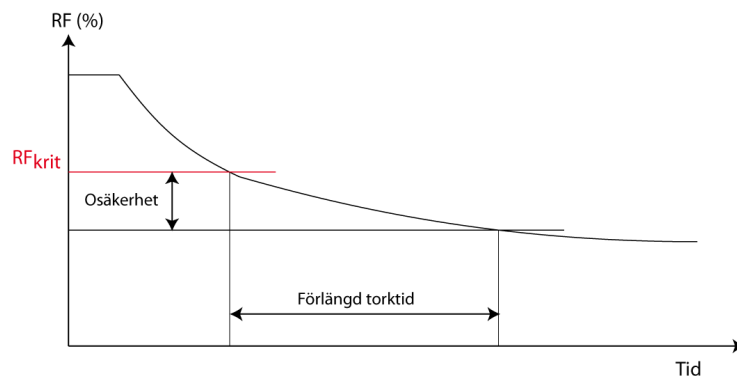


Bakgrund

Stora insatser har gjorts för att säkrare kunna förutsäga erforderliga uttorkningstider för olika material och konstruktioner, för att säkrare kunna mäta hur långt uttorkningen fortskridit, för att åstadkomma kortare torktider och för att utgå från lägre startfukthalter.

Allt detta baseras på att torka ut material och konstruktioner till en fuktnivå under de kritiska fukttillstånden, med viss säkerhetsmarginal. Uttorkningsförloppen är som regel mycket långsamma vid dessa fuktnivåer och osäkerheterna i prognoser, mätningar och åtgärder ger kraftig förlängning av erforderliga torktider, se figur 1.



Figur 1. Principiellt exempel på vad man skulle vinna i tid på att höja den kritiska fuktnivån eller minska mätosäkerheten

Ett helt annat angreppssätt är att istället höja den kritiska fuktnivån. Dagens kritiska fuktnivåer, som regel 85 % RF för betonggolv och 75 % RF för trä, är tillkomna på ett tveksamt sätt där 85 och 75 är en ”lagom” jämn siffra och 75 % RF gäller vid mycket långvarig fuktbelastning. Eftersom varje procentenhet betyder veckor eller månader i extra torktid, är det mycket att vinna på att kunna höja de kritiska och acceptabla fuktnivåerna, där det är motiverat.

I valet av de kritiska gränserna ligger en svår avvägning. Å ena sidan skall gränserna vara så låga att risken för fuktskador blir liten. Materialleverantörerna eftersträvar gärna extra låga värden för att ”skydda” sitt material och undvika reklamationer. Det finns naturligtvis en gräns för hur långt man kan gå här, när materialen inte längre blir intressant att använda därför att kraven på torrhet är för stora. Å andra sidan skall gränserna vara så höga att byggtiderna inte påverkas orimligt mycket. I brist på ordentligt kunskap, blir detta val mycket ett tyckande.

Med säkrare kännedom om de kritiska gränserna, och hur osäkra de är, kan valet av acceptabel torrhet bestämmas på ett mycket mera ekonomiskt sätt, där bl.a.

konsekvenserna av en fuktskada kan vägas in. Den beställare som riskerar att få ett stillestånd i sin verksamhet är säkert beredd att betala för längre torktider, dyrare lösningar eller säkrare torkinsatser, dvs större säkerhetsmarginal. För att det skall vara meningsfullt med ett sådant krav, måste naturligtvis den kritiska gränsen vara känd med en rimlig noggrannhet.

Syfte

Det ena syftet med forskningsprojektet var dels att nyansera den erforderliga torknivån och det karakteristiska mätdjupet för golvkonstruktioner. Det andra syftet var att utveckla en metod för att bestämma den kritiska fuktigheten för jontransport i betong.

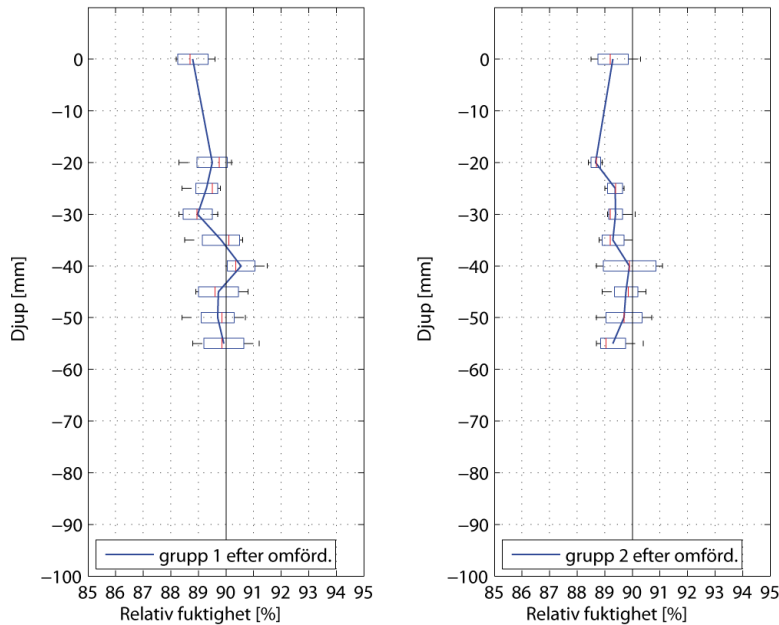
Genomförande och resultat

Två helt olika alternativa möjligheter att förkorta torktiderna för byggfukt i betonggolv har undersökts i det här projektet. Den ena möjligheten var att försöka utnyttja de resultat som erhållits i ett antal tidigare projekt där fuktbelastningen under ett tätt ytskikt varit mycket lägre efter omfördelning av byggfukt än vad man kunde förvänta sig. Den andra möjligheten var att klargöra var de verkliga kritiska fuktnivåerna ligger för vandring av alkali mot ett tätt ytskikt och förhoppningsvis kunna visa att de är högre än vad som motsvarar dagens kritiska fuktnivåer. Det skulle i så fall kunna innebära att man inte skulle behöva torka betong lika långt som idag, varvid erforderliga torktider skulle bli kortare.

Effekt av torkklimat

Uttorkningsklimatets effekt på fuktbelastningen under en tät matta efter omfördelning har undersökts genom att variera härdningsklimatet i ung ålder. Hypotesen var att tidig uttorkning skapar en mängd kvarvarande ohydratiserat cement under uttorkningen. När dessa delar blir fuktiga vid omfördelning av fukt, skulle det ohydratiserade cementet binda vatten kemiskt och därigenom sänka fuktnivån. Erforderlig torktid skulle därmed bli kortare.

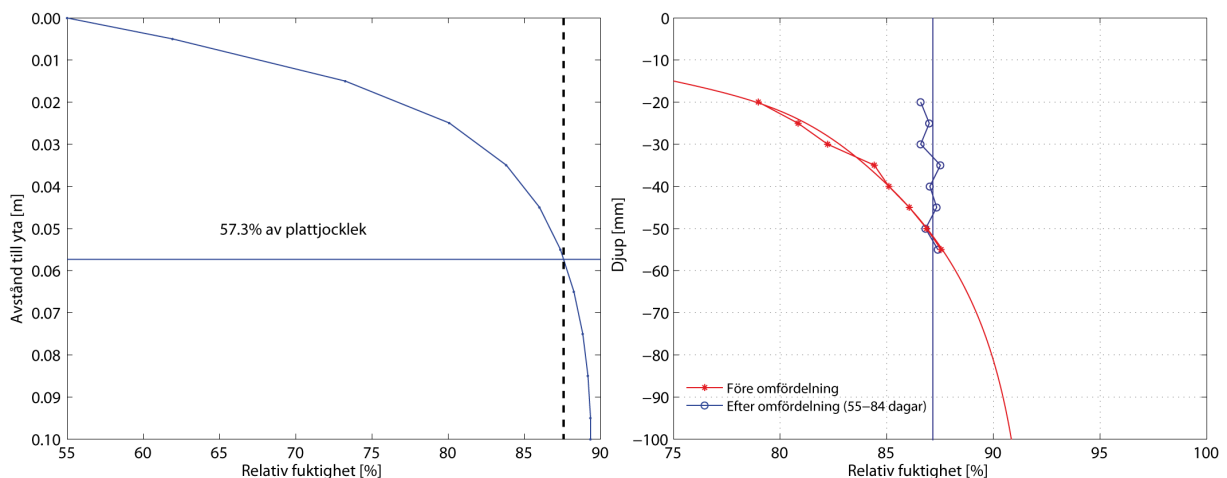
Detta har studerats genom att jämföra två fall, med tidig respektive sen uttorkning, till samma nivå. Särskild omsorg har ägnats åt att genomföra experimenten utan att något som helst läckage uppstått. Ett sådant hade annars kunnat ge liknande resultat. RF-profilerna efter omfördelning har sedan uppmätts, se figur 2. Det visade sig att det finns en liten effekt av den typ som hypotesen säger men att denna är så liten, cirka 0.5 % RF, att den inte är signifikant. Det har alltså inte gått att förklara de tidigare, positiva resultaten.



Figur 2. Till vänster visas fuktfördelningen efter omfördelning under en tät beläggning för grupp 1 som fått torka direkt efter gjutning och till höger visas fuktfördelningen för grupp 2 som fått härda förseglat innan uttorkning. Vid ytan är relativa fuktigheten för grupp 1 88,8% RF och för grupp 2 är fuktigheten 90,3% RF.

Karakteristiskt mätdjup

En begränsad teoretisk analys av det karakteristiska mätdjupet har utförts för ett homogent betonggolv (vct 0.65) och med oändligt tät matta, se figur 3 vänster diagram. Den analysen har tagit hänsyn till hysteres vilket inte inkluderats i tidigare analyser. Resultatet visar att det karakteristiska mätdjupet ökar från cirka 0.4 av tjockleken till cirka 0.57. Åtta provkroppar av betong, vct 0.65, belades efter uttorkning i 50% RF och 20°C med ett helt tätt skikt för att kontrollera det karakteristiska mätdjupet. Det visade sig det karakteristiska mätdjupet var cirka 55 mm under ytan, det vill säga 0.55 av tjockleken, se figur 3 höger diagram.



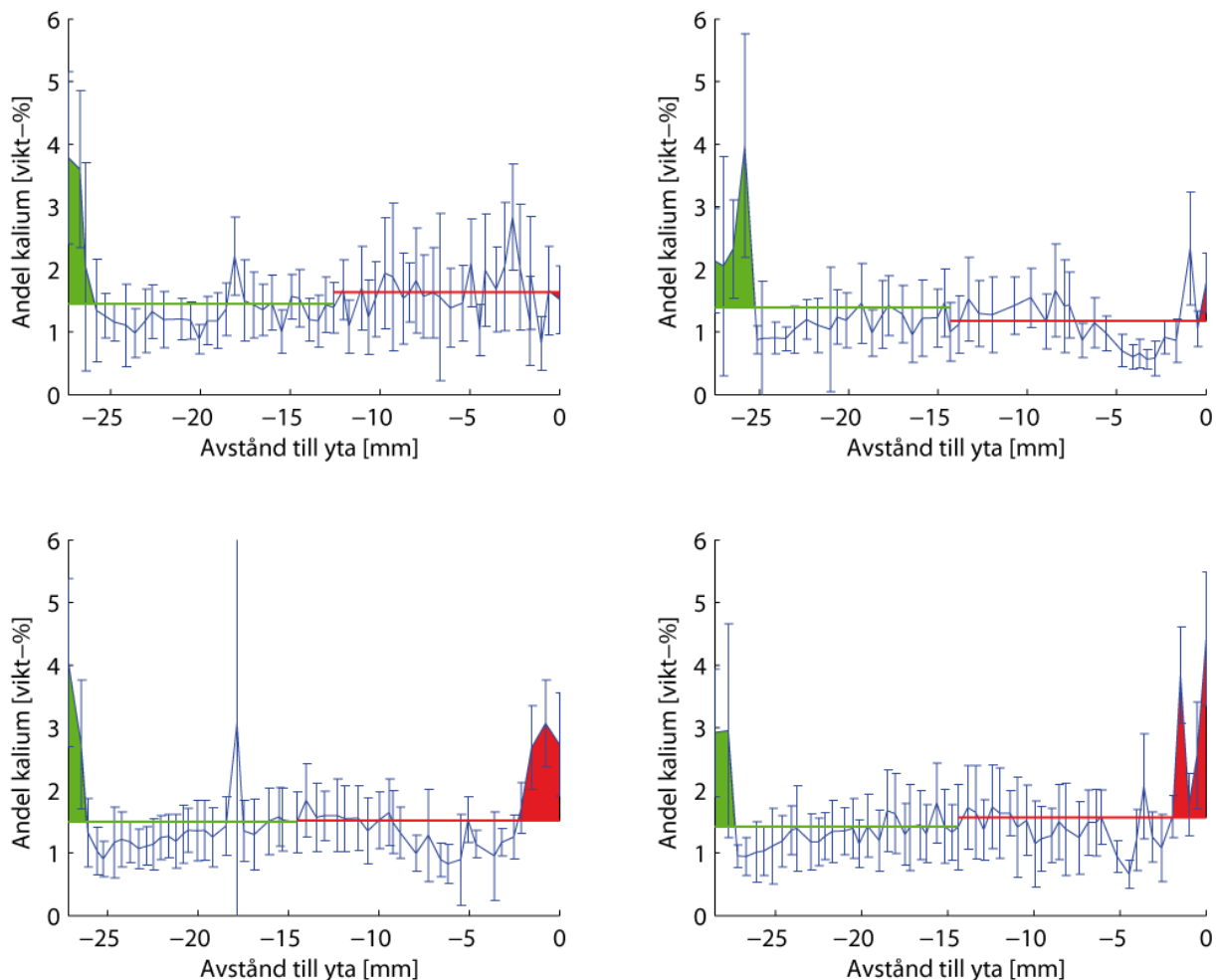
Figur 3. Diagrammet till vänster visar resultatet av en teoretisk analys av det karakteristiska mätdjupet för en homogen betongplatta, resultatet blev 0.57 av plattjockleken. Diagrammet till höger visar resultatet av ett försök där det karakteristiska mätdjupet blev cirka 0.55 av plattjockleken.

Kritisk fuktnivå för alkalivandring

Dessa kritiska fuktnivåer har undersökts på ett helt nytt sätt som aldrig tidigare prövats. Provkroppar av cementbruk vct 0.65 har torkats ensidigt olika lång tid i 20°C och 50% RF och sedan förseglats. Fyra olika fuktnivåer erhöles efter omfördelning av kvarvarande fukt, 91%, 87%, 85% och 78% RF. Efter omfördelning öppnades alla provkroppar utom två på den andra sidan för ytterligare uttorkning i 20°C och 50% RF. Dessa provkroppar skickades därefter för analys på EMPA i Zürich. Där analyserades jonprofilen för kalium med svepelektronmikroskop, SEM-EDX.

Genom att jämföra jonprofilen för kalium i de provkroppar som torkat på den andra sidan mot de som bara torkat en gång är det möjligt att påvisa alkalivandring. Om alkalimängden (kalium) på, eller något under, ytan som torkats efter omfördelning var större än de provkroppar som torkats på den ena sidan kunde alkalivandring påvisas vid den fuktnivån.

Jonprofilen för fyra provkroppar konditionerade till 85 % RF, visas i figur 4. Varje diagram motsvarar en provkropp sedd från sidan med tjockleken cirka 28 mm. På x-axeln visas mängden kalium i vikts-% av totalvikt analyserade grundämnen. På y-axeln visas avståndet i mm från ytan, där 0 motsvarar ytan som torkades efter omfördelningen var klar, -5 motsvaras av ett djup av 5 mm från ytan. De gröna fälten, till vänster, visar anrikning av kalium i första torkningen och de röda fälten visar om kaliumjoner har vandrat till ytan vid det aktuella fukttillståndet, i andra torkningen.



Figur 4. Fyra diagram som visar kaliumprofilen för fyra olika provkroppar. Det övre vänstra diagrammet visar profilen för en provkropp som enbart har torkats ut åt vänster och utgör en referens. De övriga tre har torkat en andra gång (åt höger) från en fuktnivå av 85% RF. Det röda området till vänster i de tre övriga diagrammen visar att kaliumjoner har anrikats i ytskiktet.

Kalium anrikades också på den uttorkande sidan vid ett fuktillstånd av 78% RF. Detta antyder att det kritiska fuktillståndet för alkalivandring är under 78% RF. Det kritiska fuktillståndet för byggnadsdelen betong, lim och matta, d.v.s. risk för nedbrytning av lim, påverkas av det kritiska fuktillståndet för alkalivandring. Det kritiska fuktillståndet för limnedbrytning påverkas även av andra faktorer.

Praktiska tillämpningar

Resultaten från det här forskningsprojektet kan tillämpas vid bedömning av om det går att belägga ett golv med en tät matta, med avseende på fuktigheten.

Effekt av torkklimat

Undersökningen av de två olika härdningsmetoderna (förseglat respektive härdning i ett relativt torrt klimat) visar att härdningssättet kan påverka den relativa fuktigheten under en tät beläggning. Det betyder att det finns en viss grad av kvarvarande

självtorkning i fallet med ett relativt torrt härdningsklimat. Dock är skillnaden inte signifikant. För att säkerställa effekten behövs kompletterande undersökningar av olika betongkvaliteter och torkklimat.

Teoretisk analys av mätdjup

Den teoretiska analysen av omfördelning av fukt i ett homogent betonggolv visar att hänsyn måste tas till hysteres när det karakteristiska mätdjupet ska bestämmas. Den teoretiska analysen validerades av det utförda experimentet. Resultatet innebär att det nu gällande karakteristiska mätdjupet, enligt RBK, skulle behöva nyanseras.

Kritisk fuktnivå för alkalivandring

De utförda analyserna av kaliumprofilen visar på transport av alkali vid 78% RF för betong med vct 0.65. Det är en indikation på att det kritiska fukttillståndet för kemisk nedbrytning av lim och matta på ett betongunderlag är lägre än det tidigare antagna kritiska fukttillståndet 85% RF. Det bör påpekas att andra faktorer också påverkar om nedbrytning verkligen sker, till exempel temperatur och hur lång tid fuktigheten är hög.

Kontaktpersoner:

Magnus Åhs, Avd Byggnadsmaterial, LTH, magnus.ahs@byggtek.lth.se, tfn: 046-222 49 20

Litteratur:

Redistribution of moisture and ions in cement based materials (Rapport TVBM-1028, Avd Byggnadsmaterial, LTH, av Magnus Åhs, 86 sidor, pris exkl. moms 250 kr) kan beställas från Avd Byggnadsmaterial, tel 046-222 7415, fax 046-222 4427, helena.klein@byggtek.lth.se. Rapporten kan laddas ner från <http://www.byggnadsmaterial.lth.se/publikationer>.

Internet:

www.byggnadsmaterial.lth.se (webbadress där man kan läsa mer i detta ämne)