

Nasjonalt fuktseminar 2011

ENERGIEFFEKTIVE BYGG – FUKT OG FRYKT



Foto: Stein Stoknes

Energieffektive bygg – fukt og frykt

For niende år på rad arrangerer SINTEF Byggforsk og Mycoteam Nasjonalt fuktseminar. Myndighetene stiller stadig strengere energikrav til bygninger, og fra 2015 kan kravet være at alle nybygg skal være passivhus. Samtidig sliter byggenæringen i dag med et stort omfang av byggsykdommer. Tall fra SINTEF Byggforsk viser at det samlede forbedringspotensialet i byggenæringen ligger på 7–11 % av årlig netto byggproduksjon. Ca. 75 % av disse sykdommene er fuktsykdommer. En utvikling mot passivhus som forskriftsnivå kan gi ytterligere utfordringer for byggenæringen.

Det hevdes at passivhus og andre energieffektive bygg med mye isolasjon stiller strenge krav til utførelse for å unngå fuktsykdommer og dårlig innneklima. De kan også gi større utfordringer ved undersøkelse og utbedring av sykdommer.

Et annet viktig tema er sammenhengen mellom fuktsykdommer, innneklima og helse. For å nå myndighetenes mål om energieffektivisering vil det i framtiden bli viktig å redusere energibruken til den eksisterende bygningsmassen. Hvilke energiltak er mest effektive, og hvordan unngår man at disse tiltakene genererer flere fuktsykdommer?

SINTEF Byggforsk og Mycoteam håper at norske byggherrer, rådgivende ingeniører, entreprenører og takstmenn også i år finner seminaret verdifullt!

Oslo 4. april 2011

Vivian Meløysund
SINTEF Byggforsk

Kolbjørn Mohn Jenssen
Mycoteam

Innhold

Energieffektive bygg – fukt og frykt.....	1
Program Nasjonalt fuktseminar 2011	5
Hvordan kan byggenæringen oppnå myndighetenes ambisiøse energimål?	7
Sammenheng mellom inneklima og astma.....	15
Fukt, mugg og helse. Overraskende funn i ny studie	23
Måling av viktige inneklimaparametere	37
Fuktrisiko i passivhus – internasjonale og nasjonale erfaringer	51
Fuktsikring, og lufttetting i et av Norges mest energieffektive kontorbygg – Erfaringer fra Bellonahuset	65
Kan nye bygg med moderne ventilasjon gi nye problemer?	71
Hvordan unngå kondensskader i tak	79
Kartlegging og forståelse av skader med diffuse symptomer.....	83
Feil energiltak kan gi skader!	105
Oppfukting og uttørking i betong	109

Nasjonalt fuktseminar 2011

TORSDAG 7. april 2011 → ULLEVAAL BUSINESS CLASS AS, OSLO

Energieffektive bygg – fukt og frykt

For niende år på rad arrangerer SINTEF Byggforsk og Mycoteam Nasjonalt fuktseminar.

Myndighetene stiller stadig strengere energikrav til bygninger, og fra 2015 kan kravet være at alle nybygg skal være passivhus. Samtidig sliter byggenæringen i dag med et stort omfang av byggskader. Tall fra SINTEF Byggforsk viser at det samlede forbedringspotensialet i byggenæringen ligger på 7–11 % av årlig netto byggproduksjon. Ca. 75 % av disse skadene er fuktskader. En utvikling mot passivhus som forskriftsnivå kan gi ytterligere utfordringer for byggenæringen.

Det hevdes at passivhus og andre energieffektive bygg med mye isolasjon stiller strenge krav til utførelse for å unngå fuktskader og dårlig inneklima. De kan også gi større utfordringer ved undersøkelse og utbedring av skader. På Nasjonalt Fuktseminar, som arrangeres av SINTEF Byggforsk og Mycoteam 7. april, vil man få høre om norske erfaringer på området.

Et annet viktig tema er sammenhengen mellom fuktskader, inneklima og helse. For å nå myndighetenes mål om energieffektivisering vil det i framtiden bli viktig å redusere energibruken til den eksisterende bygningsmassen. Hvilke energiltak er mest effektive, og hvordan unngår man at disse tiltakene genererer flere fuktskader? Seminaret vil ha fokus på utfordringene denne utviklingen gir norske byggherrer, rådgivende ingeniører, entreprenører og takstmenn.



SINTEF



MYCOTEAM



Foto: Stein Stoknes

PROGRAM

0830–0900	Registrering og kaffe
0900–0920	Hvordan kan byggenæringen oppnå myndighetenes ambisiøse energimål? Kim Robert Lisø, SINTEF Byggforsk
0920–1000	Sammenheng mellom inneklima og astma - resultater fra nordisk undersøkelse Linda Hägerhed-Engman, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
1000–1025	Fukt, mugg og helse. Overraskende funn i ny studie Jonas Holme, SINTEF Byggforsk
1025–1045	Pause m/frukt
1045–1110	Måling av viktige inneklimaparametre Johan Mattsson, Mycoteam
1110–1135	Fuktrisiko i passivhus - internasjonale og nasjonale erfaringer Tor Helge Dokka, SINTEF Byggforsk
1135–1200	Fuktsikring og lufttetting i et av Norges mest energieffektive kontorbygg - erfaringer fra Bellonahuset Heine Skogseid, Veidekke Entreprenør AS
1200–1300	Lunsj
1300–1325	Kan nye bygg med moderne ventilasjon gi nye problemer? Kolbjørn Mohn Jenssen, Mycoteam
1325–1350	Hvordan unngå kondenssskader i tak Trond Bøhlerengen, SINTEF Byggforsk
1350–1410	Pause
1410–1435	Kartlegging og forståelse av skader med diffuse symptomer John Einar Thommesen, Mycoteam
1435–1500	Feil energiltak kan gi skader! Sverre Holøs, SINTEF Byggforsk
1500–1525	Oppfukting og uttørring i betong Bjarte Sæthre, Mycoteam

INFORMASJON OG PÅMELDING

Tid

7. april 2011 fra kl. 08.30 til kl.15.30

Sted

Ullevaal Business Class AS (UBC), Ullevaal Stadion, Sognsveien 77, inngang C - via Thon Hotel Ullevaal Stadion
<http://www.ubc.no/>

BIL: Følg ytre ringvei, Ring 3. Parkeringshus med innkjøring fra Tåsenrundkjøringen eller fra ICA. Anbefaler nedkjøring fra Tåsenrundkjøringen, direkte inngang til hovedinngang via Thon Hotel Ullevaal Stadion. BUSS: 22 Majorstuen - Ellingsrudsåsen, 23 Lysaker - Simensbråthen, 25 Majorstuen - Stovner. T-BANE: 3 Sognsvann, 5 Storo, 4/6 Ringen

Deltakeravgift

Kr 3 950,- (inkluderer lunsj og kurskompendium). Ved påmelding etter påmeldingsfristen øker prisen til kr. 4 450,-. Studenter kr. 950,- ved fremvisning av studentbevis.

Påmeldingsfrist

25. mars 2011. Bindende påmelding etter påmeldingsfristen.

Påmelding og informasjon

www.sintef.no/byggforsk (klikk på «Kurs og konferanser», deretter klikk på «Informasjon» ved Nasjonalt fuktseminar). Alternativt kan du sende epost til kurs@byggforsk.no med kontaktinformasjon (navn, firma, adresse, telefon, epost). Praktiske opplysninger: Bibbi Gaaserud Birch, Mycoteam, tlf. 22 96 56 77

OM ARRANGØRENE

SINTEF Byggforsk

SINTEF Byggforsk er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt som løser utfordringer knyttet til hele byggeprosessen. Vi skaper verdier for våre kunder og samfunnet gjennom forskning og utvikling, spesialrådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling.

Mycoteam

Mycoteam AS er et rådgivende konsulentfirma som arbeider innenfor fagfeltet biologiske bygningsskader (muggsopp, råtesopp, vannskader, fukt og insekter). Vi gir nøytrale råd basert på biologisk fagkompetanse og uten økonomisk interesse i sanering.

DISSE MØTER DU PÅ NASJONALT FUKTSEMINAR 2011



Kim Robert Liso



Tor Helge Dokka



Linda Hägerhed-Engman



Kolbjørn Mohn Jensen



Jonas Holme



Heine Skogseid



Trond Böhlerengen



John Einar Thommesen



Sverre Holås



Bjarte Sæthre



Johan Mattsson



Kim Robert Lisø
SINTEF Byggforsk
e-post: kim.robert.liso@sintef.no

Hvordan kan byggenæringen oppnå myndighetenes ambisiøse energimål?

En ambisiøs melding om bygningspolitikk

Mange i byggenæringen venter spent på den kommende stortingsmeldingen om bygningspolitikk. Meldingen skal blant annet handle om effektive, miljøvennlige og brukervennlige byggeprosesser, bærekraftig kvalitet i boliger og bygg - og forholdet til byggenæringen. Meldingen vil ta for seg nye bygninger og hva som må gjøres for å fremme en god og bærekraftig kvalitet også i vår eksisterende bygningsmasse.



Myndighetene stiller stadig strengere energikrav til bygninger. Det hevdes gjerne at passivhus og andre energieffektive bygg med mye isolasjon stiller strenge krav til utførelse for å unngå fuktskader og dårlig inneklima. De kan også gi større utfordringer ved undersøkelse og utbedring av skader. Utfordringene adresseres bredt på *Nasjonalt fuktseminar 2011* (foto: Geir Mogen, SINTEF).

- *Vi treng ein heilskapleg gjennomgang av verkemiddel, tiltak og erfaringar for å utvikle ein framtidsretta bygningspolitikk. Meldinga skal ha fokus på energieffektivitet, kvalitet og universell utforming*, sier kommunal- og regionalminister Liv Signe Navarsete i en pressemelding fra Kommunal- og regionaldepartementet (KRD). Statsråden har ambisjoner om at energibruken i bygg skal halveres innen 30 år. Meldingen vil også ta for seg hva som skal til for å sikre mer effektive byggregler og byggesaksprosesser, det offentlige som pådriver og forbilde og kompetanse og utvikling i byggektoren. Dette er ambisiøse planer for en stortingsmelding med stor bredde.

Bygninger utgjør den største delen av de totale langsiktige investeringer som samfunnet vårt gjør hvert år. I følge Statistisk sentralbyrå forventes den samlede investeringen i bygninger og anlegg i

2010 å utgjøre ca 50 % av total bruttoinvestering i fast realkapital i Norge, hvilket anslås til 240 milliarder kroner i 2010. Vi forvalter i dag en bygningsmasse og en infrastruktur med store behov for oppgradering. Dette er en utfordring som må løses ved å stille nye krav til løsninger som benyttes ved nybygging og rehabilitering basert på bedre utnyttelse av vår kunnskap om endringsprosessene i samfunnet vårt.

I NTNU og SINTEF sitt felles innspill til den kommende meldingen om bygningspolitikk understreker vi at fysiske strukturer alene ikke sikrer en bærekraftig by- og boligutvikling. Det er nødvendig å se det bygde miljø i sammenheng med økonomiske virkemidler og atferds- og livsstilsaspekter. Utviklingen i norsk byggeskikk innebærer både en tilpasning til ulike bruksbetingelser og skiftende stilarter i arkitekturen, men også en tilpasning til de spesielle klimaforholdene rundt om i landet. Klimaendringer som følge av global oppvarming kan få dramatiske konsekvenser for det bygde miljø. Det bygde miljø har betydning for naturen omkring gjennom energibruk, utslipp og bruk av råmaterialer.

Norge bruker årlig 80 TWh til drift av bygninger, eller tilsvarende 40 prosent av netto innenlands sluttforbruk av energi. FNs klimapanel og det internasjonale energibyrået slår fast at energieffektivisering i bygninger gir de største og raskeste klimagassreduksjonene. Det uutløste potensialet i Norge er stort, og det er nødvendig med en kraftig opptrapping av innsatsen for energieffektivisering av bygg. Bygningssektoren er landets viktigste energisektor.

Bygninger har lang levetid, og de energivalgene vi gjør i dag vil vi måtte dra med oss i mange tiår framover. Det er derfor behov for en langsiktig og helhetlig satsing for å bidra til at det velges fremtidsrettede energiløsninger i både nye og eksisterende bygninger. I Europa representerer byggsektoren over 40 prosent av alle klimagassutslipp. Utvikling av nullutslippsbygg er derfor et klimatiltak som kan bidra til å løse mange av de utfordringene vi står overfor. Våre studier indikerer at Norge kan spare 12 TWh i bygg innen 2020. Dette tilsvarer årlig energibruk til 600.000 boliger. Energieffektivisering er også avgjørende for å nå de forpliktelsene Norge får i EUs fornybardirektiv og bygningsenergidirektivet.

Tilpasning til et klima i endring

Før jul i fjor ble NOU 2010:10 *Tilpassing til eit klima* i endring lagt frem. Her presenterer det regjeringsutnevnte utvalget som har sett på sårbarhet og behov for tilpasning til klimaendringer i Norge, sine vurderinger og anbefalinger. Utvalget peker blant annet på virkemidler som kan få kunnskap om klimaendringer og klimatilpasning ut til alle aktører i næringen, og viser spesielt til Byggforskserien som et slikt virkemiddel.

Et endret klima i retning av flere ekstreme vær-situasjoner vil forsterke sårbarheten på grunn av et stort vedlikeholdsetterslep (ref blant annet *State of the Nation* utgitt i regi av Rådgivende Ingeniørers Forening, 2010). For flere av områdene anbefales det økt forskning på konsekvenser. I tillegg er det etter SINTEF Byggforsks vurdering viktig at det utvikles fremtidsrettede løsninger, hvor det legges vekt på utvikling av løsninger som tåler et klima i endring og som er med på å fremskynde nullutslippssamfunnet.

EUs Bygningsenergidirektiv forutsetter at innen 2021 skal alle nye bygg være "nesten nullenergi-bygg"; *Medlemsland skal innen 31. desember 2020 sikre at alle nye bygninger er "nesten nullenergibygninger". Innen 31. desember 2018 skal nye bygninger som er eiet og i bruk av offentlige myndigheter være "nesten nullenergibygninger". Medlemsland skal utforme nasjonale planer for å øke antallet "nesten nullenergibygninger".*

Energieffektivisering og inneklima

Energieffektivisering i byggsektoren vil være viktig, og trolig avgjørende, for å kunne gjennomføre de forpliktelsene Norge vil få i fornybardirektivet og bygningsenergidirektivet fra EU.

Passivhusnivå er et viktig steg på veien mot et nullutslippssamfunn. Bygg med passivhusnivå er myndighetenes uttalte målsetning. Passivhuskonseptet ble utviklet tidlig på nittitallet, og har fått stor utbredelse spesielt i Tyskland og Østerrike. Konseptet fokuserer på reduksjon av energi-behovet, slik at levert energi blir lavest mulig. Hovedgrepene er passive tiltak med lang levetid, som ekstra god varmeisolering, lave luftlekkasjer, høyisolerte vinduer og dører, og så langt det er mulig; eliminering av kuldebroer.

Anvisninger i Byggforskserien¹, verktøy, utarbeidelse av standarder, forskning og utvikling (FoU) og øvrig utvikling av kunnskap og dokumentasjon må utvikles i takt med at krav til bygg skjerpes. Per i dag mangler det robuste standardløsninger og andre verktøy for å prosjektere og bygge passivhus og rehabilitere til en høy energistandard. *Det trengs et systematisk arbeid for å sikre at manglende kunnskap og dokumentasjon ikke skal bli en barriere i seg selv.*

Vår klare målsetning er at Byggforskserien skal være oppdatert i forhold til gjeldende krav. Behovet for oppdatering og utvikling av serien i forbindelse med siste lov- og forskriftsendring krever ekstraordinære tiltak utover normal produksjon. Innføring av passivhus som standard krever utvikling av nye løsninger og forbedring av eksisterende. Behov for anvisninger knyttet til passivhuskonseptet kan knyttes opp til følgende temaer:

- **Planlegging:** Planløsning, orientering, dagslys, skjermingsfaktor.
- **Dokumentasjon og beregning:** Løsninger som oppfyller aktuelle funksjonskrav og ytelsesnivåer og som kan benyttes som dokumentasjon, simulering og beregning av energiytelse, etterprøving (dokumentasjonsprøving og funksjonstesting).
- **Byggeprosess:** Fuksikker byggeprosess, energibruk i byggeprosess.
- **Klimaskjerm:** Valg av konstruksjoner og materialer. Oppbygning av bygningsdeler/klimaskjerm (vegg, tak, etasjeskiller, golv på grunn, fundament, vindu, dør) og sammenføyninger mellom disse. Faktorer som påvirker energibehov (kuldebroer, lufttetthet, solskjerming).
- **Installasjoner:** Ventilasjon, oppvarming, belysning, varmtvann og sanitæranlegg, energioppfølging/energiovervåking, automatikk/reguleringsteknikk, kjøling, inneklima.
- **Energiforsyning:** Distribusjon og lagring, varmepumpesystemer, fjernvarme/nærvare, elektrisitet og fossilt brensel, solfangere, biobrensel, lokalbasert el-produksjon (sol, vind).
- **Inneklima:** kanskje spesielt utfordringer knyttet til overtemperaturproblematikk
- **Brukerbehov:** hvordan er det å bo i passivhus, hvilke føringer gir passivhuskonseptet for bruk av boligen/bygget?

Byggforskserien inneholder i dag anvisninger innenfor alle disse temaene. Flere av anvisningene er oppdaterte i forhold til definerte mål for passivhus, mens mange må oppgraderes og det må utarbeides nye. En oppgradering av en anvisning innebærer at det eksisterer en anvisning på temaet, men den må bearbeides og tilpasses ny erfaring og kunnskap.

Universelt utformede offentlige bygg med godt inneklima og lavt energibehov må være en selvfølge. Bærekraftige bygg krever imidlertid også riktig forvaltning drift og vedlikehold. Her har de offentlige byggeiere mye å strekke seg etter for å oppnå forbildestatus. Bygg for sårbare grupper (barnehager, skoler, sykehjem) bør pålegge systematisk oppfølging av indikatorer på inneklima og

¹ Byggforskserien (<http://bks.byggforsk.no>) angir dokumenterte løsninger som kan benyttes for å tilfredsstille funksjonskravene i Byggeteknisk forskrift (TEK10) til plan- og bygningsloven. Statens bygningstekniske etat (BE) anbefaler bruk av Byggforskserien som dokumentasjon i byggesaken, som underlag for kontrollplaner og sjekklister, og til generell kompetanseutvikling. Byggforskserien oppdateres kontinuerlig. Omfanget av revisjon/nyutarbeidelse i løpet av et år er tilpasset endringer i forskrifter og forbedring av løsninger, samt tilgjengelige personressurser på ulike fagområder. Normalt revideres ca. 50 anvisninger årlig, fullfinansiert av SINTEF Byggforsk gjennom abonnementsordning.

energi. En god tilnærming til forebyggende strategier må inkludere følgende forhold (fra NTNU og SINTEF sitt felles innspill til stortingsmeldingen om bygningspolitikk):

- løsninger med tanke på å unngå fuktskader
- sammenhenger mellom hus med fuktskader og negative helseeffekter
- materialvalg og overflatebehandling med tanke på kjemiske emisjoner
- sammenhenger mellom eksponering for kjemiske stoffer i prøver fra støv (ftalater) og inneluften og astma og allergiske symptomer hos barn (se www.dbhstudien.se)
- sammenhenger mellom ventilasjonsgrad og astma og allergiske symptomer hos barn

Det er vesentlig at potensielle forurensningskilder underlegges tilstrekkelig strenge krav til dokumentasjon, slik at det blir valgt materialer og installasjoner som ikke har negative helseeffekter.

Tre virkemidler for energieffektivisering i bygg

Flere internasjonale studier viser som nevnt at energieffektivisering er det enkleste og billigste klimatilskottet, og det er derfor bred politisk og faglig enighet om at energieffektivisering må prioriteres. Energieffektivisering i bygg bidrar til å erstatte forurensende energikilder i andre sektorer og reduserer behovet for ny kraftproduksjon. Den mest miljøvennlige energien er den en slipper å produsere. En betydelig andel av tiltakene vil dessuten være både samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomme, i følge rapporten fra KRDs arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg.

I rapporten er det foreslått «virkemiddelpakker» både for nybygg og eksisterende bygg. Gruppen har foreslått virkemidler for at offentlige byggherrer og byggeiere skal kunne gå foran og vise vei. Gruppen har i første rekke valgt å ta utgangspunkt i eksisterende virkemiddelapparat. Det foreslås konkret:

- **utvikling og -testing** av trygge og robuste bygningsmessige og tekniske løsninger for passivhus/«nesten nullenergibygg» og for tiltak i eksisterende bebyggelse
- **nye anvisninger** for planlegging, prosjektering og drift av passivhus/«nesten nullenergibygg» og løsninger for eksisterende bebyggelse (det er anslått et behov for 200 reviderte eller nye anvisninger i Byggforskserien)
- **evaluering av pilotbygg/forbildeprosjekter** med systematisk innsamling av erfaringer med nye løsninger

Når det gjelder tiltak i eksisterende bygningsmasse, er det naturligvis også et stort behov for konkrete veiledninger om hvordan tiltakene skal utføres.

Byggforskserien en del av løsningen!

Utfordringer knyttet til kompetanseheving og anvendelse av ny og eksisterende kunnskap er sammensatte og komplekse. Byggenæringen trenger gode systemer for erfaringsoverføring, god prosjektledelse, kompetanseheving - og en litt mer fremoverlent, trimmet og innovativ utvikling. De minst effektive byggeprosjektene er dobbelt så dyre som de mest effektive. Mangel på tilrettelagt kunnskap og opplæring, og dårlig kommunikasjon skaper store problemer i en byggeprosess og kan i verste fall utgjøre en sikkerhetsrisiko. SINTEF Byggforsk har på vegne av og sammen med næringen i mer enn 50 år gjort kunnskap tilgjengelig og anvendbar, blant annet gjennom næringens egne kvalitetsnormer, Byggforskserien og Byggebransjens våtromsnorm. Dette er kunnskap som når ut til 7 000 abonnenter – så langt uten offentlig støtte.

Kunnskapsformidling og erfaringsoverføring er ikke bare en kommunikasjonsutfordring, men en ledelsesutfordring. La Byggforskserien bli en sentral del av både bedrifters og offentlige aktørers

kvalitetssystem - ikke bare fordi den er en bransjenorm som gir løsninger, men fordi den kan brukes til generell kunnskapsheving. Serien er en kvalitetsnorm for næringen og et sentralt verktøy for å sikre at norske bygninger utføres i samsvar med forskriftene, og den inneholder tilrettelagte erfaringer og resultater fra vår egen og næringens praksis og forskning. Norge er heldige som har Byggforskserien. Serien har blitt til gjennom et langt og tett samarbeid med offentlige aktører og næringen selv. Det er Byggforskserien som mer enn noe annet har bidratt til utviklingen av praktiske løsninger på byggetekniske utfordringer og tolking av kravene i regelverket.

Global oppvarming og klimaendringer gir ytterligere nye utfordringer, og i deler av landet må bygninger og infrastruktur tåle større påkjenninger. Bygninger skal ha lang levetid, og de klima-, miljø- og energivalg vi tar i dag vil vi dra med oss i flere tiår. Ansvar for iverksetting av tiltak for å sikre kvalitet i det bygde miljø ligger på foretaksnivå, hos de mange aktørene i næringen. Også her er Byggforskserien et nødvendig verktøy.

Byggenæringen kan oppfylle myndighetenes ambisiøse energimål, gjennom anvendelse av eksisterende kunnskap, god ledelse og kompetanseutvikling i egne rekker – samt bidra i målrettede forsknings- og utviklingsprosjekter, for å sikre at også ny kunnskap utvikles og tas i bruk. Her står forbildeprosjekter og pilotbygging sentralt. Det siste krever midler og tiltak også fra myndighetenes side.

For at vi skal kunne bygge gode og sikre energieffektive bygninger er det behov for fortsatt utvikling av teknologi, løsninger og produkter, og ikke minst spredning av kunnskapen om disse. Vi i SINTEF Byggforsk ønsker å bidra til å dekke disse behovene gjennom forskning og utvikling sammen med byggenæringen, produktgodkjenning gjennom Teknisk Godkjenning og kunnskapsformidling gjennom anvisninger i Byggforskserien og andre kanaler. Vi har stor tro på at de tekniske utfordringene som er direkte knyttet til konseptet passivhus skal finne gode og trygge løsninger dersom næringen, myndighetene og forsknings- og undervisningssektoren bestemmer seg for at dette er noe vi sammen skal få til².

En energirevolusjon i norsk bygningsmasse er imidlertid også helt avhengig av et marked som etterspør energiriktige bygg. Løsningene må være lønnsomme, også for småhusbyggerne. Dette stiller store krav til endringsvilje både i byggenæringen, hos myndighetene, og hos deg og meg. Trygge standardløsninger og solid kunnskap blir uansett en viktig nøkkel, kanskje spesielt for næringens mange små aktører.

² Holøs, S., Time, B. og Lisø, K.R.: *Innemiljø i passivhus og andre hus – vet vi nok?*, artikkel i Byggeindustrien nr. 2/2011

Linda Hägerhed Engman PhD
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Carl-Gustaf Bornehag PhD, Professor
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Karlstads universitet

Sammenheng mellom inneklime og astma

-resultat fra nordisk undersøkelse

Samband mellan innemiljö och astma – resultat från Bostad-Barn-Hälsa studien (DBH)

Bakgrund

En mängd olika studier har visat att det finns en koppling mellan fuktskador i byggnader och ohälsa t.ex. astmatiska och allergiska besvär (1-4). De flesta undersökningar som har gjorts inom området världen över har varit enkätstudier, men även studier där oberoende data har insamlats för hälsa och inomhusmiljö har genomförts. Få incidensstudier har utförts, dvs där man studerar möjliga riskfaktorer i bostadsmiljön *före* insjuknande. Fortfarande vet man inte exakt vilket eller vilka ämnen i luften eller på partiklar i inomhusmiljön som kan vara kopplade till hälsobesvär, men både biologiska och kemiska ämnen är misstänkta. Nya resultat pekar starkt på att olika typer av kemiska exponeringar t.ex. olika hormonstörande ämnen i normala inomhusmiljöer kan spela större roll för utveckling av t.ex. astma och allergi hos barn än man tidigare har trott.

Astma och allergi är de vanligaste kroniska sjukdomarna hos barn i Sverige och enligt den svenska Socialstyrelsens rapport har ungefär vart fjärde barn mellan 4 och 12 år astmatiska eller allergiska symptom och ca 5 % har astma diagnostiserad av läkare (5). Bland de yngre barnen är förkylningsutlöst astma, eksem och allergiska reaktioner av olika födoämnen vanligast medan allergisk snuva, astma och kontakteksem är vanligare hos de äldre barnen.

Sedan mitten av förra seklet har en kraftig ökning, framförallt hos barn, skett av astma och allergi. Även om man vet att arvsfaktorn är den enskilt största riskfaktorn för astma och allergi, är ökningen alltför snabb för att kunna förklaras enbart av detta. Man kan heller inte förklara ökningen av astma och allergi med förändrad allergenexponering av t ex pollen, pälsdjur, kvalster eller gräs. Den moderna människan har med andra ord blivit mer känslig för sådana ämnen som har varit en naturlig del av vår miljö under tusentals år! Således är miljöfaktorer inklusive livsstilsfrågor inblandade.

DBH-studien

Bostad-Barn-Hälsa studien (DBH-studien / Dampness in Buildings and Health) startade år 2000 i Sverige, Värmland, med en enkätundersökning till 14 077 barn mellan 1 och 5 år där 10,851 svar inkom vilket motsvarar en svarsfrekvens på 79%. Huvudsyftet var att undersöka vilka exponeringar i bostadsmiljön som kunde associeras till allergisk sjukdom hos barn och initialt var fokus inställt på fuktrelaterade skador och ohälsa.

Enkätundersökningen var DBH-studiens första steg (DBH-1). I det andra steget (DBH-2) genomfördes en fall-kontroll undersökning (nested case-control study) av 198 barn med allergiska besvär och 202 friska kontroller. Dessa 400 barn undersöktes av läkare och ett antal olika prover togs. Ett team från SP genomförde flera typer av exponeringsmätningar i barnens bostäder samt en enklare icke-förstörande besiktning. Studiens tredje steg (DBH-3) var en uppföljande enkätundersökning fem år efter den första enkätstudien år 2000. Med hjälp av dessa data har vi kunnat studera incidens dvs insjuknande av allergisk sjukdom under 5-årsintervallet och vi har kunnat studera olika faktorer som skulle kunna vara associerade med incidens av astma och allergi. I den uppföljande enkätstudien i DBH-3 innefattades förutom astma och allergi även andra kroniska sjukdomar såsom neuropsykiatriska tillstånd (autism), övervikt/fetma, diabetes, dvs kroniska tillstånd som har ökat under senare decennier. I mars 2010 genomfördes DBH-4, en tioårsuppföljning som innefattade alla barn i Värmland i åldern 11-15 år, (n=15 043), med en

svarsfrekvens på 54 %. I det aktuella datamaterialet kan vi nu följa barn under tio år, från barndom upp i tonåren.



Fig 1: Design av DBH-studien

Bakgrunden till studien var de kunskapssammanställningar som genomfördes på uppdrag av svenska Folkhälsoinstitutet i slutet av 90-talet, de s.k., NORD och EURO-arbetena. Syftet med dessa arbeten var att gå igenom den samlade vetenskapliga litteraturen och sammanfatta kunskapsläget rörande hälsorisker inomhus, främst med avseende på astma och allergiska besvär. Två arbeten (NORDDAMP och EUROEXPO) behandlade fuktrelaterade problem i byggnader och risken för olika hälsobesvär (1, 4). En slutsats var att olika typer av indikationer på fuktproblem såsom dålig lukt inomhus, golvmattor som lossnar, missfärgningar, kondens på fönsterrutor med mera, ökar risken för hälsoeffekter och då framförallt luftvägsbesvär. En annan slutsats var att även om vi ansåg oss ha stöd för att fuktproblem inomhus ökar risken för hälsobesvär så vet vi inte vad det är i damm eller luft som är orsaken. Kvalster kräver viss fuktighet men denna exponering kan inte ensamt förklara sambanden. Mikrobiologiska exponeringar såsom mögel eller bakterier finns också på listan över möjliga orsaker men vi har inte tillräcklig vetenskaplig evidens för att detta är problemet. Slutligen finns kemiska exponeringar som skulle kunna ge hälsobesvär men även här är litteraturen inkonklusiv.

Med dessa kunskapssammanställningar och fyra andra NORD- och EURO-arbeten som grund startade DBH-studien år 2000. Utgångspunkten var således att fuktrelaterade problem inomhus är en risk för ohälsa men vi vet inte varför.

Ett urval resultat från DBH-studien

DBH-studien ligger till grund för omkring 40 vetenskapligt publicerade artiklar och åtta doktorsavhandlingar varav fyra ännu inte är avslutade. Studien finns också beskriven på www.dbhstudien.se där mer information och referenslista finns. Studier med samma DBH-design avseende enkäter, provtagningar etc utförs eller har utförts i 7 olika länder; Bulgarien, Singapore, Kina, Taiwan, Grönland, Danmark och USA. Ur dessa studier förväntas både generella riskfaktorer i bostadsmiljön kunna identifieras liksom lokala eller regionala faktorer såsom t.ex. klimat, och levnadsvanor.

Ventilation

Ventilationsmätningarna i de 390 bostäderna (DBH-steg 2) visade att cirka 80 % av småhusen och 60 % av lägenheterna i flerbostadshusen hade sämre ventilation än vad som krävs i de svenska byggreglerna, dvs lägre än 0,5 oms/h. För småhus fann vi att ventilationen var signifikant lägre i de hus i vilka barnen med astma och allergi bodde (fall) jämfört med de hus i vilka de friska barnen bodde (kontroller) (6). För bostäderna i flerbostadshusen kunde inte en sådan skillnad noteras. Troligen beror detta på att ventilationen generellt var bättre i flerbostadshusen än i småhusen.

Lukt, tecken på fukt, fukt- och mögelrelaterade ämnen på damm

I studien av de 400 barnen (DBH-steg 2) visade det sig att i de hus där inspektören hade känt en mögellukt eller unken lukt invid golvvinkeln, bodde det oftare ett barn med läkardiagnostiserad astma eller allergi (7). Ju starkare lukt, desto starkare var sambandet med astma, hösnuva och eksem. Vidare visade undersökningarna att dålig ventilation i kombination med lukt vid golvvinkeln innebar ytterligare risk. Lukt i golvvinkeln (bostadsrum) var vanligare i småhus än i

flerbostadshus, i hus med dålig ventilation, i hus med frånluftsventilation samt i hus utan källare. Småhus med betongplatta på mark hade i högre utsträckning ”tydlig” mögellukt, medan småhus med kryppgrund oftare hade ”svag” mögellukt. Vidare var det vanligare med mögellukt i hus byggda under 1960- och 1970-talet. Mögellukt eller unken i golvvinkel kan vara ett tecken på en dold fuktskada inuti konstruktionen. I utredningar av fuktskadade byggnader används ofta luktsinnet hos skadeutredaren i arbetet med att lokalisera och bedöma eventuella fukt- och mögelskador tillsammans med en okulärkontroll, fuktmätningar/fuktindikeringar och erfarenhet av olika riskkonstruktioner.

Vi fann däremot inget samband mellan synliga fuktfläckar som inspektören noterat på invändiga ytor (vägg och tak) och ohälsa, vilket egentligen inte var överraskande. Den typen av fuktfläckar som noterades behöver inte nödvändigtvis vara tecken på reell skada. Ibland kan fuktfläckar eller missfärgningar tillkomma genom en ytlig uppfuktning och snabb uttorkning och syns bara som en missfärgning av tapeten, men ibland kan det dölja sig en allvarlig skada bakom en sådan fläck. Vi gjorde av flera skäl ingen förstörande provtagning i studien, och kunde därför inte undersöka huruvida fläcken dolde en riktig skada eller inte. Detta ska man vara medveten om när det gäller resultaten från DBH-studien om de samband och icke-samband vi identifierat från datamaterialet. Av erfarenhet från skadeutredningar, där man mer eller mindre öppnar upp konstruktionen för provtagning, mätning och undersökning, vet man att fuktskador sällan syns direkt på invändiga ytor i svenska byggnader. I t.ex. subtropiska områden kan flera kvadratmeter av inneväggarna vara täckta med synlig mögelpåväxt, vilket ju sällan är fallet i våra nordiska byggnader.

Från enkätstudien (DBH-steg 1) har vi publicerat samband mellan olika tecken på fuktskador och astmatiska och allergiska besvär hos barnen (8). Dessa resultat visade en upp till tre gånger så stor risk för symptom i bostäder där föräldrarna hade rapporterat t.ex. fuktfläckar, mögellukt, vattenskada etc. (AOR 1,23-2,95). I enkätstudier där samma person både rapporterar om exponering (tex fuktskador) och effekt (hälsa), finns det en risk för rapporteringsfel (bias) eftersom samband mellan fukt- och mögelskada och ohälsa är välkänt i samhället. Det finns en risk att föräldrar till barn med astma eller allergi överrapporterar fuktindikationer, och vice versa. I enkätstudien (DBH-I) fann vi tydliga samband mellan fuktfläckar och ohälsa, medan fuktfläckar identifierade av inspektören i DBH-II inte var associerade med astma eller allergi (7). Det var låg överensstämmelse mellan föräldrarnas rapportering om fuktindikationer och lukt och inspektörens noteringar vid besöket (9). I DBH-III, dvs enkätuppföljningen 5 år efter den första enkäten, visade det sig att föräldrarapporterad fukt (synliga fuktfläckar, ”golvfukt”) vid enkäten år 2000 inte associerade med att barnet hade utvecklat läkardiagnostiserad astma under de följande 5 åren (10). Preliminära resultat från 10-årsuppföljningen visar på samma resultat. Däremot visade resultaten att föräldrarapporterad mögellukt från den första enkäten år 2000 signifikant ökade risken för att barnet hade fått astma vid den uppföljande enkäten (10). Detta skulle kunna betyda att indikatorn ”lukt” är en mer hälsorelevant riskfaktor jämfört med t.ex. synliga fuktfläckar, vilket stämmer överens med erfarenheten från otaliga fuktskadeutredningar. Lukt skulle t.ex. kunna vara ett tecken på skada inuti byggnadskonstruktionen, vilket fyndet om sambandet mellan mögellukt i golvvinkeln från DBH-II och astma/allergi visade.

Hemma hos de 400 barnen i DBH-II togs en mängd olika damm- och luftprover för analys av mikrobiella agens såsom sporer (luft och damm), glukaner, ergosterol, endotoxiner och mVOC. Vi kan konstatera att fynd relaterade till mikrobiologisk exponering inomhus är mycket begränsade i DBH- studien - t ex vad avser mögelsporer i damm och luft, mVOC, glukaner, ergosterol, mm. Vi fann mycket litet stöd för ett samband mellan mikrobiologisk exponering inomhus och fuktindikationer rapporterade av föräldrarna eller observerade av inspektörerna. Det fanns t ex inget samband mellan lukt i golvvinkeln – som visade sig samvariera med hälsobesvär och mikrobiologisk exponering inomhus. Det finns heller inga övertygande fynd som visade att sporförekomsten inomhus kan kopplas till astma och allergi hos barnen (11). Att vi inte kunde se några sådana samband i studien skulle kunna bero på att vi använt en felaktig metod för att samla in eller analysera dessa damm- och luftprover. En annan tolkning kan vara att den här typen av provtagning inte relevant då fukt- och mögelproblem i nordiska byggnader ofta inte är synliga förrän man öppnar upp byggnadskonstruktionen och därför inte alltid ger utslag i t.ex. en

sporprovtagning eller mVOC-mätning i rumsluften. Situationen kanske är annorlunda i andra delar av världen där synliga problem inomhus är mycket mer frekventa.

Kemikalier i bostadsmiljö och astma/allergi – ftalater och glukoletrar

I DBH-II togs även luft- och dammprover för kemisk analys. Dammprov som insamlades från ytor ovan golv i barnets sovrum analyserades bland annat för innehåll av olika ftalatestrar – dvs mjukgörämnena som bland annat används i mjukgjorda PVC-mattor och en rad andra konsumentprodukter. Resultaten visade på högre koncentration av butyl benzyl ftalat (BBzP) i dammproverna hos barn med allergi och eksem medan di (2-etylhexyl) ftalat (DEHP) samvarierade med luftvägsbesvär såsom astma (12). Koncentration av ftalater i damm var högre i de bostäder som hade fler rum med PVC-golv, men ftalater identifierades i alla prov – även hos de familjer som inte hade PVC-golv, vilket visar att det finns fler källor i våra bostäder (13). Den Bulgariska DBH-studien (ALLHOME) visade också på samband mellan ftalater i damm och astma/allergi och kunde dessutom koppla en del av ftalatexponeringen till användandet av möbelpolish (14). I SELMA-studien (se nedan) kommer bland annat konsumentprodukternas betydelse för ftalatexponering att undersökas närmare. Vidare visar Malin Larsson i sin avhandling från 2010 att incidens av astma var associerat till PVC-golv i barnets eller föräldrarnas sovrum under småbarnstiden (15).

De senaste publikationerna från DBH-studien rör identifierade samband mellan ohälsa och glykoletrar. Högre koncentration av glykoletrar och propylenglykoletrar (PGE) hittades i luftproverna hos barn med astma/allergi (16-17). Det visade sig också att en högre halt av PGE:s i inomhusluften var kopplad till att barnen hade antikroppar (IgE) mot vanliga allergen som hund, katt och pollen. PGE:s är en grupp flyktiga organiska ämnen som finns i bland annat vattenbaserade inomhusfärger och rengöringsmedel.

Sammanfattningsvis har DBH-studien gett visst stöd för att fuktrelaterade problem inomhus ökar risken för luftvägsbesvär hos barn. Men vi har funnit begränsat stöd, med de mätmetoder fanns tillgängliga vid genomförandet, för att hälsobesvärerna beror på mögelrelaterad exponering. Studien har visat att kemiska föroreningar i damm och luft inomhus var starkt associerade till astma och allergi. PVC-mattor visade sig samvariera med astma både i tvärsnittsdata och i longitudinella undersökningar samt vara en viktig källa för ftalater (mjukgörare) i inomhusdamm. Slutligen fann vi ett dos-respons samband mellan koncentrationen av ftalater i inomhusdamm och astma ett fynd som bekräftades i DBH-studien i Bulgarien.

Hur går vi vidare? – Selmastudien!

Selmastudien är en födelsekohortstudie som pågår i Värmland, Sverige. Det övergripande syftet med studien är att undersöka betydelsen av olika miljöexponeringar (framförallt kemisk exponering) och livsstilsfaktorer under graviditet och första tiden i livet för utveckling av kronisk sjukdom hos barn, t ex astma och allergi hos barn.

Ca 2500 gravida kvinnor deltar i studien och har följts från graviditet över förlossning. Därefter kommer även barnet att följas upp i skollådern. Olika typer av miljöexponeringar och livsstilar kartläggs under den tidiga delen av livet med hjälp av medicinska undersökningar, provtagningar, enkäter och miljömätningar. Barnen och deras familjer kommer sedan att följas tills jämförelser kan göras mellan friska och sjuka barn. Prover fryses ner i biobank. Analyser har påbörjats, men ännu har man inte publicerat resultat.

Selma-studien är ett samarbete mellan ett tjugotal internationella institutioner såsom: Landstinget i Värmland (LiV); Karlstads universitet (Kau); SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut; Lunds universitet, arbets och miljömedicin; Göteborgs universitet, arbets- och miljömedicin; International Center for Indoor Environment and Energy, Technical University of Denmark; Rigshospitalet, Copenhagen, Denmark; Aarhus University, Denmark; Norwegian Institute for Air Research, Norway; Harvard School of Public Health, Boston, USA; University of Medicine and Dentistry of New Jersey, USA; Center for Disease Control and Prevention (CDC), USA; University of Rochester, USA.

DBH-studien genomfördes i Sverige i samarbete med SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Karlstads universitet, Landstinget i Värmland, Sahlgrenska universitetssjukhuset, Linköpings universitetssjukhus, Linköpings universitet, Stockholms universitet, Lunds universitet, Danmarks tekniska universitet DK, Århus universitet DK, Vejle County hospital DK, Teknologiskt institut DK, Arbetsmiljöinstitutet DK, Folkehelse N, Mycoteam, N, Nilu N, Harvard school of public health USA, University of Iowa USA. Svenska finansörer är bla Formas, Astma- och allergiförbundets

Referenser

www.selmastudien.se, www.dbhstudien.se

1. Bornehag C, Blomquist G, Gyntelberg F, Järholm B, Malmberg P, Nordvall L, et al. Dampness in buildings and health. Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to "dampness" in buildings and health effects (NORDDAMP). *Indoor Air*. 2001 Jun;11(2):72-86.
2. World Health Organization. International Statistical Classification of Diseases (ICD-10). Geneva, Switzerland: WHO1993.
3. Institute of Medicine. Washington DC.: The National Academy Press; 2004.
4. Bornehag C, Sundell J, Bonini S, Custovic A, Malmberg P, Skerfving S, et al. 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 Aug;14(4):243-57.
5. Sweden's environmental objectives: for the sake of our children: A progress report from the Swedish Environmental Objectives Council de Facto 2005. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency2005.
6. Bornehag CG, Sundell J, Hägerhed L, editors. Ventilation rate in 400 homes and its impact on asthma and allergy among children in Sweden, A case control study. *Cold Climate HVAC* 2003; Trondheim, Norway.
7. Hagerhed-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.
8. Bornehag CG, Sundell J, Hägerhed-Engman L, Sigsgaard T, Janson S, Aberg N. 'Dampness' at home and its association with airway, nose, and skin symptoms among 10,851 preschool children in Sweden: a cross-sectional study. *Indoor Air*. 2005;15 Suppl 10:48-55.
9. Engman LH, Bornehag CG, Sundell J. How valid are parents' questionnaire responses regarding building characteristics, mouldy odour, and signs of moisture problems in Swedish homes? *Scand J Public Health*. 2007;35(2):125-32.
10. Larsson M, Hägerhed-Engman L, Moniruzzaman S, Janson S, Sundell J, Bornehag CG. Can we trust cross-sectional studies when studying the risk of moisture related problems indoor for asthma in children? (in press). 2011.
11. Holme J, Hagerhed-Engman L, Mattsson J, Sundell J, Bornehag CG. Culturable mold in indoor air and its association with moisture-related problems and asthma and allergy among Swedish children. *Indoor Air*. 2010 Aug;20(4):329-40.
12. Bornehag CG, Sundell J, Weschler CJ, Sigsgaard T, Lundgren B, Hasselgren M, et al. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environ Health Perspect*. 2004 Oct;112(14):1393-7.
13. Bornehag CG, Lundgren B, Weschler CJ, Sigsgaard T, Hagerhed-Engman L, Sundell J. Phthalates in indoor dust and their association with building characteristics. *Environ Health Perspect*. 2005 Oct;113(10):1399-404.
14. Kolarik B, Naydenov K, Larsson M, Bornehag CG, Sundell J. The association between phthalates in dust and allergic diseases among Bulgarian children. *Environ Health Perspect*. 2008 Jan;116(1):98-103.
15. Larsson M, Hagerhed-Engman L, Kolarik B, James P, Lundin F, Janson S, et al. PVC--as flooring material--and its association with incident asthma in a Swedish child cohort study. *Indoor Air*. 2010 Dec;20(6):494-501.
16. Choi H, Schmidbauer N, Spengler J, Bornehag CG. Sources of propylene glycol and glycol ethers in air at home. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Dec;7(12):4213-37.
17. Choi H, Schmidbauer N, Sundell J, Hasselgren M, Spengler J, Bornehag CG. Common household chemicals and the allergy risks in pre-school age children. *PLoS One*. 2010;5(10):e13423.



Jonas Holme
SINTEF Byggforsk
e-post: jonas.holme@sintef.no

Fukt, mugg og helse. Overraskende funn i ny studie

Fukt – muggsopp – helse

Nasjonalt fuktseminar 7. april 2011

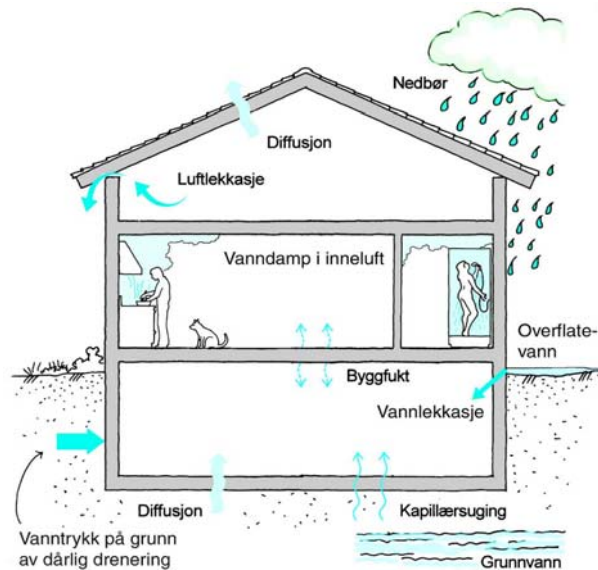
Jonas Holme

Bakgrunn

- Mange studier rapporterer om en sammenheng mellom fuktproblemer i bygninger og en økt risiko for negative helseeffekter
- Begrenset kunnskap om hvilke agens i innelufta eller støvet som forårsaker de rapporterte helseeffektene
- Både kjemiske og biologiske forurensninger i tillegg til husstøvmidd er foreslått som mulig eksponering
- Flere studier har vist en sammenheng mellom muggsoppssporekonsentrasjoner og synlig fukt- og muggskade

Fuktskader

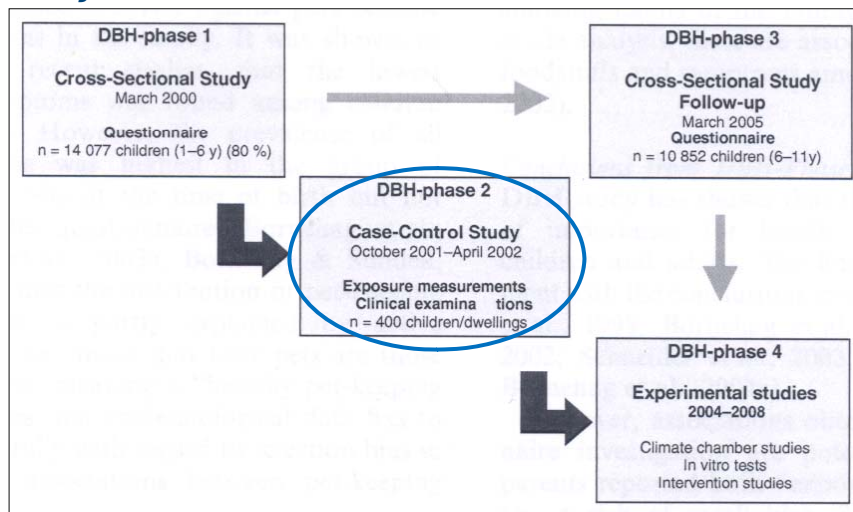
- **Vanndamptransport**
 - diffusjon
 - luftkonveksjon, luftlekkasjer
- **Transport av vann i væskefase**
 - kapillærsuging
 - vanntrykk
 - gravitasjon
 - vindtrykk



Bakgrunn

- Ulike faktorer innendørs kan **forverre** allergiske sykdommer som eksisterende astma og allergisk overfølsomhet.
- Damp Indoor Space and Health (Institute of medicine 2004)
 - Gjennomgang av vitenskaplig litteratur hvor formålet var å se på sammenhenger mellom fukt og muggsoppeksposering og ulike grader av helsetilstand
 - Rapporten fant tilstrekkelig bevis for en sammenheng mellom eksponering fra muggsopp og utvikling av symptomer i øvre luftveier og astmatiske symptomer hos allerede overfølsomme personer
 - Rapporten fant ingen bevis for en sammenheng mellom eksponering for muggsopp og begynnende utvikling av astma og liknende symptomer hos ellers friske barn

Design



Hensikt med undersøkelsen

- Evaluere muggsoppsporekonsentrasjonen i inneluften i de 390 boligene i Damp Building and Health (DBH) studien
- Undersøke sammenhenger mellom muggsoppspore eksponering innendørs og
 - (1) Ulike nivåer av mugglukt innendørs (observert av profesjonelle inspektører og rapportert av foreldre)
 - (2) Synlige tegn til fuktskade i hjemmene til barna (observerte og rapporterte)
 - (3) Astma og allergi hos barna

Utvelgelseskriterier for case og kontroller

- *Baseline spørreundersøkelse*
To symptomer på tungpustethet siste 12 måneder uten en forkjølelse
Rhinitis i løpet av siste 12 måneder uten en forkjølelse
Eksem siste 12 måneder
- *Oppfølgende spørreundersøkelse (18 måneder senere)*
Rapport minst to av tre mulige symptomer
- *Kontrollerer ingen symptomer i baseline og oppfølgende spørreundersøkelse*

For begge gruppene skulle ikke ha:

- Ombygget boligen på grunn av fuktproblemer
- Byttet bolig siden første spørreundersøkelse

Prøvetaking av inneluften og mikrobiologiske analyser

- 390 bygninger
- Kjøkken, stue og barnerom
- Referanseprøve i uteluft
- Microbio 2 (MB2, Pærret inkl. mva.)
- Levedyktig luftbårne sporer
- MEA (2% maltekstrakt agar) og DG18 (Dichloran glyserol 18% agar)
- Prøvetakingsvolum 100 liter
- Dyrking ved 22 ° C i 5-7 dager
- Mikroskopisk analyser på 400x og 1000x forstørrelse
- cfu/m³
- LDL 25 cfu/m³, UL 5300 cfu/m³

Indikasjoner på fukt og muggproblemer i hjemmene

- Muggindeks (muggsoppspore analyser)
- Rapporterte fuktproblemer fra foreldre (spørreskjema i DBH fase I)
- Inspeksjon av bygninger (observasjoner av profesjonelle inspektører)

Muggindeks

0 = Ingen tegn til noen unaturlig forekomst av muggsopp-spore sammenlignet med utendørs	Ingen muggsopp
1 = Begrensede tegn til unaturlig forekomst av muggsopp-spore sammenlignet med utendørs	
2 = Moderate tegn til unaturlig forekomst av muggsopp-spore sammenlignet med utendørs	Muggsopp
3 = Klare tegn til unaturlig forekomst av muggsopp-spore	

Inspeksjon av bygningene

- *Mugglukt:* Førsteintrykk av mugglukt når en kommer inn i hjemmet, eller mugglukt i minst ett rom
- *Mugglukt langs gulvlisten i minst ett rom:* Inspektørene satt bøyd på sine knær for å kunne lukte i nærheten av gulvlisten på minst ett sted i hvert rom
- *Misfarging pga fukt i minst ett rom:* Synlig flekker av mugg, flekker av fuktighet eller misfargede flekker på vegger eller tak
- *Fuktproblem i forbindelse med gulv i minst ett rom:* Sorte områder på parkett eller boblende, løse gulvbelegg (PVC, linoleum, etc.)

Fuktproblemer rapportert av foreldre

- *Synlig fukt:* Synlig mugg eller fuktig / misfargede flekker i taket, vegger eller gulv i børnerommet eller foreldrenes soverom.
- *Gulv fukt:* Misfarget eller sort parkett, eller boblende, løs eller misfargede vinyl eller linoleum gulvbelegg på børnerommet, foreldrenes soverom eller andre rom.
- *Mugg lukt:* Mugg lukt eller "kjellerlukt" - i boligen av og til eller ofte (hver uke) i løpet av de siste tre månedene.
- *Kondens på vinduer:* Mer enn 5 cm kondens på innsiden av vindusruten vinterstid i barnets og / eller foreldrenes soverom

Statistiske analyser

- Analyser av assosiasjoner mellom konsentrasjoner av sporer i luften og helseeffekter (astma, rhinitt eller eksem) eller egenskaper ved bygget ble utført ved hjelp av parametriske tester (Mann-Whitney U-test)
- Log-transformerte spore konsentrasjoner ble testet med parametriske tester (Studenten t-test). Alle analyser ble gjort for barnerommet
- Analyse av mulige assosiasjoner mellom boliger med eller uten mugg (muggindeks), og ulike helseeffekter (astma, rhinitt eller eksem) eller egenskaper ved bygget ble utført ved hjelp av Pearson chi-kvadrat test. Analysene ble vurdert statistisk signifikante når $p < 0,05$

Muggsoppssporekonsentrasjoner i luften (cfu/m³) til barns soverom med ulik grad av mugglukt i huset observert av profesjonelle inspektører.

		N	Min	10 %	Median	90 %	Max
Aspergillus	no remarks	33	25	25	45	133	1632
	mild	17	25	25	45	398	678
	Severe	12	25	25	35	229	259
Cladosporium	no remarks	113	25	25	56	184	5300
	mild	41	25	25	45	193	907
	Severe	25	25	25	35	150	5281
Penicillium	no remarks	122	25	25	45	222	1047
	mild	50	25	25	56	210	1632
	Severe	28	25	25	50	586	818
CFU Total	no remarks	197	25	25	91	312	>5300
	mild	73	25	25	96	374	1903
	Severe	51	25	25	91	438	>5300

Muggsoppsporekonsentrasjoner i luften (cfu/m³) til barnas soverom med ulik grad av fuktmerker/misfarging observert av profesjonelle inspektører

		N	Min	10 %	Median	90 %	Max
Aspergillus	no remarks	49	25	25	45	160	1632
	mild	11	25	25	45	97	107
	Severe	2	76	76	377	.	678
Cladosporium	no remarks	134	25	25	56	193	5300
	mild	37	25	25	35	158	907
	Severe	8	25	25	35	.	150
Penicillium	no remarks	144	25	25	56	220	1632
	mild	48	25	25	45	257	1031
	Severe	8	25	25	71	.	107
CFU Total	no remarks	241	25	25	95	336	>5300
	mild	68	25	25	86	459	1359
	Severe	12	25	28	101	621	786

Assosiasjon mellom inspektørenes observasjon av fuktrelaterte problemer innendørs og muggsoppindeksen for husene

	Grade of severity	N (%)	No mould (N=303)	Mould (N=77)	P value*
Moldy odour	No remarks	232 (61.1)	63.0	53.2	0.112
	Mild	86 (22.6)	21.8	26.0	
	Severe	62 (16.3)	15.2	20.3	
Moldy odour along the skirting board	No remarks	200 (52.6)	54.5	45.5	0.273
	Mild	120 (31.6)	30.0	37.7	
	Severe	60 (15.8)	15.5	16.9	
Discoloured "damp" stains	No remarks	287 (75.5)	75.6	75.3	0.978
	Mild	78 (20.5)	20.5	20.8	
	Severe	15 (3.9)	4.0	3.9	
Floor Dampness	No remarks	351 (92.4)	92.7	90.9	0.352
	Mild	25 (6.6)	6.6	6.5	
	Severe	4 (1.1)	0.7	2.6	

Assosiasjoner mellom muggsoppspore-konsentrasjoner i barnas soverom og doktordiagnostisert status

		N	Min	10 %	Median	90 %	Max	P value*
Aspergillus	Controls	38	25	25	40	328	1632	0,659
	Cases	25	25	25	45	200	1162	
Cladosporium	Controls	94	25	25	45	160	5281	0,386
	Cases	93	25	25	56	184	5300	
Penicillium	Controls	112	25	25	45	215	1632	0,2
	Cases	91	25	25	56	230	818	
CFU total	Controls	172	25	28	91	398	>5300	0,761
	Cases	158	25	25	96	321	>5300	

* Mann Whitney test

Assosiasjon mellom case status for barna og muggsopp-indeksen for boligen

	No mould		Mould		P value*
	N	%	N	%	
Controls	160	80.0	40	20.0	0.531
Asthma	87	77.0	26	23.0	
Rhinitis	75	79.8	19	20.2	
Eczema	94	75.8	30	24.2	
Doctor diagnosed status	151	79.9	38	20.1	

* Pearson chi square

Hovedfunn

- Det var ingen signifikant forskjell i sporekonsentrasjon mellom de observerte kategoriene av mugglukt og tegn til synlig fukt i boligene eller rapporterte tegn til mugg eller mugglukt.
- Med bruk av semikvantitativ metode (muggindeks) for å skille mellom boliger som var mugginfiserte eller ikke, var det ingen signifikant forskjell i prosentandel mellom de observerte indeksene for mugglukt eller synlige tegn til fukt, verken observert eller rapportert.
- Det var ingen signifikante forskjeller i sporekonsentrasjon hvor casene hadde høyere verdier enn kontrollene.
- Ved bruk av semikvantitativ metode for å skille mellom om huset var mugginfisert eller ikke, var det heller ikke signifikante forskjeller i prosentandeler mellom case og kontroller.
- Studien kunne ikke finne assosiasjoner mellom sporekonsentrasjonene i inneluft og tegn til fukt og mugglukt rapportert av foreldrene eller observert av profesjonelle inspektører.
- Det var ingen assosiasjon mellom sporekonsentrasjon og astma/allergi blant barna.

Diskusjon

- Det finnes studier som både underbygger og motstrider funnene i denne studien i forhold til assosiasjoner mellom indikasjoner til fuktproblem og muggvekst i bygningen. Dette betyr at det er alt for usikkert å stole på muggsoppsporemålinger i inneluften alene i forhold til å fastslå om bygningen har et fuktproblem eller ikke.
- Vanskelig å sammenligne resultater fra målinger av sporekonsentrasjoner mellom forskjellige studier
 - Innsamling og analysemetode
 - Tid på året
 - Geografi
 - Klima- og leveforhold

Diskusjon

- Andre sammenlignbare studier finner heller ingen assosiasjon mellom sporekonsentrasjon og helseeffekter hos barn.
- Studier fra Singapore viser sammenheng mellom eksponering for sporer og astma og allergiske symptomer hos barn
- Eksponeringsnivået for muggsoppспорer i yrkesbygg kan ikke forklare arbeidstakeres "syke hus syndrom" plager
- Flere store "oversikts" artikler konkluderer med at det er begrenset med bevis som støtter opp under hypotesen om at høye konsentrasjoner av sporer, antigener, metabolitter fra sopp er assosiert med en økt risiko for å utvikle astma. Det er imidlertid bevist at slik eksponering kan utløse astmasymptomer hos allerede overfølsomme personer
- Innsamlings og analysemetoder av muggsoppспорer i luften er ikke standardisert og definitive
- Luftprøver er en av de mest vanlige metodene til å vurdere mengde sopp i innemiljøet
- Luftprøver anses som relevant i forhold til å vurdere eksponering for helseeffekter i luftveier
 - Prøvetakingstiden i denne studien var kort (1 min)

Diskusjon

- Dyrknings baserte analysemetoder gir mulighet til å identifisere kolonier ned til artsnivå, og det finnes et stort referansemateriale i forhold til å kunne identifisere koloniene
- Ulemper med metoden
 - Kan overse arter som ikke lær seg dyrke fram så lett
 - Underrepresentere arter som vokser sakte
 - Døde celler, celle fragmenter og mikrobielle komponenter blir ikke detektert, selv om slike også kan ha toksiske og/eller allergene egenskaper

Konklusjoner

- Basert på disse funnene er det ingen grunn til en-gangs prøvetaking av mugg (CFU) i inneluft i boliger for å finne risikofaktorer for astma/allergi hos barn som bor i Skandinaviske land.
- Resultatene kan indikere at det kan være andre agens enn muggsporer som er årsak til helseeffekter i fuktige bygninger.

Johan Mattsson
Mycoteam as
e-post: joan@mycoteam.no

Måling av viktige inneklimaparametere

Hvordan vurderer man målinger og meninger?

Hva karakteriserer et inneklima?

Ved karakterisering av et inneklima, enten det er i boliger, kontorer, skoler, barnehager eller andre lokaler der personer oppholder seg, er det en rekke fysiske faktorer som må klarlegges. Dette er en forutsetning for at man skal kunne avklare både hva som er en normal situasjon, hva som er et avvik og hvor stort dette avviket eventuelt er.

For en vurdering av inneklimaet er det en åpenbar forutsetning at det finnes objektive kriterier for hvordan man vurderer både måleverdier av fysiske parametere og laboratorieanalyser. I løpet av 2010 gjennomførte Mycoteam AS i samarbeid med Norges astma- og allergiforbund et arbeid for å lage en foreløpig liste over sentrale inneklima-parametere og hvordan disse på en objektiv måte skal kunne vurderes ved en analyse-situasjon. Resultatet ble et kriteriedokument som gir praktisk og faglig oppdatert informasjon til dem som arbeider med inneklimavurderinger. Dette øker sjansen for at man får en felles, objektiv plattform der man kan vurdere ulike måleresultat på en ensartet måte. Det er først med en forståelse av hvilke unormale verdier som forekommer at man aktivt kan bruke måleverdier til å avklare hvilke utbedringstiltak som må eller bør gjennomføres. I tillegg kan man også objektivt se om utførte tiltak har hatt en ønsket effekt ved å måle før og etter tiltaket ble utført.

Vi gikk igjennom nyere nasjonal og internasjonal litteratur på området som omhandler grenseverdier og anbefalinger. Disse er ofte basert på helsemessige vurderinger, for eksempel normer for inneklima som Nasjonalt folkehelseinstitutt laget i 1998, der helseaspektet er sentralt - med unntak for VOC og CO₂. Problemet er at det i flere internasjonale anbefalinger er vanskelig å finne ut om det er praktiske erfaringer eller helsemessige aspekter som er grunnlaget for de anbefalte verdiene.

Vi har i tillegg gått igjennom og vurdert våre egne erfaringer gjennom 25 år med omfattende prøvetaking og analysearbeid ved undersøkelser av inneklima i ulike typer bygninger. Våre erfaringer og anbefalinger har generelt et hovedfokus på å avklare om det er en unormal situasjon med tanke på belastning av inneklimaet i bygninger og ikke en direkte kobling til helsemessige effekter. Vi er klar over at en erfaringsbasert unormal situasjon ikke behøver å medføre helserisiko samtidig som personer kan reagere selv ved normalforhold. Kriteriedokumentet ble etter sammenstilling sendt ut på en høringsrunde til sentrale aktører innen inneklimaarbeid. Med grunnlag i de tilbakemeldningene som vi fikk der, har vi laget et oppdatert dokument. Dette dokumentet beskriver "state of the art" pr. 2011. Med videre kunnskap, erfaring og innspill i tiden fremover, regner vi med at det kan skje endringer.

Valget av parametrene er en kombinasjon av at de er kjent for å kunne ha en innvirkning på inneklimaet, og fordi de er praktisk mulige å måle med relativt raske og enkle måle-apparater. Enkelte av måleparameterne har allerede utarbeidede grenseverdier, men noen av dem avviker fra våre erfaringer av hva som viser en unormal situasjon (for eksempel antall isolasjonsfibre i luft). Ved slike avvik er dette oppgitt i dette dokumentet. For de andre måleparametre er det nå foreslått grenseverdier/anbefalinger slik at vurderinger og sammenligninger lettere kan gjøres.

Kriteriedokumentet kan lastes ned fra www.mycoteam.no, og eventuelle kommentarer eller innspill kan sendes til johan@mycoteam.no

Hvilke faktorer er viktige og hvorfor?

Elleve av de mest sentrale måleparametere av inneklima som vi mener at det er relevant å klarlegge ved inneklimaundersøkelser er følgende:

- Fukt og fuktskader
- Muggsopp
- Svevestøv
- Deponert støv (= renhold)
- CO₂ (= ventilasjon)
- Temperatur
- Relativ luftfuktighet
- Lys
- Lyd
- Radon
- Lukt/flyktige stoffer

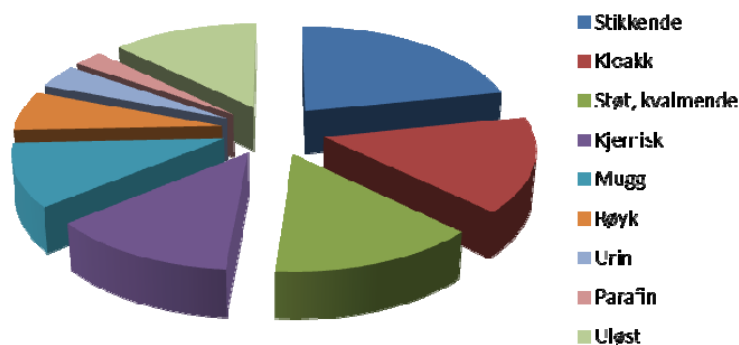
Parameterne både valgt ut fra et helseperspektiv og fordi de er gode indikatorer på faktorer som er viktige for inneklima, men som ikke enkelt lar seg måle direkte. Et eksempel her er CO₂ som i seg selv ikke er helseskadelig i de mengder man normalt har i bygg, men som er en god indikator på det reelle luftskiftet i forhold til personbelastningen. Tilsvarende kan antall hudceller i romluften gi en relativt god indikasjon på om det er behov for bedring av renholdet i lokalet, selv om selve antallet ikke har noen direkte helsemessig sammenheng (tabell 1).

Tabell 1. Kriteriesett for tilstandsgrad av hudceller i romluft.

0	0 – 10 000 enheter/m ³
1	10 000 – 30 000 enheter/m ³
2	30 000 - 100 000 enheter/m ³
3	> 100 000 enheter/m ³

De fleste parameterne kan måles og angis i mengder eller i henhold til en skala. Gradering av hvilken effekt de målte nivåene har på inneklimaet er dermed mulig i større eller mindre grad. En del faktorer, slik som lukt og fuktskader, er ikke mulige å gradere enkelt i henhold til en objektiv skala. Disse kan likevel vurderes og graderes utfra subjektive kriterier og bruk av skjønn i samband med en befaring eller tilsendte opplysninger.

En god undersøkelse og kartlegging av et luktproblem kan derfor ofte løse et inneklimaproblem, selv om det ikke er mulig å beskrive mengde og type av lukt via kjemiske prøveanalyser (figur 1).



Figur 1: Oppsummering av ulike luktproblem som førte til klager på inneklimaet, og som er blitt undersøkt av Mycoteam.

Befaringer og prøvetaking bør derfor utføres av inspektører med god bygningsteknisk kompetanse og erfaring i vurderinger av ulike fuktskader.

Helse og inneklimate relaterede parametre

Det er godt kjent at et godt inneklimate er helt sentral for en rekke forhold som helse, trivsel og lærings- og arbeidsmiljø. På den andre siden kan et dårlig inneklimate føre til store konsekvenser for både enkeltindivider, arbeidsplasser og samfunnet generelt. Mange barn og voksen har problemer med astma- og allergisjukdommer eller annen overfølsomhet, fordi ca. 20% av barn og 8% av de voksne i Norge har astma.

Selv personer som i utgangspunktet er friske, kan reagere med helseplager ved eksponering ovenfor dårlig inneklimate. Vanlige symptomer er generelle symptomer som trøtthet, hodepine og konsentrasjonsproblemer. Videre påvirkes både hud og slimhinner i øyner, nese og hals slik at man får en nedsatt almenntilstand og økt forkjølelsessymptomer.

Analyseresultat i forhold til tilstandsgrad og konsekvensgrad

Ved undersøkelser av inneklimate bør målinger foretas av godt erfarent personell med en god bygningsteknisk innsikt samtidig som de har god opplæring og forståelse for ulike typer prøvetaking. Prøvene må tas og analyser gjøres etter gitte prosedyrer som er satt på forhånd. Analysene må så resultere i standardiserte og objektive analyseresultat (figur 2, punkt A).

Den som vurderer prøveresultatene, basert på gitte kriterier (figur 2, punkt B), ender opp i en resultatvurdering. Denne resultatvurderingen ikke direkte knyttet opp til en helsemessig effekt, men heller en bygningsmessig vurdering. Resultatvurderingen er dermed en tilstandsgrad (TG) på den aktuelle inneklimatefaktoren. En videre beskrivelse av hvordan bygningsundersøkelser utføres og tilstands- og konsekvensgrad defineres er beskrevet i NS 3432 Norsk standard for bygningsanalyse.

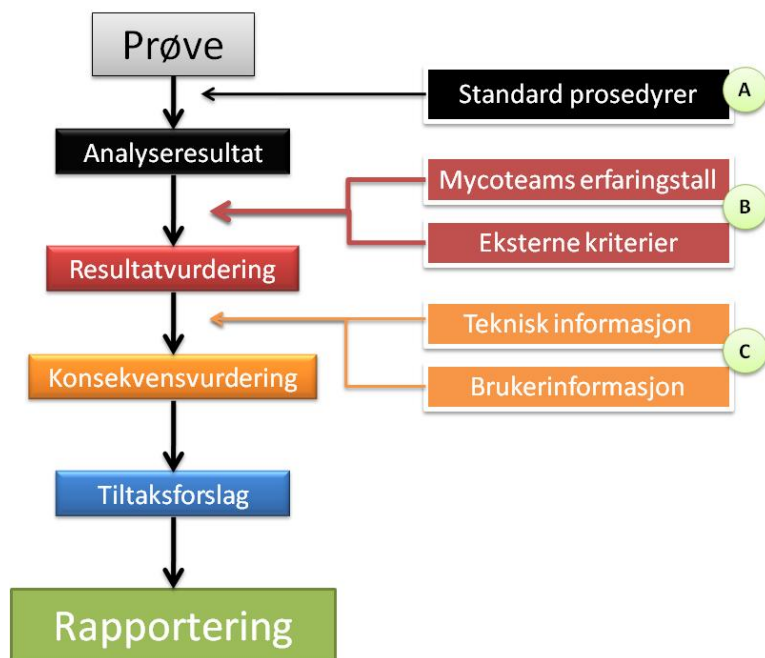
Det er viktig å huske på at det er graderingen av resultatet, dvs. tilstandsgraden til en gitt prøve, som verdiene i kriteriedokumentet omhandler. Helsemessige forhold er ikke et direkte aspekt i nivåinndelingen. Man må likevel huske på at målinger har ikke noen egenverdi, men kan gi verdifull informasjon hvis den er koblet til en kvalifisert vurdering av situasjonen.

I en videre prosess, som ikke er en del av kriteriedokumentet, kan en utvidet vurdering så gjennomføres. Vurderingen baseres da på ulik teknisk informasjon (figur 2, punkt C) som er opplyst fra brukere av bygget eller registrert av inspektøren selv. Resultatet man da får er en faglig vurdering av konsekvensene av de registrerte forholdene, med en anbefaling av videre tiltak.

Eksempelvis vil opplysninger om at det ble observert ”synlig vekst av muggsopp på en veggflate i et oppholdsrom” helt klart kunne utløse at man anbefaler videre tiltak straks. Dette kan skje uavhengig av om resultatvurderingen av mengden muggsoppssporene i luft viser tegn til spredning av muggsoppssporene til luften eller ikke. Tilsvarende kan en høy måleverdi av radon gi klare anbefalinger om videre tiltak, men ikke si noe direkte om man blir syk av dette eller ikke.

Vurderingen av hvilke konsekvenser den aktuelle måleverdien har, og eventuelle tiltak som skal gjennomføres (figur 2, nedre del), må i tillegg til måleverdier, baseres på teknisk informasjon og brukerinformasjon. Denne vurderingen må som regel inspektørene selv foreta. Et illustrerende eksempel på dette kan f. eks. være relativ luftfuktighet i svømmehaller der høye verdier ikke anses som unormalt.

Når det gjelder bruken av erfaringsbaserte tall er dette noe som i mange tilfeller må benyttes da mange måleparametere ikke har gitte grenseverdier eller normverdier. Slike verdier bør selvsagt brukes med varsomhet og er sterkt avhengig av metoden som er benyttet.



Figur 2: Sammenheng mellom prøver, objektive analyseresultater, observasjoner, teknisk informasjon, brukerinformasjon og anbefalinger av tiltak.

Valg av skala

Vi har valgt en 4 delt skala med fargekoder for gradering av måleparameterne da dette følger *Norsk Standard, NS 3424, Tilstandsanalyse av byggverk*. Denne standarden har en avgrensning mellom symptom og konsekvensgrad/ tiltaksgrad basert på om tiltak kan, bør eller må gjennomføres. Vi mener det er naturlig å videreføre denne graderingen også når det gjelder målinger i inneklimaet, slik som vist i tabell 2. Graderingen er basert på hvor høye verdier man registrerer og hvilken eksponering den har på inneklimaet. Den er ikke basert på direkte helsemessige effekter, men på en vurdering av risiko for helseeffekter.

Tabell 2. Sammenhengen mellom verdier og tilstandsgrad

Verdier i prøve / måling	Tilstandsgrad
Ingen unormale verdier	0
Lave verdier	1
Middels høye verdier	2
Høye verdier	3

Denne graderingen er en objektiv definisjon av hva som er forventet og hva som er et avvik. Dette må baseres enten på kunnskap fra forskning eller et dokumentert erfaringsgrunnlag.

Ulike parametre har selvsagt ulike konsekvenser og det er vanskelig å i detalj vite konsekvensen i de ulike tilfellene. En måling som viser at det er mye deponert støv fra brukerne i en bygning vil trolig ha mindre konsekvenser enn en måling som for eksempel viser høye verdier av isolasjonsfibre i luften. Det kan derfor være behov for å skille mellom tiltaksgrad og konsekvensgrad slik som tabell 3 og 4 viser.

Tabell 3. Sammenhengen mellom konsekvensgrad og tiltaksgrad

Konsekvenser	Konsekvensgrad
Ingen konsekvenser	0
Små konsekvenser	1
Middels store konsekvenser	2
Store konsekvenser	3

Det praktiske resultatet av konsekvensgraden er i store trekk om man trenger å gjøre noe tiltak, og i så fall hvor viktig det er at det blir gjort noe.

Tabell 4. Vurdering av konsekvensgrad og aktuelle tiltak basert på alvorlighetsgrad.

Konsekvensgrad	Videre tiltak
0	Videre tiltak anses ikke som nødvendig, ingen tegn som tyder på dårlig inneklima.
1	Videre tiltak <u>kan</u> vurderes gjennomført, ingen tegn til vesentlige belastning på inneklima.
2	Videre tiltak <u>bør</u> gjennomføres, analyser eller målinger tyder på negativ belastning på inneklima eller bygningsmessig skade.
3	Videre tiltak <u>må</u> gjennomføres, analyser eller målinger viser at det er negativ belastning på inneklima eller bygningsmessig skade.

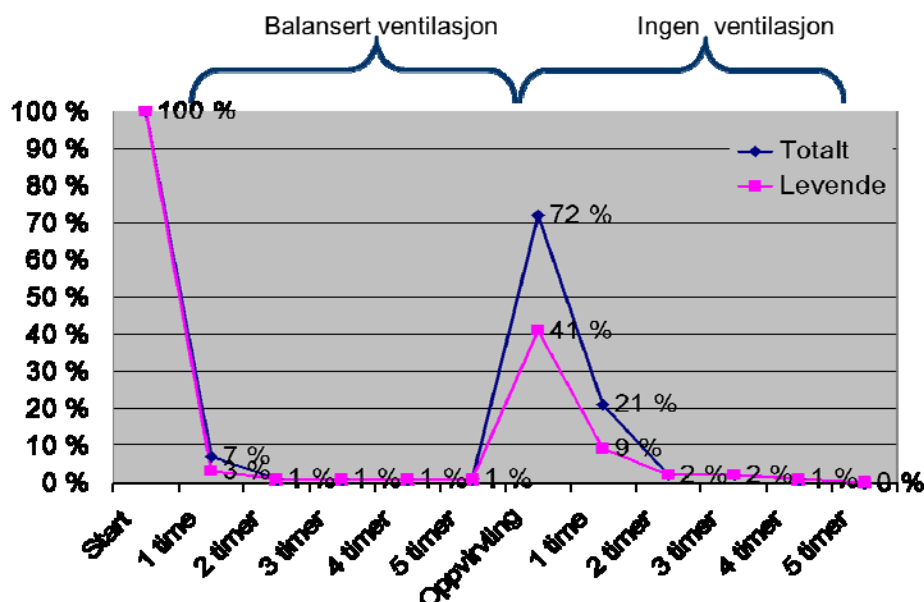
Måling ved normale forhold?

Vanligvis tenker man at det er mest relevant å måle forholdene under en mest mulig normal situasjon og dermed registrere den aktuelle eksponering. Dette gir en god mulighet til å direkte tolke resultatene for hva inneklimaet er utsatt av belastning.

"Provoserte" prøver – oppvirvling av akkumulert støv

En alternativ fremgangsmåte ved prøvetaking er at man krisemaksimerer prøvetakingen for å få frem hva som kan skjer av ekstrem eksponering. Man kan på den måten klarlegge forhold som under normale situasjoner ikke blir oppdaget. Faren med dette er imidlertid at man overtolker verdiene til å kunne representere en normal situasjon.

Generelt sett er derfor bruken av provoserte prøver vanskelig fordi det er krevende å tolke resultatene på en fornuftig måte. Et eksempel på dette er hvis man ser på hva som finnes av muggsoppssporene i romluft, avhengig av om det måles på det som under normale forhold er i svevefase eller om man aktivt virvler opp alt som finnes på ulike overflater (figur 3).



Figur 3: Muggsoppssporene som spres til romluften fra en kilde, vil selv med drift av et balansert ventilasjonsanlegg til stor del deponere i løpet av ca. en time. Ved ny oppvirvling kan man se at de på ny deponerer noe langsommere hvis ventilasjonsanlegget er skrudd av.

Det sier seg selv at man har svært forskjellig grunnlag for å vurdere eksponeringen av muggsoppssporene i romluften om prøvetakingen har skjedd under normale forhold eller om den er utført etter en oppvirvling av akkumulert støv. En ukritisk holdning til slike forhold innebærer at prøveresultatene er uten praktisk nytteverdi.

Hvordan kan inneklimatefaktorer ikke måles?

En vanlig feil er at det ikke er utført en måling, men at vurderinger er basert på synsing og antakelser. Det sier seg selv at slike undersøkelser har liten diagnostisk verdi. Tilsvarende er resultat som er basert på feilaktige metoder lite brukbare. En overflateprøve av deponert støv kan ikke si noe om eksponeringen til romluften. Den sier heller ikke noe om grad av renhold hvis man ikke tar hensyn til hvor lenge siden det ble foretatt rengjøring av den aktuelle overflaten. Hvis det imidlertid er påvist rikelig med støv, kan man imidlertid si noe om det neppe har vært foretatt et godt renhold der. I tillegg kan en analyse av de forekommende partiklene fortelle hva som har vært i romluften en eller annen gang før prøvetakingen.

Metodikk

En hver inneklimateundersøkelse må tilpasses det enkelte tilfellet, både med henblikk på hvor man skal gjennomføre undersøkelsen og på hvilken måte. Hvis det ikke er noen spesielle hensyn man trenger å ta, kan man ofte bruke en standardisert fremgangsmåte, der de mest relevante faktorene kontrolleres. Ved eventuelle avvik eller spesielle forhold kan man så gå videre med fokus på disse aspektene.

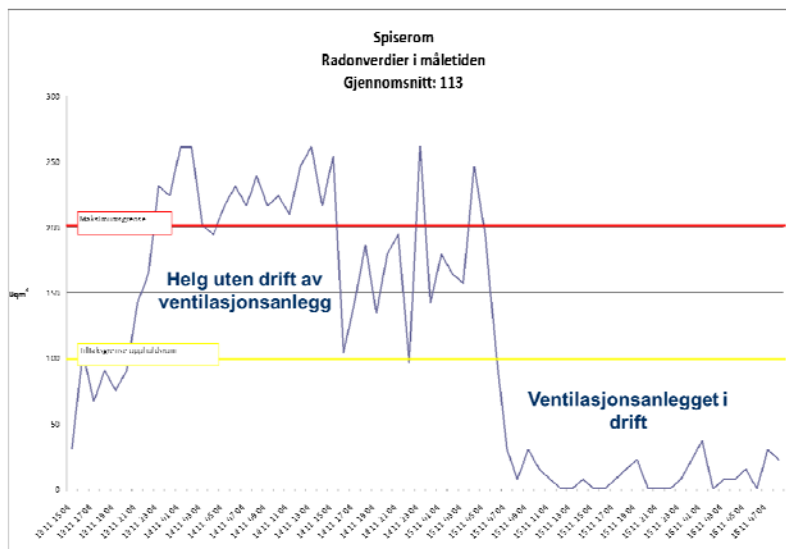
Feilkilder

Unormale forhold ved prøvetakingen kan gi feilaktige resultat. En typisk situasjon er at det har vært foretatt lufting rett før luftprøver skal tas. En annen vanlig feilkilde er at bruken av lokalene ikke er normal, for eksempel at en skoleklassen er på tur eller et ventilasjonsanlegg er skrudd av mens det skjer en logging av CO₂.

Registrering av forholdene ved prøvetakingen er verdifull for å kunne tolke resultatene og vurdere om det er spesielle grunner til eventuelle avvik.

Feiltolkning

Det er en rekke muligheter for å feiltolke måleresultater eller at måleresultatene ikke gir nok oppløselighet til at man kan få riktig tolkning av resultatet. Et eksempel på dette er bruk av sporfilm ved radonmåling. Hvis man med en sporfilm får et tall på 113 Bq/m³ luft, betyr dette at man sier at det er behov for tiltak. Hvis det imidlertid hadde vært benyttet en logging, hadde man sett at eksponeringen var klart knyttet til om ventilasjonsanlegget står på eller ikke (figur 4). Med tanke på at anlegget går på før folk kommer og stenges av etter at alle har gått, betyr det at det ikke er noen ytterligere behov for tiltak.



Figur 4: En logging ved radonmåling kan avsløre forhold som ikke ville fremkommet ved bruk av sporfilm.

I en større sammenheng ser vi at det også er en stor fare for feiltolkning av fakta. Epidemiologiske undersøkelser ser på populasjoner og statistikk, mens man ved skadebefaringer ser på enkelte bygninger med lokale forhold og enkeltindivider med ulike tålegrenser. Det er ikke sikkert at det er en klar overføringsmulighet av fakta mellom disse nivåene. Til sammenligning kan man si at det generelt sett skjer færre trafikkuulykker om fartsgrensen er 50 km/timen enn om den er 80, men enkelte biler havner jo likevel av forskjellige grunner i grøfta selv ved lave hastigheter.

Dessuten skal man være klar over at i store epidemiologiske undersøkelser benyttes det ofte ulike tegn til fuktskader som et kriterie for at dette har en negativ belastning på inneklimaet. Fuktskjolder, dogg på vinduer og “mugglukt” er typiske eksempler på dette. Alle som har arbeidet med bygningsundersøkelser vet imidlertid at disse kriteriene i mange tilfeller er svært lite relevante i forhold til reelle fuktproblemer som skulle kunne føre til en negativ belastning av inneklimaet. Eksempler på dette er:

- Dårlige innvendige tettelisten i koblete vinduer eller vinduer som står åpne om natten får ofte kondens uten at dette indikerer et generelt fuktproblem i rommet eller bygningen. Slik kondensering fører heller ikke til vekst av muggsopp eller andre forhold som påvirker inneklimaet.
- Kortvarige taklekkasjer kan raskt gi kraftig misfarging i himlingsplater uten at det fører til vekst av muggsopp. Dette har dermed ikke nødvendigvis noen sammenheng med inneklima (figur 4).
- Mugglukt kan skyldes forhold som ikke har noe med muggsopp å gjøre. Samtidig er det mange muggsoppskader som ikke har noen lukt.

På den andre siden er det en rekke fuktskader som ikke har noen synlige tegn og som dermed blir uoppdagede ved slike generelle undersøkelser. Skal man klarlegge fuktproblemer i en bygning, kreves det en bygningsundersøkelse. Først da kan man være rimelig sikker på at både feilaktige tegn til fuktskader blir riktig vurdert og at skjulte skader oppdages.



Figur 4: En kortvarig taklekkasje førte til en kraftig misfarging av himlingsplater på grunn av utvasket sot og støv. Det var ingen vekst av muggsopp der, selv om dette ble antatt før prøveanalysen viste at det var i orden.

Et annet problem med skjulte skader er at de gjerne blir oppdaget først etter avdekking. Man skal videre være klar over at luftbevegelser under gitte forhold (men ikke bestandig) kan føre til spredning av muggsoppssporene, middekskrementer og andre allergener og irritanter til romluften selv om skadene ikke er synlige. Eksempel på dette er skader som er i:

- Utforede kjellervegger.
- Tilfarergulv
- Utette badersvegger
- Krypekjellere
- Varmeisolerte skråtak

I tillegg er det dessuten ofte at muggsoppskader ikke avgir lukt selv om de påvirker inneklimate i form av muggsoppssporene.

Slike skader blir derfor ofte oversett og dermed underreportert. Ved egenrapportering av eventuelle skader, og da særlig hvis man har lagt fokus på enkelte faktorer (som kanskje ikke engang er særlig relevante), er det stor fare for at selv bygninger med omfattende muggsoppskader blir definert som friske (figur 5).



Figur 5: Slike omfattende muggsoppskader i krypekjellere blir ofte oversett,

Dette betyr at det i praksis er meget stor usikkerhet og unøyaktighet i undersøkelser der man ikke har tatt hensyn til disse forholdene.

Man må derfor være meget forsiktig å trekke konklusjoner fra slike undersøkelser der man ikke har tatt hensyn til slike detaljer. Videre er det dermed lite relevant å trekke generelle resultater fra store, og ikke sjelden unøyaktige undersøkelser til forholdene i en enkelt bygning.

Overtolkning

Et problem som vi av og til opplever er at enkelte analyseresultater overtolkes. En høy verdi av CO₂ i et møterom trenger ikke å bety at det er dårlig inneklima der hvis verdien kun gjelder for en kort periode. Tilsvarende betyr ikke nødvendigvis en påvist tilstedeværelse av en muggsoppskade at det er en negativ belastning av inneklimaet. Her har for eksempel hvilke arter som er etablert, om den er i startfasen eller godt etablert, omfanget av skaden og ikke minst plassering av skaden og hvor stor belastning den virkelig har på inneklimaet en stor betydning.

Manglende referanser

Målinger kan ha en objektiv verdi, slik som lys og temperatur, mens andre må sees i sammenheng med referanseverdier for at man skal kunne vurdere hvor relevant verdien er. Uten en slik referanse, kan man ikke gi noen fornuftig tolkning av resultatet. Et typisk eksempel på dette er svevestøv. Man må vite hva som er av “bakgrunnsstøv” eller snarere hva som er av “bakgrunnsstøv” for at man skal kunne si om det er en unormal situasjon eller ikke.

Dette er tilsvarende som å gjennomføre en radarkontroll i trafikken uten å vite hvilken fartsgrense det er. “Er 73 km/timen for raskt?”.

En del prøver gir inntrykk av at de er gode fordi de for eksempel er meget nøyaktige. Man må imidlertid huske på at det er ofte en stor usikkerhet med hvor relevante enkeltprøver er for inneklimaet. En mer nøyaktig måleverdi trenger derfor ikke å bidra til en større kunnskap om situasjonen. I andre tilfeller er kunnskapen om hva analyseresultatet innebærer så dårlig at det i praksis ikke bidrar til å avklare hva verdien betyr for inneklimaet. Eksempler på dette er VOC-målinger, der man kan påvise enkeltstoffer ned til ekstremt lave verdier. Den diagnostiske verdien av slike tall er ofte svært liten fordi man både mangler referanseprøver, kjennskap om hvor stoffene kommer fra og særlig fordi det ikke er noen kunnskap om hva slike lave verdier har for innvirkning på inneklimaet.

Feilaktige analyser

Enkelte analysemetoder kan gi et feilaktig resultat i forhold til virkeligheten. Muggsoppspor i uteluften vil over tid naturlig akkumulere på ulike overflater. Hvis man tar en oppdyrking av disse sporene, blir gjerne resultatet at det ser ut til at det er en etablert muggsoppskade – noe en enkel mikroskopering av et tapeavtrekk ville avklar ikke var tilfelle. Det kan virke som om dette ikke er et stort problem, men da det har vært tilfeller der en slik feilaktig analyse førte til et krav om utskifting av materialer til to millioner kroner – da det ikke var noen etablerte skader i det hele tatt. Slik er ikke heldig.

Konklusjon

Vårt inneklima består av en rekke ulike eksponeringer som i stort og smått påvirker oss, både i positiv og negativ retning. En del av disse faktorene er både godt kjent og enkle å klarlegge. Andre er vesentlig vanskeligere, både å undersøke og ta stilling til ved vurderinger av hvor stor innvirkning de har.

Ved å fokusere på de mest relevante faktorene, kan man i hvert fall avklare en vesentlig del av hva som har betydning for inneklimaet. Et standardisert sett med vurderingskriterier gjør en slik jobb enklere og sammenlignbar for ulike aktører og ved forskjellige bygningsundersøkelser.

Aktuell litteratur

Det er en rekke aktuell litteratur om dette temaet. En referanseliste er gitt i ***Vurderingskriterier for inneklimarelaterte faktorer***, som Mycoteam utarbeidet i samarbeid med Norges Astma- og allergiforbund i 2010.



Tor Helge Dokka
SINTEF Byggforsk
e-post: tor.h.dokka@sintef.no

Fuktrisiko i passivhus – internasjonale og nasjonale erfaringer

Hvordan vurderer man målinger og meninger?

Fuktrisiko i Passivhus

– Najonale- og internasjonale erfaringer –



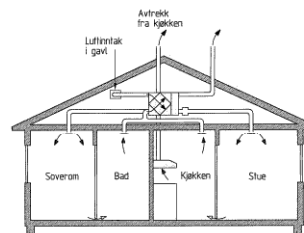
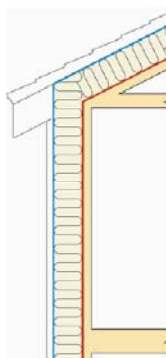
Dr.ing&Byggmester Tor Helge Dokka
SINTEF Byggforsk
& The Research Centre for Zero Emission Buildings



Byggforsk

Konklusjoner:

1. Ikke bygg fukt inn i konstruksjonene
2. Reduser/fjern fuktighet med effektiv ventilasjon
3. Unngå at fuktig luft trenger inn i konstruksjonene
4. Ha "tilgivende" konstruksjoner med uttørkingsmuligheter



Byggforsk

2

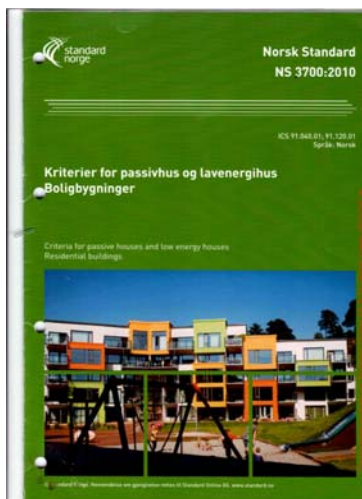
Hva er et passivhus?

Tysk definisjon:

- Årlig oppvarmingsbehov ≤ 15 kWh/m²år
- Installert oppvarmingseffekt ≤ 10 W/m²
- Primærenergibehov ≤ 120 kWh/m²år (multipliserer strøm med 2.5)
- Likt krav for alle bolig- og byggtypen
- Prinsipp: Alt varmebehov kan dekkes av ventilasjonsanlegget (ingen konvensjonelle varmeanlegg)



Norske kriterier for passivhus: NS 3700



Tabell 3 – Passivhus - krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming gitt av årsmiddeltemperatur og oppvarmet del av BRA, Δt_{e}

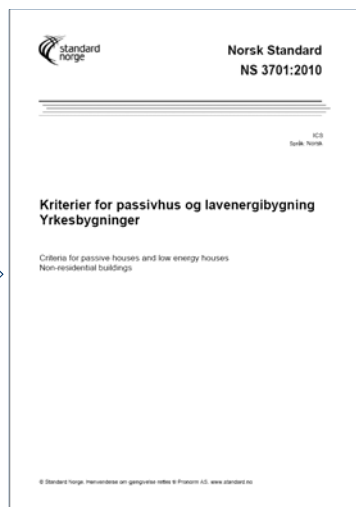
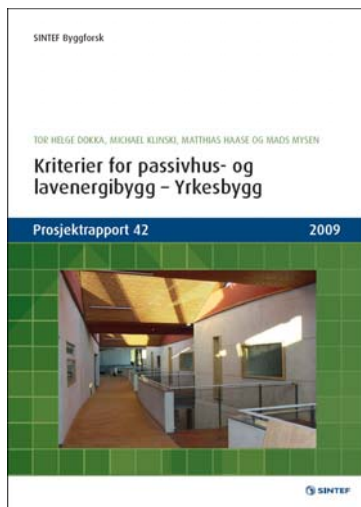
Årsmiddeltemperatur, θ_{ym}	Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming kWh/(m ² ·år)	
	Boligbygning der $A_{\text{g}} < 250$ m ²	Boligbygning der $A_{\text{g}} \geq 250$ m ²
$\geq 6,3$ °C	$15 + 5,4 \times \frac{(250 - A_{\text{g}})}{100}$	15
$< 6,3$ °C	$15 + 5,4 \times \frac{(250 - A_{\text{g}})}{100} + \left(2,1 + 0,59 \times \frac{(250 - A_{\text{g}})}{100} \right) \times (6,3 - \theta_{\text{ym}})$	$15 + 2,1 \times (6,3 - \theta_{\text{ym}})$

Tabell 5 – Minstekrav til bygningsdeiler, komponenter

Egenskap	Passivhus
U-verdi yttervegg *	$\leq 0,15$ W/(m ² ·K)
U-verdi tak *	$\leq 0,13$ W/(m ² ·K)
U-verdi gulv *	$\leq 0,15$ W/(m ² ·K)
U-verdi vindu *	$\leq 0,80$ W/(m ² ·K)
U-verdi dør *	$\leq 0,80$ W/(m ² ·K)
Normalisert kuldebroverdi, Ψ^{a}	$\leq 0,03$ W/(m ² ·K)
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	≥ 80 %
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	$\leq 1,5$ kW/(m ³ /s)
Lekkasjetall ved 50 Pa, n_{50}	$\leq 0,60$ h ⁻¹

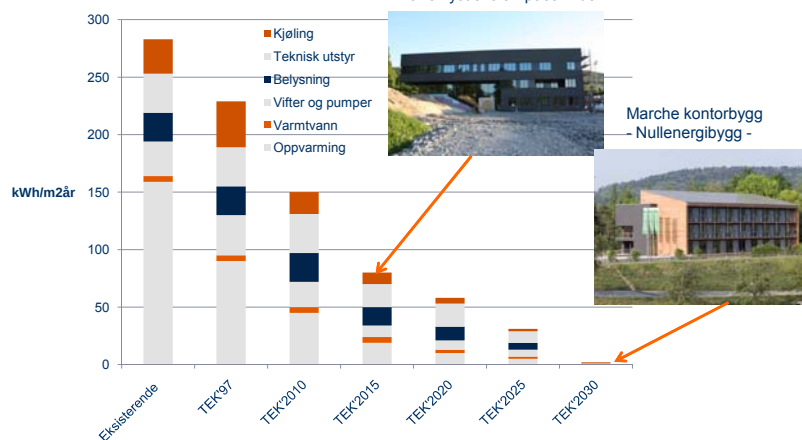
* U-verdi regnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdelene.

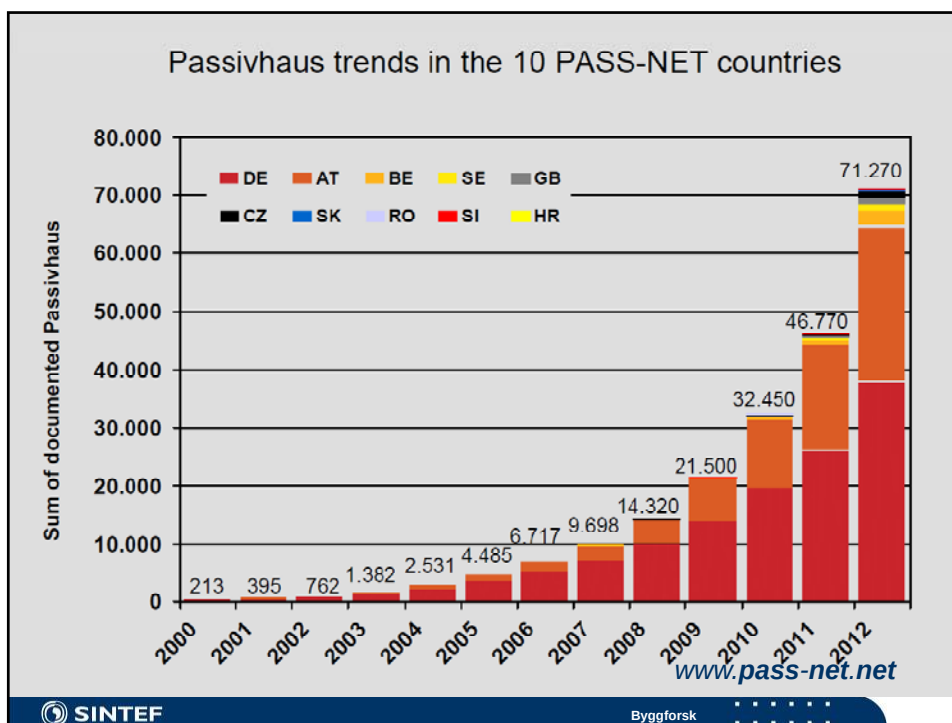
Prosjektrapport 42 & NS 3701



Veien videre fra Passivhus til Plusshus

Energibruk typisk yrkesbygg





Passivhusene vokser frem i Norge..

Tabell 2: Oversikt over yrkesbygg med høy energitettelse som er bygget, under bygging eller planlegging.

PROSJEKT	BESKRIVELSE
Storaya Barnehage	Barnehage i Berum kommune (Fornebu) med passivhusstandard. 1000 m² BRA. Ferdigstilt februar 2010.
Fjell Barnehage	Barnehage i Drammen kommune med passivhusstandard. 740 m² BRA. Under bygging, ferdigstilles 2010.
Juberg Barnehage	Barnehage i Frosta kommune (Nord-Trøndelag) med passivhusstandard. Ferdigstilt 2009.
Brattås Barnehage	Natterøy, barnehage med passivhusstandard. Under planlegging.
Møllerstue Barnehage	Barnehage i Kristiansand kommune med passivhusstandard. Under planlegging.
Marinlyst ungdomsskole	Ungdomsskole i Drammen med passivhusstandard, også A-merket i energimerkeordningen. Ca. 6500 m² BRA. Ferdigstilles juli 2010.
Hokksund ungdomsskole	Ungdomsskole i Øvre Eiker kommune med passivhusstandard.
Grette barneskole	Barneskole i Øranger kommune med passivhusstandard + varmepumpe-løsning. 4500 m² BRA. Skal ferdigstilles i 2012.
Sam Eydes videregående skole	Videregående skole i Aust-Agder Fylkeskommune, med passivhusstandard. 20 000 m² BRA.
Brundalen videregående skole	Videregående skole i Trondheim. Klasse A i energimerkesystemet. 20 000 m² BRA.
Meteorologisk institutt	Kontorbygg i Oslo med passivhusstandard. 450 m² BRA. Ferdigstilles høst 2010.
Bellona Huset	Kontorbygg i Oslo. Byggherre: Asplan Ramm. Klasse A i energimerkesystemet. Ferdigstilles 2010.
Polarmiljøseieret	Kontorbygg (med noe lab-fasiliteter) i Tromsø med minimum passivhusstandard. 6500 m² BRA. Ferdigstilles 2013.
Skanskas kontorbygg Arendal	Kontorbygg i Arendal, med minimum passivhusstandard. 1000 m² BRA Ferdigstilles 2011.
Rorsk institutt for Naturforvaltning (INRA)	Kontorbygg i Trondheim med passivhusstandard. 6000 m² BRA.
Strinda administrasjonsbygg	Kontorbygg i Trondheim for Statnett, med passivhusstandard. 2000 m² BRA. Ferdigstilles 2010.
Sparebank 1 Trondheim	Kontorbygg i Trondheim på lavenergigrnivå. 16 000 m² BRA. Ferdigstilt 2009.
Prof. Brochagt. 2	Kontorbygg i Trondheim på lavenergigrnivå. 16 000 m² BRA. Ferdigstilt 2009.
Vest Finmark krisesenter	«Hotell» i Hammerfest med passivhusstandard. 750 m² BRA.

Tabell 3: Oversikt over boligprosjekter med høy energitettelse som er bygget, under bygging eller planlegging.

PROSJEKT	BESKRIVELSE
Villa Stoknes	Enebolig på Skøyen i Oslo, med passivhusstandard. Ca. 190 m² BRA. Ferdigstilt 2009.
Lavishagen (ByBo AS)	Leilighetsprosjekt i Bergen med passivhusstandard. 28 leiligheter på totalt 2240 m² BRA. Ferdigstilt 2008.
NorOne (K. Ringstad)	Enebolig på Serumsveien med passivhusstandard. Ca. 340 m² BRA. Ferdigstilt 2008.
Passivhus i Lier (B. G. Michalsen)	Enebolig på 235 m² BRA i Lier med passivhusstandard. Ferdigstilt 2009.
Passivhus Grimstad (B. G. Michalsen)	To eneboliger i rekke i Fevik (Grimstad kommune) med passivhusstandard, begge på 157 m² BRA. Ferdigstilt 2009.
Mylhørensveien BRL	Rehabilitering av borettslag på Skedsmokorset med passivhuskomponenter med til lavenergigrnivå. 168 leiligheter på totalt 10 900 m² BRA. Ferdigstilles 2011.
Mesterhus i Bode	Enebolig i Bode med passivhusstandard. Ca. 170 m² BRA. Ferdigstilles i 2010.
Passivhus på Mortensrud (OBOS)	Eneboliger på Mortensrud i Oslo i regi av OBOS. 17 boliger hver på 117 m² BRA. Første byggetrinn har start i 2010.
Granda (Heimdal Utvikling)	Utviklingsområde i Trondheim med eneboliger, rekkehus og leiligheter til passivhusstandard eller A-merket i energimerkesystemet. Ca. 350 boliger er planlagt. Utbygging over flere år.
Europas studentboliger for SIT	Ca. 100 studentboliger i Trondheim med passivhusstandard.
i-Box (passivhus Norge)	Enebolig/kontor + 7 rekkehus hver på 120 m² BRA med passivhusstandard. Ferdigstilt i 2005 og 2008.
Tellhus på Moholt (Veidekke)	39 leiligheter med passivhusstandard på Moholt i Trondheim. Fra ca. 50 til 130 m² BRA. Prosjektet er ferdigprosjekt, men avventer bedring i leilighetsmarkedet i Trondheim.
Sosialboliger Froland	4 sosialboliger i Froland kommune med passivhusstandard. Hver på 47 m² BRA. Byggestart i 2010.
Sosialboliger Mousaya	6 sosialboliger i Drammen med passivhusstandard. Under planlegging.
Rosheimsvæien 149 (Trondheim Eiendom)	Boligleiligheter i Trondheim med passivhusstandard. 850 m² BRA. Under planlegging.
Dalsveien 14 (passivhus Oslo AS)	Passivhusleiligheter i Oslo. 8 boenheter hver på 108 m² BRA. Under planlegging.

Mer info

- www.lavenergiboliger.no
- www.passiv.no
- www.enova.no
- www.arkitektur.no/ecobox
- www.arkitektur.no/?nid=177584&tid=158202
- www.passivehouse-international.org
- www.passipedia.org
- www.passivhuscentrum.se
- www.altompassivhuse.dk
- www.passiv.de
- www.cepheus.de
- www.passivhausprojekte.de (database)
- www.hausderzukunft.at
- www.igpassivhaus.at
- www.pass-net.net

1. Ikke bygg fukt inn i konstruksjonene

- A. Østerrisk model: Prefabrikasjon – og værvarselbygging
- B. Norsk modell: Vind- og værtett bygget – la det tørke ut
- C. Nynorsk modell: Bygg under telt eller overdekkede stillaser
- D. Tysk modell: Bruk uorganiske materialer

A. Østerriksk modell: Prefabrikering

- Som i Norge er det i Østerrike mye trehusbebyggelse
- Det sies at ca. 25 % av nye boliger bygges som passivhus
- For passivhus i tre er prefabrikasjon den dominerende byggemåten
- Ut fra værmelding monteres bygget på kort tid, for å unngå nedfukting
- Erfaringene fra Østerrike med denne byggemetoden er meget gode
- Prefabrikasjonen virker å holde høy kvalitet og presisjon (i Østerrike)



B. Norsk modell: Vind- og værtett bygget – tørk ut

- Råbygget settes opp (man "velger" hvor mye fukt man tilfører råbygget)
- Tak og vegger vind- og værtettes (kan da også ofte gjøre diagnostiserende trykktest)
- Bygget (tre og betong) tørkes tilstrekkelig ut, naturlig eller mekanisk
- Etter uttørking kan konstruksjoner isoleres og tettes innvendig (dampsjikt)
- OBS! Hindre innvendig nedfukting (muring, avretting,...) før dampsjikt er på plass.



C. Nynorsk modell: Bygg under telt/-værbeskyttelse

- På vei inn i prosjekter med høye ambisjoner
- Gir meget god fuktsikring i byggefasen
- Er et must der du bygger fra innsiden og ut (motsatt av "norsk modell")
- Gir som "bieffekt" langt bedre arbeidsmiljø
- Kan gi utfordringer på materiallogistikken, bruk av kran...
- Forsvarer det de ekstra kostnadene?



D. Tysk modell: Bruk av uorganiske materialer

- Mange passivhus i Tyskland blir bygd i i mur/betong med utvendig plastisolasjon
- Vanligvis plassbygging
- Dette er uorganisk materialer som tåler fuktighet
- Erfaringene er gode



Det første passivhuset, Darmstadt, 1991

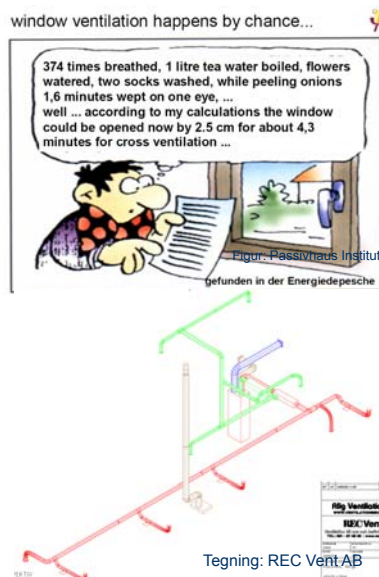
X-modellen: Hvordan det ikke bør gjøres

- Ikke "vann materialene" før de brukes
- Massivtrekonstruksjoner (eller lignende) med utvendig isolering bør bygges under telt (eller lignende)

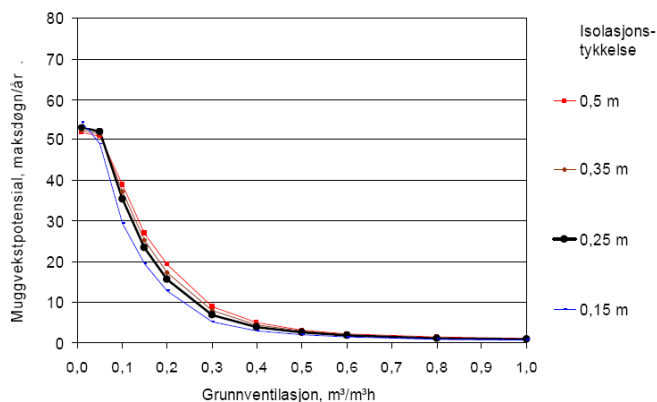


2. Reduser/fjern fuktighet ved effektiv ventilasjon

- Ventilasjon gjennom vinduslufting, vindusventiler og brukerstyrte avtrekksvifter gir et variabelt og ofte lavt luftskifte (ofte under 0,2 luftskifter i kalde perioder)
- Moderne balansert ventilasjon med varmegjenvinning gir et stabilt luftskifte og forvarmet luft (mindre utsatt for "struping" om vinteren)



Mekanisk ventilasjon



Oslo, 2. etg., samlet golvareal: 160 m², fuktproduksjon: 10 kg/d, lekkasjetall
n50: 2,5 m³/(m²h50Pa), sd-verdi vindspærre/undertak: 0,5 m



SINTEF Byggforsk

12

Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk



Byggforsk

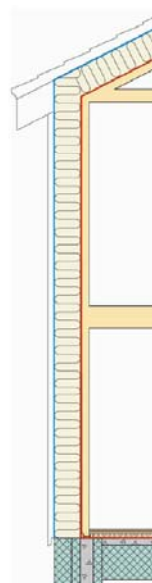
17

3. Unngå at fukt trenger inn i konstruksjonene

- Viktig med kontinuerlig innvendig dampsjikt
- Hindring av fuktkonveksjon viktigst, men innvendig dampsjikt må være 10 ganger så tett som utvendig vindtettsjikt (diffusjon)
- Dampsjiktet må prosjekteres og KS på byggeplass



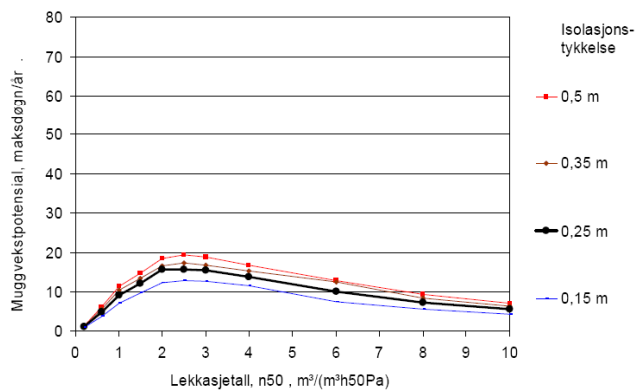
bad planning = bad quality



Byggforsk

18

Husets lekkasjetall, n_{50}



Oslo, 2 etg., samlet golvareal: 160 m^2 , fuktproduksjon: 10 kg/d,
grunnventilasjon: 0,2 $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$, sd-verdi vindspærre/undertak: 0,5 m

SINTEF

SINTEF Byggforsk

9

Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk

SINTEF

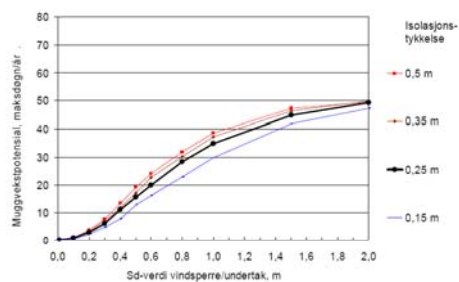
Byggforsk

19

4. Ha "tilgivende" konstruksjoner med gode uttørkingsmuligheter

- Dampåpenheten til vindspærresjikt viktigere enn isolasjonstykkelsen
- I passivhus-konstruksjoner bør Sd-verdien helst være under 0,1 m

Vindspærren/undertakets s_d -verdi



Oslo, 2 etg., samlet golvareal: 160 m^2 , fuktproduksjon: 10 kg/d, lekkasjetall
 n_{50} : 2,5 $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h}50\text{Pa})$, grunnventilasjon: 0,2 $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$

SINTEF

SINTEF Byggforsk

10

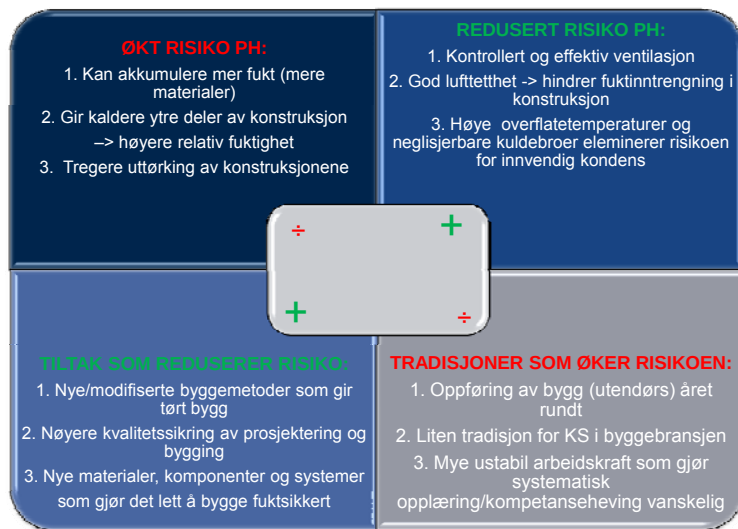
Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk

SINTEF

Byggforsk

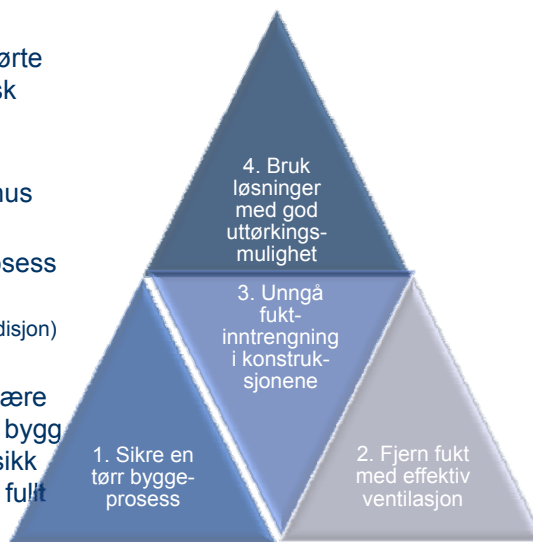
20

Risikovurderingsmatrise for passivhus(PH) ++



Oppsummering

- Riktig prosjekterte og oppførte passivhus er bygningsfysisk sunne bygg
- Nesten 20 års erfaring og over 20 000 bygde passivhus underbygger det
- Krever bedre KS byggeprosess og eller modifiserte/nye byggemetoder (ifht. norsk tradisjon)
- Målsetningen **MÅ** være at energieffektive bygg skal være betydelig bedre enn vanlig bygg når det gjelder bygningsfysikk og inn klima – noe som er fullt realiserbart



Heine Skogseid
Veidekke Entreprenør AS
e-post: heine.skogseid@veidekke.no

Fuktsikring, og lufttetting i et av Norges mest energieffektive kontorbygg – Erfaringer fra Bellonahuset

Innledning

For byggherren Aspelin Ramm Eiendom AS har Veidekke Entreprenør AS bygget Bellonahuset, Norges mest energigjerrige kontorbygg.

Bygget er på ca 3300 m² fordelt på 5 etasjer. I første etasje er det forretninger, i de 4 øvrige er det kontorer.

Miljøorganisasjonen Bellona er leietaker i de 2 øverste etasjene, derav navnet på huset.

Aspelin Ramm og Bellona inngikk leiekontrakt med krav om at bygget skulle tilfredsstille energiklasse A.



Bakgrunn

Teknisk forskrift setter krav til maksimale energiforbruk i bygg.

For kontorer angir TEK 07: 165 kWh/m²/år og TEK 10 angir 150 kWh/m²/år.

Statistikk viser at eksisterende kontorbygg bruker ca 250-300 kWh/m²/år.

Alle er enige om at våre bygg må bruke mindre energi, derfor har myndighetene vedtatt energiklassifiseringsordningen.

Maks energiforbruk for et "Energiklasse A" kontorbygg er 84 kWh/m²/år (levert energi)

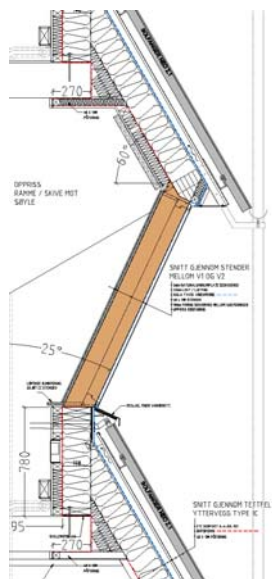
Bellonahuset sitt energiforbruk er (kontordelen) 67 kWh/m²/år (levert energi)

Hva har vi gjort for å få et så energigjerrig bygg?

I arbeidet for å redusere energiforbruket har vi analysert alle de parametrene som vi har kunnet gjøre noe med.

Gode energiløsninger for tekniske installasjoner er viktige og helt nødvendige for å komme lavt i energiforbruk.

- Ventilasjonsanlegg med god varmegjenvinning og lav SFP.
- Lysstyring med tilstedeværelsessensorer og dagslysstyring.
- Aktiv og passiv solavskjerming



Snitt gjennom yttervegg mot syd

Bygningskropp av god kvalitet.

- Yttervegger med lav U-verdi, vi har U-verdi på 0,15, tilsvarende passivhus
- Vinduer og dører med lav U-verdi, vi har et veiet snitt på 0,80, tilsvarende passivhus
- Kuldebroverdien for bygget er 0,02 maks i TEK er 0,06
- Isolasjon på tak og mot grunn av mindre betydning for et bygg på 5 etasjer
- Bygget tetthet /lekkasjetall er målt til 0,4 krav passivhus maks 0,6.

Infiltrasjon				
n_{50}	1,5 /h	1,0 /h	0,5 /h	0,0 /h
Luftskifte	0,11 oms/h	0,07 oms/h	0,04 oms/h	0,00 oms/h
Energiramme	102,8 kWh/m ²	100,1 kWh/m ²	97,6 kWh/m ²	95,2 kWh/m ²
Differens		2,7 kWh/m ²	2,5 kWh/m ²	2,4 kWh/m ²

Tabellen viser lekkasjetallets effekt på energiforbruket for Bellonahuset

Alle parametrene som er nevnt over med unntak av tetthet er elementer og kvaliteter som velges i prosjekteringsfasen.

Det å få et lavt lekkasjetall eller god tetthet er en kombinasjon av det å prosjektere løsninger og detaljer som muliggjør det å kunne bygge tett, men i enda større grad er det avhengig av forståelse og kvalitet i utførelsen av byggearbeidene.

For den mest utfordrende fasaden bygget vi et prøvefelt som ble trykktestet.

I denne testen avdekket vi noen svakheter som vi fikk korrigert og dermed justert utførelsen i den videre byggingen.

Tiltak for å få et tett bygg

Tett dampsperre:

- Vi har en bindingsverksvegg som i sum er 270 mm, bygget med 200 mm stender og 70 mm påføring på innsiden. Dampsperre er plassert mellom stender og påføringen, slik at alle tekniske føringer ligger innenfor dampspærren og unngår å bli perforert.
- Dampspærren er blitt tapet i alle skjøter og enten klemt, fuget eller tapet mot betongdekke og tak.
- Ytterveggen løper fritt utenfor søyler og vegger, derav ubrutt dampsperre horisontalt mellom betongdekkene.
- Ved vinduer og dører er det fuget mellom karm og dampspærren.

Tett vindsperre:

- Dobbel vindsperre, både GU- og Tyvek-duk.
- Ved vinduer og dører er det fuget mellom karm og vindsperre.

Tetting ved planlagte gjennomføringer:

- Ved penetrasjoner av rør og kabler gjennom yttervegger er det benyttet tettemansjetter.
- Ved gjennomføringer i tak er det støpt og branntettet mellom betong og gjennomføringer for å få det så lufttett som mulig.
- Mot grunn og rundt inntakskabler og bunnledninger er det støpt og tettet.

Erfaringer:

- Viktig med fokus og forståelse for betydningen av et tett bygg hos alle involverte, de prosjekterende, håndverkere, baser og formenn.
- Hvor lekker det når vi har et lekkasjetall på 0,4? Mest signifikant er lekkasje ved dører.

Energiforsyning:

Bellonahuset er i tillegg til El-kraft forsynt med 3 vannbårne energikilder.

- Hafslund fjernvarme
- Solfangere på fasaden av bygget
- Geobrønner som gir både varme og kjøling

Fuktsikring av bygget

For byggefasen

- Tett tak ble prioritert straks råbygget var oppe, ved at gesimser var prefabrikkerte og ble løftet på plass og taktekker utførte den permanente tekkingen av taket.
- Bindingsverk og utvendig vindsperre ble bygget og vinduer innsatt tidlig. Slik hindret vi tilførsel av fuktighet utenfra.
- Gulv ble tynnavrettet tidlig.
- Betongen fikk god tid til å tørke ut før himling ble malt og gulvbelegg ble lagt.

For bruksfasen

- Benytter SINTEF Byggforsk detaljer vedrørende oppbretter og dryppneser etc.
- Tett dampsperre, lavt lekkasjetall hindrer fuktig inneluft å trenge ut i konstruksjonen.
- Tetting ved alle penetrasjoner som gjennomføringer i tak etc. for å hindre at fuktig inneluft kan trenge utover i konstruksjonen hvor den vil kondensere.

Inneklima

Veidekke Entreprenør har en konsernavtale med Astma- og Allergiforbundet for å utvikle kompetanse på innemiljø og helse for sluttbrukeren.



I Bellonahuset er det prioritert bruk av miljømerkede byggevarer. Vi har etterspurt EPDer for alle byggematerialer.

Alle overflatematerialer er Svanemerket, med lave emisjonsverdier.

Oppsummering

Bellonahuset har oppnådd et svært lavt energiforbruk ved at alle byggets energikvaliteter er gode, men ikke ekstreme.

Alle løsninger er i realiteten tradisjonelle og fritt tilgjengelige i markedet.

For å få det til, må man ha kunnskap om hva som skal til og få satt dette sammen i en helhet. Det dreier seg om god prosjektering og kunnskap samt hva som finnes av mulige løsninger.

Det er viktig med fokus på gode løsninger som gjør det mulig å bygge tett både med tanke på luftlekkasjer og vannlekkasjer.

Hvem utfordrer Bellonahuset sitt lave energiforbruk?

Vi venter i spenning på hvilke prosjekter som kommer, der vi får være med å utfordre rekorden til Bellonahuset!

Kolbjørn Mohn Jenssen
Mycoteam as
e-post: kmj@mycoteam.no

Kan nye bygg med moderne ventilasjon gi nye problemer?

Var det egentlig bedre før?

Innledning

Det har det siste året vært heftige diskusjoner i media om passivhus. Vi har lest overskrifter som “Passivhus og helse”, “Passivhus – teknologisk overmot”, Passivhus – et farlig eksperiment” og fra regjeringen hører vi at “Energieffektive passivhus kan bli standard innen 3-5 år”. Fra bygningsforskerne hevdes det at “Passivhusene er robuste og komfortable”.

Det er likeledes klart at vi ikke kan hente erfaring fra store feltundersøkelser av passivhus i Norge – da det ennå ikke foreligger nok hus, men hvorfor ikke se på hva vi kjenner til av problemer fra eksisterende bygningsmasse og som har relevans for passivhusene?

En ting er sikkert – energibesparing skal vi ha, men vi må heller ikke glemme inneklimate.

Litt om ventilasjon og tetthet i bygg

Det stilles krav til passivhus når det gjelder energibruk, men jeg skal ikke komme inn på dette temaet her, da det er godt nok belyst i andre fagfora. Tettheten skal være god i et passivhus; – huset trykktestes med 50 Pa trykkforskjell inne og ute og kravet er mindre enn 0,6 luftutvekslinger/t. Ventilasjonen ivaretas av et anlegg med varmegjenvinning og ventilasjonskravene er generelt gitt etter TEK 2010.

TEK 2010 – om ventilasjon

§ 13-1. Generelle krav til ventilasjon

Bygning skal ha ventilasjon tilpasset rommenes forurensnings- og fuktbelastning slik at tilfredsstillende luftkvalitet sikres. Luftkvalitet i bygning skal være tilfredsstillende med hensyn til lukt og forurensning. Inneluft skal ikke inneholde forurensning i skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon.

Og mer spesifikt om boenheten

§ 13-2. Ventilasjon i boenhet

I boenhet skal rom for varig opphold ha ventilasjon som sikrer frisklufttilførsel på minimum 1,2 m³ pr. time pr. m² gulvareal når rommene eller boenheten er i bruk og minimum 0,7 m³ pr. time pr. m² gulvareal når rommene eller boenheten ikke er i bruk.

Ventilasjonskravet går altså på en målt frisklufttilførsel til en boenhet, mens reell luftutvekslingsrate sies det lite om. Det skal bemerkes at soverom skal tilføres 26 m³ friskluft per time per sengeplass når rommet er i bruk.

Ventilasjonskravet bygger altså på en gammel standard som sier at vi skal ha en luftutvekslingsrate på 0,5/time ((1,2 m³ per time)/(takhøyde 2,4 m) gir ventilasjonsrate 0,5/t) og i underkant av 0,3/t når rommene ikke er i bruk.

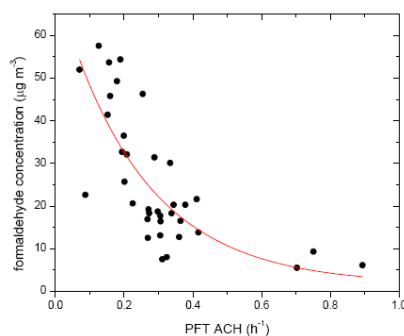
Ventilasjonskrav 0,5/t

Ventilasjonskravet om en luftutvekslingsrate på 0,5/t er gammelt og ble først (?) tatt opp på 1850- tallet (Pettenkofer 1847), – og da i forbindelse med måling av CO₂ som en parameter for dårlig inneluft. Ikke det at CO₂ ble sett på som skadelig, men ubehagelig lukt fra personer var årsaken til ventilasjonskravene. Kravene var altså bygget på komfort og ikke på helse.

Kritikken mot passivhus i dag går mye på at “tette hus ikke kan være sunne” – men her ønsker jeg å se på hva vi registrerer av problemer og belyse situasjonen i dag ut i fra skaderegistreringer sammenholdt med reelt målte ventilasjonsrater.

Måling av ventilasjonsrate - tetthetskontroll

Sammenligner man tetthetsmålinger og reelle ventilasjonsratemålinger så viser det seg at disse målingene ikke har noen sammenheng. Det å måle tettheten til en boenhet med 50 Pa i trykkforskjell viser seg i praksis ikke å ha noen korrelasjon mot reelle målinger av ventilasjonsrater (Aubin & al 2009). Registrering av ventilasjonsrate viser derimot god relasjon mot kjemiske innholdsstoffer i inneluften – heller ikke det er overraskende da det er grad av frisklufttilførsel som registreres (figur 1).



Figur 1. Sammenhengen mellom formaldehyd-konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og ventilasjonsrate (ACH/t). Fra Aubin & al, 2009.

Problemer i norske bygg? – hva registrerer vi?

Mycoteam har registrert en rekke problemer i både nyere og eldre, norske bygg som har med ventilasjonsrater å gjøre.

Kondensproblemer i eldre murbygg kjenner vi alle til. Vekst av muggsopp og gunstige forhold for midd i fuktige, kalde hjørner er kjente problemer.

Trehus fra 1980 tallet har mindre kondensproblemer, men byggene begynner å få et nytt sett med problemer når de pusses opp – kjemisk sverting/heksesot dukker opp i husene.

Helt nye hus har likeledes bekymringsfulle problemer med sverteskader i de første årene.

Noen få nye hus har også fuktproblemer relatert til kondensering på vinduer.

Noen nye hus har sverteproblemer i deler av bygget og ikke i andre deler av huset?

Alle disse problemene har en ting til felles; den reelle luftutvekslingen i hvert rom sammenholde med de observerte skadebildene er en viktig forklaringsfaktor til skadene.

Måling av luftutvekslingsrate

Måling av reell luftutvekslingsrate krever gjerne bruk av sporgass. Sporgassen kan tilføres over tid og likevektsforholdene kan registreres over en lengre periode (dager/uker), eller man tilfører sporgass og ser på den reelle uttynningen over en kortere tidsperiode (f.eks 8 timer).

Mycoteam har prøvd ut disse metodene og funnet det mest hensiktsmessig å benytte sporgassfortynning som metode. Det er standarden ASTM E-741 som følges.

Metode sporgassmåling

Leiligheten/rommet som skal undersøkes tilføres en gitt mengde sporgass som man sørger for blir homogen fordelt i hele leiligheten. Vanligvis fylles alle rom opp til samme konsentrasjon av sporgass og normalt benyttes CO_2 til en konsentrasjon på ca 4000 ppm som utgangspunkt.

Fortynning av sporgass registreres med automatisk logging hvert 3. minutt. Loggingen pågår normalt 8 timer, men er avhengig av forventet ventilasjonsrate i bygningen.

Grad av luftutveksling beregnes etter standarden.

Resultater sporgassmålinger/ventilasjonsrater

Gamle, tette bygg.

Ikke overraskende finner vi at blokkbebyggelsen fra 1930-tallet og frem til ut på 1980-tallet ofte har skremmende lav luftutveksling.

Karakteristisk har disse byggene støpte vegger/murvegger og støpte etasjeskillere. Vinduer er skiftet og nye vinduer er skummet godt inn. Ventilasjonen i byggene er opprinnelig passiv oppdriftsventilasjon og kanskje har kanalene ikke vært rensset på mange år. Bygget er kanskje utvendig etterisolert og da tettes ofte ventilåpninger til tidligere matskap på kjøkken og andre ventilåpninger.

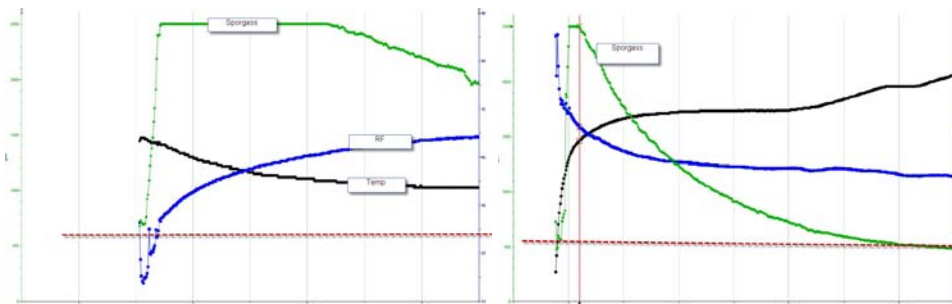
Trehus – ikke særlig tette?

Vi har en følelse av at tradisjonelle trehus frem til utpå 2000-tallet ikke er særlig tette. Naturlig trekk medfører at ventilasjonsraten blir “god”, men ukontrollerbar.

Noen eksempler – 1970-talls blokka

Det klages på dårlig inneklima i en 60 m² stor leilighet som bebos av én person.

Leiligheten fylles med sporgass og resultatet er vist i figur 2– en ventilasjonsrate på 0,11 slik leiligheten ble brukt. Etter rensing og oppgradering av ventilasjonsanlegget i bygget kom ventilasjonsraten opp på 0,56/t (figur 2, høyre side).



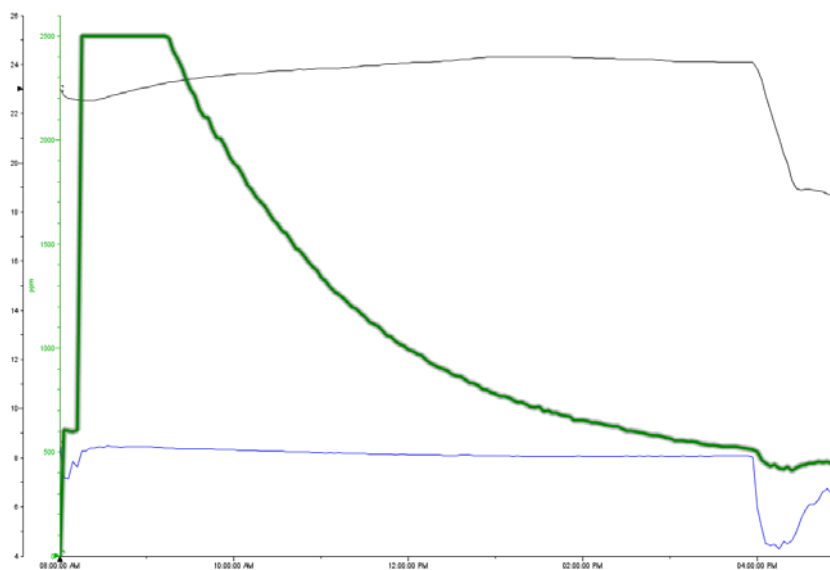
Figur 2. Sporgassmåling i blokkleilighet. Venstre kurve; luftutvekslingsrate på 0,11/t. Etter rensing av ventilasjonsanlegg, bedring av avtrekksvifte mm kom ventilasjonsraten opp i 0,56/t. Tidsskala med mer er den samme i begge figurer. Sporgasskonsentrasjonen er vist i øvre (grønne) kurve i begge grafene.

Nye, tette bygg?

Nye krav til tetthet, nye isolasjonskrav og tetthetskontroll av bygg medfører at man nå har mer kontroll på tettheten i byggene – og dette burde ikke være noe problem da man styrer ventilasjonen med moderne anlegg med varmevekslere – enten det nå er et balansert anlegg eller det er et avtrekkssystem. Men vi ser alt for ofte problemer i disse husene når de er nye!

Noen eksempler – 2009 nesten passivhus standard

Huset har avtrekksventilasjon da man har ønsket å ha minst mulig støy i bygget. Boligen er oppført med lettklinker i vegger, gulv og tak. En leilighet i boligen står tom og en annen leilighet bebos av en enslig person. Det er fuktproblemer på vinduer (kondensering) når det er under – 10 °C ute. Ventilasjonsraten er målt til 0,46/t i oppholdsrom og til 1,0/t på badet (figur 3).



Figur 3. Ventilasjonsratemåling i moderne, "nesten passivhus standard". Sporgasskonsentrasjonen er vist med tykk strek (grønn kurve). Øvre kurve er temperatur og nedre kurve viser Rf. Ventilasjonsrate 0,46/t. Det er problemer med kondensering på vinduer.

Luftfuktigheten inne er høyere enn forventet i en periode med -10 til -15 C ute. Teoretisk vil luftfuktigheten ligge under 10%, men inneluften får et tilskudd slik at luftfuktigheten ligger opp mot 30%. Det er konkludert at bufring av luftfuktighet kommer fra lettklinkerblokkene og med vinduer uten god nok isolasjonsverdi, ingen varmekilder under vinduene (vannbåren varme i gulv) medfører dette kondensering når temperaturen faller brått til under ti kuldegrader. Store mengder fuktbufrende materialer regulerer klart luftfuktigheten, men effekten blir ikke som tilsiktet når det brått blir svært kaldt ute og ventilasjonsraten ikke klarer å skifte ut luften i leiligheten raskt nok.

Heksesot og kjemisk misfarging

Heksesot er en sort, kjemisk misfarging vi ofte opplever i nye boliger eller boliger som er nyoppusset. Fenomenet skyldes tungt flyktige organiske forbindelser (SVOC) som sammen med sotpartikler fester seg til plastgjenstander, på "kuldebroer" og i smale sprekker. Fenomenet opptrer typisk 1-3 år etter at en ny bolig tas i bruk eller etter at en eldre bolig er pusset opp (foto 1). Heksesot opptrer i vinterhalvåret og det kommer ofte raskt frem hvis en bolig har stått med senket temperatur og temperaturen økes raskt.

Årsaken til problemet er en kombinasjon av moderne bygningsmaterialer med langvarig avdampning av innholdsstoffer kombinert med "lave" ventilasjonsrater. Boliger med kraftige hekkesotskader ligger typisk med en ventilasjonsrate på 0,3/t, mens boliger med en ventilasjonsrate på 0,8/t eller høyere ser ut til å unngå hekkesotskader.

Heksesot registreres heller ikke i kontorbygg – selv om det her benyttes de samme bygningsmaterialene som i en enebolig, men minimumskravet er en ventilasjonsrate på 1,0/t. i et kontorbygg.



Foto 1. Heksesot – mørk misfarging - er typisk i nye boliger med en noe lav ventilasjonsrate.

Det skal bemerkes at heksesotskadene blir ekstra ille i eldre, tette boliger (blokkleiligheter) med lav ventilasjonsrate kombinert med kuldebroer!

Var det bedre før? – og hva gjør vi nå?

Nei, det var ikke bedre før, men vi hadde ofte en sikkerhetsventil på husene våre – de hadde ufrivillig god ventilasjon. Det er klart at dette ikke er gunstig energimessig sett, men det gjør sitt til at boligene fungerer når man ser på inneklimate i boligen.

Går vi tilbake til TEK 2010 og leser om Miljø og Helse i kapittel 13 så sier §13.”1 *Inneluft skal ikke inneholde forurensning i skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon*” og i §13.2 sier man at “*man skal ta hensyn til forurensningsbelastninger fra personer*” og elegant påpekes det at “*man skal benytte materialer og produkter som gir lav eller ingen forurensning til inneluften*”. Med et ventilasjonskrav på 0,5/t og ned i under 0,3/t når man ikke er tilstede kan ikke intensjonene oppfylles med de materialer man i dag benytter, men øker man ventilasjonsraten til over 0,8/t? i de første årene til et nytt bygg viser det seg i praksis at dette fungerer godt.

Det er også et stort problem at brukerne synes at ventilasjonsanleggene er støyende og de blir derfor ofte satt på laveste effektivitet – noe som ikke er nok til å hindre heksesotdannelser.

Passivhusene er det ikke noe galt med, men byggebransjen har en utfordring med å få til en tilstrekkelig, god og ROBUST ventilasjon som fungerer – selv med beboere i huset!



Trond Bøhlerengen
SINTEF Byggforsk
e-post: trond.bohlerengen.no

Hvordan unngå kondensskader i tak



John Einar Thommesen
Mycoteam as
e-post: jet@mycoteam.no

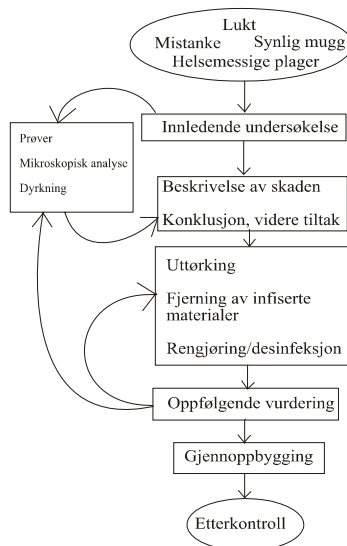
Kartlegging og forståelse av skader med diffuse symptomer

Kartlegging og forståelse av skader med diffuse symptomer

John Einar Thommesen
Mycoteam AS

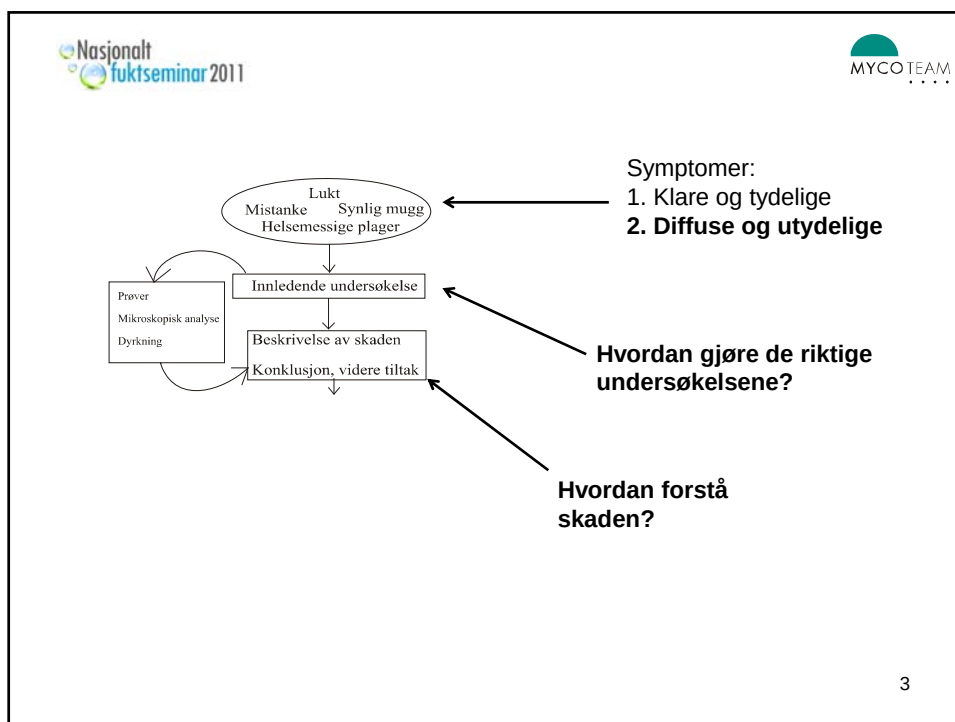
1

■ Prinsipp ved skadehåndtering



D
O
K
U
M
E
N
T
A
S
J
O
N

2



Hva er diffuse symptomer?

- «Ingenting»
- En mistanke
- En risikokonstruksjon
- Helseplager
- Mugglukt, kjellerlukt, annen lukt.
- Leieboere i kjeller flytter etter kort tid
- Misfarging
- Støv
- Insekter og annet kryp
- Saltutslag
- Bulende tapet og maling
- Kondens og dugg
- Ofte er symptomene kombinert

5

Typiske risikokonstruksjoner

- Bygårder. Trebjelkelag, manglefullt vedlikehold, endringer, lagringsforhold, ventilasjon
- Flate tak
- Innredete kjellere
- Bad
- Krypekjellere
- Kjølerom
- Nybygg

Hvordan tolker man diffuse symptomer?

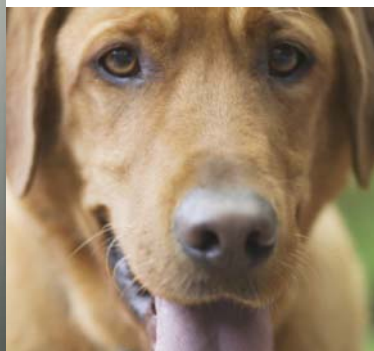
- Kunnskap
- Intervju/samtale
- Kartlegging/prøvetaking
- Bruke sunn fornuft
- Kjenne grenseverdier og kritiske verdier

7

Undersøkelser

- Snakke med brukere/beboere
- Bruk luktesansen
- Utfør målinger. Kjenn apparatene dine.
Indikasjonsmåling, måling i materialer osv.
- Flytt på ting!
- Kjenn grenseverdier. Gjør vurderinger.
- Historikk! Er noe endret?
- Skadeforløp
- De små viktige detaljene kommer gjerne frem som en bisetning.

8



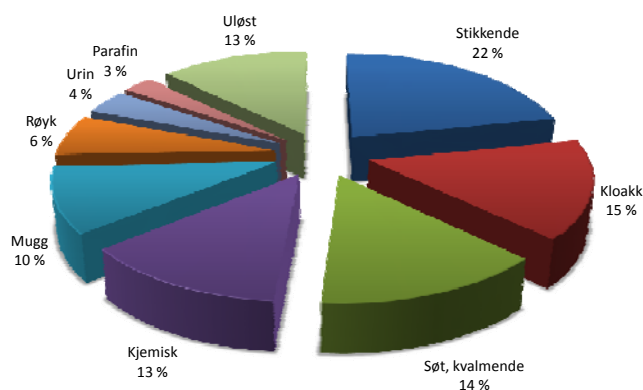
9

Lukt

- Lukt er ofte det første som blir nevnt når noen har ett «diffust problem».
- Lukt er subjektiv
- Tilvenning til lukt gjør undersøkelser vanskelige

10

Hvilke lukter har vi støtt på?



11

Er lukt alltid en god indikator?

- Vi kjenner til en rekke tilfeller der lukt og kilde ikke var det samme:
 - Mugglukst fra nye støvletter
 - Mugglukst fra ny dataskjerm
 - Mugglukst fra en plastfotball der det var rikelig med *actinomyces*
 - Sur, "våt bikkje"-lukst fra en kraftig muggsoppinfisert kurvstol
 - Mugglukst som viste seg å være en kreosotimpregnert bunnsvill
 - Mugglukst fra bilsete (barnesete)
- Vi har ca 13% uløste «luksttilfeller».
 - Kilden/stedet luksten ble funnet, men vi kunne ikke si hvorfor det luktet.
 - Ingen lukst ved inspeksjon. Da begynner det bli litt vanskelig lete.
- Forøvrig er det mange eksempler på at det foreligger en etablert fukt/muggsoppskade, men det er ikke registrert lukst. Andre symptomer er da avgjørende for lokalisering av skaden

12

«Løste luktskader»



Røyk og matlukt fra naboen!



Kjemisk, kvalmende rekelukt!



Kjellerlukt fra kryperom.

13

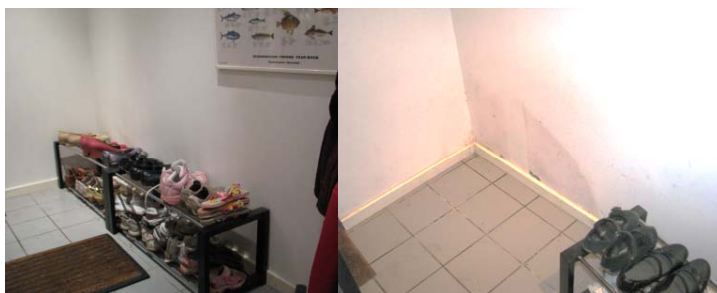
Symptomene er ofte flere



14

Kombinerte symptomer

- Leieboer klager og flytter!
- Svak lukt!
- Litt kondens på ett vindu



15

Kombinerte symptomer

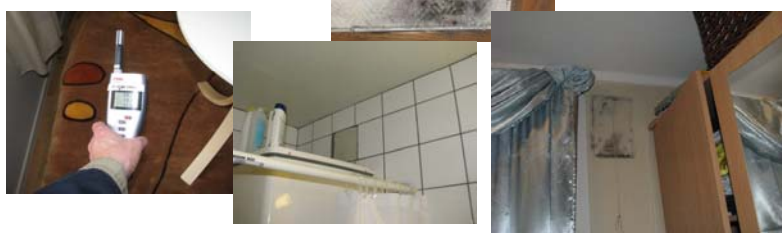
- Det må gjøres målinger og tas prøver!



16

Dugg, misfarging og kondens

- Kondens på vinduene kan være en indikasjon på at noe er galt.
- Misfarging
- Nye vinduer i leiligheten.
- Lukkede lufteluker



17

Loft - muggsopp på inventar



18



19

Støv

- Støv fra ventilasjonskanal? Utbyggers feil?



20

Gjør de fornuftige målingene!

- Sjekk kanalen.
- Målinger viser lave verdier av partikler fra tilluft.
- Analyse av støv viser kun brukerstøv!
- Turbulens av luftstrømmer fører til deponering. Kun kosmetisk!



21

Sprengstein og dårlig lufting



22

Maur, tusenbein, sølvkre, skrukke troll, saksedyr



23

Levende eller døde



24

Saltutslag

- Utkrystallisering av vannløslige salter når vann fordampes på overflaten.
- Forveksles ofte med soppvekst.
- Krystalliseringsenergien kan sprengte teglstein.
- Indikerer fuktproblem.



25

Saltutslag

- Bulende maling
- Indikerer fuktproblem.



26

Saltutslag, fukt i grunnen! Velg riktig løsning!



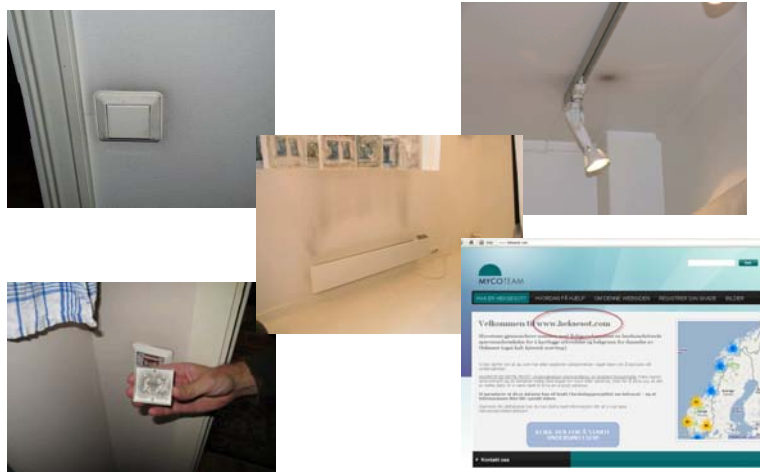
27

Misfarging



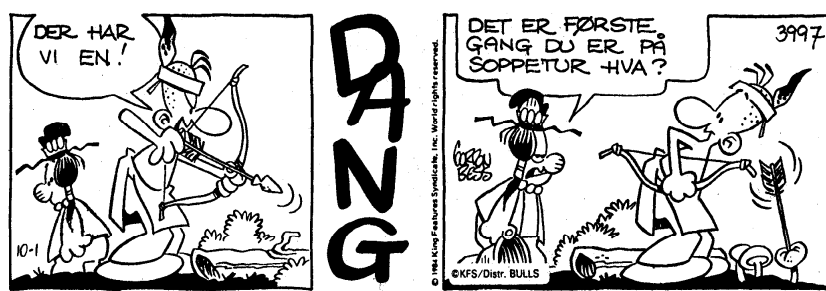
28

Misfarging- Heksesot



29

Riktig utstyr og metode er viktig.



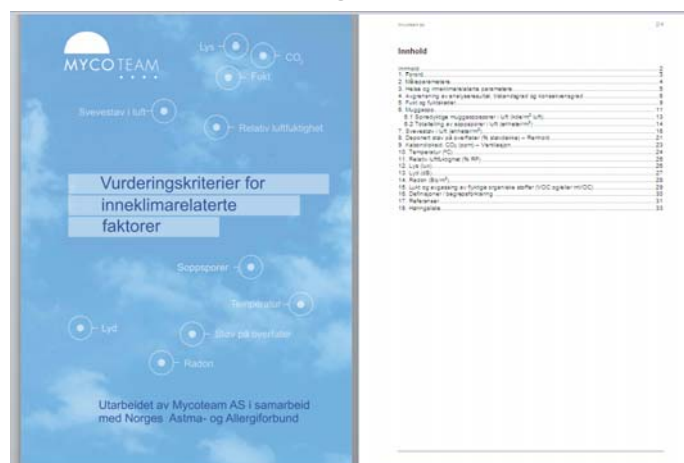
30

Hvordan analyserer man diffuse symptomer objektivt?

- Målbare parametere
 - Temperatur
 - RF (relativ luftfuktighet)
 - CO₂
 - Luftutskiftingsrate
 - Flyktige organiske forbindelser
 - Partikler
 - Overflatestøv
 - Muggsoppsspore
 - Røykempull
 - Lyd
 - Lys
 - Radon

31

Grenseverdier og kritiske verdier



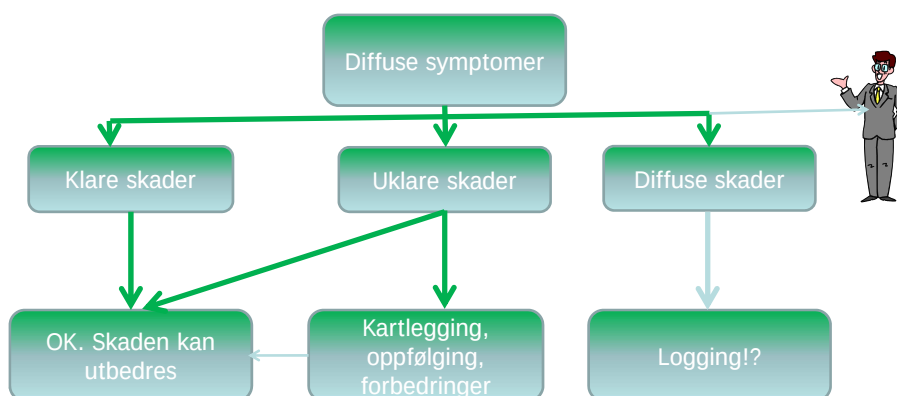
32

Hvordan forstå skadebilde

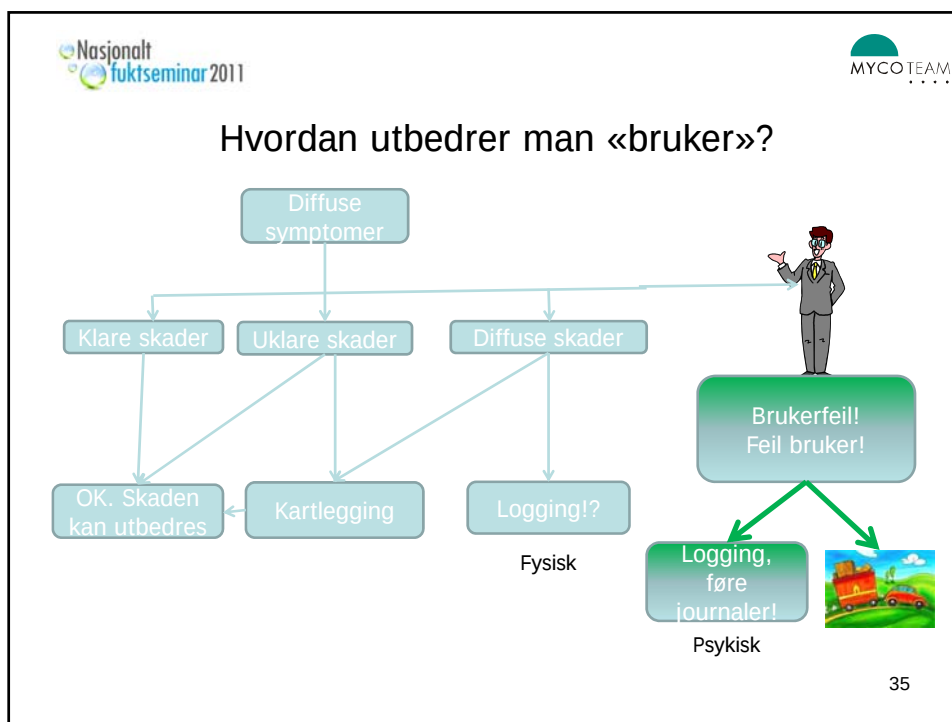
- Informasjon
- Gjør observasjoner, ta bilder
- Bruk sunn fornuft
- Målerverdier
- Analyseresultater
- Hvor langt er skaden kommet.
- Hva er skadeårsak. Er den sammensatt?
- Går det over av seg selv?
- Kan man legge skylda på noen?

33

Hvordan utbedrer man diffuse symptomer?



34



Nasjonalt fuktseminar 2011 MYCOTEAM

Moderne hus - moderne skader

- Boligrom og kontorer innredes under terreng
- Loft innredes til bruksareal
- Tette energieffektive hus
 - Mye isolasjon.
 - Avhengig av ventilasjon
 - Nye luftstrømmer og støvavsetninger
 - Relativ luftfuktighet
- Nye konstruksjoner og nye materialer
 - Kompakte, varmeisolerte tak
 - Elementer
 - Kjølerom, svømmebasseng
 - Nye materialer, nye lukter og mer avgassing
- Mye teknisk utstyr, feilmontasje, slurv
- Heksesot
- Mange fuktkilder
 - Dusj, tørketrommel, vaskemaskin

36

Moderne hus. Hva blir de første symptomene?

- Lukt!
- Heksesot
- Støv
- Brukerfeil/ feil bruker
- Risikokonstruksjoner



Sverre Holøs
SINTEF Byggforsk
e-post: sverre.holos@sintef.no

Feil energiltak kan gi skader!

Fare for alvorlige skader på bygninger og beboere
hvis det ikke tas hensyn til fukt og helserisiko

Sammendrag

Flere internasjonale studier viser at energieffektivisering er enklere og billigere enn de fleste andre klimatiltak, og det er derfor bred politisk og faglig enighet om at energieffektivisering må prioriteres. Energieffektivisering i bygg kan bidra til å erstatte forurensende energikilder i andre sektorer og reduserer behovet for ny kraftproduksjon. Den mest miljøvennlige energien er den en slipper å produsere.

Arnstad-utvalget har i sin rapport angitt at det kan spares om lag 52 tWh/år i bygningsmassen i 2040, hvorav størsteparten utgjøres av eksisterende bygninger.

Dette foredraget går gjennom vanlige tiltak for å spare energi, og viser at selv om mange tiltak kan føre til bedre inneklima og mindre byggskader, kan andre ha skadelige virkninger for bygningen og beboerne. Tiltak som endrer lufttettheten i bygningen eller deler av denne vil kunne endre trykkforholdene og ventileringsgraden, dersom det ikke settes inn kompensierende tiltak. Dette kan føre til at fukt og forurensninger ikke fjernes fra bygningen, eller at radon eller andre forurensninger trekkes inn. Det er derfor nødvendig med en faglig vurdering før slike tiltak settes inn.

Etterisolering av eksisterende ytterkonstruksjoner kan ha gunstige virkninger på komfort og inneklima, men i noen tilfeller øker risikoen for fuktskader i betydelig grad. Også her er det derfor nødvendig med informasjon om bygningen og bygningsteknisk forståelse for å finne de riktige tiltakene.

For å utløse energibesparende tiltak settes det inn en rekke virkemidler. Det vises eksempler på kampanjer og virkemidler som lett kan føre til at det settes i verk tiltak som kan ha store skadevirkninger. Energimerking av eksempelbygg er gjennomført, og det demonstreres at tiltakene som anbefales for disse konkrete byggene vil føre til forverring av bygningsskader og inneklima, og økt risiko for sykkelighet og for tidlig død hos beboerne.

Det advares derfor mot ukritisk å følge råd som er gitt uten faktisk kjennskap til bygningen og dens bruk. I etterfølgende tabell gis noen eksempler på energibesparende tiltak, litt om risiko i forhold til fukt / inneklima og om tiltakene kan egne seg som "gjør-det-selv" (GDS) tiltak for ufaglærte.

Tabell 1 Noen eksempler på energireduserende tiltak i eksisterende bygninger, og mulige inneklimateksekvenser av disse

Tiltak	Hensikt	Risikovurdering	GDS
Innvendig etterisolering av yttervegg	Redusere varmetransport (transmisjon) gjennom vegg	Fuktteknisk krevende. Forutsetninger og utførelse må vurderes nøye.	Nei
Utvendig etterisolering av yttervegg		Ofte et godt alternativ. Kan redusere kuldebroer, kondensrisiko og	Nei
Innblåsing av isolasjon i yttervegg		Godt alternativ i en del konstruksjoner, høy skaderisiko i andre. Faglig vurdering nødvendig.	Nei
Isolering av etasjeskiller mot loft	Redusere varmetransport (transmisjon)	Vesentlig at utgangspunktet vurderes, og at utførelsen er riktig. Kondensrisiko på loft kan øke.	Nei
Isolering av etasjeskiller mot kjeller/ kryperom	Redusere varmetransport (transmisjon)	Fuktproblemer i kjeller / kryperom kan øke. Utgangspunktet må vurderes.	Nei
Skifting av vinduer	Redusere varmetransport (transmisjon, stråling)	Godt tiltak. Vær oppmerksom på effekten på lufttetthet	Nja
Tetting av ytterkonstruksjon, avtrekksventilasjon	Redusere varmetransport (infiltrasjon)	Reduserer luftskiftet og øker trykkforskjell mot grunnen, særlig ved mekanisk avtrekk. Kan gi fuktskader og forurenset inneluft, bl.a. økt radon.	Nei
Tetting av ytterkonstruksjon, Balansert ventilasjon	Redusere varmetransport (infiltrasjon)	Øker effekten av varmegjenvinning i balansert ventilasjon, godt tiltak når dette fungerer.	Ja
Lufttetting mot loft	Redusere varmetransport (infiltrasjon)	Reduserer lufttransporten til loftet, og gir dermed mindre risiko for kondensskader på loft.	Ja
Lufttetting mot krypekjeller / grunn	Redusere varmetransport (infiltrasjon)	Reduserer inntrengning av radon, mikroorganismer og annen forurensning i grunn / kryperom	Ja
Fuktstyrt avtrekk på bad	Redusere varmetap med ventilasjonsluft	Reduserer luftskiftet i boligen. Mindre effektiv fjerning av forurensninger i innelufta. Må vurdere luftskiftet.	Nei
Tidsstyring av ventilasjon	Redusere varmetap med ventilasjonsluft	Reduserer luftskiftet i boligen. Mindre effektiv fjerning av forurensninger i innelufta. Må vurdere luftskiftet.	Nei
Installere varmestjerner i ventilasjonsanlegg	Redusere varmetap med ventilasjonsluft	Muliggjør større luftmengder med mindre trekkfølelse. Godt tiltak.	Nei



Bjarte Sæthre
Mycoteam as
e-post: bjarte@mycoteam.no

Oppfukting og uttørking i betong

Oppfukting og uttørking i betong

Bjarte Sæthre

Innhold.

- Oppfukting og uttørking av gammel betong.
- Hva har vi å forholde oss til når det gjelder vurdering av uttørkningstid av gammel betong.
- Hvor dypt tekker fukt i betong og hvor lang tid tar det.
- Hvor lang tid tar det å tørke ut et betongdekke som har vært utsatt for en vannlekkasje.
- Fuktmålinger i forbindelse med uttørking av gammel betong.

Hva skjer ved en vannskade?

- Fritt vann
- Stans av vann
- Fjerning av overflatevann
- Tørkeprosess starter
- Det gjøres fuktmålinger?

Hva skjer ved en vannskade?

- Fritt vann
- Stans av vann
- Fjerning av overflatevann
- Tørkeprosess starter
- Det gjøres fuktmålinger?

Hvor fort tørker et betongdekke ut etter en vannskade?

- I teorien
- I beregningsprogram
- I praksis

Hva vet vi om oppfuktingsforløp og uttørkingsforløp av gammel betong etter en vannskade? Med gammel betong menes betong som fuktes opp etter at herdetiden er ferdig. Det finnes mye kunnskap om fukt i betong og uttørkingstid for denne, men dette gjelder i hovedsak ny betong. På bakgrunn av betongkvalitet, tykkelse og ønsket slutfuktighet kan det gjøres beregninger på hvor lang tid det tar å tørke ut et gitt tilfelle. Man vet også at denne kunnskapen ikke er direkte overførbart til oppfukting av gammel betong. Siden vann inngår i en kjemisk prosess ved uttørking av ny betong vil uttørkingen skje raskere i ny betong enn i gammel betong.

I ny betong er det også gitt at det er en jevn fordeling av fukt i hele tykkelsen. Er dette gitt ved en vannskade? Det naturlige vil være om det bare er en andel av betongtykkelsen som blir fuktet opp, avhengig av hvor lenge vannlekkasjen har pågått. Et betongdekke som i utgangspunktet er tørt vil ved en vannlekkasje bli utsatt for en ensidig oppfukting. Vannet trekkes nedover i betongen ved kapillært oppsug, og hvor raskt vannet trekkes gjennom hele tykkelsen på dekket vil avhenge av betongkvaliteten.

Når man er ute på vannskader er det sjelden at man vet noe om betongkvaliteten. Men spørsmålet er om det allikevel er mulig å gi noen retningslinjer for hvor dypt vannet trekker ned i betongen, og hvor lang tid det tar. Videre er det interessant og få klarlagt om det er noen sammenheng mellom oppfuktingstid og uttørkingstid.

**Tørketid på bakgrunn
av tabell.**

Eksempel:

- Et 20 cm tykt betongdekke i et bjelkelag.
- Ønsket RF er 85 %.
- Dette gir en tørketid på 515 døgn.

Tabell 62 a

Orienterende tørketider for betong etter vannskade når man skal legge felt overflatebelegg etter utfarking. Tørketiden gjelder for normal betongkvalitet C 25. Uttøringsklima i normalt tilfelle er 20 °C og 50 % RF [gjelder den ene siden ved ensidig utfarking og begge sider ved tosidig utfarking].¹⁾ Kilde: [72]

Forsøetsbetingelse	Tykkelse (mm)	Uttæringshastighed (dag)				
		25	50	75	100	125
Ensidig udtærning af golv på grunnen med underliggende plastfolie. Kapitlet møttest ved start	50	25	90	185	30	—
	80	70	190	330	—	—
	100	110	300	515	—	—
	120	155	435	745	—	—
Ensidig udtærning af golv på grunnen med underliggende mineralul og plastfolie. Kapitlet møttest ved start	50	10	30	55	—	—
	80	30	80	140	—	—
	100	45	125	220	—	—
	120	70	180	320	—	—
Tværsidig udtærning af mellemgulvslæget og innvendige vægges. Kapitlet møttest ved start	100	25	75	130	190	—
	150	60	170	295	430	—
	200	110	300	515	770	—
	250	170	470	825	1200	—
Tværsidig udtærning af innvendige vægges 95 % RF ved start	150	—	15	85	145	—
	200	—	30	145	330	—
	250	—	55	260	590	—
	250	—	55	240	920	—

Ved annet tørkeklima multipliseres utføringsbøden med korreksjonsfaktor i henhold til **tabell 62 b** og 62 c. «Ørnsket RF» er den maksimale RF man kan akseptere under overflatebelegget etter legging, og tilsvarende også RF i en viss dybde i betongen (ca. 0,2 – 0,4 H) ved utføringsens slutt, men før omfordeling av kuit pga. overflatebelegget.

Kilde: Byggforskserien

Når man vet tykkelse på betongdekket og hvilken RF man ønsker å oppnå er det utarbeidet tabeller hvor tørketiden kan leses av. I de tabeller som er utarbeidet så langt er det tatt utgangspunkt i at hele betongdekkets tykkelse er kapillært mettet, dvs at RF er 100 %.

Beregning av tørketid

Tar utgangspunkt i at en bestemt andel av betongdekket er kapillærmettet. Eks:

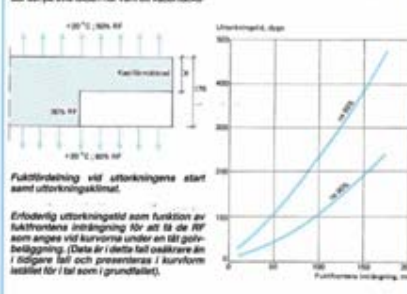
- 175 mm betongdekket tosidig uttørring.
- 100 mm av dekket er kaillermettet.
- Gir en uttørringstid på ca 230 døgn.

Fall 4

Betongtyp 1: Normal betongväskhet.
Utkörningsfall c: Ojämn fyllnapp.

Vägen har trängit in i betongen från en sida. Fukt är fördelad i betongen enligt nedanstående figur. En del av betongen (X) är helt kallmättad då torkningen börjar. I resten av betongen är RF 60%. Plattan är 175 mm tjock.

Fallet skall efterlämnas i ett av betongtillagning där det på överstyret har varit ett väderläckage



Fuktbrörens läge i betongen bör undersökas. Fuktbrödringen är dock så småningom i figuren, utan övergången mellan kapillärmatad betong och betong med 60% RF är "mjukare".

Källa: Torketider för
betong efter vanskader.
Göran Hedenblad, 2004.

Fuktgruppen ved Lunds Tekniska Högskola har på bakgrunn av beregninger utarbeidet et diagram som viser tørketid basert på hvor stor andel av betongdekket som er kapillærmettet. De er gjort beregninger som viser uttørkningstid når kun en gitt andel av betongdekket er fuktet opp.

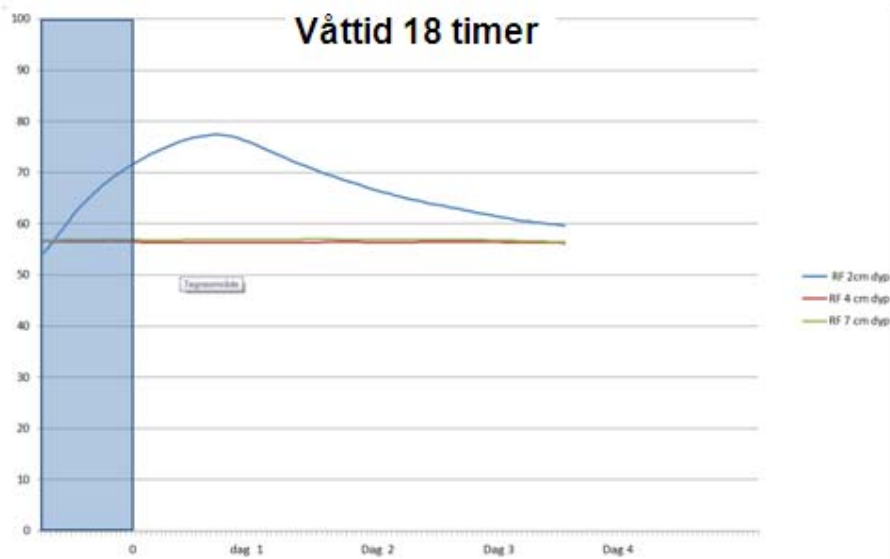
Oppfukting og uttørring i praksis



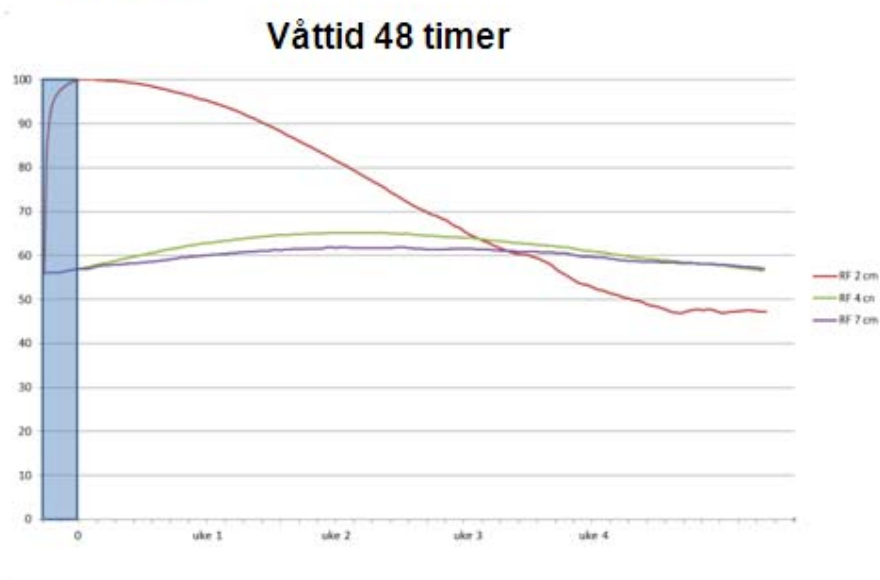
Hvordan stemmer teorien overens med virkeligheten. Vi har gjort et forsøk med vannlekkasje på et stykke gulv. Formålet er å kartlegge hvor langt vannet trekker ned i betongen, hvor lang tid det tar, samt se på sammenheng mellom våttid og tørketid. Betongbiten er skåret ut fra etasjeskillet på en 40-talls bygning og er derfor likestilt med den situasjonen som møter en ved en vannskade der man ikke vet noe om betongkvaliteten.

En silikonkant sørger for å kunne holde en konstant vannbelastning av prøvestykket.

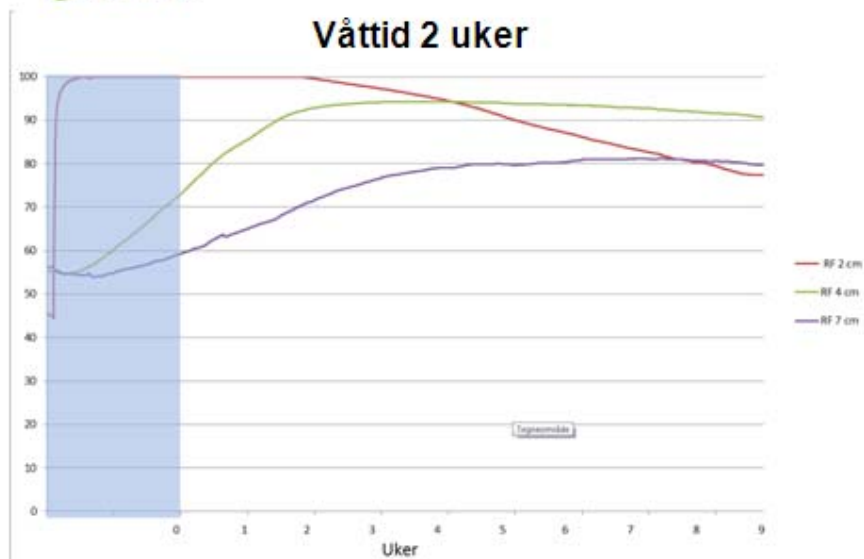
Til registrering av resultatene er det benyttet tre fuktmålingsinstrumenter fra tre forskjellige leverandører.



Det blå skyggefeltet i grafen viser tidsrommet hvor vannlekkasjen har pågått. Grafen viser forløpet for oppfukting og uttørking i tre forskjellige dybder ved en vannlekkasje som har pågått i 18 timer før det iverksettes tiltak. Vannet trekker da ca to cm ned i betongdekket, og blir da kun fuktet opp til 77 % RF. Videre nedover påvirkes ikke betongen av vannlekkasjen.



Grafen viser forløpet ved oppfukting og uttørking ved en vannlekkasje som har pågått i 48 timer før tiltak blir iverksatt. I en dybde på 2 cm steg RF til 100 %. De øvrige dybdene påvirkes kun minimalt av vannlekkasjen. I løpet av ca. 2 uker er RF lavere 85 %.

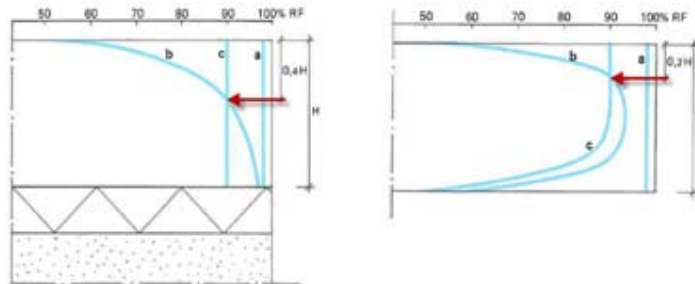


Det siste forsøket som ble utført i denne runden viser resultatene fra en vannlekkasje som har pågått i to uker. Det er fremdeles kun de øverste to cm som er kapillært mettet. Dette sjiktet forblir også kapillært mettet i ca to uker før RF begynner å synke. I løpet av seks uker er RF nede på 85 %. Etter to uker med oppfukting har vannet trukket ned til både 4 cm og 7 cm dyp. På 4 cm dyp var det en maksverdi på 94 % RF og på 7 cm dyp ble det målt maksverdi på 81 % RF. Grafen viser også at uttørkingen foregår langsommere jo dypere ned det er snakk om.

Resultatet av uttørking i praksis

- Det er en klar sammenheng mellom våttid og tørketid.
- Det er kun en del av betongdekket som fuktes opp, og kun det øvre sjiktet.
- Skiller seg derfor klart fra ny betong hvor fukten er jevnt fordelt.

Fuktfordeling ved uttørking av kapillærmettet betongdekke



Kilde: Fukt i bygninger, Gjeving, Vincent Thue, 2002

Fukt i et nystøpt betongdekke fordeler seg på en helt annen måte. Utgangspunktet her er 100 % i hele dekket tykkelse. Når uttørkingen har pågått en stund vil fukten fordele seg etter kurve b i figuren. Dette er en helt annen fuktfordeling enn det som skjer ved en vannlekkasje over et begrenset tidsrom. Selv etter flere ukers våttid er det kun det øvre sjiktet av betongdekket som er fuktet opp. I slike tilfeller vil det derfor ikke være relevant å benytte en tabell som tar utgangspunkt i at betongdekket er kapillært mettet i hele tykkelsen.

Det vil heller ikke være relevant å utføre fuktmålinger etter retningslinjer om at fuktmålinger skal foretas på 20 cm dyp ved tosidig uttørking, og på 40 cm dyp ved ensidig uttørking. Disse retningslinjer er gitt i forhold til at det foregår en omfordeling av fukten i henhold til kurve c i figuren over. Så lenge fuktfordelingen er så ulike i et betongdekke som er kapillært mettet i hele dekkets tykkelse og et dekke som kun er kapillært mettet i det øvre sjiktet, vil også uttørkingsforløpet være helt forskjellige i disse to tilfellene.

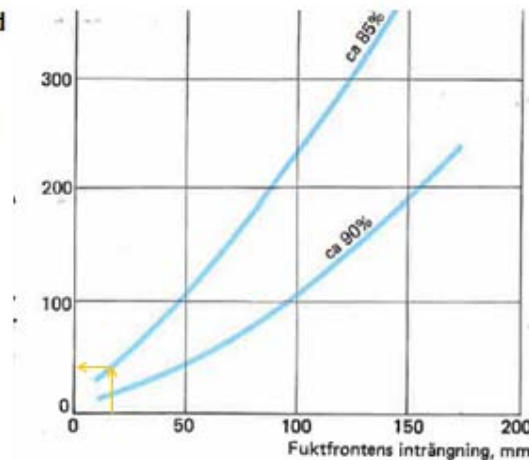
Konsekvenser av uttørking i praksis

- Tabeller som tar utgangspunkt i at hele dekkets tykkelse er kapillært mettet er ikke relevant.
- Regelen om at det skal måles i 40 % av dybden ved ensidig uttøring og 20 % av dybden ved tosidig uttørking vil ikke være relevant ved kortvarig oppfukting av gammel betong.

Beregning av tørketid

Tar utgangspunkt i at en bestemt andel av betongdekket er kapillærmettet. Eks:

- 175 mm betongdekket tosidig uttørking,
- 20 mm av dekket er kapillærmettet.
- Gir en uttørkingstid på tilnærmet seks uker.



Beregningene som viser uttørkingstid på bakgrunn av andel av betongdekket som er oppfuktet kan brukes til å vurdere uttørkingstid. Ved å plotte resultatene fra 2 ukers lekkasje inn i denne grafen får vi en uttørkingstid på tilnærmet 6 uker. Dette stemmer overens med den tørketiden som ble målt i forsøket.

Dette underbygger at for å kunne gjøre en vurdering av uttørkingstiden etter oppfukting av et betongdekke er det svært relevant å foreta fuktmålinger i forskjellige dybder slik at man får en dybdeprofil. I likhet med uttørking av ny betong bør det også kunne være rom for å diskutere omfordeling av fukt ved uttørking etter en vannlekkasje. Dette vil kunne redusere tørketiden ytterligere, men det må gjøres flere forsøk for å fastslå hvor stor påvirkning det vil ha på uttørkingstiden.

Konsekvenser av uttørking i praksis

- Det er behov for fuktmålinger som gir en dybdeprofil.

Fuktmålinger og tørketid

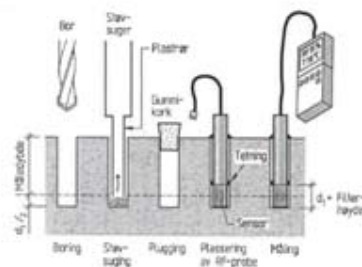


Fuktmålinger i betong er forbundet med mye usikkerhet og det finnes flere forskjellige metoder og instrumenter. I dette forsøket ble det blant annet benyttet sensorer boret inn fra siden. I skadetilfeller vil ikke dette la seg gjøre og de må derfor bores ned sensorer fra oversiden av dekket i flere forskjellige dybder.

Hvordan måler vi RF i betong?

- NS 3420-T:2008. Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del T: Maler- og beleggsarbeider.
 - Pkt. TA2.6:
 - a) ...kontrollere fuktigheten i forhold til grenseverdiene for gulvbelegg i TH.
 - c) Målingene skal utføres etter tillegg A.
- Tillegg A er basert på Nordtest method,
NT BUILD 439

Borehullsmetoden



- Borehullsmetoden er referansemethode i NS 3420.

Kilde: Fukt i bygninger, Gjeving, Vincent Thue. 2002

Ved fuktmålinger i betong er det NS 3420 om er førende for hvordan det utføres. Det må bores hull som rengjøres. Hullet skal proppes og stå en uke før sensoren plasseres. Det vil være avhengig av hvilket produkt man benytter om det også skal monteres en hylse. Det samme gjelder hvilken måte det skal tettes rundt hylse og sensor. Når sensoren er plassert skal denne stå og stabiliseres 24 timer før fuktverdiene leses av.

Hva er forskjellen på fuktmålinger og hvorfor?

- Vanlig måte – hull i betongen
- Vanlig måte – hylse
- RBK-metoden
- Horisontal måling

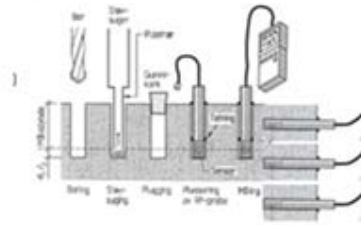
Det er utviklet flere metoder for å måle fukt i betong. Enkleste metode er målinger uten hylser. Denne metoden vil måle gjennomsnittlig RF i hele høyden av borehullet, og er derfor ikke egnet til å lage en dybdeprofil.

Det er flere produsenter som har utviklet hylser som sensoren plasseres i. De fleste av disse er laget slik at man kan foreta målinger på bestemte dyp.

RBK-metoden er utviklet i Sverige. Med dette systemet skal det bores til ønsket måledyp og en hylse som monteres slik at kun bunnen i hullet eksponeres for måling. Dette gjør det mulig å lage presise dybdeprofiler. I tillegg til strenge rutiner for tetting rundt hylse og sensor legges det vekt på kalibrering og kontroll av sensorer.

Målinger med sensorer boret horisontalt inn i dekket er en metode for å foreta sammenlignende målinger på ulike dyp. Det er da ingen begrensing på hvor dypt man kan foreta målinger.

Instrumenter og metoder i dette forsøket



Kilde: Fukt i bygning, Gjeving, Vincent Thue, 2002

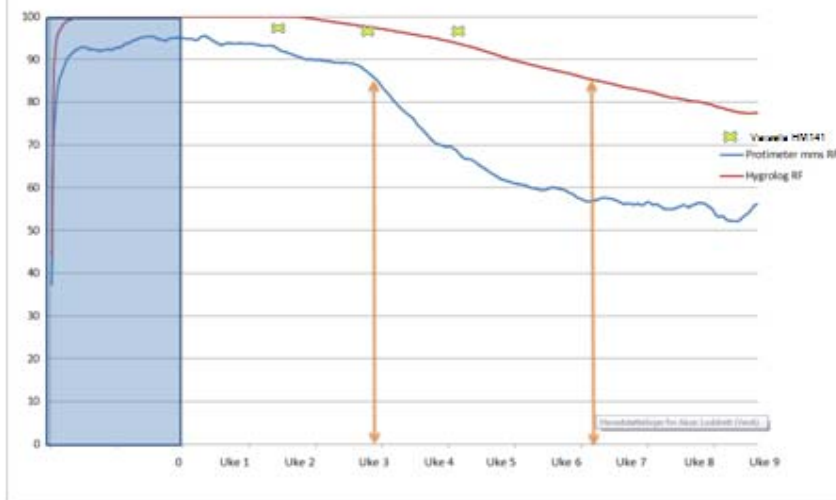
Kilde: Fukt i bygninger, Gjeving, Vincent Thue, 2002

Vi har brukt Rotronic Hygrolog med loggefunksjon, og med sensorer plassert horisontalt. Her er det ikke benyttet hylser, men det er tettet rundt sensorene med et tettekitt. Dette er en løsning som ikke er mulig å utføre i praksis ved vannskader.

I tillegg har vi brukt Protimeter mms med hylser for sensoren, og loggefunksjon. Det er tettet mellom hylse og betong med et tettekitt. Med disse hylsene skal det være mulig å måle RF på forskjellige dyp. Hullene bores like dype hver gang, men hylsene perforeres på ønsket dybde.

Det er også gjort noen kontrollmålinger med Vaisala med hylser for sensoren. Dette er samme utstyret som benyttes ved RBK metoden, og det er brukt samme tettemetode som ved RBK. Metoden er utviklet i Sverige hvor de har en lang og god erfaring med fuktmålinger i betong.

Resultater fra fuktmålingene



Usikkerheter ved fuktmålinger i betong kommer tydelig frem i dette forsøket hvor det er benyttet ulike metoder og instrumenter for å måle fuktinnholdet i betongen.

Ved forsøket ble det en konstant vannbelastning i en gitt tid, hvorpå overskuddsvannet ble fjernet. Uttørkingen skjedde ved en tosidig uttørking, i et lokale med balansert ventilasjonsanlegg som gikk i ca. 12 timer/døgn.

Denne grafen viser uttørkingstiden i en dybde på to cm når vannlekkasjen har pågått i to uker. Blå tt skyggefelt viser perioden hvor vannlekkasjen har pågått.

I tilfellet hvor betongen har blitt utsatt for vann i to uker viser fuktmålinger foretatt med protimeter at RF synker til 85 % innen det har gått tre uker i de to øverste cm av dekket. I følge denne målingen er RF heller aldri høyere enn 95 % i dette sjiktet, selv ikke mens vannlekkasjen pågår og rett etterpå.

Resultatene fra de horisontale målingene med Rotronic viser at det tar i overkant av seks uker før RF har sunket til 85 %. Dette er over dobbel så lang tid som Protimeter viser. I følge de horisontale målingene som ble foretatt på to cm dyp er betongen kapillærmettet i nesten to uker etter at vannlekkasjen har stoppet og man har tørket opp overskuddsvannet på overflaten.

Resultatene fra Vaiselamålingene er ikke logget. Men de målingene som er foretatt viser 98 % RF både etter 1, 2 og etter 4 uker med uttørking. Målingene er relativt like med de horisontale målingene.

Hvilke hensyn må man ta ved fuktmåling?

- Stor usikkerhet i praksis.
- Må i hvert fall ha kontroll på utstyr (kalibrert/kontrollert), metode og dokumentasjon!
- Bruk utstyr med hylser beregnet for å måle i forskjellige dybder.
- Tetting rundt sensorer/hylser.
- Rengjøring av hullene.

Resultatene av fuktmålingene viser at det er store usikkerheter knyttet til fuktmålinger i betong. Aktuelle feilkilder i dette konkrete tilfellet er ikke kartlagt, men vanlige feil og forhold man må ta hensyn til er i hvert fall kvalitetssikring i forhold til metoder og dokumentasjon av utstyret. Dette innebærer blant annet at utstyret kontrolleres og kalibreres i henhold til produsentens retningslinjer.

Det er store variasjoner i hvordan hylsene fra de ulike produsentene er utformet, og trolig ligger mye av usikkerheten i dette. Det er også store forskjeller på muligheten for å måle i forskjellige dybder. Ved valg av utstyr dette en faktor om må vektlegges.

Tetting rundt hylser og sensorer er av stor betydning for måleresultatene. Det anbefales å kun benytte utstyr fra produsenter hvor dette er vektlagt.

Rengjøring av hullene er viktig da måleresultatene kan påvirkes av støvet i hullene. Det er ikke tilstrekkelig og bare å benytte en støvsuger. Rengjøring skjer ved å benytte en børste som er tilpasset borehullet, en pumpe med en slange som kan tres ned i hullet, samt en støvsuger.

Vi ønsker å gå videre for å klarlegge hvilken innvirkning de ulike feilkildene har og hva man kan gjøre for å redusere effekten av disse feilkildene ved praktiske fuktmålinger etter vannskader. En forbedret kunnskap om slike forhold kan ha stor betydning for hvordan man skal håndtere vannskader. Resultatet kan dermed bli en optimalisering av fremtidig vannskadehåndtering – noe som kan komme godt med i en virkelighet der både antall vannskader og kostnader er i sterk økning.

Oppsummering

- Kort våttid gir kort uttørkingstid.
 - Ved våttid kortere enn et døgn er det sannsynligvis ikke behov for å sette i verk spesielle tørketiltak av betongen.
- Lang våttid gir lang tørketid.
 - Ved våttid utover ett døgn må det settes i verk spesielle tørketiltak av betongen.
 - For å vurdere tørketiden må det foretas fuktmålinger.
 - Det er kun ved svært lang våttid at betongen er kapillært mettet i hele tykkelsen.
- Uttørkningstid vil avhenge av flere faktorer.
 - Hvor stor andel av betongdekkets tykkelse som er fuktet opp.
 - Betongkvalitet.
 - Hva som ligger oppå betonggulvet, belegg, tilfarergulv, osv.
- Må derfor alltid foreta fuktmålinger som gir en dybdeprofil for å vurdere tørketiden.
 - Det er kun når hele tykkelsen på betongdekket er kapillært mettet at tabeller gir riktig bilde av uttørkningstid.
- Stor usikkerhet ved fuktmålinger, disse må derfor utføres med stor nøyaktighet.

SINTEF Byggforsk

SINTEF Byggforsk er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt som løser utfordringer knyttet til hele byggeprosessen. Vi skaper verdier for våre kunder og samfunnet gjennom forskning og utvikling, spesialrådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling.

Mycoteam

Mycoteam AS er et rådgivende konsulentfirma som arbeider innenfor fagfeltet biologiske bygningskader (sopp, muggsopp, råtesopp, vannskader, fukt og insekter). Vi gir nøytrale råd basert på biologisk fagkompetanse og uten økonomisk interesse i sanering.

ENERGIEFFEKTIVE BYGG – FUKT OG FRYKT



Foto: Stein Stoknes