

Chalmers tekniska högskola  
Institutionen för byggnadsmaterial

Publikation P-01:5  
Arb nr 583

**EGENSKAPER OCH FUNKTION HOS FUKT- OCH  
ALKALISPÄRRAR PÅ BETONG**

Tekn. Dr. Anders Sjöberg

**Göteborg i December 2001**

Nyckelord

Alkali

Betong

Emission

Epoxi

Fukt

Fuktskada

Hydrolys

Silan

Spärrskikt

Vattenglas

Publikation P-01:5

ISSN 1104-893X

Institutionen för Byggnadsmaterial

Chalmers Tekniska Högskola

S-412 96 GÖTEBORG

Tel: 031-7721000, telefax 7722296, telex 2369 Chalbib S

## SAMMANFATTNING

I denna undersökning har den spärrande förmågan hos tio olika preparat undersökts. Det är preparat som kan användas ovanpå betonggolvet för att spärra fukt, alkali och/eller emission av deponerade nedbrytningsprodukter i betongen. Tillsammans täcker dessa tio preparat nästan hela den svenska marknaden av spärrskikt som stryks direkt på betong.

Gemensamt för de undersökta spärrskikten är att de stryks direkt på betongytan. Inga spärrskikt i form av skivor, mattor eller på annat sätt prefabricerade enheter har tagits med i studien. Ej heller har avjämningsmassor studerats.

Preparaten har delats in i fem grupper beroende på deras kemiska uppbyggnad. Preparaten inom varje grupp har liknande kemisk uppbyggnad och uppvisar också likvärdiga mätresultat. Grupperna är cementbaserade preparat, termoplaster, vattenglas, silaner samt epoxibaserade preparat i denna rapport.

I undersökningen har funktionerna; fuktspärr, alkalispärr samt emissionspärr definierats, och de önskvärda egenskaperna för respektive funktion identifierats. Dessa egenskaper har sedan kvantifierats genom olika mätningar i laboratorium. Resultaten från dessa mätningar är inte att betrakta som absoluta sanningar, utan är ibland behäftade med anmärkningsvärda osäkerheter.

Preparatens funktion som fuktspärr bestämdes genom att mäta preparatens genomgångsmotstånd för vattenånga samt för vatten i vätskefas. Grupperna med silaner samt epoxibaserade preparat uppvisade goda fuktspärrande egenskaper.

Preparatens funktion som alkalispärr uppmättes genom långtidsförsök där två betongkvaliteter belades med respektive preparat innan PVC-matta limmades. Nedbrytningen av limmet registrerades med fortlöpande emissionsmätningar från ytan samt i betongen. De flesta grupperna uppvisade alkalispärrande egenskaper, bäst egenskaper uppvisade dock gruppen med epoxibaserade preparat.

Preparatens funktion som emissionspärr bestämdes genom att mäta preparatens genomgångsmotstånd för butanol respektive 2-etylhexanol. Bästa emissionspärrande egenskaper uppvisade gruppen med epoxibaserade preparat.

I rapporten presenterats olika typer av modeller, en förståelsebaserad och en beräkningsbar modell. Dessa modeller kan tillsammans med uppmätta material-egenskaper ligga till grund för val av preparat i olika fall.

Avslutningsvis ges råd om vilka egenskaper som skall prioriteras hos preparat vid tre olika typfall. Dessa typfall är;

1. **Förhindra att skada uppkommer på grund av byggfukt**, här bör preparat med goda fukt- och/eller alkalispärrande egenskaper användas.
2. **Förhindra att förnyad skada uppstår efter renovering**, här bör preparat med goda emissionspärrande egenskaper användas.
3. **Skada på grund av påskjutande markfukt**, här bör preparat med goda fukt- och/eller alkalispärrande egenskaper användas om skada ännu ej uppstått. Om skada redan uppstått bör preparatet dessutom ha goda emissionspärrande egenskaper.



## FÖRORD

Det hela började julen 1998. Någon, jag tror att det var Roger Corner på Miljöförvaltningen i Stockholm, hade sänt mig en kopia av ”Golvsaneringsmetoder”. Det var en rapport, en sammanställning av olika golvsaneringsmetoder som gjorts av Bengt Lindblom och Richard Norén på BARAB, på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholm. Rapporten sas vara en sammanställning och utvärdering av de vanligaste golvsaneringsmetoderna som används i Sverige, för att åtgärda lukt- och hälsoproblem.

När jag låg i soffan och läste rapporten så började frågeställningarna att dyka upp i huvudet. ”De vanligaste metoderna ...” tänk om det finns andra, mindre vanlig som är bättre. Hur många olika metoder finns det, varför har man inte sammanställt allihop? Hur bra är dom olika metoderna, egentligen, om man är objektiv. Rapporten tycktes vara en sammanställning av tillverkarnas produktinformation blandat med råd och praktiska erfarenheter.

Under våren 1999 aktualiserades frågan igen. Var gång jag höll föredrag om mitt lic.arbete var det någon som ville ha min åsikt om fukt- och alkalispärrar. Vilken funktion har de, kunde det vara en lösning mot alkalisk nedbrytning av golvlim? Efter ett antal påstötningar insåg jag att detta måste utredas, hur svårt kunde det vara?

Den 14:de juni 1999 samlades femton herrar och en dam på Chalmers för att diskutera ett eventuellt projekt. Det var representanter från tillverkare, importörer och försäljningsorganisationer för spärrskikt. Dessutom fanns det en liten skara människor från byggnadsindustrin, det var representanter från byggnadsentreprenörer och från skadeutredare. Samt naturligtvis en delegation från högskolan.

Mötet mellan högskolan och industrin verkade givande, vi hade naturligtvis olika syften, men projektet bedömdes bärkraftigt. För en del var det en marknadsföringsfråga, andra såg nog chansen att öka kunskapen om den egna produkten och konkurrenternas, några vågade nog helt enkelt inte låta bli. Själv såg jag möjlighet att utreda ett intressant problem, utveckla mätmetoder och sprida kunskap till aktörer i byggbranschen.

Så här i efterhand inser jag att det första projektmötet var lugnt och välordnat. Man kan uttrycka det som att de efterföljande kontakterna med industrin inte har varit långtråkiga ...

Projektet har varit lärorikt på många olika sätt. Jag tror att få av oss kunde förutspå de problem och hinder som dykt upp under resans gång. Jag tror dock att de flesta inblandade nu lämnar projektet med kunskap som de inte insåg att de saknade när vi en gång började.

Avslutningsvis vill jag rikta ett stort tack till alla personer som hjälpt till att stöttat projektet så att det kunnat föras i hamn. Alla företag som varit med och finansierat projektet samt alla personer som hjälpt till att iordningställa provkroppar, utföra mätningar samt tusen andra saker i labbet. TUSEN TACK !!

Göteborg, Januari 2002

Tekn. Dr. Anders Sjöberg  
Projektledare



1	INTRODUKTION	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Studiens Syfte .....	2
1.3	Avgränsningar.....	3
1.4	Disposition .....	3
2	FUNKTION OCH EGENSKAPER	5
2.1	Fuktspärre .....	5
2.2	Alkalispärre.....	5
2.3	Emissionspärre.....	6
3	MATERIAL	7
3.1	Cementbaserat.....	7
3.2	Termoplast .....	7
3.3	Vattenglas .....	7
3.4	Silan .....	8
3.5	Epoxi .....	8
3.6	Betong.....	9
3.7	Lim.....	10
3.8	Matta .....	10
4	MÄTMETODER	11
4.1	Koppmetoden (Genomgångsmotstånd) .....	11
4.1.1	Provkropp .....	11
4.1.2	Mätning.....	12
4.2	FLEC (Emission från ytan).....	12
4.2.1	Utrustning .....	12
4.2.2	Mätning.....	13
4.3	OCIC (Koncentration i betongen).....	14
4.3.1	Utrustning .....	14
4.3.2	Mätning.....	15
5	KOPPFÖRSÖK	16
5.1	Allmänt .....	16
5.1.1	Försöksuppställning.....	16
5.1.2	Teori.....	18
5.2	Mätresultat .....	21
5.2.1	Koppförsök med vatten.....	21
5.2.2	Upp och nedvänt koppförsök med vatten .....	22
5.2.3	Upp och nedvänt koppförsök med vatten, .....	23
5.2.4	Koppförsök med butanol .....	24
5.2.5	Koppförsök med 2-etylhexanol .....	25
6	LÅNGTIDSFÖRSÖK	26
6.1	Allmänt .....	26
6.1.1	Försöksuppställning.....	26
6.1.2	Teori.....	27
6.2	Betong utan spärrskikt .....	28
6.3	Betong med cementbaserat preparat .....	29
6.4	Betong med preparat av termoplast .....	30
6.5	Betong med preparat av vattenglas .....	31

6.6	Betong med preparat av silan.....	32
6.7	Betong med preparat av epoxi .....	33
7	KONKLUSION	34
7.1	Utvärdering .....	34
7.1.1	Fuktspärr .....	34
7.1.2	Alkalispärr .....	35
7.1.3	Emissionsspärr.....	36
7.2	Modell.....	37
7.2.1	Förståelsemodell.....	37
7.2.2	Beräkningsmodell.....	38
7.3	Val av preparat.....	39
7.3.1	Förhindra att skada uppkommer på grund av byggfukt.....	39
7.3.2	Förhindra att förnyad skada uppstår efter renovering.....	39
7.3.3	Skada på grund av påskjutande markfukt.....	39
8	FORTSATT FORSKNING	40
9	REFERENSER	40



# 1 INTRODUKTION

## 1.1 BAKGRUND

Fuktiga byggnader och sjuka hus diskuteras allt oftare i dagens massmedia. Det börjar komma till allmänt medvetande att fuktskador och andra fuktrelaterade oegentligheter i byggnader kan vara avgörande källor till SBS (Sick Building Symptom).

Det är allmänt känt hos hantverkare och även visat i flera studier att materialkombinationer innehållande fuktig betong kan påverkas och förändras. Förändringen påverkar ofta den tekniska funktionen hos materialen men kan ibland också leda till att inommiljön påverkas negativt.

Påverkan på den tekniska funktionen kan ta sig uttryck som dimensionsförändringar, ofta hos träskivor och trägolv som då får skarvresningar eller oacceptabelt stora springor. Andra negativa funktionsförändringar kan vara kulörförändringar hos målade eller gjutna ytor på grund av fuktfläckar eller kalkutfällning. Dessutom kan applicering av kontaktlim (t.ex. vid limning av nedvik av plastmatta i golvbrunnar mm) eller målningsbart tätskikt på fuktiga underlag leda till bom och dålig vidhäftning. Detta är några av de vanligaste felen av teknisk funktion som fukt kan ställa till med.

När det gäller fukts inverkan på inomhusmiljön är det främst två olika skadetyper som förekommer. Dels är det mikrobiell påväxt som behöver fukt för att leva och växa. Mikrobiella påväxt är knappast farlig i sig, men den kan emittera flyktiga ämnen, sporer och andra partiklar som sänker kvaliteten på inomhusluften. En sådan försämring av inomhusluften kan vara tillräcklig för att de känsligaste personerna skall uppleva SBS.

Den andra fuktrelaterade skadetyper som har visats sänka kvaliteten på inomhusluften är alkalisk hydrolys av organiska material. Detta uppstår främst då känsliga organiska material byggs ihop i kombinationer med fuktig betong. Med organiska material menas plast, golvlim och andra olje- eller naturmaterialsbaseade produkter. Luktproblem från målade ytor med äggoljetempra- eller linoljefärg kan t.ex. ha sin förklaring i höga fuktnivåer hos betongunderlaget.

I Sjöberg (2001) undersöks och beskrivs materialkombinationer med limmade mattor på betonggolv. Denna konstruktion är ofta drabbad av fuktskador och kan ensam utpekas som orsak till SBS i många skadefall. I rapporten framgår att det är vattenbaserat dispersionslim som påverkas av alkalijoner i betongen, så kallad alkalisk fukt bryter ned akrylatsampolymerer och eventuellt andra komponenter i limmet genom alkalisk hydrolys.

En stor del av nedbrytningsprodukterna från den alkalisk hydrolysen av limmet tränger genom mattan och emitterar direkt upp i rumsluften. Det visats i åtskilliga skadeutredningar att denna emission på kort tid kan orsaka hälsoproblem hos brukarna. Tyvärr är inte denna kunskap allmän då dessa utredningar nästan uteslutande mynnar i beställarrapporter som inte publiceras offentligt.

Den delen av nedbrytningsprodukter som inte emitterar genom mattan blir kvar i materialkombinationen. De kvarvarande nedbrytningsprodukterna kan transporteras nedåt i betongen och deponeras djupt ner enligt Sjöberg (2001). I rapporten beskrivs en metod för att mäta förekomsten och inträngningsdjupet av deponerade

föroreningar. Där redovisas också mätningar i skadade bjälklag med penetreringsdjup på 6-10 cm.

På senare tid har det visat sig att en byggnadsdel som tidigare varit fuktig kan sänka kvaliteten hos inomhusluften genom kraftigt ökade emissioner. Byggnadsdelen behöver alltså inte vara fuktig nu för att klassas som fuktskadad, det räcker med att den varit fuktig någon gång. Förutsättningen är dock att den var så fuktig att en process startade. Det kan antingen röra sig om mikrobiell påväxt eller alkalisk nedbrytning. Resultatet av den processen, mikrobiell avgasning eller nedbrytningsprodukter från alkalisk reaktion kan sedan finnas kvar i byggnadsdelens porsystem under lång tid.

Det kan till och med vara så olyckligt att en illa utförd renovering, där man inte beaktat deponerade föroreningar, kan öppna upp byggnadsdelen så att föroreningarna kommer ut i högre grad än tidigare. Därmed kan en ökad emission av deponerade föroreningar sänka kvaliteten på inomhusluften ytterligare.

För att hindra alkalisk fukt i ett betonggolv att angripa det känsliga limmet efter mattläggning har man under lång tid använt olika preparat som appliceras på betongytan. Det första preparat som fick iträda sig rollen som ”spärrskikt” torde vara ”Bostic 2000”. Denna primer lades för att minska fuktskador på limmade golvbeläggningar när betongen inte fått tid att torka ordentligt. Skadeutredare berättar att de ibland hittar en tunn (brun) film under limmet när de lyfter på mattan. På dessa platser är limmet ofta intakt fast fuktmätningar visar att det borde förtvålats, (kraftig alkalisk nedbrytning).

På senare tid har flera olika preparat använts för att ”spärra” fukt och alkali i betonggolv. Dessa preparat är uppbyggda på olika sätt men kan grupperas in i några få huvudgrupper. Inom varje huvudgrupp är de enskilda materialen mycket snarlika i sin uppbyggnad.

Samtliga av dessa preparat har också tillskrivits positiva egenskaper i samband med renovering av fuktskadade golvkonstruktioner med deponerade föroreningar. Det har dock ibland visat sig att det blir återkommande problem i vissa objekt med deponerade emissioner där man löst problemet med ett spärrskikt.

## 1.2 STUDIENS SYFTE

Syftet med denna studie är att sammanställa och beskriva de förekommande preparat som saluförs som spärrskikt på marknaden idag. Att beskriva funktionen och användningsområdet för varje preparat och ge underlag för en bedömning om vilket preparat som är bäst i en specifik situation.

Studien syftar också till att identifiera och kvantifiera de egenskaper hos dessa skikt som gör att fyller sina funktioner som fukt- respektive alkalispärr. Att genom mätningar utvärdera storleken på de egenskaper som kan ha avgörande betydelse för preparatens funktion som spärrskikt.

Studien syftar inte till att undersöka preparatens beständighet, dvs inte att bestämma långtidsegenskaper och livslängd hos preparaten i olika tillämpningar.

### **1.3 AVGRÄNSNINGAR**

Studien begränsas till att undersöka ett urval av preparat som tillsammans dominerade marknaden av spärrskikt.

Inga spärrskikt i form av skivor, mattor eller på annat sätt prefabricerade enheter har tagits med i studien. Gemensamt för de spärrskikt som studerats är att de stryks direkt på betongytan där de sugas in, härdar eller på annat sätt bildar ett skikt.

Studien har också begränsats till att inte beakta avjämningsmassor eller andra självnivilerande produkter. Endast ett av materialen är cementbaserat, men inte heller det har funktionen av att vara en avjämningsmassa.

Endast tre ämnen har beaktats vid de mätningar som gjorts i studien. Dessa ämnen är vatten (H<sub>2</sub>O), n-butanol (butanol, BuOH) samt 2-etylhexanol (EtHx).

### **1.4 DISPOSITION**

Denna disposition beskriver rapportens struktur, samt hjälper läsaren att hitta rätt och förstå författarens upplägg.

#### **Kapitel 1, Inledning**

Här ges en introduktion till problemområdet genom att kortfattat beskriva fuktproblematiken och de problem man försöker lösa med ett spärrskikt.

Vidare beskrivs syftet, idén, bakom denna studie. Samt studiens avgränsningar. Slutligen är denna disposition, som beskriver rapportens struktur, med i kapitlet.

#### **Kapitel 2, Funktion & egenskaper**

I kapitlet beskrivs och definieras de centrala funktionerna fukt-, alkali-, och emissionspärr. Syftet är att strukturera upp begreppen och ge läsarna en gemensam bas att värdera preparaten från.

#### **Kapitel 3, Material**

I detta kapitel beskrivs de material som använts i studien. Dels ges en kort beskrivning av preparaten som undersökts och dels beskrivs de andra materialen, betong, lim och matta, som ingått som en del av materialkombinationen i långtidsförsöken.

#### **Kapitel 4, Mätmetoder**

Här beskrivs de tre mätmetoderna som ingått i studien. Syftet är att göra läsaren familjär med koppmetoden som används för mätning av genomgångsmotstånd, mätningar med mätcellen FLEC som används för emission från ytor samt mätningar av koncentrationer nere i betongen.

## **Kapitel 5, Koppförsök**

I detta kapitel förklaras hur koppförsöket gått till, vilka material som använts och hur man gått till väga. Resultaten från försöket redovisas och en enkel omräkning av dessa resultat för få materialegenskapen ”genomgångsmotstånd” har även gjorts.

## **Kapitel 6, Långtidsförsök**

I detta kapitel förklaras hur långtidsförsöken gått till, vilka material som använts och hur man gått till väga. Resultaten från försöket redovisas översiktligt i diagramform där man kan följa emissionsförlopp under ett år.

## **Kapitel 7, Konklusion**

Detta kapitel innehåller slutsatser och råd. Här kan man läsa en konklusion av hela försöket där dom undersökta egenskaperna sammanfattas för de olika grupperna. En beräkningsbar modell för hur man kan använda dessa materialegenskaper förklaras. Slutligen ges råd om vilka egenskaper man bör eftersträva i olika situationer, med olika typer av skada.

## **Kapitel 7, Fortsatt forskning**

Här ges förslag ges till fortsatta insatsområden, där författaren kunnat identifiera kunskapsbrister. Detta kan vara en vägledning till vad som är viktigt att fortsätta forska med i framtiden.

## **Kapitel 7, Referenser**

Här ges en närmare beskrivning om namn och utgivare på de publikationer som refereras till i rapporten.

## 2 FUNKTION OCH EGENSKAPER

Preparaten som studerats i denna rapport appliceras ofta på betonggolvsom är eller har varit så fuktiga att golvbeläggningen kan skadas, eller redan har skadats. Genom att tillföra en ny, extra, funktion till golvsystemet kan orsaken eller åtminstone symptomen av fuktskadan förhindras eller minskas.

De vanligaste funktionerna som åberopas hos preparaten är fukt-, alkali- samt emissionspärrande egenskaper. Nedan finns en rimlig, och i någon mån riktig, definition av dessa egenskaper som rapporten i sin helhet använder sig av.

### 2.1 FUKTSPÄRR

En fuktspärr är i dessa sammanhang, med limmade golvmaterial på betong, ett skikt med sådana egenskaper att det hindrar eller minskar fukttransporten upp genom betongytan på sådant sätt att någon typ av fuktskada kan minskas eller förhindras.

För att ett preparat som appliceras på en yta skall kunna benämnas fuktspärr måste det ha egenskaper i överensstämmelse med ovanstående.

Den fria, oförhindrade, fukttransporten kan dels ske i gasfasen i materialporer, som ångdiffusion, och dels på porväggarna, som kapillärsugning, beroende på materialstrukturen, materialens kemiska egenskaper, fuktnivån samt fuktflödets hastighet.

Ett skikt som hindrar eller bryter kapillärtransport av alkalisk fukt kallas fuktspärr eftersom det primärt hindrar fukttransport. Att alkalitransporten hindras är en sekundär effekt av att fukttransporten brutits.

De fuktspärrande egenskaperna, hos de olika preparaten, kvantifierades i denna studie med hjälp av koppförsök, se kap 4.1. Detta är en väl beprövad och dokumenterad metod för att kvantifiera fukttransportsegenskaper hos material och tunna skikt.

### 2.2 ALKALISPÄRR

En alkalispärr är i dessa sammanhang, med limmade golvmaterial på betong, ett skikt med sådana egenskaper att det hindrar eller minskar transporten av alkali upp genom betongytan på sådant sätt att någon typ av skada på grund av alkalisk hydrolys eller motsvarande kan minskas eller förhindras.

För att ett preparat som appliceras på en yta skall kunna benämnas alkalispärr måste det ha egenskaper i överensstämmelse med ovanstående.

Med alkali menar man i dessa sammanhang en hög koncentration av hydroxidjoner, oberoende av vilka motjonerna är. Detta skapar ett högt pH-värde i en vätskelösning. PH-värdet i porvätskan i betong är i storleksordningen 12,5 – 14 beroende på hur man mäter. Alkali kan bara transporteras i vätskelösning, bryter man vätskeförbindelsen hindras alkalitransport.

Ett preparat kan inte kallas alkalispärr om det indirekt förhindrar alkalitransport genom att bryta vätskeförbindelsen. Det är då en fuktspärr som hindrar alkalisk fukt, se 2.1.

De alkalispärrande egenskaperna, hos de olika preparaten, kvantifierades i denna studie med hjälp av långtidsförsök, se kap 6. Detta är en väl beprövad och dokumentera metod för att identifiera alkalisk nedbrytning i ett golvsystem, Wengholt Johnsson (1995), Sjöberg (1998). Dessa provkroppar har dock utrustats med extra röranslutningar för mätning av deponerade nedbrytningsprodukter.

### **2.3 EMISSIONSPÄRR**

En emissionsspärr är i dessa sammanhang, med limmade golvmaterial på betong, ett skikt med sådana egenskaper att det hindrar eller minskar transporten av enstaka eller grupper av VOC's (Volatile Organic Compounds) upp genom betongytan på sådant sätt att en sänkning av kvaliteten hos inomhusluften kan minskas eller förhindras.

För att ett preparat som appliceras på en yta skall kunna benämnas emissionsspärr måste det ha egenskaper i överensstämmelse med ovanstående.

De emissionspärrande egenskaperna, hos de olika preparaten, kvantifierades i denna studie med hjälp av koppförsök, se kap 4.1. Detta är en väl beprövad och dokumentera metod för att kvantifiera fukttransportsegenskaper hos material och tunna skikt. Metoden har i andra studier också visat sig fungera väl för att mäta genomgångsmotstånd hos material och ytskikt.

### 3 MATERIAL

#### 3.1 CEMENTBASERAT

Ett preparat ingår i denna materialgrupp, produktnamnet är ”Penetron Plus” och preparatet uppges vara en kappilär vattentätning för betong.

Preparatet är ett pulver som består av cement, fin kvartssand samt tillsatsmedel i form av naturidentiska aktiverare.

Preparatet slipas vanligtvis ned i betongen där det sedan uppges tränga vidare in i betongen med hjälp av ”osmosiskt tryck”. Preparatet reagerar därefter med betongens cemetdel och bilda kristaller som, enligt uppgift, tätar defekter i strukturen och ”driver ut” fukt. I undersökningen blandades preparatet till en slamma, av tillverkaren, som sedan ströks på betongytan.

Följande material har ingått i denna grupp i undersökningen:

Penetron Plus, Scan-Clean saneringsteknik AB

#### 3.2 TERMOPLAST

Ett preparat ingår i denna materialgrupp, produktnamnet är ”Creom 100” och preparatet uppges fungera som fukt- och alkalispärr.

Preparatet är en halvtransparent emulsion i vätskeform. Emulsionen uppges bestå av alifatisk polyeten, copolymerharts samt akrylatpolyme och vara helt vattenbaserad utan lösningsmedel.

Efter att preparatet applicerats på en betongyta, uppges det tränga in 2 –10 mm och härda. Efter härdning bryts betongens kapillärsugande förmåga, enligt uppgift från tidigare säljorganisation, samt betongytans nötningsbeständighet ökar.

Följande material har ingått i denna grupp i undersökningen:

Creom 100, Kreativa Ohlsson miljöer

#### 3.3 VATTENGLAS

Två preparat ingår i denna materialgrupp, produktnamnen är ”Ever Createal” samt ”Everseal djupimpregnering”. Preparaten uppges fungera som fukt- och alkalispärr. I bland uppges en impregnering sänka pH värdet med 2-3 enheter och fuktnivån till under 85 % RF.

Vattenglas är en klar vätska med något högre viskositet än vatten. Vätskan består av kiseldioxid löst i basisk lösning, vanligtvis natriumhydroxid (NaOH) eller kaliumhydroxid (KOH) och vatten.

Vid applicering på betong tränger preparatet, enligt uppgift, ned mellan 1 – 3 cm och hårdar till svårlösliga kiselföreningar. Kiseldioxiden reagerar huvudsakligen med kalciumsalter, t.ex. kalciumklorid och kalciumhydroxid, och bildar kalciumsilikat som sätter sig på porväggar och förstärker strukturen.

Vattenglas har fått sitt namn då den kvarvarande ”massan” efter vattnet dunstat bort liknar glas. Både glas och den kvarvarande massan kan benämnas som ”genomskinlig amorf kiselstruktur”, men de framställs på olika sätt.

Följande material har ingått i denna grupp i undersökningen:

Ever CreteSeal,	Capton
EverSeal Djupimpregnering	EverSeal Scerige AB

### **3.4 SILAN**

Två preparat ingår i denna materialgrupp, produktnamnen är ”Florosil” samt ”Kromofor Silan”. Preparaten uppges bryta kapillär vätsketransport och samtidigt vara diffusionsöppna, jämf. GoreTex. Preparaten uppges i bland även vara emissionspärrande.

Silan är en polär monomer som tränger ned någon cm i betongen efter applicering, enligt uppgift, och binder på porväggarna. Med monomer menas en liten molekyl som kan byggas ihop med andra, ungefär som länkarna i en kedja. Överblivna silanmonomerer kan reagera med varandra, polymerisera, t.ex. med en monomer som redan bundit på porväggen.

När polymeriseringen ägt rum i betongen har silanen kemiskt bundit till OH-grupper på porväggarna. Detta får, enligt uppgift, till följd att inget vatten kan bindas i porsystemet och betongskiktet som impregnerats blir hydrofob. Med hydrofobering menas att göra något vattenavvisande.

Sannolikt minskas bindningskapaciteten för butanol, 2-etylhexanol och andra flyktiga organiska ämnen i betong, vid en hydrofobering med silan.

Följande material har ingått i denna grupp i undersökningen:

Buffertspärr,	IFU Konsult
Florosil,	BTI Betongimpregnering AB

### **3.5 EPOXI**

Fem preparat ingår i denna materialgrupp, produktnamnen är ”DexorBond”, ”Everseal djupimpregnering + emissionspärr”, ”NM Fuktspärr FS023”, ”Peran Dry Top” samt ”UZIN-PE460”. Preparaten uppges fungera som fukt-, alkali- samt emissionspärr.

Preparaten är tvåkomponents härdplaster. Generellt sett gäller att de två komponenterna, ”bas” och ”härdare”, levereras arbetsplatsen separerade. Efter att komponenterna blandats stryks preparatet ut på betongytan där det hårdar till ett hårt skikt.



Det skall tilläggas att innan preparaten blandats och härdat är vissa komponenter starkt allergiframkallande och skall hanteras enligt AFS anvisningar 1996:4 för härdplaster. Efter att preparaten härdat fullständigt är de dock enligt uppgift helt inerta.

Följande material har ingått i denna grupp i undersökningen:

DexorBond,	DEXOR AB
EverSeal Emissionspär	EverSeal Sverige AB
NM Fuktpär FS 023	Nils Malmgren AB
Peran Dry Top	Perstorp AB
UZIN-PE460	Englundgruppen

### 3.6 BETONG

I studien har två olika typer av betong använts som underlag till preparaten. Den ena betongen var normal husbyggnadsbetong med högt vattencementtal (vct), ca 0,66. Denna betong kan betraktas som ett sugande underlag vid applicering av preparat på betongytan. Den andra betongen var en så kallad byggfuktfrifri betong med lågt vct, ca 0,39. Denna betong måste däremot betraktas som ett icke sugande underlag.

Betong med lågt vct inte kan betraktas som ett sugande underlag på grund av egenskaper som beror på porstrukturen i betongen. Ju lägre vct desto mindre och finare är porsystemet. Detta får till följd att betongen inte kan ta upp extra vätska som appliceras på ytan. Vissa betongkvaliteter kan till och med göras vattentäta.

Det som huvudsakligen skilde betongblandningarna åt var vct, det vill säga cementhalten i förhållande till blandningsvatten, och tillsatsmaterial samt tillsatsmedel, se tabell 1. I betongen med lågt vct tillsattes exempelvis silikastoft (amorf SiO<sub>2</sub>) och flyttillsatsmedel.

*Tabell 1 Betongrecept alla material angivna i (kg/m<sup>3</sup>).*

Benämning	C2	C4
vct	0,39	0,66
Cement	425	290
Vatten	166	191
Sand (0 - 8 mm)	783	980
Makadam (8-12 mm)	805	899
Silikastoft (torr)	21	–
Flytmedel Mighty	8	–
Flytmedel Cementa 92M	3,76	–

Vid betongtillverkningen torrblandades först sand, cement och i nämnda fall silika någon minut. Sedan tillsattes makadamen, hälften av vattnet och tillsatsmedlen. Slutligen tillsattes resten av vattnet och betongen blandades ungefär fyra minuter. Tillsatsmedlen blandades med lite av vattnet innan de hälldes i betongblandaren.

Vid gjutningen fylldes först provformarna delvis och betongen kompakterades genom att ställa formen på ett vibreringsbord. Sedan fylldes formen nästan full och vibrerades igen. Därefter fylldes formen helt, vibrerades och ytan avjämnades med en stålspackel.

Formarna täcktes med byggplast och eventuella mätrör som monterats i formen tätades med gummikorkar mot den omgivande luften. Ingen märkbar vattenseparation uppstod. Efter gjutningen härdades provkropparna i stabilt klimat övertäckta med tätslutande plast.

### **3.7 LIM**

Limmet som användes i studien, till långtidsförsöken, var Casco Proff 3448. Limmet valdes för att det är ett av de mest använda limmerna på marknaden. Dessutom finns det dokumenterat och har tidigare använts i liknande studier av alkalisk hydrolysis, Wengholt Johnsson (1995), Sjöberg (1998).

Nedbrytningsprodukter från detta lim utgör distinkta och lätt identifierbara indikatorer på alkalisk nedbrytning. Limmets bas är akrylatsampolymerer av 2-etylhexylakrylat och butylakrylat som i fuktiga alkaliska miljöer hydrolyseras. Vid hydrolysen bildas alkoholerna 2-etylhexanol och butanol som relativt enkelt kan kvantifieras.

Vid limningen applicerades limmet på betongen med en pensel för att få jämn spridning och kunna kontrollera limmängden. Först östes en tillräckligt stor mängd lim över i en plastmugg. Plastmuggen inklusive lim och pensel vägdes med en våg, 0.001g noggrannhet. Sedan ströks den exakta mängden lim ut på betongen, 320 g/m<sup>2</sup> (ca 4 m<sup>2</sup>/l). Vikten av det pålagda limmet registrerades genom att väga mugg inklusive lim och pensel och beräkna viktnedskningen.

Direkt efter limmet påförts applicerades mattan som i förväg skurits till i passande bitar. För att mattan skulle fästa ordentligt och inte riskera ”bom” lades en spånplatta med tyngder på provkroppen under det första dygnet.

### **3.8 MATTA**

Mattan som användes i studien, till långtidsförsöken, var Aqua Smaragd från Forbo Forshaga. Mattan valdes för att den har en simpel homogen uppbyggnad. Dessutom finns den dokumenterad och har tidigare använts i liknande studier av alkalisk hydrolysis, Wengholt Johnsson (1995), Sjöberg (1998).

Aqua smaragd är en 1,5 mm tjock PVC-matta avsedd att användas i våtutrymmen. Mattan var uppbyggd av ett slitskikt av transparent polyuretanförstärkt PVC och ett bottenskikt av fylld PVC.

## 4 MÄTMETODER

### 4.1 KOPPMETODEN (GENOMGÅNGSMOTSTÅND)

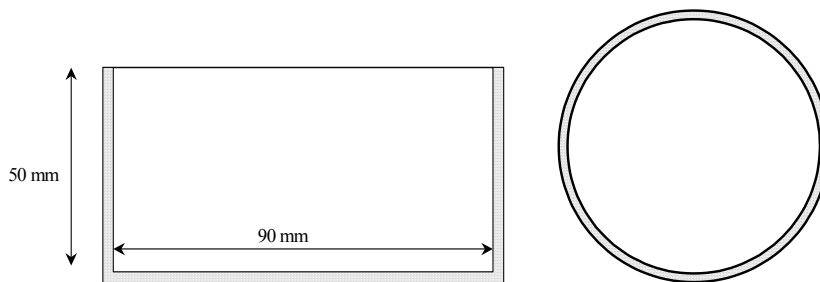
Vid provning och utvärdering av fukttransportegenskaper hos material och skikt, under isotermiska förhållanden, är ett vanligt förfarande att använda koppmetoden.

Mätning görs genom att registrera viktsförlusten hos en kopp med vatten eller annan vätska där materialet eller skiktet utgör ett tätslutande lock. Hastigheten av viktförlusten bestäms av materialets transportegenskaper (täthet) i ett visst klimat.

I projektet har preparatens ånggenomgångsmotstånd under olika förutsättningar, samt deras genomgångsmotstånd mot butanol och 2-etylhexanol, bestämts med koppmetoden.

#### 4.1.1 Provkropp

Som provfom vid koppförsök användes en kristallasationskål med rak kant, utan pip. Koppen var tillverkad av duranglas med invändig höjd 50 mm och invändig diameter cirka 90 mm, se figur 1.



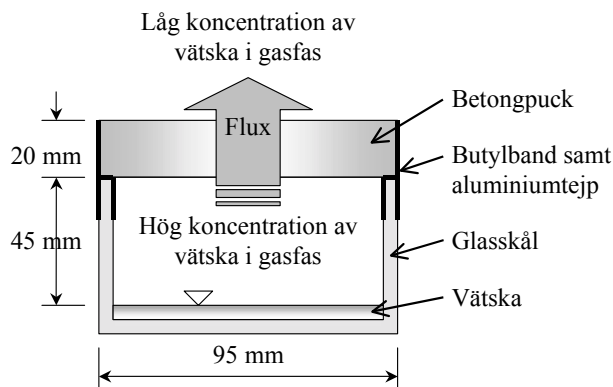
Figur 1 Principskiss på PF2 (koppen).

På koppen monterades en cirkulär betongskiva (betongpuck) med diameter 95 mm och tjocklek 20 mm. Puckarna tillverkades genom att betong gjöts i plastlådor (backar) med måtten  $L \times B \times H = 37 \times 27 \times 32$  cm, enligt beskrivning i kapitel 3.6. Efter att betongen härdat i 28 dygn borrades 4 kärnor ( $\varnothing=95$ mm) ur varje provkropp, dessa kärnor kapades sedan upp i 20 mm tjocka skivor (puckar).

Puckarnas ytor spacklades med en betongslamma bestående av cement finsand och vatten för att fylla ut luftporer. Dessa utgjorde ett problem för applicering av vissa preparat. Överflödiga slamma som inte trängde ned i luftporerna slipades bort.

För att få en stark och flexibel anslutning mellan kopp och puck användes butylband av fabrikatet Platon. Utanpå butylbandet lindas ett lager aluminiumtejp för att få fogen tät. På pucken hade spärrskikten applicerats i förväg, av respektive företag.

Koppen fylldes med 100 ml av antingen vatten, n-butanol eller 2-etylhexanol. Påfyllningen skedde med en stor injektionsspruta (60 ml) innan aluminiumtejpen monterades över butylförbandet. Injektionssprutans nål stacks in genom butylbandet mellan skålen och pucken. Efter att vätskan injekteras tätades hålet med en liten bit butylband innan aluminiumtejpen monterades.



Figur 2 Principskiss på PF2 (koppen).

#### 4.1.2 Mätning

Flödet genom betongskivan mättes genom att bestämma viktförlusten vid upprepade vägningar av provkroppen. Vägningarna av kopporna utfördes i klimatrummet med ungefär en veckas mellanrum i början av mätserien och cirka två veckors mellanrum i slutet av mätserien.

Vågen som användes var av märket Mettler PM 4000 och hade upplösning på 0,01g. Vågens repeterbarhet är  $\pm 0,01$  g i mätområdet.

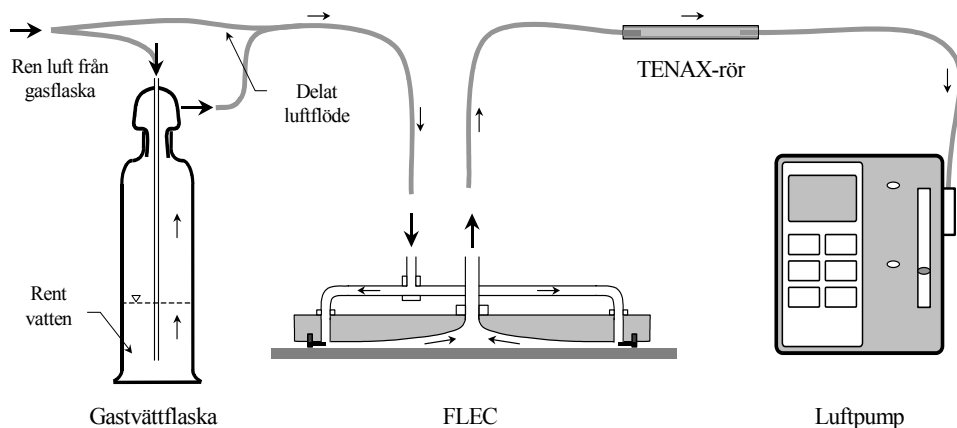
## 4.2 FLEC (EMISSION FRÅN YTAN)

### 4.2.1 Utrustning

Mätning av emission av butanol och 2-etylhexanol från ytan på provkropparna i långtidsförsöket skedde i två steg. Först gjordes provtagning med hjälp av en speciell mätkammare, där VOC fångades upp, sögs ut och anrikades på en adsorbent. Därefter följde analys med GC-FID (gaskromatografisk teknik).

Mätkammaren som används i arbetet var en FLEC (Field and Laboratory Emission Cell). Den kan liknas vid ett lock som läggs direkt på den materialyta som skall mätas, se figur 3. Ren luft ( $<0,1$  ppm kolväten) från gastub fuktas till ca 50 %RF och trycks in i genom en springa i kanten på mätcellen.

Luften strömmar över materialytan och ut genom ett rör i centrum. Ett delflöde av luften passerar sedan genom ett TENAX-rör och kolvätena adsorberas i det. Mätcellen och dess kapacitet beskrivs i Wolkoff *et al* (1991) och Nordtest (1995). Mätcellens aktiva område har en yta på  $0,0177 \text{ m}^2$  och volymen  $35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .



*Figur 3 Uppställning vid provtagning med FLEC. Ren luft från en gastub fuktas och leds in i FLEC. 100 ml luft sugs genom ett TENAX-rör för senare analys i GC-FID.*

Luftpumpen gav konstant flöde under en bestämd tid. Mätosäkerhet i flöde bedömdes vara  $\pm 4\%$ . Mätosäkerhet i tidtagning uppgavs vara  $\pm 0,05\%$  i produktbladet.

## 4.2.2 Mätning

### Provtagning

Vid mättillfället konditionerades proverna i 24 timmar innan provtagningen. Under konditioneringen låg FLEC:en på materialytan med konstant luftflöde på 100 ml/min.

Vid provtagningen monterades ett TENAX-rör till FLEC:ens frånluft med en teflonslang och 25 ml/min pumpades i fyra minuter. Tillvägagångssätt vid provtagning beskrivs i detalj i Sjöberg (2001).

### Analys

Analys av mängden butanol och 2-etylhexanol som adsorberats på TENAX-rör gjordes med GC-FID, dvs med en gaskromatograf utrustad med flamjonisationsdetektor. Utrustning och metod beskrivs ingående i Sjöberg (2001).

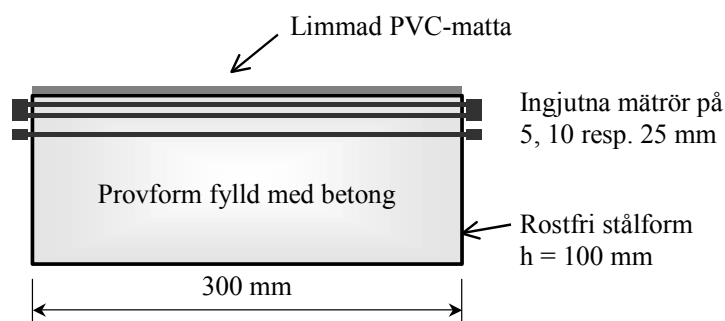
Totala standardiserad mätosäkerhet för metoden bedömdes vara  $< \pm 20\%$ .

## 4.3 OCIC (KONCENTRATION I BETONGEN)

### 4.3.1 Utrustning

Mätning av OCIC (organic compounds in concrete), dvs butanol och 2-etylhexanol som trängt ner i betong skedde i mätörer som gjutits in i provkropparna. Luften i mätörerna sögs genom ett TENAX-rör som sedan analyserades på samma sätt som vid mätning av emission från ytan, se kap 4.2.

Provkropparna, där mätörerna gjutits in, utgjordes av hela golvsystem uppbyggda av 10 cm tjock betong belagda med spärskikt och limmad PVC-matta. Betongen gjöts i en rostfri stålform med måtten 300×330 mm och höjden 100 mm. Se figur 4.



Figur 4 Principskiss av golvsystem med ingjutna rör för mätning av OCIC.

I provkroppen monterades mätörer för mätning av koncentrationen av butanol och 2-etylhexanol på tre djup, 5, 10 och 25 mm, under mattan, se figur 5. Mätörernas innerdiameter ( $\varnothing_{\text{inv}}$ ) är 6 mm och totala längden 360 mm. Luften i mätörerna (10,2 ml) står i förbindelse med betongens porsystem genom ett antal borrhål, med 1 mm diameter, på rören ovansida.



Figur 5 Mätörerna för VOC-profiler försluts med Swagelok-kopplingar i båda ändarna mellan mättillfällena.

### **4.3.2 Mätning**

#### **Provtagning**

Vid mättillfället byttes först stoppluggen (swagelok-koppling) på ena sidan, av det understa mätröret, ut mot ett kolrör som anslutits till en passande swagelok-koppling.

Därefter byttes stoppluggen på andra sidan av samma rör ut mot ett TENAX-rör som anslutits till en passande swagelok-koppling. Till TENAX-röret kopplades en injektionsspruta (20 ml) med hjälp av en teflonslang.

Därefter sögs 10 ml av luften i röret ut genom TENAX-röret. Dubbla TENAX-rör eller upprepade mätningar i samma rör gjordes inte eftersom koncentrationen i mätröret sjunker successivt vid provtagning och det tar lång tid innan jämvikten inställer sig igen.

Provtagning skedde underifrån och upp, på en provkropp i taget, dvs med det understa röret (lägst koncentration) först och det översta röret (högst koncentration) sist. De första mätserierna skedde dock i omvänd ordning med det översta röret först och det understa sist.

#### **Analys**

Analys av mängden butanol och 2-etylhexanol som adsorberats på TENAX-rör gjordes med GC-FID, dvs med en gaskromatograf utrustad med flamjonisationsdetektor. Utrustning och metod beskrivs ingående i Sjöberg (2001).

Totala standardiserad mätosäkerhet för metoden bedömdes vara  $< \pm 20 \%$ .

## 5 KOPPFÖRSÖK

### 5.1 ALLMÄNT

#### 5.1.1 Försöksuppställning

Med hjälp av koppförsök undersöktes preparatens täthet mot vatten, butanol och 2-etylhexanol. Puckarna som användes till underlag för preparaten var av två olika betongkvaliteter, det var normal husbyggnadsbetong och byggfuktfri betong som blandats och gjutits enligt beskrivningen i kapitel 3.1.

Preparatens genomgångsmotstånd för butanol och 2-etylhexanol bestämdes med hjälp av rätt vända koppar. Se metodbeskrivning i kapitel 4.1. Dessa koppar var under hela mätningen placerade i ett klimatrum med konstant temperatur 20°C och fuktighet 65% RF.

Preparatens ånggenomgångsmotstånd bestämdes med hjälp av rätt vända koppar. Dessutom bestämdes preparatens täthet mot vätsketransport i fuktiga miljöer med hjälp av upp och nedvända koppar. Dessa koppar hade antingen spärrskiktet på ovansidan av betongpucken, direkt mot vattnet, eller på undersidan av betongpucken, ut mot rumsluften.



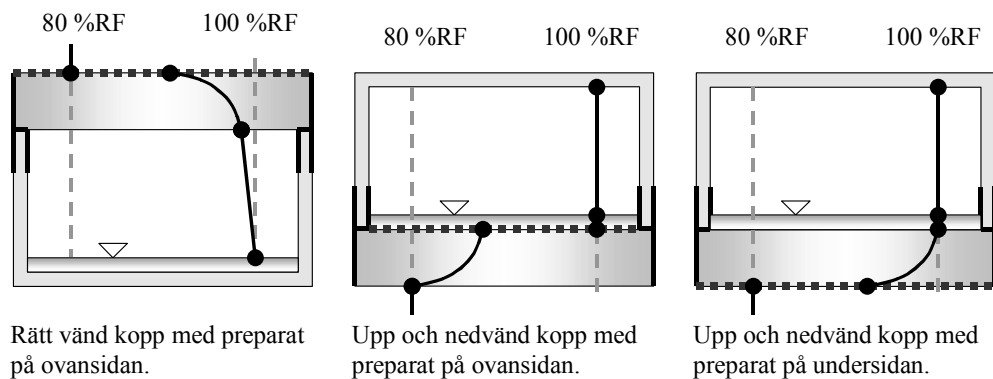
Figur 6 Rätt vänd kopp, med preparat.



Figur 7 Upp och ned vänd kopp.

Samtliga koppar med vatten i var under hela mätningen placerade i ett klimatrum med konstant temperatur 20°C och fuktighet 80% RF. Fuktillståndet, i vilken spärrskiktet hamnade, i de tre fallen med vatten i koppen, redovisas i figur xx nedan.





Figur 8 Fuktfordelningen vid de tre olika positioner av betongpuck och spärnskikt som användes hos kopporna i studien. Ytövergångsmotstånd har försumrats.

I det första fallet, med rätt väänd kopp är fuktnivån i luften i koppen nästan mättad överallt. Dock sker en liten sänkning med avståndet från vätskeytan på grund av luftens ånggenomgångsmotstånd. Betongpuckens undersida hamnar i en fuktig miljö. Fuktnivån i pucken bestäms av förhållandet mellan betongens och preparatets ånggenomgångsmotstånd. Fuktfordelningen ser alltså olika ut med olika täta preparat. Fuktgradienten i betongpucken kröker dock alltid, såsom i figuren ovan, på grund av att betongens ånggenomgångsmotstånd är fuktberoende.

I det andra fallet, med upp och nedväänd kopp och preparat på ovsidan av betongpucken är fuktnivån i luften i koppen mättad överallt, dvs 100 %RF, men detta spelar ingen roll eftersom fukttransporten är nedåt. Fuktnivån i pucken, närmast preparatet, bestäms av förhållandet mellan betongens och preparatets ånggenomgångsmotstånd. Även i detta fall ser fördelningen olika ut med olika täta preparat och gradienten kröker på grund av att betongens fuktberoende egenskaper.

I det tredje fallet, med upp och nedväänd kopp och preparat på undersidan av betongpucken är fuktnivån i luften i koppen också mättad överallt. Fuktnivån i betongen är högre i detta fall än när preparatet applicerats på ovsidan av betongpucken. Även här bestäms fuktnivån i betongpucken av förhållandet mellan betongens och preparatets ånggenomgångsmotstånd och ser olika ut med olika täta preparat. Gradienten kröker även här på grund av att betongens fuktberoende egenskaper.

## 5.1.2 Teori

Med koppförsök kan man bestämma flödet mellan två klimat där ett mellanliggande material som utgör ett genomgångsmotstånd. Ofta är det detta genomgångsmotstånd eller annan fuktrelaterad materialegenskap, hos det mellanliggande skiktet, som skall bestämmas med mätningen. Teorin bakom försöket bygger på Fick's 1:a lag:

$$q = -\delta \frac{c_1 - c_2}{\Delta x}$$

där:

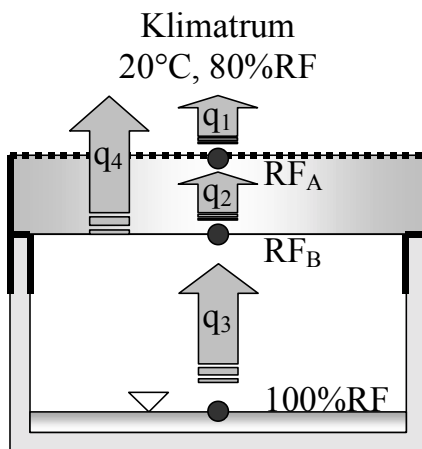
$q$  = Uppmätt flöde  
 $\delta$  = transportförmåga

$c_1$  = Ånghalt på ena sidan materialet  
 $c_2$  = Ånghalt på andra sidan materialet  
 $\Delta x$  = Materialets tjocklek

Vid stationärt flöde är transporthastigheten, enligt definition, lika stor på alla punkter utmed flödesriktningen. Detta förutsätter dock att klimatet är konstant och att inga betydande randeffekter inverkar.

$$q_1 = q_2 = q_3$$

I ett koppförsök med en betongpuck som belagts med ett spärrskikt innebär det att flödet är lika stort genom luftspalten som genom betongpucken, som i sin tur lika stort som flödet genom spärrskiktet. Se figur.



Flödet  $q_1$  genom spärrskiktet kan enligt Sjöberg (2001) beskrivas som:

$$q_1 = \frac{(RF_A - 0,80) \cdot v_m}{Z_{spärr}}$$

där:

$q_1$  = Fuktföde genom spärrskikt  
 $RF_A$  = RF under spärrskiktet  
 0,80 = 80 % RF i klimatrummet  
 $v_m$  = Mättnadsånghalt  
 $Z_{spärr}$  = Ånggenomgångsmotståndet hos spärrskiktet

Genom att jämföra ekvationerna ovan fås att  $Z = \Delta x / \delta$ .

På motsvarande sätt kan flödet  $q_2$  och  $q_3$  beskrivas.

$$q_2 = \frac{(RF_B - RF_A) \cdot v_m}{Z_{betong}}$$

$$q_3 = \frac{(1 - RF_B) \cdot v_m}{Z_{luft}}$$

där:

$q_2$  = Fuktflöde genom spärnskikt

$RF_A$  = RF under spärnskiktet

$RF_B$  = RF under betongpucken

$v_m$  = Mättnadsånghalt

$Z_{betong}$  = Ånggenomgångsmotståndet hos betongen

där:

$q_3$  = Fuktflöde genom luften

1 = 100 % RF vid vattenytan

$RF_B$  = RF under betongpucken

$v_m$  = Mättnadsånghalt

$Z_{luft}$  = Ånggenomgångsmotståndet hos luften

För att kunna fastställa ånggenomgångsmotståndet hos spärnskiktet ( $Z_{spärr}$ ) måste fuktnivån på båda sidor om spärren, samt flödet genom det, vara känt. Flödet och fuktnivån över spärren är kända genom mätningar, medan fuktnivån under spärren måste beräknas ( $RF_A$ ).

Ett annat, och i det här fallet, enklare sätt att bestämma  $Z_{spärr}$  är att först bestämma sammanlagda ånggenomgångsmotståndet för betongpuck + spärr ( $Z_{betong+spärr}$ ) och sedan dra bort ånggenomgångsmotståndet för betongpucken ( $Z_{betong}$ ).

För att bestämma  $Z_{betong+spärr}$  inför vi flöde  $q_4$  genom betongpuck och spärnskikt. Eftersom det råder stationärt flöde är :

$$q_1 = q_2 = q_3 = q_4$$

Flöde  $q_4$  kan beskrivas på samma sätt som övriga flöden.

$$q_4 = \frac{(RF_B - 0,80) \cdot v_m}{Z_{betong+spärr}}$$

$Z_{betong+spärr}$  kan lösas ur ekvationen enligt följande:

$$Z_{betong+spärr} = \frac{(RF_B - 0,80) \cdot v_m}{q_4}$$

där:

$q_4$  = Fuktflöde genom betongpuck och spärnskikt

$RF_B$  = RF under betongpucken

0,80 = 80 % RF i klimatrummet

$v_m$  = Mättnadsånghalt

$Z_{btg+s}$  = Sammanlagt ånggenomgångsmotstånd hos betong och spärr

I ekvationen för  $Z_{betong+spärr}$  är den enda obekanta termen  $RF_B$ , förutom det sökta ånggenomgångsmotståndet.

RF<sub>B</sub> går att lösa ut ur ekvationen för flöde q<sub>3</sub>. Efter omskrivning blir ekvationen:

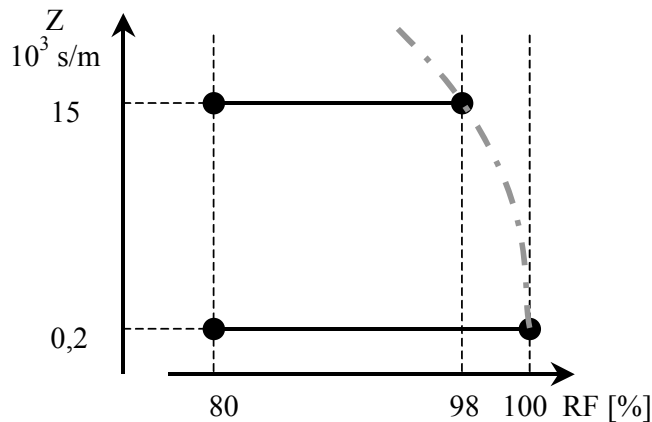
$$RF_B = 1 - \frac{q_3 \cdot Z_{luft}}{v_m}$$

Ångtransportförmågan  $\delta_{luft} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  vilket medför att 40 mm luft får ånggenomgångsmotståndet  $Z_{luft} = 40 \cdot 10^{-3} / 25 \cdot 10^{-6} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ s/m}$ .

Tabell 2 RF<sub>B</sub> för olika flöden (20°C).

Flöde q <sub>3</sub> [kg/(m <sup>2</sup> ·h)]	RF <sub>B</sub> [%]
200·10 <sup>-6</sup>	98,2
150·10 <sup>-6</sup>	98,6
100·10 <sup>-6</sup>	99,1
50·10 <sup>-6</sup>	99,5

När vi nu kan beräkna Z<sub>betong+spärr</sub> behöver vi endast bestämma Z<sub>betong</sub> och subtrahera det värdet. Z<sub>betong</sub> har mätts upp på betongpucken i två olika klimat. Dels 80-100%RF samt också 80-98%RF. I figuren nedan visas hur Z<sub>betong</sub> för normal husbyggnadsbetong varierar med fuktnivån i normal husbyggnadsbetong. Streck-prickad kurvan visar trolig samband mellan Z<sub>betong</sub> och fuktnivån på våta sidan av betongen när den torra sidan har konstant fuktnivå, 80%RF.



Figur 9 Z<sub>betong</sub> som funktion av fuktnivån på den våta sidan om betongpucken när det är 80 % RF på den torra sidan.

För byggfuktsfri betong är Z<sub>betong</sub> för betongpucken i det närmaste konstant. Uppmätt värde är ca  $37 \cdot 10^3 \text{ s/m}$  för 80-98 %RF och  $34 \cdot 10^3$  för 80-100 %RF.

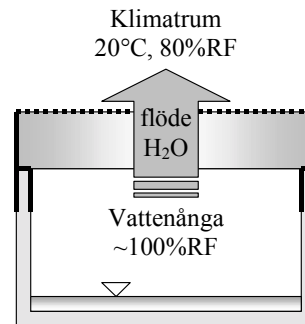
## 5.2 MÄTRESULTAT

### 5.2.1 Koppförsök med vatten

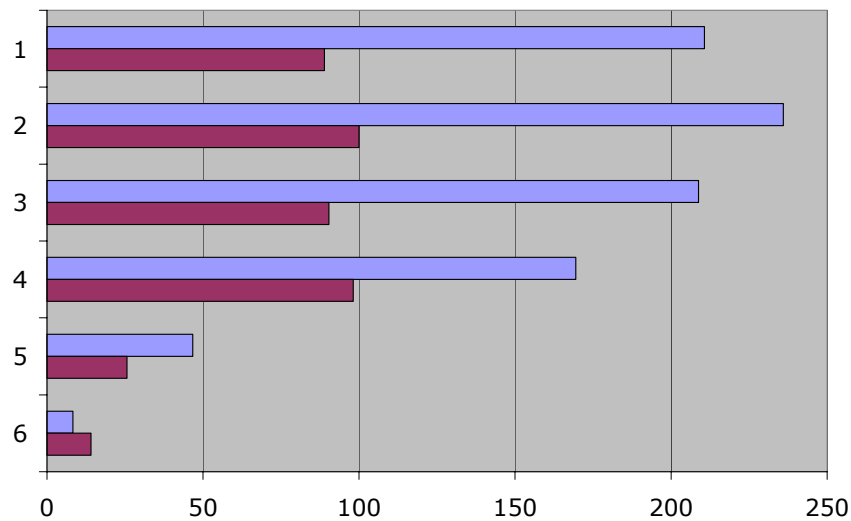
Försök med koppars innehållande vatten.  
Betongpucken är vänd uppåt med spärrskiktet på utsidan (ovansidan) av betongen.

Under mätperioden förvaras kopparna i konstant klimat  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  samt  $80\%\text{RF} \pm 3\%\text{RF}$ .

Flödet vid stationärt tillstånd, för olika typer av spärrskikt på betong, redovisas i figur 10.



Övre stapeln (ljus) i diagrammet nedan representerar betong med vct 0,66 och undre stapeln (mörk) representerar betong med vct 0,39.



Figur 10 Flöde genom betong + spärrskikt,  $10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

Tabell 3 Fuktflöde och genomgångsmotstånd.

Nr	Spärrskikt (vct)	Fuktflöde $\cdot 10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$		$Z_{\text{spärr}}$ $\cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	210	89	15*	37*
2	Cementbas.	240	100	0	0
3	Termoplast	210	90	0	0
4	Vattenglas	170	98	4	0
5	Silan	47	26	57	95
6	Epoxi	8	14	410	210

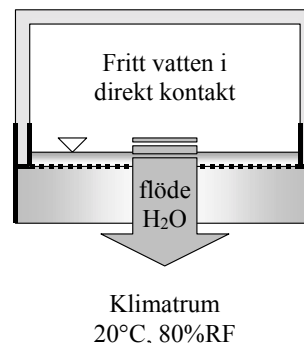
\* $Z_{\text{betong}}$

## 5.2.2 Upp och nedvänt koppförsök med vatten

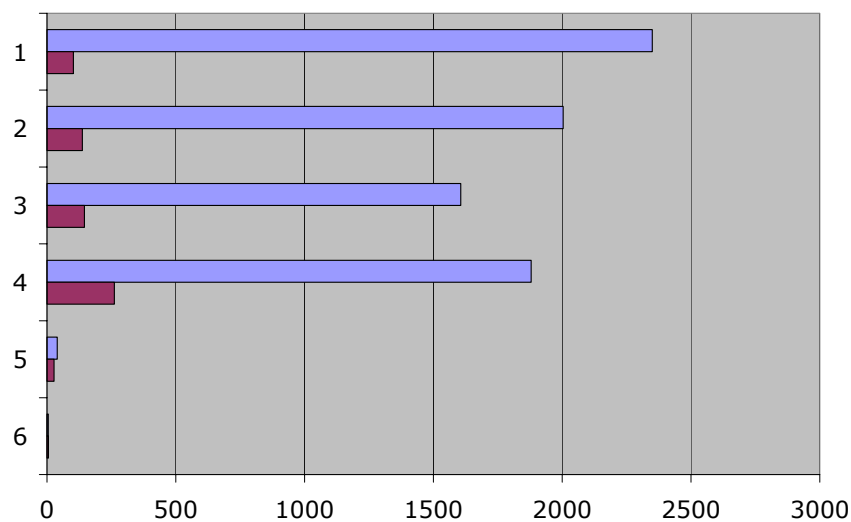
Försök med koppar innehållande vatten.  
Betongpuckan är vänd nedåt med spärrskiktet på insidan (ovansidan) av betongen.

Under mätperioden förvaras kopporna i konstant klimat  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  samt  $80\%\text{RF} \pm 3\%\text{RF}$ .

Flödet vid stationärt tillstånd, för olika typer av spärrskikt på betong, redovisas i figur 11.



Övre stapeln (ljus) i diagrammet nedan representerar betong med vct 0,66 och undre stapeln (mörk) representerar betong med vct 0,39.



Figur 11 Flöde genom betong + spärrskikt,  $10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

Tabell 4 Fuktlöde och genomgångsmotstånd.

Nr	Spärrskikt (vct)	Fuktlöde $\cdot 10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$		$Z_{\text{spärr}}$ $\cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	2400	100	0,2*	33*
2	Cementbas.	2000	140	0,3	0
3	Termoplast	1600	150	0,7	0
4	Vattenglas	1900	260	0,4	0
5	Silan	40	92	85	4
6	Epoxi	5	22	690	120

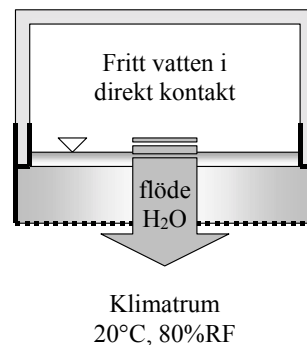
\* $Z_{\text{betong}}$

### 5.2.3 Upp och nedvänt koppförsök med vatten,

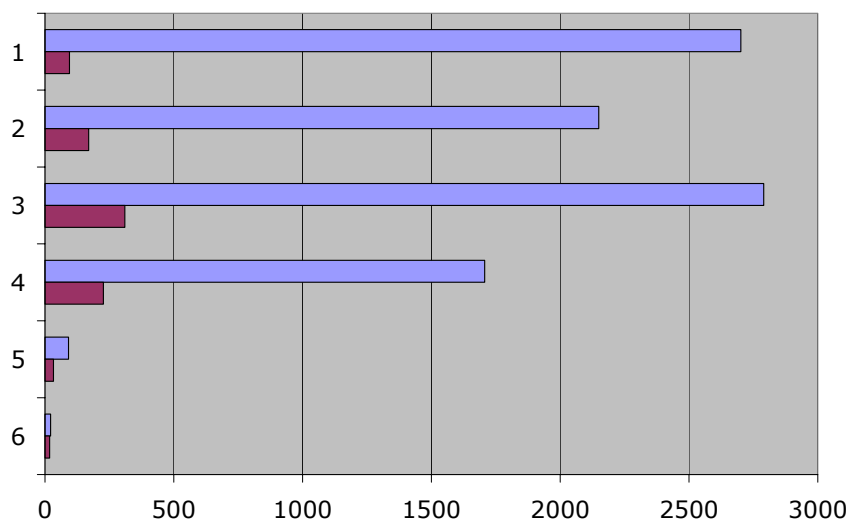
Försök med koppar innehållande vatten.  
Betongpucken är vänd nedåt med spärrskiktet på utsidan (undersidan) av betongen.

Under mätperioden förvaras kopparna i konstant klimat  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  samt  $80\%\text{RF} \pm 3\%\text{RF}$ .

Flödet vid stationärt tillstånd, för olika typer av spärrskikt på betong, redovisas i figur 12.



Övre stapeln (ljus) i diagrammet nedan representerar betong med vct 0,66 och undre stapeln (mörk) representerar betong med vct 0,39.



Figur 12 Flöde genom betong + spärrskikt,  $10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

Tabell 5 Fuktflöde och genomgångsmotstånd.

Nr	Spärrskikt (vct)	Fuktflöde $\cdot 10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$		$Z_{\text{spärr}}$ $\cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	2700	96	0,1*	35*
2	Cementbas.	2200	170	0,3	0
3	Termoplast	2800	310	0	0
4	Vattenglas	1700	230	0,7	0
5	Silan	92	33	36	69
6	Epoxi	22	18	156	156

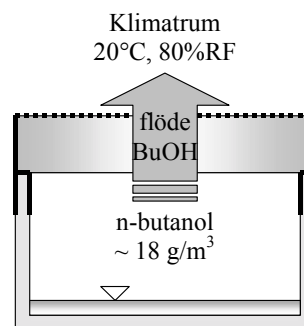
\* $Z_{\text{betong}}$

## 5.2.4 Koppförsök med butanol

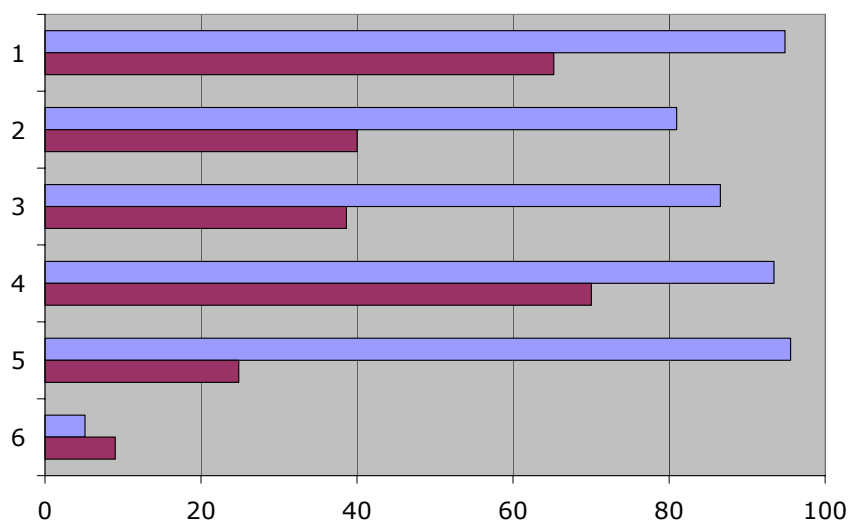
Försök med koppar innehållande n-butanol.  
Betongpucken är vänd uppåt med spärrskiktet på utsidan (ovansidan) av betongen.

Under mätperioden förvaras kopparna i konstant klimat 20°C ±1°C samt 60%RF ±3%RF.

Flödet vid stationärt tillstånd, för olika typer av spärrskikt på betong, redovisas i figur 13.



Övre stapeln (ljus) i diagrammet nedan representerar betong med vct 0,66 och undre stapeln (mörk) representerar betong med vct 0,39.



Figur 13 Flöde genom betong + spärrskikt,  $10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

Tabell 6 Flöde av butanol samt genomgångsmotstånd.

Nr	Spärrskikt (vct)	Flöde $\cdot 10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$		$Z_{\text{spärr}}$ $\cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	95	65	180	260
2	Cementbas.	81	40	31	160
3	Termoplast	87	39	16	180
4	Vattenglas	93	70	4	0
5	Silan	96	25	0	600
6	Epoxi	5	9	3'200	1'600

\* $Z_{\text{betong}}$

En förenklad utvärdering har gjorts där viktökningen på grund av fuktflödet in i koppen ej beaktats. Ökat fuktinnehåll i koppen innebär att fukt löser sig i vattnet vilket får till följd att koncentrationen av butanol i luften i koppen minskar. Effekten bedöms vara så liten att inga betydande avvikelser uppkommer.

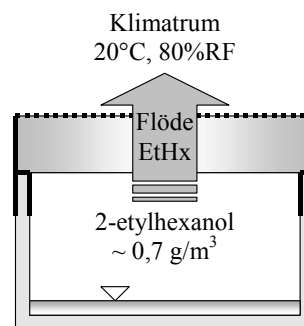


## 5.2.5 Koppförsök med 2-etylhexanol

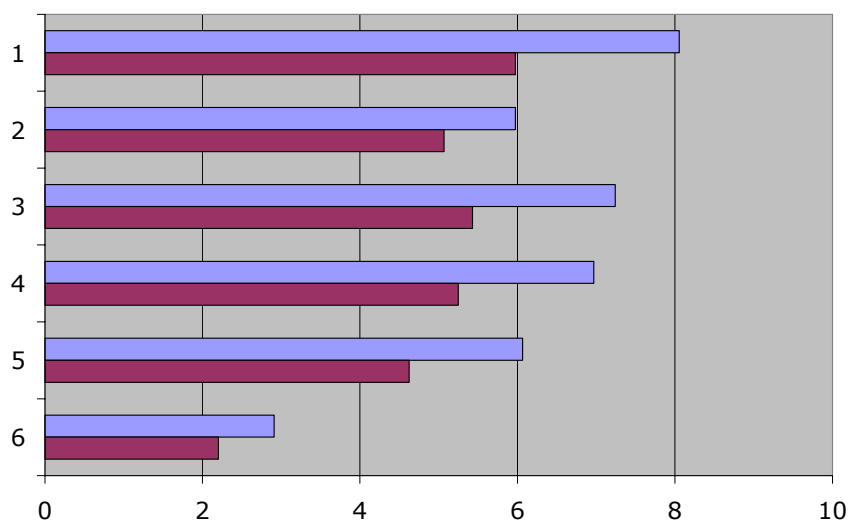
Försök med koppar innehållande 2-etylhexanol. Betongpucken är vänd uppåt med spärrskiktet på utsidan (ovansidan) av betongen.

Under mätperioden förvaras kopparna i konstant klimat  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  samt  $60\%\text{RF} \pm 3\%\text{RF}$ .

Flödet vid stationärt tillstånd, för olika typer av spärrskikt på betong, redovisas i figur 14.



Övre stapeln (ljus) i diagrammet nedan representerar betong med vct 0,66 och undre stapeln (mörk) representerar betong med vct 0,39.



Figur 14 Flöde genom betong + spärrskikt,  $10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

Tabell 7 Flöde av 2-etylhexanol samt genomgångsmotstånd.

Nr	Spärrskikt (vct)	Fuktflöde $\cdot 10^{-9} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$		$Z_{\text{spärr}}$ $\cdot 10^3 \text{ s}/\text{m}$	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	8	6	88	120
2	Cementbas.	6	5	30	23
3	Termoplast	7	5	12	23
4	Vattenglas	7	5	12	23
5	Silan	6	5	12	23
6	Epoxi	3	2	150	230

\* $Z_{\text{betong}}$

En förenklad utvärdering har gjorts på samma sätt som redovisas i kapitel 5.2.4.

## 6 LÅNGTIDSFÖRSÖK

### 6.1 ALLMÄNT

#### 6.1.1 Försöksuppställning

Med långtidsförsöken kontrollerades preparatens förmåga att hindra eller minska nedbrytning av mattlim i en golvkonstruktion. Detta kan ge en uppfattning om preparatens förmåga att hindra alkalisk fukt från att transporteras upp ur betongen.

Vid långtidsförsöken användes två olika betongkvaliteter som underlag, det var normal husbyggnadsbetong och byggfuktfri betong. Dessa hade vid applicering av spärrskikten en fuktnivå på nominellt mätdjup (4cm) på 96 % RF. Detta höga fuktillstånd användes för att vid ett markant lägre fuktillstånd behövs inte spärrar. Gjutning av provkropparna som användes för långtidsförsöken beskrivs i kapitel 3.6.

Efter att betongen torkat till 96 %RF applicerade representanter för respektive preparat sin produkt på två provkroppar, en av varje betongkvalitet. Därefter skedde limning av matta så tidigt som möjligt, efter samråd med respektive enligt part. Limningen utfördes enligt beskrivningen i kapitel 3.7.

Golvsystemen är uppbyggda av 10 cm betong belagda med preparat och limmad PVC-matta. Betongen är gjuten i en rostfri stålform med måtten 300×330 mm och höjden 100 mm.



*Figur 15 Golvsystem vid långtidsförsök för mätning av alkalisk hydrolys av golvsystem.*

Vid upprepade tillfällen mättes emissionen av butanol och 2-etylhexanol från provkroppens yta, samt koncentrationen av dem nere i betongen. Mätutrustningen och provtagningsmetod beskrivs i kapitel 4.2 och 4.3.

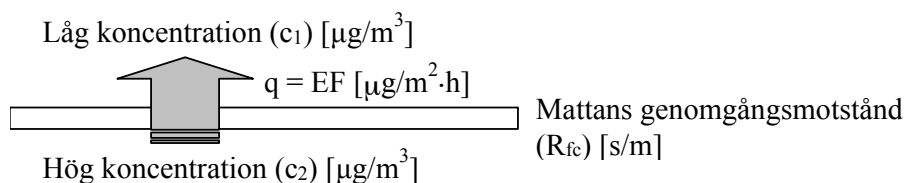
Provkropparna förvarades under hela studien i klimatrum med konstant temperatur 20°C och fuktighet 50 % RF.

## 6.1.2 Teori

Då alkalisk nedbrytning av limmet sker bildas nedbrytningsprodukter under mattan. Koncentrationen av dessa kemiska ämnen blir fort mycket hög i området där nedbrytningen sker. Eftersom naturen, enkelt uttryckt, ”strävar att utjämna koncentrationsskillnader” kommer nedbrytningsprodukterna att transporteras till omkringliggande områden med lägre koncentration.

Eftersom nedbrytningen sker under hela mattan blir transportriktningen huvudsakligen vertikal, det vill säga upp till rumsluften och ned i betongen. Transporthastigheten bestäms av koncentrationsskillnaden samt genomgångsmotståndet hos mellanliggande material, analogt med teorin för koppförsöket. Mellanliggande material blir i detta fall matta, för transport uppåt till rumsluften, samt betong för transport nedåt i betongen.

Det uppmätta flödet genom mattan kan ställas i relation till koncentrationen under mattan genom Fick's 1:a lag. Det är alltså samma teori i botten som för resonemanget vid koppförsöket.



Figur 16 Flödet  $q$  genom matta är samma sak som  $EF$  (emissionsfaktor) och beror av koncentrationsskillnaden på ömse sida mattan samt mattans täthet.

Flödet,  $q$ , genom spärrskiktet kan enligt Sjöberg (2001) beskrivas som:

$$q = \frac{(c_2 - c_1)}{R_{fc}}$$

$q$  = Flöde genom material  
 $c_1$  = Låg koncentration  
 $c_2$  = Hög koncentration  
 $R_{fc}$  = Genomgångsmotstånd  
 (Resistance, floor covering)

Ett annat sätt att uttrycka flödet genom ytan är med hjälp av emissionsfaktor,  $EF$ . Denna har grundenheten  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  vilket motsvarar  $0,3 \cdot 10^{-12} \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ . Med  $R_{fc} = 3,7 \cdot 10^6 \text{ s}/\text{m}$  enligt Sjöberg (2001) kan flödet  $q$  och koncentrationen  $c_2$  beräknas för olika emissionsfaktorer  $EF$ , se tabell xx, nedan.

Tabell 8 Beräknad koncentration under mattan ( $c_2$ ) vid olika flöden,  $EF$  från ytan. Genomgångsmotstånd  $R_{fc}$  enligt Sjöberg (2001).

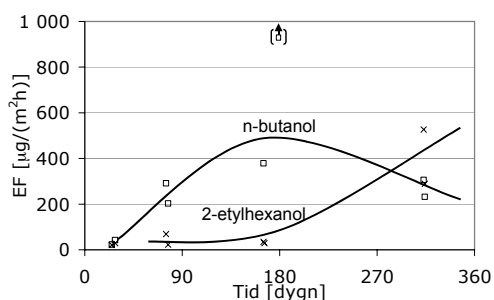
$EF$	200	400	600	800	1000	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
$q$	55,6	111	167	222	278	$10^{-12} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
$R_{fc}$	3,7					$10^6 \text{ s}/\text{m}$
$c_2$	206	411	617	823	1028	$10^3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

## 6.2 BETONG UTAN SPÄRRSKIKT

I de två övre diagrammen redovisas resultaten från emissionsmätningar under ca 1 år. Linjerna i diagrammen är ungefärliga emissionsförloppet av butanol, respektive 2-etylhexanol, från ytan på långtidsförsöken. Diagrammet till vänster visar resultaten från golvsystemet med normal husbyggnadsbetong och till höger byggfuktfrif betong.

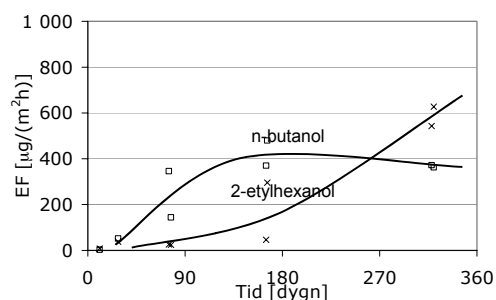
I de två undre diagrammen redovisas resultaten från mätningar av koncentrationen av butanol nere i betongen under ca 1 år. Linjerna i diagrammen är ungefärliga förloppet hos förändringen av koncentrationen av butanol på 5, 10 samt 25 mm djup från ytan på långtidsförsöken. Diagrammet till vänster visar resultaten från golvsystemet med normal husbyggnadsbetong och till höger byggfuktfrif betong.

Normal husbyggnadsbetong

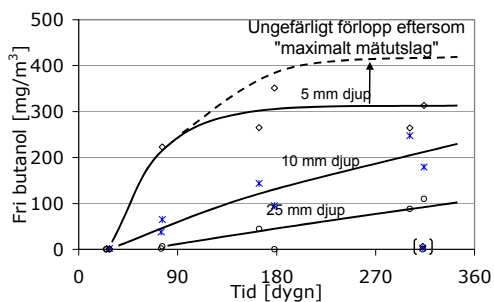


Figur 17 Emission från ytan.

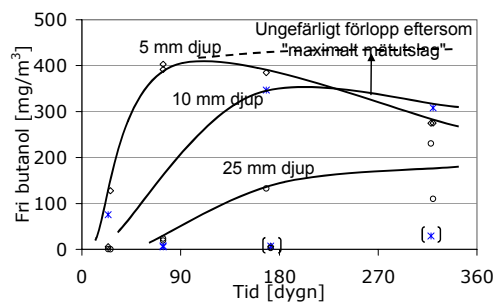
Byggfuktfrif betong



Figur 18 Emission från ytan.



Figur 19 Koncentration i betongen.



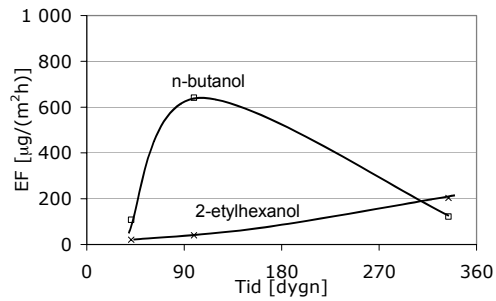
Figur 20 Koncentration i betongen.

De streckade linjerna, i diagrammen som visar koncentrationen av butanol i betongen, visar det rimliga förloppet på 5 mm djup. Mätvärdena som redovisas som punkter i diagrammet är för låga eftersom FID'en gav maximalt utslag vid analys av TENAX-rören.

Diagrammen på följande sidor, där mätningar från långtidsförsök med preparat redovisas, är orienterade på samma sätt som ovan. Det vill säga med resultat från emissionsmätningar överst och från mätningar av koncentrationen under. Till vänster återfinns resultaten för normal husbyggnadsbetong och till höger för byggfuktfrif betong.

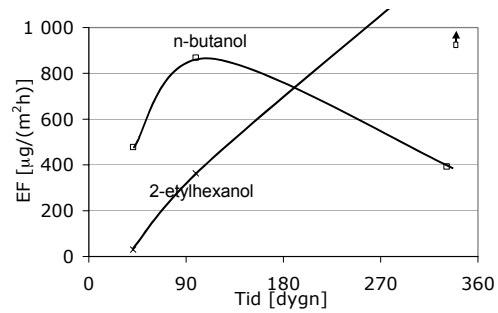
### 6.3 BETONG MED CEMENTBASERAT PREPARAT

Normal husbyggnadsbetong

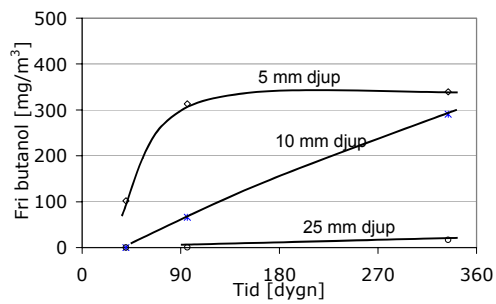


Figur 21 Emission från ytan.

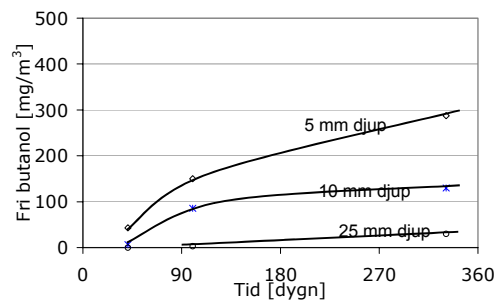
Byggfuktfri betong



Figur 22 Emission från ytan.



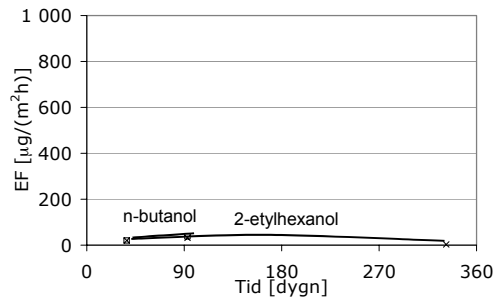
Figur 23 Koncentration i betongen.



Figur 24 Koncentration i betongen.

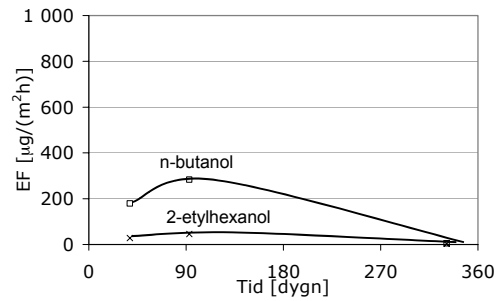
## 6.4 BETONG MED PREPARAT AV TERMOPLAST

Normal husbyggnadsbetong

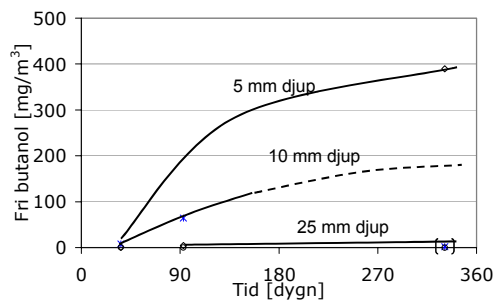


Figur 25 Emission från ytan.

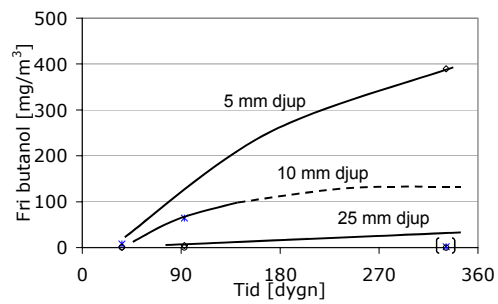
Byggfuktfri betong



Figur 26 Emission från ytan.



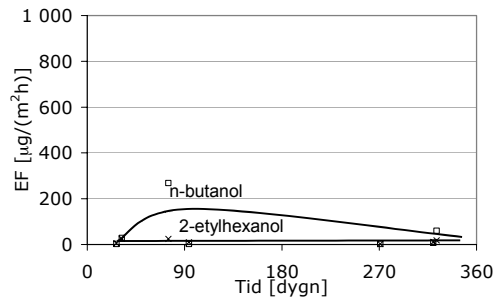
Figur 27 Koncentration i betongen.



Figur 28 Koncentration i betongen.

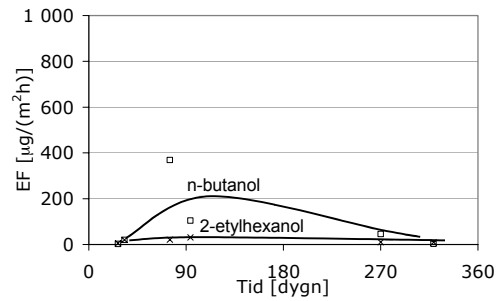
## 6.5 BETONG MED PREPARAT AV VATTENGLAS

Normal husbyggnadsbetong

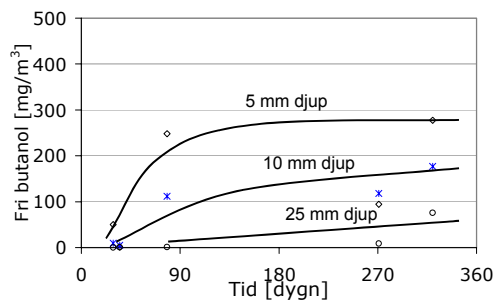


Figur 29 Emission från ytan.

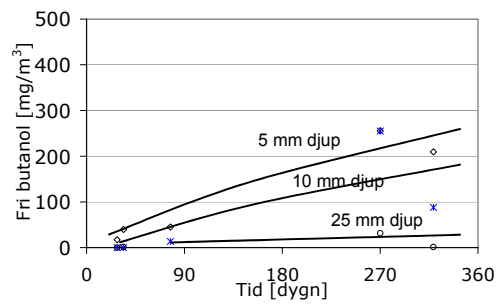
Byggfuktfri betong



Figur 30 Emission från ytan.



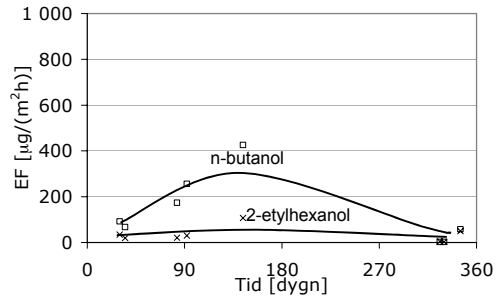
Figur 31 Koncentration i betongen.



Figur 32 Koncentration i betongen.

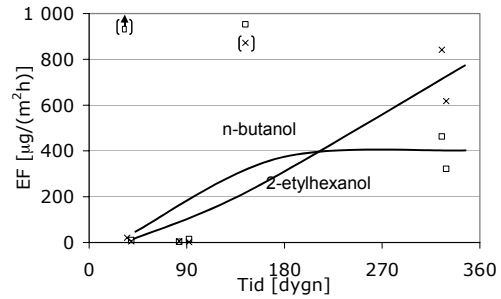
## 6.6 BETONG MED PREPARAT AV SILAN

Normal husbyggnadsbetong

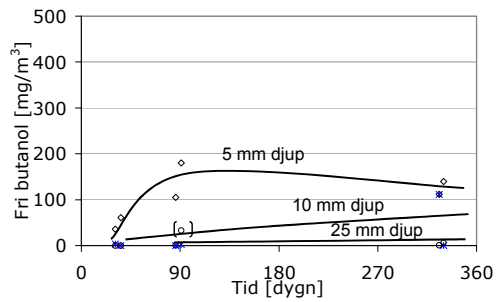


Figur 33 Emission från ytan.

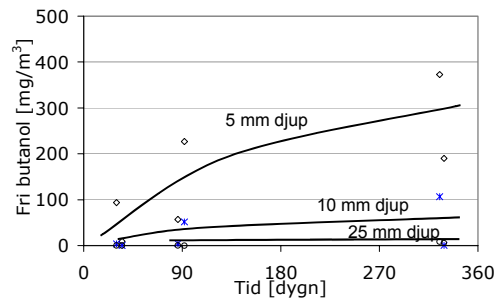
Byggfuktfri betong



Figur 34 Emission från ytan.



Figur 35 Koncentration i betongen.

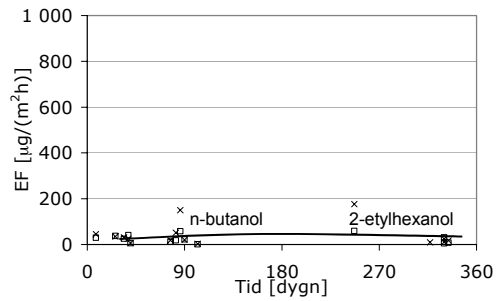


Figur 36 Koncentration i betongen.



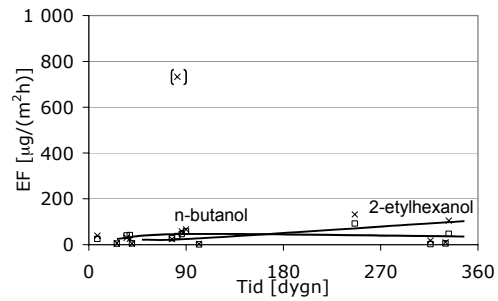
## 6.7 BETONG MED PREPARAT AV EPOXI

Normal husbyggnadsbetong

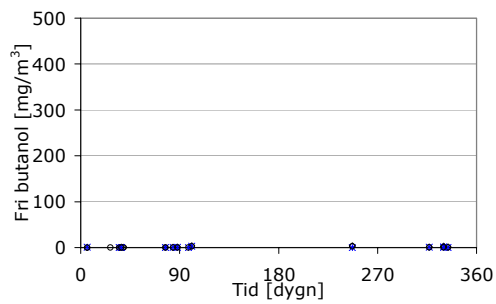


Figur 37 Emission från ytan.

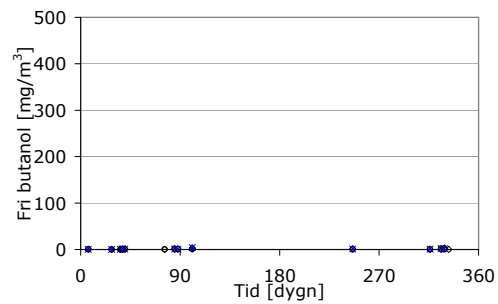
Byggfuktfri betong



Figur 38 Emission från ytan.



Figur 39 Koncentration i betongen.



Figur 40 Koncentration i betongen.

## 7 KONKLUSION

### 7.1 UTVÄRDERING

Denna utvärdering bygger enbart på mätresultaten i denna studie och de förenklade tolkningar av mätresultat som gjorts. Förenklningarna bedöms dock inte vara av sådan art att de ger upphov till avvikelser som påverkar utvärderingen i stort.

Resultaten som redovisats för de olika mätningarna är medelvärden för ett till fem olika preparat i grupper med snarlik uppbyggnad. Det finns avvikelser inom grupperna som inte syns i redovisningarna, dessa kan i vissa fall vara betydande. Avvikelserna kan bero på att materialet skiljer sig från gruppen, men det går inte att utesluta de beror på slumpvis effekter såsom ojämna skiktjocklekar, läckage eller utförandefel. Därför har valts att inte presentera avvikelserna i denna rapport.

Resultat, utvärderingar och slutsatser som redovisas i denna rapport gäller endast med säkerhet för de golvsystem (materialkombinationer) som valts i studien. Dessa har dock valts med okomplicerade material ur det marknadsledande sortimentet, för att vara så allmängiltiga som möjligt. Detta gör att denna rapport kan tillämpas på många olika materialkombinationer som byggnadstekniskt fungerar på liknande sätt.

En osäkerhet i studien är att varje part har applicerat sitt preparat på det egna sättet. Detta tillvägagångssätt har valts för att appliceringen skall ske på ett sätt som är rätt och riktigt, och inte äventyrar funktionen hos preparatet. Men det kan få till följd att liknande moment, som kan förekomma vid applicering av olika spärrskikt, har utförts på olika sätt. Skulle detta vara fallet så bedöms effekterna dock inte inverka nämnvärt på resultatet.

#### 7.1.1 Fuktspärr

En fuktspärr skall enligt definitionen i kapitel 2.1 ha sådana egenskaper att det hindrar eller minskar fukttransporten, i det här fallet upp genom betongytan.

Detta har undersökts med koppmetoden i kapitel 5.2.1 – 3. Två grupper med preparat hade sådana egenskaper i undersökningen en fuktspärrande effekt kunde uppmätas.

Störst fuktspärrande förmåga hade de epoxibaserade preparaten. De minskade fukttransporten i både ång- och vätskefas i högre omfattning än något annat preparat.

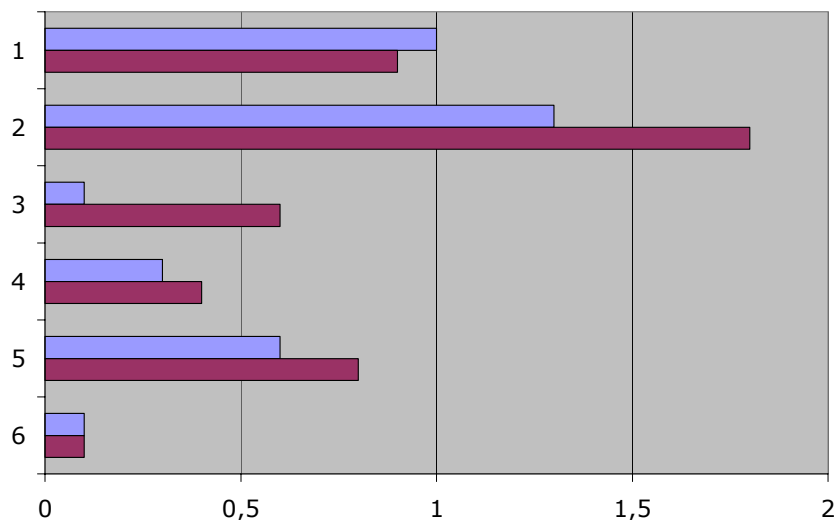
De silanbaserade preparaten minskade också fukttransporten i både ång- och vätskefas. Silan hade dock lägre fuktspärrande förmågan, för både ång- och vätskefas, än epoxi hade.

För övriga preparat kunde inga nämnvärda effekter som visar på fuktspärrande förmåga mätas i undersökningen.

## 7.1.2 Alkalispärr

En alkalispärr skall enligt definitionen i kapitel 2.2 ha sådana egenskaper att det hindrar eller minskar transporten av alkali, i det här fallet upp genom betongytan så att alkalisk hydrolys minskas eller förhindras.

Alla preparat utom ett visade sig minska eller förhindra att alkalisk hydrolys uppstod vid en fuktnivå på 96 %RF. I figur 41 redovisas relativ emissionsfaktor, för golvsystem med samtliga grupper av preparat, i förhållande till golvsystem med normal husbyggnadsbetong och limmad PVC-matta.



Figur 41 Relativ EF i förhållande till normal husbyggnadsbetong.

Värdena i tabell 9 är högsta värdet på förloppet för emissioner från ytan, hämtat ur diagrammen i kapitel 6.2 – 7. Respektive värden delas med värdet för nr 1, betong med vct 0,66. Det vill säga golvsystem med normal husbyggnadsbetong, utan preparat under den limmade mattan.

Tabell 9 Högsta Ef under förloppet samt relativ EF.

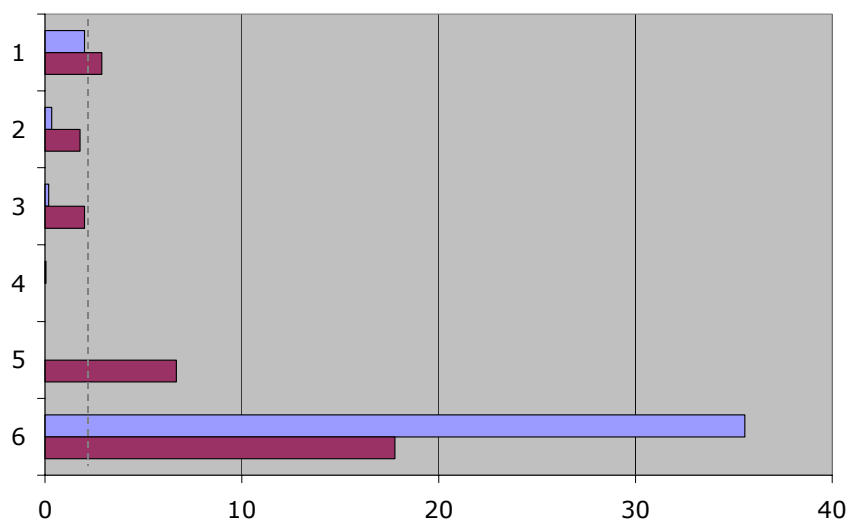
Nr	Spärrskikt (vct)	EF $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$		Rel. EF [ - ]	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	500	450	(1)	0,9
2	Cementbas.	650	900	1,3	1,8
3	Termoplast	50	300	0,1	0,6
4	Vattenglas	150	200	0,3	0,4
5	Silan	300	400	0,6	0,8
6	Epoxi	50	50	0,1	0,1

Den positiva effekten kan i några fall bero på att preparatet fungerar som fuktspärr för alkalisk fukt, snarare än som alkalispärr. Se kap 2.1 – 2 för definition av begreppen.

### 7.1.3 Emissionsspärr

En fuktspärr skall enligt definitionen i kapitel 2.1 ha sådana egenskaper att det hindrar eller minskar transporten av enstaka eller grupper av VOC's, i det här fallet upp genom betongytan.

Detta har undersökts med koppmetoden för två ämnen, butanol och 2-etylhexanol, i kapitel 5.2.4 – 5. Det visade sig att endast en grupp med preparat hade sådana egenskaper att en emissionsspärrande effekt kunde uppmätas, med säkerhet, figur 42.



Figur 42 Emissionsspärrande egenskap mot butanol i förhållande till 1 cm normal husbyggnadsbetong.

Värdena i tabell 10 är hämtade från tabell 6 i kapitel 5.2.4. Respektive värden delas med halva värdet för nr 1, betong med vct 0,66. På så sätt jämförs alla preparat med genomgångsmotståndet för 1 cm normal husbyggnadsbetong, utan preparat.

Tabell 10 Absolut och relativt genomgångsmotstånd.

Nr	Spärrskikt (vct)	$Z_{spärr}$ $\cdot 10^3$ s/m		Rel. $Z_{spärr}$ [ - ]	
		0,66	0,39	0,66	0,39
1	Betong	180	260	(2)	2,9
2	Cementbas.	31	160	0,3	1,8
3	Termoplast	16	180	0,1	2
4	Vattenglas	4	0	0	0
5	Silan	0	600	0	6,7
6	Epoxi	3'200	1'600	36	18

I undersökningen var det var endast epoxibaserade preparat som minskade flödet av butanol eller 2-etylhexanol i någon nämnvärd omfattning. För butanol motsvarar genomgångsmotståndet hos de epoxibaserade preparaten ca 36 cm normal husbyggnadsbetong eller ca 12 cm byggfuktfrö betong ( $1600[s/m]/260[s/m]/2[cm]$ ).

De flesta övriga preparaten gav mätbara minskningar av flödet av butanol, speciellt genom den byggfuktfrä betongen. Men eftersom den emissionsspärrande effekten enbart motsvarar max 4,6 cm betong ( $600[s/m]/260[s/m]/2[cm]$ ), och knappt var mätbar då preparaten applicerats på normal husbyggnadsbetong, kan den inte ses säkerställd.

## 7.2 MODELL

### 7.2.1 Förståelsemodell

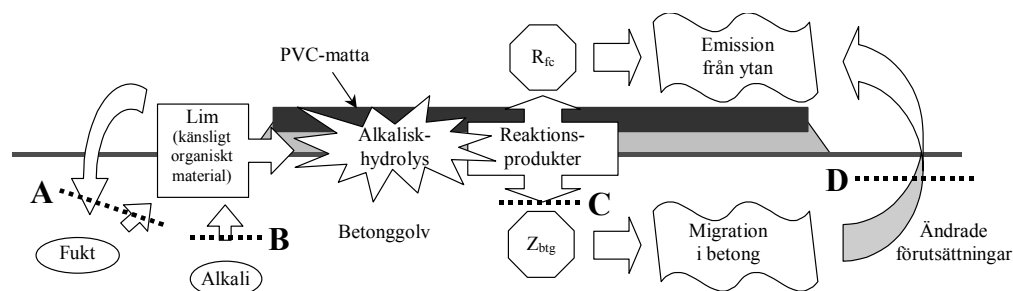
En beräkningsmodell har tidigare presenterats i Sjöberg (1998). Beräkningsmodellen bygger på en kvalitativ modell, som återges i figur 43.

Alkalisk fukt och golvlім är två avgörande komponenter för alkalisk nedbrytning. I vänstra kanten av figur 43 illustreras hur en fuktspärr (A) eller en alkalispärr (B) kan minska eller hindra en alkalisk hydrolys.

Om inte alkalisk fukt hindras, genom att fukttransporten eller alkalitransporten bryts, kan en nedbrytning av limmet ske och nedbrytningsprodukter bildas, t.ex. butanol och 2-etylhexanol.

Dessa nedbrytningsprodukter kan sedan transporteras bort. Beroende på de angränsande materialens egenskaper transporterar de i olika omfattning uppåt och nedåt. Den mängd som migrerar ner i betongen kan bindas där och senare, när omständigheterna på ytan förändrats, vandra upp igen och avgå till luften.

Transporten ned i betongen (C), samt senare upp ur betongen (D) kan hindras av en emissionsspärr.



Figur 43 Modell för nedbrytningsprocessen av limmad PVC-matta på betong, från Sjöberg (1998).

- A – Minska fuktnivån och fukttransporten
- B – Sänka pH-nivån och minska transporten av OH joner.
- C – Minska inträngningshastigheten i betongytan
- D – Minska transporthastigheten av ämnen i betongytan

## 7.2.2 Beräkningsmodell

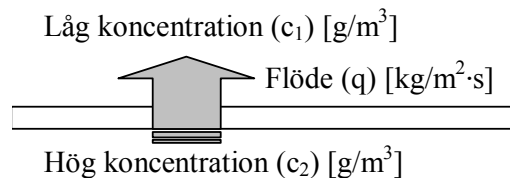
Den grundläggande beräkningsmodellen bygger på att ämnen transporteras från hög koncentration mot lägre. Denna tänkta transport sker oftast till stor del i gasfas när materialen befinner sig i det hygroskopiska området, det vill säga fuktnivån är under cirka 98 % RF.

Teorin bakom beräkningsmodellen är Fick's 1:a lag, samma som vi köppförsöken i kapitel 5.1.2, och långtidsförsöken i kapitel 6.1.2.

$$q = -\delta \frac{c_1 - c_2}{\Delta x}$$

$q$	= Flöde
$\delta$	= Genomgångsförmåga
$c_1$	= Låg koncentration
$c_2$	= Hög koncentration
$\Delta x$	= Materialets tjocklek

Flödet mellan två ”punkter” med olika koncentration bestäms av punkternas koncentrationsnivåer samt det mellanliggande materialets tjocklek och egenskaper, se figur 44.



Figur 44 Flödet  $q$  mellan två ”punkter”, genom ett mellanliggande material.

I de fallen det mellanliggande materialet har en bestämd tjocklek som inte varierar mellan objekten, där det använts, kan det vara mer praktiskt att ange materialegenskaperna i form av ett genomgångsmotstånd:

$$Z = \frac{\Delta x}{\delta}$$

$Z$	= Genomgångsmotstånd
$\Delta x$	= Materialets tjocklek
$\delta$	= Transportförmåga

Om man kombinerar de två ovanstående ekvationerna fås ett förenklat uttryck för flödet. För att beräkna det behövs uppgifter om koncentrationsnivåer samt materialets genomgångsmotstånd.

$$q = \frac{(c_2 - c_1)}{Z}$$

$q$	= Flöde
$c_1$	= Låg koncentration
$c_2$	= Hög koncentration
$Z$	= Genomgångsmotstånd

## **7.3 VAL AV PREPARAT**

### **7.3.1 Förhindra att skada uppkommer på grund av byggfukt**

Förutsättningarna för detta scenario är hög fuktnivå i golvet, som kommer att minska med tiden, men inga deponerade nedbrytningsprodukter.

För att undvika skada skall då en fukt- eller alkalispärr användas. På så sätt undviks att alkalisk fukt transporteras upp från betongen och bryter ned limmet. Det är svårt att avgöra vad som är en fukt- respektive alkalispärr, men i detta fall fungerar det med vilket som.

I figur 41 utvärderas preparaten med tanke på förmågan att spärra alkalisk fukt. Ett lågt värde i den figuren visar på bra funktion, i denna studie.

### **7.3.2 Förhindra att förnyad skada uppstår efter renovering**

Förutsättningarna för detta scenario är låg fuktnivå i golvet, ingen påskjutande markfukt och att byggfukten har torkat för länge sedan. Däremot är koncentrationen av deponerade nedbrytningsprodukter hög i golvet.

För att undvika återkommande besvär i detta fall skall en emissionsspärr användas. På så sätt undviks att deponerade emissioner tar sig upp till inneluften i för hög takt, och orsakar skada i form av ohälsa.

I figur 42 utvärderas preparaten med tanke på förmågan att spärra deponerade emissioner. Ett högt värde i den figuren visar på bra funktion, i denna studie.

I bland diskuteras en fukt- eller alkalispärr vid ombyggnad. Detta kan ses som en säkerhet mot att ny byggfukt skall starta en alkalisk nedbrytning. Risken att så skall ske är dock liten om bjälklaget är torrt och avjämningsmassor mm appliceras och torkas enligt anvisningar.

### **7.3.3 Skada på grund av påskjutande markfukt**

A) Förhindra att skada uppkommer på t.ex. källargolv med påskjutande markfukt där målad yta skall ersättas med tätare limmad beläggning.

För att undvika skada skall en fukt- eller alkalispärr användas. Detta är ett svårare fall av samma problematik som orsakar skadan i stycke 7.3.1. Med en fukt- eller alkalispärr kan transport av alkalisk fukt från betongen undvikas.

Preparat från grupper med låga värden i figur 41 är eftersträvansvärt för att få bra funktion, enligt denna studie.

B) Förhindra återkommande besvär efter en renovering på, t.ex. ett fuktskadat källargolv bestående av direktlimmad matta på betong, utan underliggande fuktskydd.

För att undvika skada skall en kombinerad fukt-, alkali och emissionsspärr användas. Detta är ett av de svåraste fall av denna problematik som kan uppstå.

Med en fukt- eller alkalispärr kan transport av alkalisk fukt från betongen undvikas. Detta ser till att ingen ny alkalisk hydrolys uppkommer efter åtgärd. Samtidigt säkerställer emissionsspärrande egenskaper att deponerade emissioner inte tar sig upp till inneluften i för hög takt, och orsakar skada i form av ohälsa.

Preparat från grupper med låga värden i figur 41 samt höga värden i figur 42 är eftersträvansvärt för att få bra funktion, enligt denna studie.

## 8 FORTSATT FORSKNING

Precisionen i mätningarna av materialegenskaper, främst vad det gäller genomgångsmotstånd för andra kemiska ämnen än vatten, behöver förbättras. I undersökningen har medelvärden för materialgrupper fastställts. I en framtid kan materialegenskaper för enskilda material komma att behövas om åtgärder skall kunna projekteras genom beräkningsförfarande.

Detta kräver att mätmetoder förbättras, både för laboratiemätningar för bestämning av materialegenskaper, och för fältmätning för statusbestämning i skadade objekt.

När det gäller fuktskador som ger inomhusrelaterade behöver funktionen hos fukt-, alkali- och emissionsspärrar verifieras. Speciellt i fält eftersom ingen i dag kan tala om vilket ämne det är som orsakar inomhusproblem.

Vidare behövs gränsen, det vill säga till vilken fuktnivå klarar en spärr att hindra den alkaliska fukten, innan skada uppstår. Långtidseffekter är också intressant och viktigt, detta kan vara kritiskt om det sker en hög belastning t.ex. hög fuktbelastning vid påskjutande markfukt.

## 9 REFERENSER

Nordtest. 1995. Building Materials: Emission of Volatile Compounds – Field and Laboratory Emission Cell (FLEC). Nordtest metod NT BUILD 438. Approved 1995-11. 4 sidor.

Sjöberg A. 1998. Transportprocesser och reaktioner i belagda betonggolvs – olika faktorer inverkan på emission från golvskonstruktioner. Institutionen för byggnadsmaterial, Chalmers, Göteborg. P-98:13. 193 sidor.

Sjöberg A. 2001. Sekundära emissioner från betonggolvs med limmade golvmaterial – effekter av alkalisk hydrolys och deponerade nedbrytningsprodukter. Institutionen för byggnadsmaterial, Chalmers, Göteborg 2001. P-01:4. 188 sidor.

Wengholt Johnsson H. 1995. Kemisk emission från golvsystem – effekt av olika betongkvaliteter och fuktbelastning. Institutionen för byggnadsmaterial, Chalmers, Göteborg. P-95:4. 58 sidor.

Wolkoff P, Clausen P A, Nielsen P A, Gustafsson H, Jonsson B, Rasmusen E. 1991 Field and Laboratory Emission Cell: FLEC. Conference Proceeding. Healthy Building '91. Washington D.C. Sida 160–165.