Fukttransport i porösa material

Mark Bomberg

Byggforskningen Sammanfattningar

S43:1975

Nyckelord:
byggnadskonstruktion, materialegenskap, fukttillstånd, beräkningsmodell

Vid bedömningen av risken för frostskador och effekter av fuktbetingade rörelser eller nedsättning av materialens funktionsegenskaper vid högre fukthalter behöver man känna fukthaltsfördelningen i en byggnadskonstruktion utsatt för aktuell klimatpåverkan.
Det finns tre väsentliga aspekter då man beräknar fukttillstånd hos olika byggnadskonstruktioner.

- *man måste kunna bedöma effekten av olika klimatiska faktorer och vid beräkningen använda klimatdata som är representativa för det förväntade förloppet.*
- *man måste använda en beräkningsmodell som korrekt beskriver olika fukttransportssätt och randvillkor.*
- *man måste ha kännedom om de materialkarakteristika som skall användas vid beräkningar och i synnerhet hur mycket de varierar för olika provkroppar.*

Fukttransport istället för ångdiffusion

Den fukttransport som i verkligheten observeras är resultat av olika sorters strömningar och korsande effekter. Fukt transporteras som ånga och som vätska med ett ständigt utbyte mellan dessa faser. Med undantag för extrema förhållanden pågår alltid kondensation och avdunstning inom porerna. I sin tur är detta ombyte kraftigt beroende av temperaturen, vilket innebär att en temperaturgradient lätt kan förorsaka stora fukthaltsskillnader.

I forskningen används en beräkningsmodell som innehåller två delar, den ena avser fukttransport p g a fukthaltsgradient, den andra fukttransport p g a temperaturgradient. I beräkningsmodellen skiljs inte mellan transport i olika faser (vätska resp ånga) utan förhållandena mellan dessa anses vara betingade av "naturliga" villkor. Frågan om entydigheten i sambanden mellan fukthalt och olika materialkaraktäristika kommer därför att få avgörande betydelse.

Eftersom beräkningarna sällan avser samma förhållanden som vid bestämningen av materialdata, måste man kunna förutsäga hur materialdata ändras. I rapporten visas också att luften i porerna har avgörande betydelse för fukttransporten.

Uppfuktning med vatten

I Fig 1 redovisas endimensionellt uppsugningsförlopp.

Om man bestämmer vattenuppsugningen från en fri vattenyta får man en knyck på uppsugningskurvan mellan två olika uppsugningsområden. Denna punkt representerar den gräns där luftblockaden avgör den fortsatta vattenuppsugningen. Vi nollställer kapillär fuktpotential härvid. Ovanför denna gräns har man huvudsakligen en fukthaltsökning p g a omfördelning av fukten.

Den fukthalt som erhålls vid knyckpunkten kan dock variera beroende på försöksutförande, t ex begynnelsefukthalt.

För att erhålla en reproducerbar egenskap införes ett nytt begrepp – *"kapillär mättnadsfukthalt"* – som svarar mot den högsta av alla möjliga knyckpunkter vid ett vattenuppsugningsförsök. Praktiskt bestämmer man kapillär mättnadsfukthalt genom uppfuktningsförsök med en i början torr provbit. Provbiten har isolerade sidor (för att erhålla endimensionell luft- och vattenströmning), och den placeras i vatten till max 5 % av höjden.

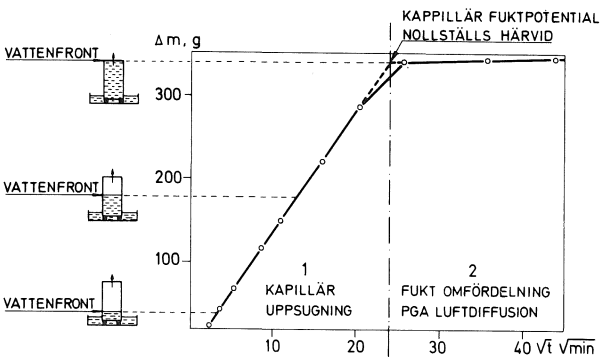


FIG 1 Vattenuppsugning från en fri vattenyta. Standard gips (densitet 1250 kg/m³, öppen porositet 0,44 m³/m³).

Sammanfattning S43:1975 hänför sig till forskningsanslag C443:5 från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen för byggnadsteknik, Tekniska Högskolan, Lund.

UDK 691-405
532.685
SfB A

Sammanfattning av:
Bomberg, M, 1974, *Moisture flow through porous building materials.* Fukttransport i porösa material. (Institutionen för byggnadsteknik, LTH) Lund. Report 52, 188 s., ill. 28 kr.

Rapporten är på engelska. Svensk och engelsk sammanfattning utges separat av Byggforskningen.

Distribution:
Institutionen för byggnadsteknik,
Lunds Tekniska Högskola
Fack 725
220 07 Lund 7
Telefon 046-12 46 00

Denna fukthalt betecknar därför på sätt och vis slutet för "naturlig" fuktupptagningsförmåga vid korttidsförsök. Uppfuktning ovanför denna fukthalt är också "naturlig" men baseras på en annan tidsskala, långtidseffekter. Ovanför den kapillärmättnadsfukthalten gäller därför ej de likformighetsvillkor som annars kan tillämpas.

Verklig mättnadsgrad i stället för fukthalt

Fuktdiffusivitet och fuktpotential uttryckta i förhållande till fukthalten visade sig forma en likformig kurvskara och kunde bättre approximeras då man använde ett nytt begrepp: *verklig mättnadsgrad,* som utgår från kvoten mellan den verkliga fukthalten och den fukthalt där uppfuktningen slutades och förloppet vände till en uttorkning (t ex slut av regnperiod).

Mättnadsgrad uttrycker den aktuella fukthalten i förhållande till den allra högsta fukthalten (denna kan inträffa enbart när alla porer är fyllda med vatten och praktiskt uppnås med användning av vakuum eller kokning). I det nya begreppet "verklig mättnadsgrad" uttrycks fukthalten i förhållande till högsta aktuellt förekommande fukthalt.

För uttorkningsförlopp använder vi den fukthalt där uppfuktning avslutades och förloppet vändes. För ett uppfuktningsförlopp används den approximation som kapillär mättnadsfukthalt utgör för alla uppfuktningsförlopp.

SRS-modell för fukttransportberäkningar

Simpliefied Relative Suction (SRS) modell använder verklig mättnadsgrad istället för fukthalten. Då blir fuktdiffusiviteten en flerfaldig funktion av fukthalten. Beroende på förhållande mellan materialkaraktäristika, nämligen absolut fukthalt och kapillär mättnadsfukthalt, och begynnelsevillkor för ett uttorkningsförlopp får man en diffusivitetskurva för beräkningsändamål.

För uppfuktningsförlopp tillämpas två alternativa fuktdiffusivitetskurvor, en för snabba och en annan för långsamma förlopp.

Materialdata nödvändiga för beräkningar består av två samband:

- vattenkvarhållningskurva (water retention curve), dvs sambandet mellan fukthalten och fuktpotentialen (suction — på svenska kallad sug) för hela fukthaltsområdet.
- fuktdiffusivitetskurva, dvs samband mellan fukthalten och en transportkoefficient bestämd också för hela fukthaltsområdet.

Det är lätt att räkna om olika provningsresultat till dessa två grundläggande karaktäristikor och tvärtom om så behövs. Med kännedom om dessa två huvudkaraktäristikor och med hjälp av SRS-modellen kan man beräkna fukthalt och fukthaltsfördelning under praktiskt taget alla möjliga tillämpningar. I rapporten redovisas beräkningar av vattenuppsugning (grundvatten, regn), uttorkning, uttorkningshastighet, kondensation inom ett poröst material i t ex takkonstruktion p g a uppfuktning från luften, och uppfuktning med efterföljande uttorkningsperiod (jfr Fig 2—5). Sådana beräkningar var icke möjliga så länge man arbetade med de gamla "enkla" fuktkaraktäristikorna t ex vattenuppsugning, ångpermeabilitet osv.

Bestämning av materialegenskaper

I rapporten diskuteras materialprovning och i synnerhet materialbeskrivning i samband med fuktteknisk försök. Att beskriva material enbart med hjälp av densitet är otillfredsställande.

Avslutningsvis kan framhållas att SRS-modellen ger tämligen goda resultat och tillåter att utföra vissa beräkningar som hittills ej varit möjliga. Beräkningar av kondensation i gasbetongtak (baserade på ett holländskt material) visar sig vara av rätt storleksordning i förhållande till experimentellt arbete av Rune Hansson utfört åren 1955—57.

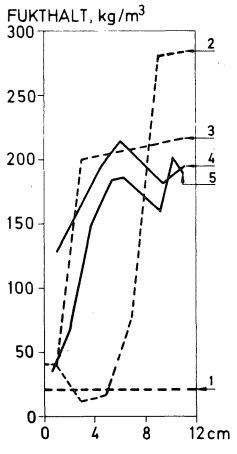


FIG 2 Fukthaltsfördelning i lättbetong enligt Hansson (1957) och kondensationsberäkningar

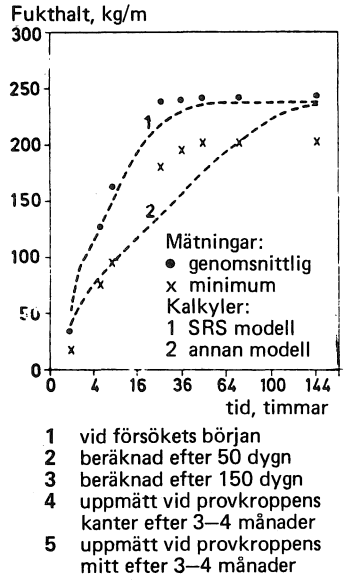


FIG 3 Vattenuppsugning från en fri vattenyta. Tegelstenar med densitet 1800 kg/m³, öppen porositet 0,30 m³/m³.

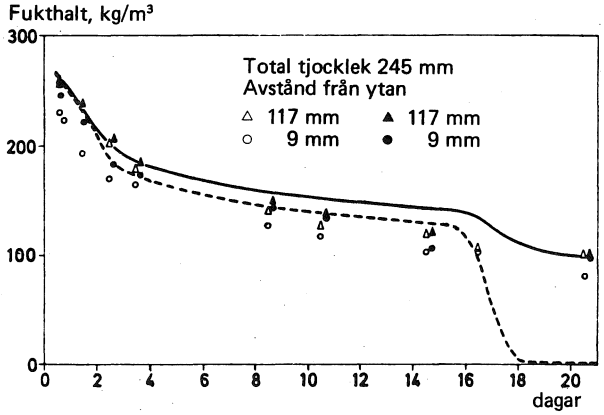


FIG 4 Fukthaltsfördelning vid torkningsförlopp. Fukthalter bestämda med γ-strålningstekniken vid LTH, (Jönsson, 1973) jämförs med medelvärde och fukthalt vid ytan.

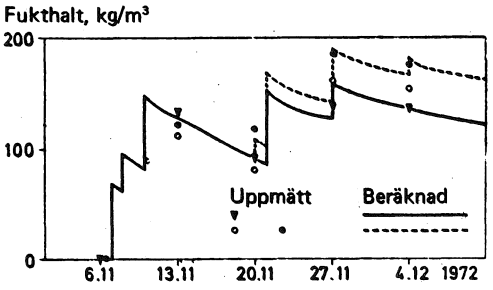


FIG 5 Fukthaltsvariationer under naturligt klimat. Två försöksserier, där en hade en timme per vecka extra tillskott.

Utgivare: Statens råd för byggnadsforskning

AB Trycksaker Norrköping 1976