



# LUND UNIVERSITY

## **Sammanfattning : International CIB W67 Symposium on Energy, Moisture and Climate in Buildings 1990 : Uppsats i doktorandkursen Fukt i byggnadsdelar**

Johansson, Erik; Wessman, Lubica

1993

[Link to publication](#)

### *Citation for published version (APA):*

Johansson, E., & Wessman, L. (1993). *Sammanfattning : International CIB W67 Symposium on Energy, Moisture and Climate in Buildings 1990 : Uppsats i doktorandkursen Fukt i byggnadsdelar*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7042). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

### *Total number of authors:*

2

### **General rights**

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

Byggnadsmaterial

---

## **Sammanfattning**

# **International CIB W67 Symposium on Energy, Moisture and Climate in Buildings**

**1990**

Uppsats i doktorandkursen *Fukt i byggnadsdelar*

**Erik Johansson**

**Lubica Wessman**

**Februari 1993**

RAPPORT TVBM-7042

---

Lund 1993

## Förord

Detta är en sammanfattning på de artiklar som presenteras i *International CIB W67 Symposium on Energy, Moisture and Climate, Technical session 1*. Symposiet hölls i Rotterdam 3-6 september 1990 och bestod av sammanlagt fyra seminarier (S) och tre *technical sessions* (T). Titlarna presenteras översatta nedan.

- S1 Principal Features of Building Regulations
- S2 Strategies for Ventilating and Heating Buildings
- S3 Surface Condensation and Mould Growth
- S4 Building Energy Management and Control Systems
- T1 Moisture Problems in Buildings and Building Components
- T2 Natural and Mechanical Ventilation
- T3 Energy Conservation Measures

Att skriva en sammanfattande uppsats ingår i kursen *Fukt i byggnadsdelar*, som givits på Sektionen för väg- och vattenbyggnad, LTH, hösten 1992 och våren 1993. *Technical session 1* bestod av 45 olika artiklar med varierande innehåll och kvalitet. Vi har valt att presentera artiklarna under rubriker indelade efter ämnesområde. Vissa artiklar har passat under två eller flera rubriker. Vi har då valt att presentera artiklarna under den rubrik som vi tycker bäst anknyter till innehållet. Som bilagor har vi också bifogat två sammanställningar över innehållet i denna uppsats.

Erik Johansson och Lubica Wessman

Lund, februari 1993

## Innehåll

	sid.
1. Bostäder	1
2. Kondensation	3
3. Material	4
4. Grunder	5
5. Tak	6
6. Väggar	7
6.1 Murverk och puts	7
6.2 Betongväggar	8
6.3 Lätta, isolerade väggar	8
7. Övriga artiklar	11

# 1. Bostäder

**Artikel nr 3: *The hygroscopic buffer capacities of fixtures and furnitures*, J.L.C.L. Boot, Netherlands.**

Möblers och textiliers förmåga till fuktabsorbtion studerades. Detta gjordes genom mätning av ånghalt, relativ fuktighet och temperatur i sammanlagt nio olika fall: tre olika grader av möblering i ett folieklätt rum med tre olika klimatvariationer i vart och ett av dessa tre möbleringsfall.

Klimatvariationer:

1. Temperaturen ökades från 18°C till 25°C.
2. Relativa fuktigheten ökades från 40% till 65%.
3. 280 gram ånga tillsattes.

Möblering:

1. Folieklätt rum.
2. Samma rum som ovan med textilier.
3. Samma rum som ovan med textilier och möbler.

Textiliernas och möblernas area var kända för att fuktabsorptionskoefficienten skulle kunna beräknas.

Fuktabsorptionskoefficienten = absorberad mängd vatten per ytenhet ( $\text{g/m}^2\text{h}$ ) / ånghaltsökningen i omgivande luft ( $\text{g/m}^3$ ). Fuktabsorptionskoefficienterna blev i de olika fallen:

Möblering	klimatfall 2	klimatfall 3
1	0,3 m/h	0,5 m/h
2	2,5 m/h	2,2 m/h
3	1,7 m/h	2,3 m/h

**Artikel nr 4: *The dynamic behaviour of the water vapour pressure in buildings during the year*, C.J.J. Castenmiller, Netherlands.**

En beräkningsmodell presenteras som visar hur skillnaden i ångtryck inomhus och utomhus varierar under året. Hänsyn har tagits till utomhusklimatets och ventilationshastighetens inverkan samt fuktkapaciteten hos möbler och byggnadsmaterial.

**Artikel nr 5: *Relative humidity inside accomodation: presentation of a computation method and its experimental validation*, P. Dalicieux and R. Fauconnier, France.**

En beräkningsmodell för ånghalten i ett bostadsrum presenteras. Hänsyn har tagits till möblers och väggars hygroskopiska buffertkapacitet. Modellen jämförs med experimentella mätvärden. Resultatet av jämförelsen visar att modellen ger en god beskrivning av verkligheten.

**Artikel nr 12: *Modelling water vapour conditions in an enclosed space*, R.H.L. Jones, United Kingdom.**

En beräkningsmodell för vattenånga i ett slutet rum presenteras. Jämförelse görs med en modell presenterad av Loudon 1971. Författarna visar att en modell stämmer betydligt bättre med experimentella resultat om hänsyn tas till byggnadsmaterials förmåga att absorbera och avge fukt. Denna absorptions- och desorptionsförmåga kallas i artikeln för *fuktadmittans* för att likheten med termisk admittans skall framgå klart.

**Artikel nr 18: *Time-of-wetness measurements in high-humidity compartments of dwellings*, P.Nordberg and Ch. Sjöström, Sweden.**

Våttider på väggar i ett badrum, en duschkabin och i en tvättstuga mättes med två olika miniatyrsensorer och ett specialtillverkat instrument för mätning av ytfukt. Vid golvet i badrummet och i duschkabinen var våttiderna så långa att risken för mögeltillväxt var överhängande. Fuktförhållandena bakom badkaret var särskilt riskfyllda. I tvättstugan var fuktbelastningen inte lika hög. Mätmetodiken visade sig vara snabb och tillförlitlig.

**Artikel nr 22: *Field experiments on airborne moisture transport*, J. Oldengarm and W.F. de Gids, Netherlands.**

Luftburen fukttransport studerades i en obebodd tretrumslägenhet. Lufttransport mättes med spårgasteknik samtidigt som lokala ånghalter mättes med daggpunktsgivare. Det visade sig att luftburen transport av t ex vattenånga som bildas vid kokning är av liten betydelse. En stor del av den vid kokning producerade vattenången kondenserar på eller absorberas av väggarna. Den avges sedan därifrån under flera timmar.

**Artikel nr 28: *The effect of interzone airflow on moisture movements in houses*, S.B. Riffat, United Kingdom.**

Luftflödet genom en dörröppning mellan bottenvåning och ovanvåning mättes med spårgasteknik. Bottenvåningens temperatur varierades mellan 20°C och 35°C medan ovanvåningen var ouppvärmad. Flödet ökade med ökande temperaturdifferens. Även fukttransporten och därmed kondensationen påverkades av temperaturdifferensen. En köksfläkt på bottenvåningen påverkade inte luftflödet genom dörröppningen nämnvärt.

**Artikel nr 36: *Innovative retrofits for fighting mould in residential buildings*, M. Szerman, H. Erhorn and R. Stricker, BRD Germany.**

Mögel blir ofta ett problem i äldre hus där täta fönster installerats för att spara energi. Fukt som produceras i bostaden kondenserar på kalla ytor, t ex köldbryggor, om ventilationen är otillräcklig. I denna artikel tas några exempel upp på hur man kan begränsa mögeltillväxt. Färg är lämpligt endast under vissa särskilda omständigheter. Om inga fel eller sprickor upptäcks i isoleringen är den lämpligaste åtgärden att förbättra ventilationen. Man kan använda ventilationsenheter som styrs av fuktnivån inomhus. Om fuktnivån är hög öppnas ventilationsenheten, annars är den stängd. På så sätt sparas energi samtidigt som fuktnivån regleras.

**Artikel nr 44: *Distribution of water vapour in a room; experimental research in a climate room*, A.M.S. Weersink, Netherlands.**

I dagens beräkningsmodeller antas ofta att fuktfördelningen i ett rum är homogen, dvs att luften och fukten är en ideal blandning. För att verifiera detta gjordes mätningar i ett klimatrum. Ånga producerades under en halvtimme genom kokning av vatten på en elplatta. Relativa fuktigheten och temperaturen mättes sedan på olika höjder (lägsta höjd 0,8 m över golvnivån) och på olika avstånd från fuktkällan med korta tidsintervall under ca 2 timmar. Ett antal mätserier utfördes med olika ytemperaturer på väggar, golv och tak samt olika placering av fuktkällan. Mätresultaten visade att stora ångtryckgradienter byggs upp under ångproduktionen, särskilt vertikalt. Det tar sedan ca 60 minuter för ångtrycket att utjämnas .

## **2. Kondensation**

**Artikel nr 25: *Field and laboratory evaluation of new development in gas appliances to prevent condensation in dwellings*, S.L. Pimbert and D.J. Nevrala, United Kingdom.**

Ett antal metoder där gaseldade anordningar används för att minska problem med kondensation behandlas, bl a kombinerad uppvärmning och frisklufttillförsel, värmeväxlare, mekanisk ventilation med värmeåtervinning och avfuktare.

**Artikel nr 26: *Struggling with condensation phenomena risks; from research to technical codes*, Adrian Radu and Irina Bliuc, Romania.**

Medelvärden på fuktproduktion i olika rum i olika stora bostäder presenteras. En matematisk modell rörande kondensation behandlas.

**Artikel nr 27: *Condensation, heating and ventilation in small homes*, G.J. Raw and T.A. Fox, United Kingdom.**

En statistisk undersökning av kondensationsproblem i nybyggda små bostäder (1 - 2 rum ) utfördes på ett antal orter i England. 383 lägenheter ingick i undersökningen. Resultatet visar att i närmare två tredjedelar av bostäderna förekom vattenpölar vid fönstren orsakade av kondensation. Ca 4% hade allvarliga problem med mögel.

**Artikel nr 31: *Do energy measures cause moisture problems?*, Ingemar Samuelsson, Sweden.**

Artikeln behandlar hur energibesparande åtgärder som vidtages i efterhand kan orsaka problem med kondensation och mögel. Fyra exempel tas upp:

- 1) tilläggsisolerat tak
- 2) isolering på insidan av källarvägg
- 3) ytterväggar med och utan ångspärr på insidan
- 4) roterande värmeväxlare

Energibesparande åtgärder behöver dock inte orsaka problem om de vidtas på rätt sätt och med hänsyn till bakomliggande teorier.

**Artikel nr 42: *Moisture problems in buildings and building components*, R.K. Varma, USA.**

Var, hur och varför äger kondensation rum? Artikeln tar upp några genomräknade exempel. Hur en ångspärr inverkar på kondensationen behandlas också.

### 3. Material

**Artikel nr 17: *Moisture transfer in material*, M. Mizuhata, T. Terashima and S. Nishiwaki. Japan.**

Kalciumsilikatplattor används i stor utsträckning på väggar inomhus i Japan. Olika fuktmekaniska data på sådana plattor mättes:

- \* Fuktdiffusivitetens beroende av fukt- och temperaturgradient.
- \* Den termiska konduktivitetens beroende av fuktinnehållet.
- \* Sorptionsisotermen.

Dessutom gjordes kondensations- och uttorkningsförsök på material som hade ångspärr på ena sidan. Fuktinnehållet mättes som funktion av tiden. Resultatet jämfördes med beräknade värden där hänsyn tagits till samtidig fukt- och värmetransport. Resultaten stämde väl överens när det gällde kondensation, men inte när det gällde uttorkning.

**Artikel nr 23: *Hygrothermal behaviour and condensation control of building elements made of perlite*, M.B. Özdeniz and S. Yilmazer, Turkey.**

Perlit är en silikathaltig, vulkanisk bergart som expanderar tio till trettio gånger vid upphettning till 700 - 1200 °C. Den är porös och utgör således ett utmärkt termiskt och akustiskt isoleringsmaterial. Ett antal byggnadsmaterial tillverkades av perlit och deras ångdiffusionsmotstånd och värmeledningsförmåga mättes. En statistisk analys gjordes av resultaten. Olika byggnadskonstruktioner av perlit simulerades i ett datorprogram och kondensationsrisker vid olika vintertemperaturer ( -27 - +3 °C ) utvärderades.

**Artikel nr 30: *Study on a new humidity controlling material*, Akio Sagae, Hiroki Wami, Yoshinobu Arai and Hiroshi Kasai, Japan.**

Bruk som blandas med zeolit i stället för sand får fysikaliska egenskaper som liknar träs. Det har en fuktkapacitet som är mer än tre gånger så stor som hos bruk utan zeolit. Detta skulle kunna bli ett hjälpmedel då man vill kunna kontrollera och styra inomhusklimatet noga, t ex i konstmuseer. Fuktmekaniska data har uppmätts på ett zeolitbruk och jämförts med motsvarande data på kalciumsilikatplatta, trä och vanligt bruk. Zeolitbrukets fuktkapacitet studerades med hjälp av en låda vars sidor var gjorda av materialet. Lådan placerades utomhus. En likadan låda med sidor av aluminium användes för jämförelse.



**Artikel nr 37: *Fundamental study on the indoor humidity regulation characteristics of porous building materials*, J. Tanimoto and K. Kimura, Japan.**

Plywood och kalciumsilikat placerades i en klimatlåda för att jämföra dessa materials förmåga att reglera fuktighet inomhus. Plywood visade sig vara mer effektivt i detta avseende. Mätvärdena stämde väl överens med värden som simulerats på dator. Skillnaden var stor mellan de simuleringar där hänsyn tagits till fuktsorption och de simuleringar där ingen hänsyn till fuktsorption tagits.

## **4. Grunder**

**Artikel nr 1: *Design consequences for the crawl-space foundation, reducing moisture problems*, Olle Åberg, LTH, Sweden.**

En jämförelse görs mellan en traditionell (svensk), ventilerad kryppgrund och en oventilerad kryppgrund med värmeisolering på marken och på grundmurarna. Den ventilerade kryppgrunden medför ofta fuktproblem i form av mögel och röta. Problemen uppstår på sommaren då den relativa fuktigheten i krypprummet blir hög på grund av att temperaturen är lägre där. (Ventilationsluften kyls). Mätningar och beräkningar visar att en oventilerad kryppgrund med värmeisolering på marken och på grundmurarna ger lägre RH i krypprummet. Andra fördelar är lägre uppvärmningskostnad och högre golvtemperatur.

**Artikel nr 21: *Heat, moisture and air transport in crawl spaces*, J Oldengarm and P A Elkhuizen, TNO Institute of Applied Physics, Delft, Netherlands.**

Krypprum är vanliga i Nederländerna men först på senare tid har man uppmärksammat att de kan medföra fuktskador. Ett annat problem med grunderna är köldbryggor. Problem som uppstått är att fukt från krypprummet transporterats in i boutrymmena. Ett beräkningsprogram för värme- och fukttransport har tagits fram. Resultat från simuleringar har lett fram till att man i kommande norm ska föreskriva tätare golvkonstruktioner och effekten av köldbryggor måste minskas.

**Artikel nr 38: *Counter-measures and better solutions against moisture and mildew in ground constructions*, Lars Tobin, Swedish National Testing Institute, Sweden**

Många svenska hus har de senaste 10-20 åren drabbats av fuktskador. Att åtgärda skadorna på ett riktigt sätt har varit dyrt och billigare metoder har utvecklats. Erfarenheterna från dessa metoder har emellertid aldrig sammanställts.

I artikeln redovisas 13 av dessa metoder. Av dessa har bara fyra varit lyckosamma. Att övriga misslyckats beror på:

- dålig kunskap om orsaken till skadan
- otillräcklig behandlingsmetod
- bristande detaljkunskap om material och/eller konstruktioner

I nya hus införs nu flera nya, säkrare konstruktioner. En av dem – som varit mycket lyckosam – är ventilering under bottenplattan.

## 5. Tak

**Artikel nr 6: *Computation of energy savings and condensation risks by installing low emissivity ceilings in indoor ice rinks*, T Forowicz, Polish Academy of Science, Warszawa, Poland and V Korsgaard, DTH, Denmark.**

Ett simuleringsprogram har utvecklats som beräknar bl a temperaturer, risken för kondens och kylbehov för ishallar. Beräkningar visar att kylbehovet kan minskas avsevärt genom att installera ett undertak av aluminiumplåt. Om plåten målas på översidan (emittansen ökar) eller klistras mot innertaket minskar även kondensrisken.

**Artikel nr 13: *Prevention of the interstitial moisture problems in the buildings envelope by means of a new vapour retarder*, V Korsgaard and C R Pedersen, DTH, Denmark.**

Det har visat sig att en ångspärr på isoleringens varma sida inte räcker för att undvika fuktproblem i platta tak. Ett nytt system, "the Hygrodiode concept", introduceras. Systemet innebär att takkonstruktionen inte ventileras samt att en "Hygrodiode" – en ny ångspärr – används. Hygrodioden stoppar fukt inifrån byggnaden men släpper igenom fukt från takkonstruktionen i form av kondens och byggfukt. Fältförsök visar att fukt från takkonstruktionen kan torka ut och att värmeisoleringen hålls tillräckligt torr.

**Artikel nr 24: *Impact of latent heat transfer by vapor diffusion on the thermal balance of roofs*, Carsten Rode Pedersen, DTH, Denmark**

Det endimensionella dataprogrammet MATCH har utvecklats för att beräkna värme- och fukttransport genom platta tak. Programmet tar hänsyn till fuktens inverkan på materialens värmeledningsförmåga. Hänsyn tas också till bundet värme vid avdunstning och kondens. Endast en liten mängd fukt – t ex byggfukt – räcker för att öka värmeledningen. För otäta värmeisoleringsmaterial kan värmeledningen mer än fördubblas under perioder då temperaturgradienten cykliskt ändrar riktning. Beräkningarna har jämförts med mätningar i en "fullskalesimulator".

## 6. Väggar

### 6.1 Murverk och puts

**Artikel nr 17: *Rising dampness in masonry: causes and remedies*, A Frattari and I Garofolo, Università di Trento, Italy**

Artikeln behandlar problemen med fukt i murverk. Fukten påskyndar nedbrytningen av murade väggar genom frostsprängning, avflagning av puts, kemisk nedbrytning p g a surt regn etc. Författaren presenterar lösningar – t ex dränering, ventilationskanaler m m – på hur fuktinträngning kan undvikas, framförallt vad gäller fukt i ångfas.

**Artikel nr 35: *Rising dampness phenomina in traditional masonry*, Michele Stella, CNR, Bari, Italy**

Kapillärsugning från grundvatten upp i murverk behandlas. Då artikeln skrevs hade försöken just påbörjats. Hela väggelement hade byggts av murade block av tuffsten som putsats. Väggelementen ställdes i vattenkar och fuktkvoten och den kapillära stighöjden skulle sedan mätas.

**Artikel nr 8: *Moisture problems caused by hygroscopic behaviour of materials*, R P J van Hees, TNO, Delft, Netherlands**

Fukt- och saltproblem i puts på murade väggar behandlas. Prover från fuktskadad puts i ett bostadshus har undersökts i laboratorium. Problemen bestod i att putsen lossnade från putsbäraren eller att det uppstod fuktfläckar. Det konstaterades att problemen främst bestod av att det fanns lösliga salter i putsen. Fuktproblemen uppstod och försvann i takt med att den relativa fuktigheten ändrades. Föreslagna åtgärder var: ökat diffusionsmotstånd i väggen genom injicering av akrylamid samt en "mekanisk anordning" (ej beskriven) i krypgrunden för att undvika fuktvandring uppåt.

**Artikel nr 11: *An investigation into the possibility of using lithium and rubidium salts as tracers for moisture transport in building materials*, M H P C Holtkamp and R Wessels Boer, TNO-IBBC, Rijswijk, Netherlands**

Försök med att följa fukttransporten i tegelväggar genom injicering av saltlösningarna litiumacetat och rubidiumkarbonat presenteras. Båda fungerar; litium sprider sig något fortare.

## **6.2 Betongväggar**

**Artikel nr 14: *Corrosion stop in reinforced concrete walls caused by thermal insulation systems*, H Marquardt, Technische Universität Berlin, Germany**

Artikeln visar hur man genom att värmeisolera en korrosionsskadad (avflagat täckskikt) betongyttervägg kan rädda väggen utan att laga skadan. Väggens utsida – där skadan uppstått – värmeisoleras och den temperaturhöjning som uppstår räcker för att hålla den relativa fuktigheten i väggen under 60 % (gränsen för korrosion i stål). Resultaten baserar sig på fält- och laboratorieförsök i centraleuropeiskt klimat.

## **6.3 Lätta, isolerade väggar**

**Artikel nr 15: *A harmonic analysis of periodic steady state solution of the internal condensation process*, Mamoru Matsumoto and Manami Sato, Kobe University, Japan**

Kondensskador i husväggar har ökat på senare tid i Japan p g a ökad värmeisolering och täthet i byggnaderna. För att undvika skadorna i en vägg är det nödvändigt att veta hur fukthalten varierar under året. Ett program baserat på finita differensmetoden har tagits fram för att beräkna den inre fuktrörelsen i en husvägg. Väggen består av (inifrån och ut): fiberskiva (10 mm), mineralull (50 mm), lättbetong (100 mm) och regnskydd. Den storhet som beräknas är "vattnets kemiska potential" (J/kg). I artikeln läggs tyngdpunkten på hur själva programmet fungerar och mindre på den beskrivna väggens fördelar eller brister.

**Artikel nr 16: *An analysis of moisture and heat transfer in porous building wall by quasilinearized equations*, M Matsumoto and Y Tanaka, Kobe University, Japan**

Värme- och fukttransportekvationer är icke-linjära och kräver mycket arbete att lösa. I artikeln visas hur sådana ekvationer kan göras linjära genom "quasilinearisering". Beräkningar har gjorts på samma vägg som i artikel 15 och överensstämmelsen mellan exakt och approximativ lösning jämförs. Man erhåller goda approximativa lösningar med de linjära ekvationerna.

**Artikel nr 20: *Convection and moisture driven heat transfer*, T Ojanen and R Kohonen, Technical Research Centre, Espoo, Finland**

Konvektion påverkar kraftigt en väggs egenskaper vad gäller fukt- och värmetransport. Vattnets övergång från vätske- till ångfas och vice versa kan lokalt ha stor effekt på värmeförluster. Artikeln presenterar en numerisk modell (TCCC2D) för analys av luftkonvektion och vattens fasändringar i väggkonstruktioner. Modellen har verifierats genom ett flertal laboratorie- och fältförsök. Beräkningar har gjorts på en vägg bestående av (utifrån och in): papper, glasfiberisolering (150 mm) och träfiberskiva (12 mm). Det konstaterades bl a att fuktdiffusion starkt ökar värmeförlusterna genom glasfiberisoleringen samt att man lokalt kan få stora fuktkoncentrationer i väggen om det förekommer luftströmning in i väggen inifrån under lång tid.

**Artikel nr 29: *Moisture challenges in Canadian energy efficient housing*, Terry Robinson, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Canada**

I vissa delar av Canada har man fuktproblem i nyproducerade och tilläggsisolerade äldre småhus. Problemen med husen, vilka traditionellt består av en träramskonstruktion, började på 70-talet. Tre orsaker till detta anges: ökad värmeisolering, ökad lufttäthet och skorstenens (tidigare den främsta "ventilationskanalen") försvinnande. Problem har uppträtt på flera ställen i husen: ytterväggarna, vindsutrymmen, källare och krypgrunder.

För att komma till rätta med problemen har man under en tioårsperiod gjort fältundersökningar, provhusmätningar samt datorberäkningar.

Orsakerna till fuktproblemen har bl a varit:

- byggfukt och fukt inifrån huset
- dåligt materialval (t ex alltför fuktigt virke)
- olämpliga kombinationer av material
- dåligt utförande (slarv med isolering, ångspärr m m)
- otillräcklig ventilation (i ventilerade krypgrunder och på vindar skapar ventilation dock periodvis fuktproblem)

Utifrån de erfarenheter man fått utarbetas nu praktiska rekommendationer för ett fuktsäkert, energibesparande husbyggande. Dessa är kortfattat:

- kontroll av fuktkällor
- noggrannare utförande av byggnadens skal
- "intelligenta" ventilationssystem som styrs av klimatvariationer
- regionala byggnormer
- "systems approach" med vilket menas att man tänker på hela byggnaden som ett system istället för att behandla olika delar separat.

**Artikel nr 32: *Temperature and moisture conditions in cavity walls*, Kenneth Sandin, LTH, Sweden**

Undersökning av skalmurskonstruktioner i ett provhus vid LTH presenteras. I väggarna kan man variera luftspaltens bredd, ventilationsöppningar och isoleringstjockleken. För ett antal olika konstruktioner mättes temperatur- och fuktförhållanden i murverket, luftspalten och innerväggen. I luftspalten mättes även ventilationen. Följande preliminära resultat visas:

- murverket är torrt på sommaren och kapillärmättat på vintern
- luftspalten har liten inverkan fuktförhållandena i såväl skalmuren som innerväggen
- Isoleringens tjocklek påverkar skalmurens fukt- och temperaturförhållanden mycket litet.

**Artikel nr 33: *Are vapour barriers really necessary?*, G W H Silcock, University of Ulster, Northern Ireland, United Kingdom**

I laboratorium har simuleringar gjorts på fukttransporten i lätta, isolerade väggar. försöken gjordes i en sk "värmestekub" där värmekonduktiviteten på små väggelement mättes. Ett "torrt" väggelement jämfördes med väggelement som injicerats med en fuktmängd svarande mot kondens. Väggelementen utsattes för såväl vinter- som sommarklimat. Försöken visar att de fuktiga väggelementen, vilka saknade ångspärr, såväl för vinter- som sommarklimat snabbt

stälde in sig på värden motsvarande den torra väggens. Författarens slutsats är att även utan ångspärr får väggen tillräckligt stort värmemotstånd på vintern och på sommaren hinner den fukt som då vandrar inåt i väggen torka ut innan nästa vinter börjar.

**Artikel nr 34: *Simulation of transient moisture movement in layered walls*, Graig A Spolek, Portland State University, USA**

Senare års energibesparande byggnader har medfört större risk för kondens i ytterväggar p g a fuktvandring inifrån. En endimensionell model, vilken bygger på finita differensmetoden, har tagits fram för att beräkna värme- och fukttransport. Modellen applicerades på typiska småhuskonstruktioner, d v s träfasad, glasfiberisolering och invändig gipsskiva. I dessa väggar har träfasaden en viktig funktion p g a sin stora fuktkapacitet jämfört med de andra materialen.

Vid simuleringarna utnyttjades väderdata för regionen. En läcka i gips-/isoleringsdelen simulerades. Beräkningarna visade att en sådan läcka kraftigt ökade fuktkvoten i träfasaden nära läckan.

**Artikel nr 39: *A field study of excess moisture in the walls of new northwest USA homes*, G A Tsongas, Portland State University, USA**

På ett antal nybyggda hus i nordvästra USA mättes fukten i väggarna, vilka hade isolerats mer än normalt ( $U$ -värde=0,30) och i vissa fall försetts med ångspärr. Mer än 50 % av husen uppmättes fuktkvoter i virket på över 20 %, vilket ansågs oacceptabelt. Efter två år var fuktkvoten fortfarande hög men inga skador kunde observeras.

Orsakerna till fuktproblemen anses vara:

- hög RH inomhus som vandrar ut i väggen
- fasadmaterial av dålig kvalitet
- bristande utvändig fuktspärr
- läckage i den invändiga ångspärren vid elanslutningar o dyl
- för mycket isolering i träramsdel (isolering på utsidan av trästommen visade sig däremot vara bra)

**Artikel nr 43: *A design method of building components with vapour respiratory material*, Kazumasa Watanabe and Yuzo Sakamoto, Building Research Institute, Japan**

I Japan sitter normalt ångspärren på väggens ytersida. Men eftersom luftkonditionering ofta används sommartid fås fukttransport från rummet in i väggen med kondensproblem som följd. Med hjälp av en datormodell som beräknar fuktkvots-, temperatur-, ångtrycks- och relativa fuktighetsdistributionen har effekten av att invändigt använda ett material som släpper igenom en begränsad mängd vattenånga undersökts. Ett sådant material skulle ge en positiv effekt, framförallt om inneklimatet ej är konstant.

## 7. Övriga artiklar

**Artikel nr 2: *Diagnosis of moisture problems in lightweight building enclosure systems*, L.M. Beznacuk and P. Fazio, Canada.**

Ett systematiskt tillvägagångssätt för att diagnosticera fuktproblem i lätta byggnadsramar presenteras. Fördelarna med detta system skulle vara dels snabbare och mer korrekta lösningar på problemen, dels större konsekvens när olika specialister är involverade.

**Artikel nr 9: *Modelling heat-air-moisture transfer in and through construction parts*, H Hens, KU-Leuven, Belgium**

I artikeln görs en systematisering av alla de fukttransportmodeller som finns. Beräkningsmodellerna presenteras översiktligt som en hjälp vid fukttransportberäkningar. Också mycket enkla beräkningsmodeller kan ge mycket information.

**Artikel nr 19: *Damp-expert: expert systems based dampness diagnosis*, K.H. Oey, R.P.J. van Hees and O.C.G. Adan, Netherlands.**

I artikeln presenteras ett expertsystem (datorprogram) för fuktdiagnos. Systemet vänder sig till personer som inte har så stor erfarenhet av byggnadsfysik. I systemet finns sju huvudkategorier av fuktproblem som i sin tur är indelade i 50 detaljerade beskrivningar. Programmet är användarvänligt. En modul skall utvecklas som mer i detalj behandlar relationen mellan fuktproduktion, ventilation och temperatur.

**Artikel nr 40: *Measurements of local vapor transfer from vertical wetted surface*, Tadahiro tsuchikawa, Tetsuo Ohsawa, Akio Mizutani and Akihiko Miyano, Japan.**

Ångtransport från en vertikal yta studeras experimentellt. Sexton små ytor bygger upp en total yta på 1,8 m (höjd) x 1 m (bredd). Denna yta placeras i ett klimatrum. De lokala ångtransportkoefficienterna mäts upp och den vertikala distributionen av ångtransportkoefficienterna vid naturlig konvektion erhålles. De uppmätta värdena stämde väl med värden som beräknats utifrån Navier- Stokes ekvation om naturlig konvektion.

**Artikel nr 41: *Calculation of moisture distribution*, J Várfalvi and A Zöld, Technical University Budapest, Hungary**

Enligt Glaser har tidigare väggar ansetts vara "fuktsäkra" om ånghalten varit lägre än mättnadsånghalten, d v s om RH varit lägre än 100 %. I vissa konstruktioner kan emellertid problem uppstå trots att den relativa fuktigheten ligger betydligt lägre och i andra konstruktioner uppstår inga fuktskador trots att  $RH > 100\%$  (kondens). Ett flödesschema för en mer fullständig utvärdering av väggar än vad som gjorts hittills presenteras.

**Artikel nr 45: *Moulding and geometry of building shell*, A Zöld, Technical University Budapest, Hungary and E K Novák, Institute of Public Health, Hungary**

Artikeln behandlar mögeltillväxt. För att mögelsvampar ska kunna leva behövs vatten. För mögeltillväxt i material krävs dock inte fritt vatten utan det räcker att den relativa fuktigheten är så hög att kapillärkondensation inträder i materialet.



Land	fukt i bostäder	kondensation	materialegenskaper	grunder	tak	murverk	lätta, isolerade väggar	övrigt	totalt
Danmark					3				Σ 3
Sverige	1	1		2			1		5
Finland							1		1
Belgien								1	1
Frankrike	1								1
Nederländerna	4			1		2		1	8
Storbritannien	2	2					1		5
Tyskland	1							1	2
Italien						2			2
Rumänien		1							1
Ungern								2	2
Canada							1	1	2
USA		1					2		3
Japan			3				3	1	7
Turkiet			1						1
<b>Totalt</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>45</b>

Denna sammanställning presenterar antalet artiklar från varje land inom varje ämnesområde.

Land	fältunder- sökning	labb- försök	teoretisk be- räkningmodell
Danmark		2	2
Finland			1
Sverige	4		
Belgien	1		1
Frankrike			
Nederländerna	2	4	3
Storbritannien	2	4	2
Tyskland	1	1	
Italien		1	
Rumänien	1		1
Ungern			1
Canada	2	1	2
USA	1		2
Japan		5	7
Turkiet		1	1
<b>Totalt</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>23</b>

Denna sammanställning presenterar den experimentella eller teoretiska bakgrund som artiklarna från varje land baserar sig på. Anledningen till att totalsumman blir mer än 45 är att många artiklar innehåller både en teoretisk modell och experimentella data för att verifiera modellen. Många artiklar hamnar således i två kolumner i sammanställningen.