskyldig forurensning kommer i kontakt med høye overflatetemperaturer kan tilstrekkelig oppvarming gi avspaltning av sterkt irriterende og mulig sensibiliserende stoffer.

Laboratorieundersøkelser har vist at elektriske ovner kan avgis et stort antall ultrafine partikler og ulike flyktige organiske forbindelser når støv fra innemiljø varmes opp til temperaturer som er vanlig i slike installasjoner (Pedersen et al 2003, Mathiesen et al 2004 A og B, Weichenthal et al 2007 a,b). Ved bruk av kunstige cellekulturer (in vitro-teknikk) av lungevev og immunceller, ble det påvist biologiske effekter av emisjoner fra el-ovner der tre støvprøver fra innemiljø og to prøver av uteluft ble varmet opp til 50-250°C. Effekter ble påvist ved 100 °C og høyere.

Dokumentasjonen er mangelfull med hensyn til effekter av oppvarming på allergi og astma. Likevel har det lenge vært en godt akseptert "klinisk erfaring" at pasienter med astma lett reagerer på vifteovner og ikke trives med ovner som svir støv. Mange holdepunkter indikerer samlet at høy temperatur på overflater i el-ovner, ildsteder og andre kilder inne kan svi luften og skape skadelige komponenter fra uskyldige stoffer inne (Afshari et al 2005, Weichenthal et al 2007, Wallace et al 2008, 2011, Apple et al 2010, Bhangar et al 2011). Personer med astma, allergi og annen overfølsomhet i luftveiene kan være særlig sårbare. Også høyenergi-belysning, andre elektriske installasjoner og varmekilder har høy overflatetemperatur.

I Norge bruker mer enn 90 % av husholdningene og en stor andel av yrkesbygg el-varme, mest som elektriske konveksjonsovner. De kan forverre luftkvaliteten både fordi de leverer varm luft og fordi de kan svi ellers uskyldig forurensning i inneluft. Elektriske varmekabler i gulvet er en god løsning for luftkvalitet og inneklima. Også oljefylte el-ovner med stor overflate er bra, men stort salg av billige ovner med hjul har ført til økt brannrisiko og mange branner. Slike ovner bør fastmonteres på vegg.

### Luft til luft varmepumper

Luft til luft varmepumper svir ikke støv, men leverer varmen til luft (konveksjonsvarme). De beste produktene har gode filtre og klart større energieffektivitet enn de dårligste, men de må fortsatt levere varme med luft til hele den delen av huset som skal varmes. Det stiller ekstra krav til renhold slik at ikke all luftbåren forurensning i huset spres over det hele. Dersom man plages av varm luft, oppleves det ofte som ubehagelig tørrhet. For å unngå det kan man eventuelt bruke luft til luft varmepumpen mest intenst når man ikke er til stede. Varmepumper kan også brukes til å levere varme til vann i et sentralvarmesystem. Det kan gi god strålevarme og bedre inneklima, men er større og mer kostbare installasjoner.

### Energibruk og bærekraft

Direkte oppvarming med elektrisitet er en lite bærekraftig sløsing med høyverdig elektrisk energi. Få andre land, om noen, har så høy andel av installert el-varme som Norge. Vi trenger mer undersøkelser av inneklima, oppvarming, energibruk og helse i Norge. Spesielt i Norge bør vi være interessert i å avklare dette gjennom god forskning. Det har også stor betydning for de tiltakene som vi skal velge for bruk av energi i et mer bærekraftig samfunn. De involverte departementene bør samordne sektorene (miljø, energi, byggesektor, og helse) for å løse felles problemer et overordnet nivå (WHO 2000, 2011). Norge støttet opp under slike anbefalinger på Ministerkonferansen om miljø og helse, Budapest, 2004 (Fourth Ministerial Conference on Environment and Health).

Det hevdes i Sverige at elektriske radiatorer (lukkede, oljefylte, lavtemperatur) med høy andel av strålevarme er mer energieffektive enn elektriske konveksjonsovner hvor mesteparten av varmen leveres til luft. Derfor brukes nesten bare oljefylte el-radiatorer i Sverige. Bakgrunnen er at varme leveres dit det er bruk for det og varmetapet mot yttervegger og tak reduseres ved el-radiatorer. Temaet er lite omtalt i medisinsk litteratur (Pubmed/Medline), men det er noe støtte for dette i teknisk litteratur (DeGreef et al 1998, Chapman et al 2000, Hanibuchi & Hokoi 2000, Gong &



Claridge 2007). Det kan gi lavere lufttemperatur i oppvarmings-sesongen og dermed bedre luftkvalitet (Fanger 2006). Det antydes 6-25% lavere energiforbruk ved slike systemer (Gong & Claridge 2007). Hvis det er riktig utgjør det et stort "vinn-vinn-vinn-potensial" i Norge både for redusert energiforbruk og bedre innneklima/helse i tråd med WHO 2011. Det er imidlertid kontroversielt og må eventuelt verifiseres i egnede studier.

### Mulige helsekonsekvenser i Norge

Kunnskapsunderlaget er generelt for dårlig til å konkludere, men problemstillingene er i stor grad forskbare.

### Vedfyring

I 2005 hadde 18 % av norske husholdninger vedfyring om hovedoppvarming med et samlet energiforbruk på 3,5 TWh inkludert litt kull og koks (SSB, Bøeng 2005). I 2009 var energiforbruk fra ved, inkludert noe pellets og vedbriketter på 3,6 TWh (SSB). I Sverige var det økt justert OR for astma ved vedovn hjemme (OR 1,7, 95 % CI 1.2 ± 2.5) (Thorn et al 2001). Vedfyring viste også økt hyppighet av SBS-symptomer (OR ¼ 1.18–1.74) (Engvall et al 2003). Det er likevel vanskelig å anslå i hvor stor grad dette er representativt for Norge. Noen har allerede skaffet seg rentbrennende ovner.

### Elektrisk konveksjon

Det legges til grunn at 60 % av norske boliger varmes opp med elektriske konveksjonsovner og at det medfører tilsvarende overhyppighet av SBS-symptomer. I 2005 brukte Norge 27 TWh til elektrisk oppvarming, det utgjorde 24 % av elektrisitetsforbruket i følge SSB. Hvis det legges til grunn at 14 TWh ble brukt i konveksjonsovner og at lavtemperatur el-radiatorer reduserer energiforbruket med ca 15% gir det et energisparepotensial på ca 2 TWh. Det kan i følge Stocholmsundersøkelsen gi et forebyggende potensial for SBS-symptomer med 20-80 % (Engvall et al 2003).

Om bruk av elektriske konveksjonsovner er assosiert med astma er fortsatt for usikkert til å ta med i regnestykket, men potensialet er så stort at det bør undersøkes nærmere.

### Andre problemstillinger

En stor del av verdens befolkning bruker ulike typer oljelamper for belysning (Apple et al 2010). De hyppigst brukte parafinlampene eksponerer ofte brukerne for PM 2,5 nivå en størrelsesorden over normene for uteluftkvalitet. Bruk av parafindrevne storm- eller trykklamper kan bringe eksponeringen under normene både for PM (2,5) og PM (10), men bli utsatt for høyere konsentrasjoner av partikler på 0.02-0.3 mikrometer.



## Konklusjoner

Selv om det åpenbart er store samfunnsmessige tap og potensielle gevinster er det vanskelig å gi gode økonomiske estimater på grunn av mangel på kvantitative data. Det er stort behov for mer kunnskap. Det er spesielt uheldig at vi ikke har den mest elementære oversikt over viktige forhold i den norske bygningsmassen.

Likevel er det lett å peke på områder hvor det er synergier å hente for helse sett i sammenheng med energiltak og forurensning i inne- og uteluft (WHO 2011).

- Både ute- og inneluft kan bedres sammen med både helse- og energigevinster ved utskifting av gamle vedovner og spesielt i områder som er belastet med store inversjonsproblemer og forurensning av uteluft i vintersesongen.
- Enkle lavkostnadstiltak ved å skifte ut elektriske konveksjonsovner i de fleste norske hjem med lukkede lavtemperatur ovner kan antagelig både gi helse og energigevinst. Dette bør likevel dokumenteres bedre. Det kan gjøres i enkle laboriestudier og undersøkelser som gir bedre oversikt over situasjonen i bygningsmassen.

## Litteratur

Afshari, A. "Characterization of indoor sources of fine and ultrafine particles: a study conducted in a full-scale chamber." *Indoor air* 15.2 (2005): 141-150.

Ali Z, Ulrik CS. Obesity and asthma: A coincidence or a causal relationship? A systematic review. *Respir Med.* 2013 May 1. pii: S0954-6111(13)00129-7.

Apple J, Vicente R, Yarberry A, Lohse N, Mills E, Jacobson A, Poppendieck D. Characterization of particulate matter size distributions and indoor concentrations from kerosene and diesel lamps. *Indoor Air.* 2010 Oct;20(5):399-411.

Annesi-Maesano I, Hulin M, Lavaud F, Raheison C, Kopferschmitt C, de Blay F, Charpin DA, Denis C. Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 Cities Study. *Thorax.* 2012 Aug;67(8):682-8.

Beckett WS, Gent JF, Naeher LP, Belanger K, Triche EW, Bracken MB, Leaderer BP. Peak expiratory flow rate variability is not affected by home combustion sources in a group of nonsmoking women. *Arch Environ Occup Health* 2006; 61:176-82.

Belanger K, Gent JF, Triche EW, Bracken MB, Leaderer BP. Association of indoor nitrogen dioxide exposure with respiratory symptoms in children with asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006 Feb 1;173(3):297-303.

Belanger K, Triche EW. Indoor combustion and asthma. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2008 Aug;28(3):507-19.

Chapman KS, Rutler J, Watson R. Impact of Heating System and Wall Surface Temperatures on Room Operative Temperature Fields, *ASHRAE Transactions* 2000; 106: 506-514.

Chuang KJ, Chan CC, Su T-C, Lee C-T, Tang C-S. The effect of urban air pollution on inflammation, oxidative stress, coagulation, and autonomic dysfunction in young adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176: 370-6.

Daigler GE, Markello SJ, Cummings KM. The effect of indoor air pollutants on otitis media and asthma in children. *Laryngoscope*. 1991; 101: 293-6.

de Dear RJ, Akimoto T, Arens EA, Brager G, Candido C, Cheong KW, Li B, Nishihara N, Sekhar SC, Tanabe S, Toftum J, Zhang H, Zhu Y. Progress in thermal comfort research over the last twenty years. *Indoor Air*. 2013 Apr 16.

de Dear, R.J. and Brager, G. (1998) Developing an adaptive model of thermal comfort and preference, *ASHRAE Trans*. 104, 145–167.

DeGreef J, Chapman KS. Simplified Thermal Comfort Evaluation of MRT Gradients and Power Consumption Predicted with the BCAP Methodology, *ASHRAE Transactions* 1998, Vol. 104(2), 1090-1097.

de Hartog JJ, Ayres JG, Karakatsani A, Analitis A, Brink HT, Hameri K, Harrison R, Katsouyanni K, Kotronarou A, Kavouras I, Meddings C, Pekkanen J, Hoek G. Lung function and indicators of exposure to indoor and outdoor particulate matter among asthma and COPD patients. *Occup Environ Med*. 2010 Jan;67(1):2-10.

De Marco et al. Risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in a European cohort of young adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183; 891-97.

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. Kan lastes ned fra <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:163058>

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: 206-11.

Fang L, Clausen G, Fanger PO. Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality. *Indoor Air* 1998; 8: 80-90.

Fang L, Clausen G, Fanger PO. Impact of temperature and humidity on perception of indoor air quality during immediate and longer whole-body exposures. *Indoor Air* 1998; 8: 276-84

Fanger, P.O. (1970) *Thermal Comfort*, Copenhagen, Danish Technical Press.

Fanger PO. What is IAQ? *Indoor Air* 2006, 16, 328-34.

Ferkol T, Schraufnagel D. The global burden of respiratory disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2014 Mar;11(3):404-6.

Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary, 23–25 June 2004. Energy, sustainable development and health. Background document. EUR/04/5046267/BD/8 3 June 2004;

<http://www.euro.who.int/document/eehc/ebakdoc08.pdf>

Francisco PW, Gordon JR, Rose B. Measured concentrations of combustion gases from the use of unvented gas fireplaces. *Indoor Air*. 2010 Oct;20(5):370-9.

Free S, Howden-Chapman P, Pierse N, Viggers H; Housing, Heating and Health Study Research Team. More effective home heating reduces school absences for children with asthma. *J Epidemiol Community Health*. 2010 May;64(5):379-86.

Gong X, Claridge DE. Impact of the Position of the Radiators on Energy Consumption and Thermal Comfort in a Mixed Radiant and Convective Heating System. *ASHRAE Transactions*, V 113, part 1, 2007

[http://www.cmu.edu/iwess/components/radiant\\_systems/performance/Impact\\_position\\_radiator\\_Gary\\_Gong.pdf](http://www.cmu.edu/iwess/components/radiant_systems/performance/Impact_position_radiator_Gary_Gong.pdf)

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; 110: A781-6

<http://publications.uu.se/theses/abstract.xsql?isbn=91-554-5677-4> og  
[http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn\\_nbn\\_se\\_uu\\_diva-3506-1\\_fulltext.pdf](http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_se_uu_diva-3506-1_fulltext.pdf)

Gillespie-Bennett J, Pierse N, Wickens K, Crane J, Nicholls S, Shields D, Boulic M, Viggers H, Baker M, Woodward A, Howden-Chapman P; Housing, Heating, and Health Team. Sources of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) in New Zealand homes: findings from a community randomized controlled trial of heater substitutions. *Indoor Air*. 2008 Dec;18(6):521-8.

Hanibuchi H, Hokoi S. Simplified Method of Estimating Efficiency of Radiant and Convective Heating Systems. *ASHRAE Transactions* 2000, Vol. 106(1), 487-494.

Howden-Chapman P, Pierse N, Nicholls S, et.al. Effects of improved home heating on asthma in community dwelling children: randomised controlled trial. *BMJ*. 2008 Sep 23;337:a1411.

Infante-Rivard C. Childhood asthma and indoor environmental risk factors. *American Journal of Epidemiology* 1993; 137: 834-44.

ISO EN 7730. Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. International Standards Organization. Geneva 1994.

Jacquemin B, Kauffmann F, Pin I, Le Moual N, Bousquet J, Gormand F, et al. Air pollution and asthma control in the Epidemiological study on the Genetics and Environment of Asthma. *J Epidemiol Community Health* 2012; 66:796-802.

Johannessen A, Omenaas ER, Bakke PS, Gulsvik A. Implications of reversibility testing on prevalence and risk factors for chronic obstructive pulmonary disease: a community study. *Thorax*. 2005 Oct;60(10):842-7. Epub 2005 Aug 5.

Jones RC, Hughes CR, Wright D, Baumer JH. Early house moves, indoor air, heating methods and asthma. *Respir Med* 1999; 93: 919-22.

Liu Y, Lee K, Perez-Padilla R, Hudson NL, Mannino DM. Outdoor and indoor air pollution and COPD-related diseases in high- and low-income countries. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2008 Feb;12(2):115-27.

Kearney, J. "Residential indoor and outdoor ultrafine particles in Windsor, Ontario." *Atmospheric environment* (2011) Volume 45, Issue 40, December 2011, Pages 7583-7593

Marks GB, Ezz W, Aust N, Toelle BG, Xuan W, Belousova E, Cosgrove C, Jalaludin B, Smith WT. Respiratory health effects of exposure to low-NO<sub>x</sub> unflued gas heaters in the classroom: a double-blind, cluster-randomized, crossover study. *Environ Health Perspect*. 2010 Oct;118(10):1476-82. Epub 2010 Jul 20.

Mathiesen M (A), Pedersen EK, Bjorseth O, Syversen T. Emissions from indoor dust inhibit proliferation of A549 cells and TNF $\alpha$  release from stimulated PBMCs. *Environ Int*. 2004; 30: 651-7

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

Moreira A, Bonini M, Garcia-Larsen V, Bonini S, Del Giacco SR, Agache I, Fonseca J, Papadopoulos NG, Carlsen KH, Delgado L, Haahtela T. Weight loss interventions in asthma: EAACI evidence-based clinical practice guideline (part I). *Allergy*. 2013 Apr;68(4):425-39.

Naeher LP, Brauer M, Lipsett M, Zelikoff JT, Simpson CD, Koenig JQ, Smith KR. Woodsmoke health effects: a review. *Inhal Toxicol*. 2007 Jan;19(1):67-106.

Nicol FJ. Adaptive comfort. *Building Research & Information* 2011; 39: 105-107

Nicol JF, Wilson M. A critique of European Standard EN 15251: strengths, weaknesses and lessons for future standards, *Building Research & Information* 2011; 39:183 -193.

Noonan CW, Ward TJ, Navidi W, Sheppard L. A rural community intervention targeting biomass combustion sources: effects on air quality and reporting of children's respiratory outcomes. *Occup Environ Med*. 2012 May;69(5):354-60.

Noonan CW, Navidi W, Sheppard L, Palmer CP, Bergauff M, Hooper K, Ward TJ. Residential indoor PM(2.5) in wood stove homes: follow-up of the Libby changeout program. *Indoor Air*. 2012; 22; 492-500.

Noonan CW, Ward TJ, Navidi W, Sheppard L, Bergauff M, Palmer C; HEI Health Review Committee. Assessing the impact of a wood stove replacement program on air quality and children's health. *Res Rep Health Eff Inst.* 2011 Dec;(162):3-37; discussion 39-47. Center for Environmental Health Sciences, Department of Biomedical Sciences, The University of Montana, Missoula, Montana 59812, USA. USA. [curtis.noonan@umontana.edu](mailto:curtis.noonan@umontana.edu). <http://pubs.healtheffects.org/view.php?id=367>

Næss Ø, Nafstad P, Aamodt G, Claussen B, Rosland P. Relation between concentration of air pollution and cause specific mortality. Four-year exposures to NO<sub>2</sub> and particulate matter pollutants in 470 neighbourhoods in Oslo, Norway. *American Journal of Epidemiology.* 2006; 165; 435-43.

Pedersen EK, Bjørseth O, Syversen T, Mathiesen M. A screening assessment of emissions of volatile organic compounds and particles from heated indoor dust samples. *Indoor Air* 2003; 13: 106-17.

Phoa LL, Toelle BG, Ng K, Marks GB. Effects of gas and other fume emitting heaters on the development of asthma during childhood. *Thorax.* 2004 Sep;59(9):741-5.

Pilotto LS, Nitschke M, Smith BJ, et al. Randomized controlled trial of unflued gas heater replacement on respiratory health of asthmatic schoolchildren. *Int J Epidemiol* 2004; 33(1): 208–14.

Po JY, FitzGerald JM, Carlsten C. Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. *Thorax* 2011;66:232e9.

Pope CA 3rd, Ezzati M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *N Engl J Med* 2009;360:376e86.

Roy A, Chapman RS, Hu W, Wei F, Liu X, Zhang J. Indoor air pollution and lung function growth among children in four Chinese cities. *Indoor Air.* 2012;22:3-11.

Samet JM, Spengler JD. Indoor environments and health: Moving into the 21st century. *Am J Public Health* 2003; 93: 1489-93

Schluger NW, Koppaka R. Lung disease in a global context. A call for public health action. *Ann Am Thorac Soc.* 2014 Mar;11(3):407-16.

Smith KR, Bruce N, Balakrishnan K, et al. Millions Dead: How Do We Know and What Does It Mean? Methods Used in the Comparative Risk Assessment of Household Air Pollution. *Annu. Rev. Public Health* 2014. 35:185–206

Stenius-Aarniala B, Poussa T, Kvarnstrom J, Gronlund EL, Ylikahri M, Mustajoki P. Immediate and long term effects of weight reduction in obese people with asthma: randomised controlled study. *BMJ* 2000;320:827–832.

Thorn J, Brisman J, Toren K. Adult-onset asthma is associated with self-reported mold or environmental tobacco smoke exposures in the home. *Allergy* 2001; 56: 287–92.

Torén K, Bergdahl IA, Nilsson T, Järholm B. Occupational exposure to particulate air pollution and mortality due to ischaemic heart disease and cerebrovascular disease. *Occup Environ Med* 2007; 64: 515-19.

Triche EW, Belanger K, Beckett W, Bracken MB, Holford TR, Gent J, Jankun T, McSharry JE, Leaderer BP. Infant respiratory symptoms associated with indoor heating sources. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Oct 15;166(8):1105-11.

Triche EW, Belanger K, Bracken MB, Beckett WS, Holford TR, Gent JF, McSharry JE, Leaderer BP. Indoor heating sources and respiratory symptoms in nonsmoking women. *Epidemiology*. 2005 May;16(3):377-84.

van Marken Lichtenbelt WD, Vanhomerig JW, Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink GJ, Bouvy ND, Schrauwen P, Teule GJ. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med*. 2009 Apr 9;360(15):1500-8.

van Marken Lichtenbelt WD, Schrauwen P. Implications of nonshivering thermogenesis for energy balance regulation in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2011 Aug;301(2):R285-96

Viegi G, Simoni M, Scognamiglio A, Baldacci S, Pistelli F, Carrozi L, Annesi-Maesano I. Indoor air pollution and airway disease [State of the Art]. *Int J Tuberc Lung Dis* 2004; 8: 1401-1415.

Wallace L, Wang F, Howard-Reed C, Persily A. Contribution of gas and electric stoves to residential ultrafine particle concentrations between 2 and 64 nm: size distributions and emission and coagulation remission and coagulation rates. *Environ Sci Technol*. 2008; 42: 8641-7.

Wallace L, Ott W. Personal exposure to ultrafine particles. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2011 Jan;21(1):20-30. Epub 2010 Jan 20.

Ward TJ, Boulafentis J, Simpson J, et al. Lessons learned from a woodstove changeout on the Nez Perce Reservation. *Sci Total Environ* 2011;409:664e70.

Ward T, Palmer C, Bergauff M, Hooper K, Noonan C. Results of a residential indoor PM<sub>2.5</sub> sampling program before and after a woodstove changeout. *Indoor Air*. 2008 Oct;18(5):408-15. Epub 2008 Jul 28.

Ward TJ, Palmer CP, Noonan CW. Fine particulate matter source apportionment following a large woodstove changeout program in Libby, Montana. *J Air Waste Manag Assoc*. 2010 Jun;60(6):688-93.

Weichenthal S, Dufresne A, Infante-Rivard C. Review article. Indoor ultrafine particles and childhood asthma: exploring a potential public health concern. *Indoor Air* 2007; 17: 81-91

Weichenthal S, Dufresne A, Infante-Rivard C, Joseph L. Indoor ultrafine particle exposures and home heating systems: a cross-sectional survey of Canadian homes

during the winter months. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2007b May;17(3):288-97. Epub 2006 Oct 11.

Wijers SL, Saris WH, van Marken Lichtenbelt WD. Recent advances in adaptive thermogenesis: potential implications for the treatment of obesity. Obes Rev. 2009; 10: 218-26.

WHO 2000. The right to healthy indoor air. Report on WHO Meeting Bilthoven, Netherlands, 15-17 May 2000. European Health21 targets 10, 13. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2000. <http://www.euro.who.int/document/e69828.pdf>

WHO 2002. The health effects of indoor air pollution exposure in developing countries. WHO 2002. [http://www.who.int/indoorair/publications/health\\_effects/en/](http://www.who.int/indoorair/publications/health_effects/en/)

WHO 2004. Indoor smoke from solid fuels: Assessing the environmental burden of disease. Environmental burden of disease series No. 4. By MA Desai, S Mehta, KR Smith, ISBN 92 4 159135 8, © World Health Organization 2004. [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/9241591358/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/9241591358/en/)

WHO 2006 (B). Towards and estimate of the environmental burden of disease. ISBN 92 4 159382 2. WHO, Geneva 2006 [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf?bcsi\\_s can\\_46507B88FDB80B1B=0&bcsi\\_scan\\_filename=preventingdisease.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf?bcsi_s can_46507B88FDB80B1B=0&bcsi_scan_filename=preventingdisease.pdf)

WHO 2011. Health in the green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector: [http://www.who.int/hia/green\\_economy/en/index.html](http://www.who.int/hia/green_economy/en/index.html)

Wolkoff P. Ocular discomfort by environmental and personal risk factors altering the precorneal tear film. Toxicology Letters 199 (2010) 203–212.

Yang, B. "Ceiling-mounted personalized ventilation system integrated with a secondary air distribution system - a human response study in hot and humid climate." Indoor air 20.4 (2010): 309

Zhang JJ, Smith KR. Household air pollution from coal and biomass fuels in China: measurements, health impacts, and interventions. Environ Health Perspect. 2007 Jun;115(6):848-55. Epub 2007 Feb 27.

Zhang Q, Gangupomu RH, Ramirez D, Zhu Y. Measurement of ultrafine particles and other air pollutants emitted by cooking activities. Int J Environ Res Public Health. 2010 Apr;7(4):1744-59.



## Ikke glem dagslys og utsyn!

I samarbeid med Jonny Nersveen, Phd, førsteamanuensis Høgskolen i Gjøvik

### Dagslys og utsyn nødvendig for helse, trivsel, produktivitet og læringsmiljø!

Bygg med liten ytre overflate, stort volum og begrenset vindusareal reduserer varmetap og innstråling av for mye solvarme (Bakke & Nersveen 2013). Det sparer energi, men kan gi lang avstand til vinduene og lite dagslys i de indre delene av lokalene. Dagslys reduserer utskillelse av søvnfremmende melatonin fra epifysen og styrer vår biologiske klokke og døgnrytmen. Det er nødvendig for å holde oss våkne, opplagte og friske om dagen. I praksis kan ikke kunstig belysning erstatte dagslys. Vi kan kompensere ved å ta korte pauser en gang i timen for å få se dagslys gjennom store vindusflater eller gå ut. Men det krever at alle vet om dette og tar hensyn til det. Dessverre erfarer vi at det ofte blir glemt og konsekvensene er lite kjent hos dem det gjelder. Også utsyn er nødvendig for å «orientere oss i verden». Det er svært viktig for mange av oss.



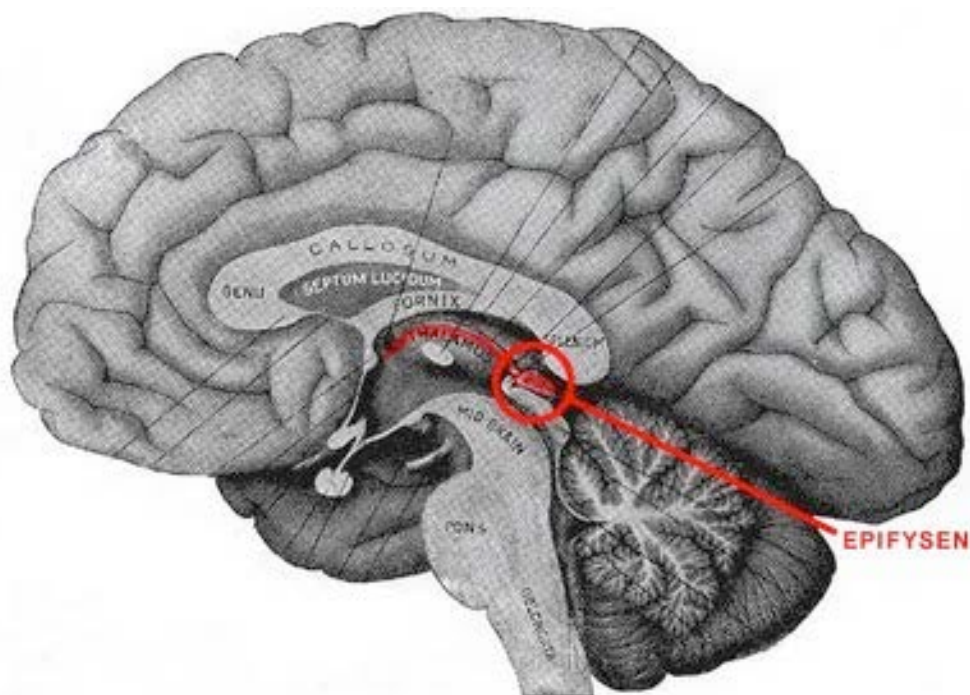
### For lite dagslys i moderne kompaktskoler og andre store energieffektive bygg

Dagslys var hovedtema i andre nummer av fagbladet Arkitektur L i 2013 (Houck 2013). Arkitekt Leif Houck ved Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) hadde undersøkt 10 arkitektkonkurranser for skolebygg for å undersøke resultatet for dagslysforholdene (Houck 2012). I åtte av disse hadde vinnerprosjektet det laveste løpemeter fasade per klasse. Tilgang til dagslys tapte i sju av ti vinnerprosjekter. Morgendagens klasserom ser dermed ut til å bli dype og smale med mindre vindusareal. Når kompaktskolene vinner arkitektkonkurransene er det ikke fordi de har det beste læringsmiljøet.

Hensyn til dagslys og utsyn taper mot hensyn til energieffektivitet. Det gjelder ikke bare skolebygg. Det er all grunn til å tro at dette er et generelt problem i nye bygg og at utfordringene er størst i store bygg. Grupperom legges ofte i kjernen av bygget, dels med svært indirekte tilgang på dagslys og utsyn. Dype lyssjakter og indirekte tilgang til dagslys gjennom mange vindusvegger gir ofte for lite dagslys og utsyn. Selv om vi kan kompensere ved å ta pauser for å gå ut er det slett ikke sikkert at det skjer i praksis.

Utsyn er nødvendig for å «orientere oss i verden» noe som er viktig for mange. Betydningen både av utsyn og dagslys synes glemt. I mer enn 150 år er tilgang til godt dagslys vært sterkt vektlagt i skolebygg. Den norske «Sundhetsloven av 1860» krevde i §3 at Helserådet skal overvåke forhold av betydning for helse, blant annet mangel på lys (Larsen 2010). I Storbritannia ble det i 1874 foreslått krav til dagslys med vinduer tilsvarende ca 20 % av gulvarealet (Wu & Ng 2003). Det tilsvarer ca. 5% gjennomsnittlig dagslysfaktor. Disse anbefalingene ble stort sett implementert i Storbritannia og den vestlige verden for øvrig, inkludert Norge, og ble tillagt stor vekt. Dagens krav i Norge er 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor.

Arkitekt Houcks funn bekrefter at verken gammel eller ny kunnskap om dagslysets betydning ble tilstrekkelig vektlagt, den er ikke godt nok kjent og glemmes for ofte hvis den er kjent. Dette er særlig alvorlig når det gjelder skoler fordi unge er hyppig plaget av søvnmangel. En undersøkelse av mer enn 10 000 norske 16-18-åringer i Hordaland 2012 viste at de i løpet av arbeidsuka opparbeider en gjennomsnittlig søvnmangel på to timer som de ikke klarer å ta igjen i helgen (Hysing et al 2012). Forfatterens funn understreker at søvnproblemer blant ungdom er et betydelig folkehelseproblem, og at lavterskel intervensjoner og forebyggende programmer bør være målrettet for denne aldersgruppen.



Dagslys reduserer utskillelse av søvnfremmende melatonin fra epifysen og styrer vår biologiske klokke og døgnrytmen

### Hva vet vi i dag om betydningen av dagslys?

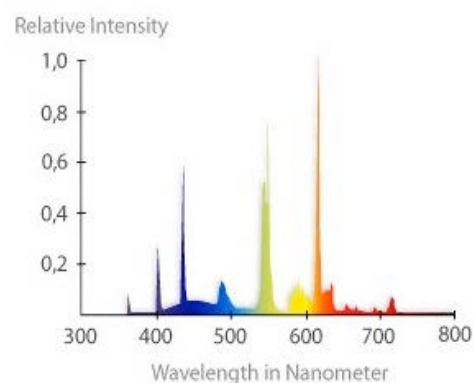
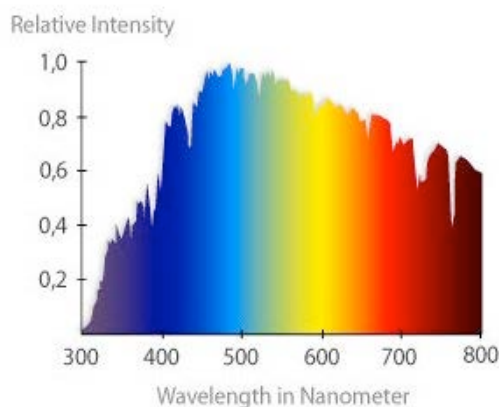
Mennesket er et «dagdyr» med en biologisk klokke som synkroniserer de biologiske funksjonene slik at funksjoner forbundet med aktivitet foregår på dagtid og funksjoner forbundet med hvile foregår om natten (Dumont & Beaulieu 2007, Bjorvatn & Pallesen 2009). Misforhold mellom den interne biologiske klokken og ønsket søvnrytme er hovedårsak til de fleste døgnrytmerelaterte søvnforstyrrelser og kan også være involvert i forstyrrelser av stemningsleiet. Siden lys er det viktigste miljøstimulus for timing av den biologiske klokken i forhold til dag-natt syklus, kan manglende eller uheldig lyseksposering bidra til døgnrytmelidelser.

Bevissthet og våkenhet påvirkes sterkt ved lysstimuli gjennom øynene og til dypere deler av hjernen hvor det har kraftig påvirkning og regulerer det humane circadian-systemet, den biologiske klokken, som i sin tur har regulerende virkning på nesten alle vev i kroppen (Brainard & Hanifin 2005, Dumont & Beaulieu 2007). Vi har lenge visst at «staver og tapper» i netthinnen (retina) mottar lys (fotoreseptorer) som inngår i dannelsen av synsinntrykk. De siste ti årene er det blitt avdekket ytterligere et system for oppfatning av lys i netthinnen. Det inngår ikke i billedannelse, men sender signaler inn til det området som styrer den biologiske klokken. Disse cellene bruker et eget fotopigment, melanopsin, som har en maksimal følsomhet i den blå delen av spekteret, rundt 480 nm.

Utilstrekkelig eller dårlig søvn og søvnighet er hyppige problemer særlig hos barn og unge og det påvirker læring, hukommelse og skoleprestasjoner (Dewald et al 2010). Det er økende evidens for at utilstrekkelig søvn bidrar til den pågående epidemien av fedme hos barn og unge (Van Cauter & Knutson 2008). Både søvnighet, søvnkvalitet og søvnlengde påvirker skoleprestasjoner og effektene er størst hos de yngste og større på gutter enn på jenter (Dewald et al 2010). En rekke forhold bidrar til dette, inkludert tilgang til dagslys, men vi har fortsatt behov for mer kunnskap om hvor mye de ulike faktorene betyr og hvilke forebyggende og helsefremmende tiltak som er mest effektive (Dumont & Beaulieu 2007, Dewald et al 2010). Vi vet at:

- Dagslys fremmer vekst og utvikling. Det påvirker døgnrytmen (den «biologiske klokken»), som styrer hormonsvingninger, energibalansen og en rekke kroppsfunksjoner. Dagslys fremmer våkenhet, trivsel, sinnsstemning og yteevne om dagen (Küller et al 2006, Dumont & Beaulieu 2007).
- Mangel på dagslys, forskjøvet døgnrytme («social jetlag») og mangel på søvn svekker helse og øker blant annet risiko for depresjon, fedme, diabetes og dårlig tannhelse (Van Cauter & Knutson 2008, Marcheva et al 2010, Arendt 2012, Roenneberg et al 2012).
- Desto større «social jetlag» desto høyere forbruk av sigaretter, koffein og alkohol med særlig sterkt utslag hos tenåringer og unge opp til 25 år (Wittmann et al 2006).
- Dagslys fremmer læring og læringsmiljø. I California fant forskere at utviklingen i tester av elevenes skoleprestasjoner fra høst til vår var 15-23 % bedre i klasserommene med best tilgang på dagslys sammenlignet med de som hadde dårligst tilgang (Nicklas & Bailey 1997, Heschong et al 2002).
- Kunstig belysning kan i praksis ikke erstatte dagslys. Det skyldes at lysspekteret ikke gjenskapes godt nok (Brainard & Hanifin 2005, Dumont & Beaulieu 2007).

- Godt dagslys om dagen gir bedre søvnkvalitet om natten (Mishima et al 2001, Kantermann et al 2007, 2009). Hos eldre er lysfølsomheten dårligere enn hos unge voksne. Dessuten er ofte lyseksponeringen redusert og kanskje særlig for institusjonaliserte pasienter med kognitiv svikt. Redusert eksponering for dagslys er assosiert med økt hyppighet av søvnforstyrrelser (Dumont & Beaulieu 2007). Økt lys-mørke kontrast mellom dag og natt kan redusere problemene (Van Someren et al 1997).
- Grupperom og andre lokaler dypt i moderne og energieffektive kompakte bygg er ofte uten tilstrekkelig tilgang på dagslys og utsyn. I skoler skjer ofte individuell oppfølging med særlig sårbare elevgrupper i slike rom. Kompenserende tiltak er pauser minst en gang i timen slik at alle kan få perioder med dagslys ute eller i et rom med store vindusflater mot dagslys, for eksempel i en kantine med godt dagslys. Men det krever at alle aktørene både vet om det og tar hensyn til det. I praksis ser vi at det ikke følges opp.
- Studier har vist at både kontoransatte, elever og andre foretrekker å sitte nær vinduer med dagslys og utsyn fremfor å oppnå bedre akustiske og synsergonomiske forhold lenger inn i lokalene (Sherimani et al 2011).
- Vi betaler alle mer for utvendig enn for innvendig lugar selv om standarden ellers er lik.
- Vinterdepresjoner kan ofte behandles vellykket med kraftige dagslyslamper en halv time om morgenen (Lam et al 2006, Pail et al 2011).
- Behov for lys avhenger av individuelle behov og hva vi skal gjøre. Det beste er om dagslyset er tilstrekkelig. Når det ikke er nok, må kunstig belysning kompensere det. Men dagslyset bør være vår grunnkilde slik at det kan regulere vår biologiske klokke. Automatiske systemer som demper den kunstige belysningen i forhold til dagslystilskuddet kan være nyttige. Dagslyset bør konsekvent benyttes når det finnes, mens kunstig belysning bør brukes minst mulig. Individuelle behov løses med regulerbar plassbelysning. Solskjerming bør opprettholde utsyn selv når den brukes.



Typisk dagslysspekter og typisk lysrør ([http://ilight.dk/?page\\_id=305](http://ilight.dk/?page_id=305)). I praksis har vi enda ikke tilgjengelig kunstig erstatning for dagslys



### Hvordan løse problemene og kompensere mangel på dagslys i praksis?

Energikrisen på 70-tallet førte til redusert ventilasjon. Det var en dårlig ide som fikk uheldige konsekvenser både for helse og produktivitet. I dag ventilerer vi bygningene bedre, fordi vi har nytte av det. Samme argumentasjon kan brukes om dagslys. I tillegg til å være helsebringende bidrar dagslyset til økt opplagthet og økt evne til læring. Hele poenget med et skolebygg er jo læring, og noe vi faktisk skal etterstrebe. Hvis vi skal optimalisere med hensyn til økonomi så bør det være læring per krone og ikke kWh/m<sup>2</sup>.

Dagslys er en upålitelig lyskilde som periodevis er fraværende. Derfor må vi også bruke kunstig belysning. Men kunstig lys trenger ikke være vår hovedlyskilde, men noe vi tyr til når dagslyset ikke er tilstrekkelig. Dagslyset bør være vår hovedlyskilde (Byggforsk 2001. Byggetalblad 421.602. Dagslys. Egenskaper og betydning).

Det er utfordringer med å bruke dagslys. Vinduer har dårligere U-verdi, og isolerer dermed dårligere med større energitap enn en vegg. I dag er det mulig å få vinduer med u-verdi helt ned mot 0,5 i forhold til den tradisjonelle på 1,2. Dermed er varmetapet betydelig redusert.

Dagslys bringer også med seg varme som kan øke kjølebehovet og koste mer energi. Direkte solinnstråling inn gjennom vinduer er en sann plage og en av grunnene til at dagslys stenges ute. Det finnes teknikker i dag der dagslys kan speiles opp i taket. Det gir mulighet for å skjerme for direkte solinnstråling mot personer uten å stenge alt dagslys ute. Vi beholder den gunstige og helsebringende delen av dagslyset, men kvitter oss med plagen. Dagslys som spres via taket gir en jevnere dagslystilskudd i hele rommet, i motsetning til det dagslysnivået man får i nærheten av vinduer. Ved overskyet vær kan solskjermingen være fratrukket og man har fortsatt tilgang på dagslys.

Den kunstige belysningen kan styres ut fra lysmengdebehovet. Er det for lite dagslys, kompenseres med kunstig belysning i tilstrekkelig mengde. Er det nok dagslys, er det kunstige lyset slått av. Klasserommet vil nå bli preget av dagslyset og dens døgnrytme, mens kunstig belysning kompenserer ved behov.

Dagslys kan distribueres inn i bygningen på flere måter (Byggforsk 2001. , Byggetalblad 421.621 Distribusjon av dagslys i bygninger). Speilende hyller langs vinduene er en måte. Nedre del av vinduet kan være forsynt med gardiner eller persiener, men øvre del brukes til å fange dagslys som sendes opp i taket. Lyssjakter for overlys er en annen måte å få inn dagslys på. Det finnes også prismesystemer som henger sammen med ytre persiener som speiler lys opp mot taket. Kombinasjonen med utvendige persiener er interessant fordi utsynet opprettholdes selv om solen er skjermet for.

Atrier er gode steder å ta inn mye dagslys, og er et gunstig myldrested elevene kan være i pausene. Slike steder gir god dagslysstimulans selv i den mørkeste årstiden. Dermed finnes et sted i bygget å oppsøke de helsebringende strålene uten å måtte gå ut. Selvsagt er det sunt å gå ut, men det er ikke alltid været står oss bi. Et atrium frigjør oss fra vær og vind.

Helt siden 80-tallet har det vært bygget atrier der noen arbeidsrom kun har vinduer vendt ut mot dette arealet. Dagslys som skal gjennom flere lag med vindusareal og kanskje også reflekteres via en vegg, før det kommer inn i kontoret, gir kun skumring, og ikke det utsyn mennesket psykisk sett trenger.

I Arbeidstilsynets bestillingsnummer 444 om Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen <http://www.arbeidstilsynet.no/veiledning.html?tid=78036> skriver vi blant annet:

«**Mangelfull belysning** kan bidra til en del av de samme symptomene som er knyttet til «syke hus», slik som såre øyne, hodepine og trøtthet. Dagslys og utsyn er viktig for helse og velbefinnende». I tillegg tas belysning opp en rekke andre steder i dokumentet.

Arbeidstilsynet i Oslo har gjennom mange år og enkelte klagesaker etablert en praksis som tilsier at arbeidsplasser inntil 10 m fra fasader med vindu aksepteres forutsatt at møblering og skjermer plasseres slik at det er utsyn mot vinduene. I tillegg aksepteres indirekte dagslys og utsyn, hvor det er en glassvegg og eventuelt arbeidsplass mellom vindu og den indre arbeidsplassen, når arbeidstaker oppholder seg her mindre enn 50 % av full arbeidsdag.

I skoler aksepteres grupperom som får indirekte dagslys, men ikke utsyn, via utenforliggende grupperom. Grunnen er at bruken er tidsavgrenset og varierende over dagen. Lengre sammenhengende undervisningsøkter reduserer elevenes tilgang på dagslys (fysisk aktivitet og frisk luft) fordi friminutt inngår i økten.

Spørsmålet er om dette er godt nok når dagslyset taper i sju av ti vinnerprosjekter til nye skolebygg. Verken byggherrene eller brukerne synes å være kompetente og bevisste nok til å gjøre rasjonelle valg verken under planlegging eller i drift.

Arbeidstilsynets byggesaksbehandlere har i løpet av 2013 strammet inn på kravene til dagslys og utsyn i bygg og spesielt i skolebygg.

#### Litteratur

Bakke JV, Nersveen J. Ikke glem dagslys og utsyn! Helserådet 2013: 12. 14. juni 2013, 21. årgang. Side 8-11. Helserådet 2013: 12 kan lastes ned fra <http://www.helsebiblioteket.no/samfunnsmedisin-og-folkehelse/helser%C3%A5det/2013>

Brainard GC, Hanifin JP. Photons, clocks, and consciousness. J Biol Rhythms 2005;20:314–25.

Byggforsk 2001. Metoder for distribusjon av dagslys i bygninger. Byggforskserien. Byggdetaljer 421.621. Sending 1 – 2001. SINTEF Byggforsk Kunnskapssystemer.

Byggforsk 2001. Dagslys. Egenskaper og betydning. Byggforskserien. Byggdetaljer 421.602- Sending 1 – 2001. Byggforsk Kunnskapssystemer.

Cauter EV Knutson KL. Sleep and the epidemic of obesity in children and adults. *European Journal of Endocrinology* (2008) 159 S59–S66.

Dewald JF, Meijer AM, Oort FJ, Kerkhof GA, Bogels SM. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: a meta-analytic review. *Sleep Med. Rev.*, 2010, 14: 179–189.

Duffy JF, Wright Jr KP. Entrainment of the human circadian system by light. *J Biol Rhythms* 2005;20:326–38.

Dumont M, Beaulieu C. Light exposure in the natural environment: relevance to mood and sleep disorders. *Sleep Med.* 2007 Sep;8(6):557-65. Epub 2007 Mar 23.

Forsdahl A. Are poor living conditions in childhood and adolescence an important risk factor for arteriosclerotic heart disease? *British Journal of Preventive and Social Medicine*, 1977, 31, 91-95

Heschong, L., Wright, R. L., & Okura, S. (2002). Daylight impact on Human Performance in School. *Journal of the Illuminating Engineering Society* (Summer), 101-114. [http://www.lightingcontrols.com/campus/pdfs/IESNA\\_paper41\\_schools.pdf](http://www.lightingcontrols.com/campus/pdfs/IESNA_paper41_schools.pdf)

Houck LD 2012. Dagslysets kår blant vinner- og taperprosjekter i arkitektkonkurranser om nye skoler. IMT-rapport nr 46/2012. Universitetet for miljø- og biovitenskap UMB. ISSN 1503-9196. <http://www.nrk.no/contentfile/file/1.10995523!120924-5-forskningsrapport-umb.pdf>

Houck LD 2013. Skolelys i mørke skoler? Dagslysets kår i skolekonkurranser. *Arkitektur* 2/13: 16-27. Kan lastes ned fra <http://www.arkitektur.no/arkitektur-n>

Hysing M, Pallesen S, Stormark KM, Lundervold AJ, Sivertsen B. Sleep patterns and insomnia among adolescents: a population-based study. *Journal of Sleep Research*. Article first published online: 24 APR 2013

Kantermann T, Juda M, Meroz M, Roenneberg T. The human circadian clock's seasonal adjustment is disrupted by daylight saving time. *Curr Biol.* 2007 Nov 20;17(22):1996-2000

Kantermann T, Roenneberg T. Is light-at-night a health risk factor or a health risk predictor? *Chronobiol Int.* 2009 Aug;26(6):1069-74.

Küller R, Ballal , Laike T, Mikellides B, Tonello G. 2006. The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics*, 49:14, 1496-1507

Lam RW, Levitt AJ, Levitan RD, Enns MW, Morehouse R, Michalak EE, Tam EM. The Can-SAD study: a randomized controlled trial of the effectiveness of light therapy and fluoxetine in patients with winter seasonal affective disorder. *Am J Psychiatry.* 2006 May;163(5):805-12.



Larsen Ø. Sundhetsloven 150 år. Lov og forarbeider. Michael Quarterly. Publication Series of The Norwegian Medical Society. Det Norske Medisinske Selskab. ISBN 978-82-92871-98-0. Michael 2010; 7: Supplement 8; 119-20  
[http://www.dnms.no/index.php?supp\\_id=107086&a=4](http://www.dnms.no/index.php?supp_id=107086&a=4)

Marcheva B, Ramsey KM, Buhr ED et al. Disruption of the clock components CLOCK and BMAL1 leads to hypoinsulinaemia and diabetes. *Nature* 2010; 466: 627–631.

Mishima K, Okawa M, Shimizu T, Hishikawa Y. Diminished melatonin secretion in the elderly caused by insufficient environmental illumination. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2001; 86:129–134.

Nicklas, MH, Bailey GB. (1997). Student Performance in Daylit Schools: Innovative Design. Analysis of the performance of students in daylit schools.  
<http://www.innovativedesign.net/files/Download/Analysis%20of%20Student%20Performance%20in%20Daylit%20Schools.pdf>

Pail G, Huf W, Pjrek E, Winkler D, Willeit M, Praschak-Rieder N, Kasper S. Bright-light therapy in the treatment of mood disorders. *Neuropsychobiology.* 2011;64(3):152-62. doi: 10.1159/000328950. Epub 2011 Jul 29.

Roenneberg T, Allebrandt KV, Mellow M, Vetter C. Social jetlag and obesity. *Curr Biol.* 2012;22: 939-43.

Shemirani SMM, Memarian, GH, Naseri SP, Nejad HH, Vaziri V. (2011). Investigating the Behaviors of the Elementary School Students in Reference to Factors Associated with Daylight. *Asian Social Science* 2011; 7: 11.  
<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/view/9748>

Van Someren EJW, Kessler A, Mirmiran M, Swaab DF. Indirect bright light improves circadian rest-activity rhythm disturbances in demented patients. *Biol Psychiatry* 1997; 41: 955–63.

Wittmann M, Dinich J, Mellow M, Roenneberg T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiol Int.* 2006;23(1-2):497-509.

Wu W, Ng E. A review of the development of daylighting in schools. *Lighting Res. Technol.*, 2003; 35(2), 111-125. <http://www.labcon.ufsc.br/anexos/33.pdf>

## Kvantifiserbare data på samfunnsnivå - oppsummering

### Forebyggbar sykkelighet av å fjerne byggfukt i norske bygg

- Det legges til grunn at det forekommer fuktproblemer av betydning i 50% av norske boliger og at det medfører 50% økt risiko for allergiske og ikke-allergiske luftveissykdom, inkludert astma, bronkitt, KOLS og alle luftveisinfeksjoner.
- Det vil da representere et nasjonalt forebyggende potensial på 20% dersom forholdene utbedres. USA/EPA fant at byggfukt er årsak til 21 % av astmatilfellene i USA (Fisk 2007, Mudarri & Fisk 2007).
- Effekter av fukt i andre bygg kommer i tillegg (skoler, barnehager, yrkesbygg).
- I tillegg kommer også symptomer assosiert med fukt, bl.a. hodepine, trøtthet og konsentrasjonsvansker.
- Det er behov for et større fler- og tverrfaglig forskningsprogram om inneklimate, energi og helse i Norge.

### Produksjonstap i undervisnings-, syke- og pleiesektorene

Anslag for tapt produktivitet av dårlig inneklimate i sektorene

- Skole- og undervisning, tapte årsverk av barn, elever, studenter og ansatte ved:
  - 1 % produksjonstap 13 700 årsverk
  - 5 % produksjonstap 68 500 årsverk
- Helse, pleie og omsorg totalt
  - 1 % produksjonstap 3 200 årsverk
  - 5 % produksjonstap 16 000 årsverk
- Spesialisthelsetjenesten
  - 5 % produksjonstap 4 900 årsverk
  - 10 % produksjonstap 9 800 årsverk

### Er det behov for beslutningsmodell for tiltak?

Det er allerede dokumentert at mangelfull FDV øker årskostnadene for bygningsmassen og er ulønnsomt (Riksrevisjonens undersøkelser 2005 og 2011, NOU 2004: 22, KS 2008). De negative konsekvensene for arbeidstakerne og andre brukere kommer i tillegg og er betydelig større.

Særlig for syke- og pleiesektoren, men også for undervisningssektoren er det store muligheter for positive synergieffekter med energitiltak fordi riktige energitiltak også ofte kan bedre miljøet for brukerne (WHO 2011).

### Synergier å hente for helse sammen med energitiltak.

- Både ute- og inneluft kan bedres sammen med både helse- og energigevinster ved utskifting av gamle vedovner og spesielt i områder som er belastet med store inversjonsproblemer og forurensing av uteluft i vintersesongen (Noonan et al 2012).
- Enkle lavkostnadstiltak ved å skifte ut elektriske konveksjonsovner i de fleste norske hjem med lukkede lavtemperatur ovner kan antagelig både gi helse og energigevinst. Dette bør likevel dokumenteres bedre. Det kan gjøres i enkle

laboratoriestudier og undersøkelser som gir bedre oversikt over situasjonen i bygningsmassen.

- Behov for sosial utjevning, økt energieffektivitet og bedre boliger kan i seg selv være tilstrekkelig for å sikre anstendige og rimelige boliger. Integrert bolig- og energipolitikk har mange fordeler for husholdninger med lav inntekt og som er mest utsatt for sosial, økonomisk og helsemessig deprivasjon (Hernandez & Bird 2010, Grønningsæter & Nielsen 2011).
- Å sikre bedre og varme boliger for eldre kan samtidig gi et betydelig bedre sykdomsforløp særlig for hjerte- og lungesykdom (Viggers et al 2013)

### Litteratur

Hernandez D, Bird S (2010) Energy burden and the need for integrated low-income housing and energy policy. *Poverty Pub Policy* 2:5–25

Grønningsæter AB, Nielsen RA. Bolig, helse og sosial ulikhet. Helsedirektoratet IS-1857. Oslo 2011. <http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/bolig-helse-og-sosial-ulikhet/Publikasjoner/bolig-helse-og-sosial-ulikhet.pdf>

Noonan CW, Ward TJ, Navidi W, Sheppard L, Bergauff M, Palmer C; HEI Health Review Committee. Assessing the impact of a wood stove replacement program on air quality and children's health. *Res Rep Health Eff Inst.* 2011 Dec;(162):3-37; discussion 39-47. Center for Environmental Health Sciences, Department of Biomedical Sciences, The University of Montana, Missoula, Montana 59812, USA. USA. [curtis.noonan@umontana.edu](mailto:curtis.noonan@umontana.edu). <http://pubs.healtheffects.org/view.php?id=367>

Viggers H, Howden-Chapman P, Ingham T, Chapman R, Pene G, Davies C, Currie A, Pierse N, Wilson H, Zhang J, Baker M, Crane J. Warm homes for older people: aims and methods of a randomised community-based trial for people with COPD. *BMC Public Health.* 2013 Feb 26;13:176. doi: 10.1186/1471-2458-13-176.

## Forskningsbehov

Flere myndigheter har overlappende behov for oversikter over bygningsmassen, bl.a. bygningsmyndigheter, miljømyndigheter, energimyndigheter (ENOVA) og helsemyndigheter. For å kunne vurdere nye bygningsmessige løsninger (Passivhus, lavenergihus osv) trengs sammenligningsgrunnlag. Det er nødvendig for å frembringe gyldig kunnskap om tilstanden i norske boliger som kan gjøre de mulig å sammenligne effekter av ulike boligmiljø, tiltak og endringer. Det kan omfatte selekterte grupper av interesse eller representative oversikter.

Potensiell nytteeffekt er spesielt stor på grunn av de rådene usikkerheter om årsaker til utvikling og forverring av AAO-tilstander. Dersom biodiversitetshypotesen viser seg korrekt, vil det være behov for å vurdere en rekke bygningsmessige forhold i nytt lys. Dersom sammensetningen av organismer / biologiske produkter man eksponeres for gjennom hudkontakt og innånding er en vesentlig komponent, vil for eksempel filtrering av inneluft, innendørs luftfuktighet, ventilasjonsløsninger og annet kunne ha andre effekter enn de som hittil har dannet grunnlag for tekniske inneklimakriterier. Dersom det ikke samles inn og systematiseres kunnskap om slike forhold vil for det første viktige sammenhenger kunne forbli uoppdaget, og kontraproduktive tiltak være i effekt i unødvendig lang tid.

Vi trenger også å kunne sammenligne ulike tekniske løsninger med hverandre (bygningstyper, oppvarming, energiforbruk osv). I første omgang er det nødvendig å få oversikt over det som allerede finnes av data i Matrikkelen, hos SSB og i andre relevante registre og informasjonskilder, og vurdere reliabiliteten, tilgjengeligheten og relevansen av disse dataene.. Mulighet for andre relevante registre av interesse bør kartlegges:

- SINTEF Byggforsks database over bygningsskader
- Boligforvaltere, spesielt boligbyggelag
- Husbanken?
- Forsikringsselskapene
- Kan vi på noen måte nyttiggjøre oss registrene hos Anticimex? De har store mengder data, men ikke ressurser til å analysere dem godt nok. Dessuten er det ikke helsedata. Roy Malmo Nilsen er interessert i å samarbeide om det. Vi bør få oversikt over hvordan det er bygget opp og hva som kan gjøres med det.
- Andre?

Når det er laget en god oversikt over tilgjengelige data/informasjon må det må det etableres programmer/prosjekter/studier som kan sikre at vi bygger opp nødvendig kunnskap om boligmiljø over tid. Dette kan omfatte både måleprogrammer og innhenting av informasjon fra beboere via spørreskjema.

Data fra beboerne bør samles inn på en standardisert og validert måte som tillater relevante sammenligninger med andre studier og land. Vi kan for eksempel bygge på Ørebrokjemaet for innhenting av persondata. Det foreligger en norsk versjon (Kjell Andersson, Örebro), og det finnes en kommersielt tilgjengelig elektronisk løsning for bruk av denne i yrkesbygg (HMS-visjon). Nytt, norsk referansemateriale for

skolebygg finnes. Enqueten er vanskeligere å bruke mot boliger på grunn av få brukere per enhet.

I Sverige foreligger gode data i ELIB og BETSI, (BETSI = Byggnaders Energi, Tekniska Status och Innemiljö) kontaktpersoner Göran Stridh (LGS Environmental AB) og Kjell Andersson, Miljömedicin MM Konsult AB. ELIB- studien 1991/1992 (Elhushållning i bebyggelsen) omfattet ca. 20 000 personer i 3 100 hus. Stockholsundersøkelsen er også av stor interesse, kontakt Karin Engvall).

Verktøyet som Karin Engvall har brukt i Stocholms-undersøkelsen og i andre prosjekter kan tilpasses og brukes (Engvall et al 2000 – 2010). Det er interesse for å samarbeide med Norge. Hennes thesis kan lastes fra <http://www.dissertations.se/dissertation/2cd1dc19b4/>.

Viktige problemstillinger:

- Hva er reelt luftskifte i eksisterende bygninger? Eneste studie av tilstrekkelig kvalitet er fra 90-tallet (Øie et al 1998). Myndighetene har likevel brukt mange millioner kroner til kampanjer for å tette boligene bedre uten å fremskaffe kunnskaper om konsekvensene for ventilasjonen.
- Hvordan varierer fukttilskuddet, og hva blir resultatet for ulike brukergrupper?
- Hva er luftkvaliteten fra et "gjennomsnittlig" ventilasjonsanlegg som har vært i drift mer enn 5 år?
- Hva er "normalt" av fuktskader / biologisk vekst?
- Hvor utbredt er det med ulike kilder til støvforbrenning (gjennomstrømningsovner, halogenlys osv)
- Hva er normal støvbelastning (mengder og sammensetning)
- Hva finner vi av SVOC og reaksjonsprodukter mellom SVOC og ozon / NOx innendørs og hva er kildene til disse. Dette er av stor betydning for arbeidet med å stille krav til byggeprodukter, og hva vi bør tilstrebe av ventilasjonsluftmengder?

### **Konsekvenser av «Biodiversitetshypotesen»?**

En bedre forståelse for om biodiversitet er viktig, og hva denne med biodiversiteten som er viktig, er uhyre viktig for å risikovurdere inneklimateiltak (Bakke 2013). Bør vi lage grønne, vakre parker med eksotiske vekster, eller er det bedre med naturlig eng / ugrasvegetasjon? Henger sammen med om det er den "botaniske" eller mikrobiologiske diversiteten som er interessant. Eller er det den kroppsnære mikrobefloraen som spiller en rolle. Hvordan fungerer er den påvirkbar av omgivelsene? Er RF og andre termiske forhold i så fall en viktig faktor? Hvordan påvirker disse forholdene vårt syn på ventilasjon og filtrering?

## Litteratur

Bakke JV. «Biodiversitetshypotesen» – et paradigmeskifte?».

<http://www.helsebiblioteket.no/samfunnsmedisin-og-folkehelse/inneklima/artikler/biodiversitetshypotesen-et-paradigmeskifte>

Boverket 2010. Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar – resultat från projektet BETSI. Boverket, Karlskrona, december 2010. Publikationen kan beställas från: Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona. E-post: [publikationsservice@boverket.se](mailto:publikationsservice@boverket.se), Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)  
<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/BETSI-Energi-i-bebyggelsen.pdf>

Boverket 2010. God bebyggd miljö – Utvärdering av delmål för God inomhusmiljö – resultat från projektet BETSI.  
[http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Godbebyggdmilj%C3%B6\\_Radon\\_Ventilation.pdf](http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Godbebyggdmilj%C3%B6_Radon_Ventilation.pdf)

ELIB og BETSI, se Boverket, [www.inomhusklimatproblem.se](http://www.inomhusklimatproblem.se) og [www.boverket.se](http://www.boverket.se)

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. Sick building syndrome in relation to building dampness in multi-family residential buildings in Stockholm. *Int Arch Occup Environ Health* 2001; 73: 270-278.

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, Norrby C, Sandstedt E. The Stockholm Indoor Environment Questionnaire: a sociologically based tool for the assessment of indoor environment and health in dwellings. *Indoor Air* 2004; 14: 24–33

Engvall K, Wickman P, Norbäck D. Sick building syndrome and perceived indoor environment in relation to energy saving by reduced ventilation flow during heating season: a 1 year intervention study in dwellings. *Indoor Air* 2005; 15: 120–126

Engvall K, Hult M, Corner R, Lampa E, Norbäck D, Emenius G. A new multiple regression model to identify multi-family houses with a high prevalence of sick building symptoms “SBS”, within the healthy sustainable house study in Stockholm (3H). *Int Arch Occup Environ Health* (2010) 83:85–94

Stridh G, Andersson K. Inomhusklimat Örebro 2012; 109-122.  
<http://www.inomhusklimatproblem.se/publikations/publikationer/referens62.pdf>

Øie L, Stymne H, Boman C-A, Hellstrand V. The Ventilation Rate of 344 Oslo Residences. *Indoor Air* 1998; 8:190–196.