



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R11:1984**

**Platta på mark.  
Tänkbara åtgärder vid  
fuktskador  
Förstudie**

**Ingvar Nilsson**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac Ser 1280

**Bygghörskningsrådet**

R11:1984

PLATTA PÅ MARK. TÅNKBARA ÅTGÅRDER VID FUKTSKADOR  
Förstudie

Ingvar Nilsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820130-4  
från Statens råd för byggnadsforskning till Armerad Bet-  
ong Vägförbättringar AB, Tekniska Kontoret, Malmö.

I Bygghforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt  
anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit stäl-  
lning till åsikter, slutsatser och resultat.

R11:1984

ISBN 91-540-4072-8  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
Liber Tryck Stockholm 1984

## INNEHÅLL

FÖRORD . . . . .	5
1. DIAGNOS . . . . .	7
1.1 Forskningsbehov . . . . .	7
2. DJUPDRÄNERING . . . . .	8
2.1 Kapillärbrytande material . . . . .	8
2.2 Sänkning av dränering . . . . .	10
2.3 Beräkning av grundvattenytans nivå . . . . .	10
2.4 Dränering och bortventilering av fukt under plattan . . . . .	11
2.5 Forskningsbehov . . . . .	11
3. TÄTINJEKTERING UNDER BETONGPLATTA . . . . .	13
3.1 Tätinjektering under platta på mark . . . . .	13
3.2 Injektering med cement . . . . .	14
3.3 " " bentonit . . . . .	15
3.4 " " flytspackel . . . . .	15
3.5 " " vattenglas . . . . .	16
3.6 " " polyuretan-skum . . . . .	16
3.7 Sammanfattande om tätinjektering . . . . .	17
3.8 Forskningsbehov . . . . .	17
4. HYDROFOBERING AV "KAPILLÄRBRYTANDE" SKIKT . . . . .	18
4.1 Behandling av lättklinker för att göra den kapillärbrytande . . . . .	18
4.2 Hydrofobering av dräneringslagret . . . . .	19
4.3 Forskningsbehov . . . . .	20
5. TÄTNING AV BEFINTLIG BETONGPLATTA . . . . .	21
5.1 Torkning och impregnering med hjälp av elektroosmos . . . . .	21
5.2 Impregnering med hjälp av vakuum . . . . .	22
5.3 Forskningsbehov . . . . .	22
6. FUKTSPÄRR . . . . .	23
6.1 Fuktspärrar som stryks på betong . . . . .	23
6.2 " " av filmer eller skikt lagda på betongytan . . . . .	23
6.3 Fuktspärrar under syllar . . . . .	25
6.4 Forskningsbehov . . . . .	27
7. BORTVENTILERING AV FUKT OVANFÖR BETONGPLATTAN . . . . .	28
7.1 Öppna golvbeläggningar . . . . .	28
7.2 Ventilation av fuktiga utrymmen . . . . .	28
7.3 Forskningsbehov . . . . .	29

8.	UTTORKNINGSMETODER . . . . .	30
8.1	Uttorkning uppåt . . . . .	30
8.2	Uttorkning nedåt genom temperaturgradient . .	32
8.3	Uttorkning av betongplatta med elektroosmos	32
8.4	Uttorkning av betongplatta genom ventilation av underlaget . . . . .	32
8.5	Forskningsbehov . . . . .	33
9.	UTBYTE AV MATERIAL . . . . .	34
9.1	Forskningsbehov . . . . .	35
10.	ERFARENHETSATERFÖRING . . . . .	36
10.1	Forskningsbehov . . . . .	36
11.	FORSKNINGSPROGRAM . . . . .	37
11.1	Prioritering . . . . .	38
	LITTERATURFÖRTECKNING . . . . .	39

## FÖRORD

I massmedier och byggfackpress ägnas fukt- och mögelskador i byggnader stor uppmärksamhet. Uppgifter förekommer om att det i dag finns 30 000 fuktskadade småhus i landet. Denna siffra är troligen överdriven, åtminstone om man medräknar endast klara skadefall. Säkra uppgifter finns inte.

Fuktpåverkan kan ge upphov till flera olika typer av skador. En av Bygg-Info nyligen genomförd skadeinventering visar att bland fuktskador kan tre fjärdedelar hänföras till konstruktionen platta på mark. Här är skador på virke i direkt kontakt med betongplattan de vanligaste, exempelvis vägg-syllar eller uppreglade golv. Skadorna yttrar sig bl a som mögelbildning och rötsvamp och brukar också medföra hygieniska olägenheter i form av mögellukt. Vanligt är även lossnande och bubblande plastmattor på betonggolv.

Skadefallen är vanligast i Syd- och Västsverige samt i Mälardalen. Detta tyder på att klimat och nederbördsförhållanden kan inverka. Vissa markförhållanden kan också vara mindre lämpade för platta på mark såsom lerjordar i flack, svårdränerad terräng. Anledningarna till skadornas mängd kan vara många. En viktig anledning är svårigheterna för konstruktörer och byggare att förstå hur fukten uppför sig i grundkonstruktionen. Nya byggnadsmaterial, konstruktioner och byggmetoder tillsammans med en strävan att bygga energisnåla och täta hus har även ändrat förutsättningarna för uppkomst av fukt- och mögelproblem.

Fuktskador är både kostsamma och besvärliga att åtgärda. Kostnaden för att avhjälpa fuktskador i platta på mark till ett småhus ligger ofta i storleksordningen 50 000 - 100 000 kronor. Ofta drabbas den enskilde husägaren både ekonomiskt och på andra sätt. Vid flerbostadshus, skolor etc kan kostnaden för åtgärderna bli avsevärt större.

Utvecklingen under 1960- och 1970-talen gick mot byggande av källarlösa hus grundlagda på platta på mark. Under 70-talet byggdes nästan hälften av småhusen på detta sätt. Fuktskador i golv på mark återfinns framför allt i småhus byggda 1970-1979. Ett alternativt grundläggningssätt är kryppgrund med fribärande bjälklag. Många kalkyler har utförts för att jämföra dessa två grundläggningkonstruktioner. För en småhusgrund om 100 m<sup>2</sup> kostar s k torpargrund mellan 0 och 20 000 kronor mer än platta på mark. Terrängförhållanden och val av uppvärmningssätt av husen har här betydande inverkan. I sluttande terräng, där man ändå får schaktningarbeten kan kryppgrund vara ekonomiskt fördelaktig.

Hård konkurrens och byggföretagens strävan att hålla byggkostnaderna inom de av myndigheterna fastställda har lett till val av platta på mark som normalt är den billigaste grundläggningen. För en måttlig merkostnad skulle ett val av torpargrund kunna eliminera risken för de fuktskador som förekommer vid platta på mark. Detta skulle troligen kräva att merkostnaden kan inräknas i låneunderlaget.

Syftet med denna förstudie är att systematiskt inventera tänkbara möjligheter till reparationsmetoder som ger beständig verkan för redan nu fuktskadade grundkonstruktioner av typ platta på mark. I rapporten diskuteras olika förslag att stoppa fukttillförseln underifrån. Det tas däremot ej ställning till hur effektiva olika reparationsåtgärder är. Det redovisas ej heller kostnadsberäkningar för de olika metoderna. Förstudien leder fram till ett forskningsprogram för reparationsmetoder vid fuktskador i platta på mark. I detta föreslås ett antal olika reparationsåtgärder för fördjupade studier i kommande undersökningar.

Det förutsätts att läsaren är väl insatt i konstruktionen platta på mark och de olika slag av fuktpåverkan som den utsätts för. Detta behandlas i bl a "Fukthandbok" av Nevander och Elmarsson samt i ett flertal rapporter av Lars-Olof Nilsson. Bygg-Info tar upp ämnet på ett lättfattligt sätt i kurskompendiet "Fukt. Hur man undviker fuktskador i källare, golv på mark, krypprum", se vidare litteraturförteckningen under rubriken Allmänt.

Denna förstudie ingår i ett forskningssamarbete mellan ABV-Teknik i Malmö och Institutionen för byggnadsteknik vid LTH. I arbetet har deltagit Lars Erik Nevander och Lars-Olof Nilsson från LTH, vilka lämnat många förslag till reparationsåtgärder och i hög grad bidragit till att systematisera materialet. Lars-Göran Nilsson, ABV har medverkat som erfaren konstruktör. Ingemar Sandgren, verksam med garantiarbeten vid ABV:s husbyggnadsavdelning i Lund, har informerat om skadefall och bidragit med sitt omfattande praktiska kunnande om olika reparationsåtgärder.

Statens råd för byggnadsforskning har lämnat ekonomiskt bidrag till arbetet.

Malmö i maj 1983

Ingvar Nilsson



## 1. DIAGNOS

Fuktskador vid platta på mark kan ha flera olika orsaker såsom bristfällig dränering, ofullständig uttorkning av byggfukt, bristfällig kapillär brytning under plattan, kapillär insugning i kantbalk, ångdiffusion underifrån eller uppifrån, regninträngning genom fasaden och vattenläckage från installationer. Innan några reparationsåtgärder vidtas är det nödvändigt att ställa ~~rätt~~ diagnos över skadornas orsaker. Ofta kan flera skadeorsaker samverka. Diagnosen måste i regel baseras på mätningar av temperatur- och fuktförhållanden, undersökningar av materialprov och artbestämning av förekommande mögelsvampar.

Eftersom diagnosen är nödvändig för att rätta åtgärder skall kunna vidtagas är det önskvärt att någon sorts diagnosschema utarbetas.

### 1.1 Forskningsbehov

#### ■ Diagnosschema

## 2. DJUPDRÄNERING

Platta på mark måste utföras så att den ligger torr i alla sina delar. Dräneringsledningen måste därför ligga lägre än underkanten av plattans kantbalk.

Avsaknad av dränering eller felaktig dränering kan ge kraftigt fuktillskott under huset med fuktskador i golvkonstruktionen som följd. Grundvattenytans nivå är ej konstant utan varierar kraftigt med årstiden. Grundvattenytan kan periodvis komma i direktkontakt eller i kapillärkontakt med grundkonstruktionen. En fungerande dränering har här stor betydelse.

Enligt SBN 1980 godtas under golv ett minst 0,15 m tjockt skikt av singel eller makadam, vilket är samtidigt dränerande och kapillärbrytande. Även ett skikt av grus, minst 0,15 m tjockt, med sådan kornfördelning att högst 5 viktprocent av materialet vid siktning passerar maskvidden 2 mm godtas.

### 2.1 Kapillärbrytande material

Om gruset under plattan är kapillärt sugande kan fukt transporteras från marken upp till betongplattan, Fig 2.1. Naturgrus har en viss finkornhalt vilket gör att det kan erfordras ett ganska tjockt lager för att bryta kapillär-sugningen till grundkonstruktionen. Prov på gruset i efterhand i samband med skador visar ofta att den kapillära stighöjden är större än gruslagrets tjocklek. Någon kapillärbrytning är det då inte fråga om.

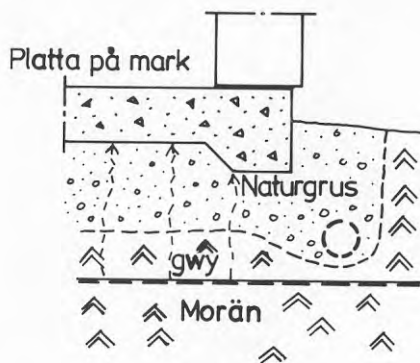


Fig 2.1 Fukttilifförsel under platta på mark som följd av bristfälligt kapillärbrytande friktionsmaterial

Jordarters kapillära stighöjd beror av porernas storlek. Stighöjden är större ju finare porerna är. För friktionsmaterial kan den kapillära höjden bestämmas med en rörkapillarimeter. En sådan kan bestå av ett genomskinligt plaströr i vilket materialet fylls. Röret ställs i en skål med vatten och täcks över upptill.

För friktionsmaterial kan fyra olika nivåer särskiljas nämligen en övre och en undre kapillär höjd dels vid stigning och dels vid dränering. Nivåerna för dränering ligger högre än vid stigning, se Fig 2.2. När man till följd av ett bristfälligt kapillärbrytande material fått en fuktskada som skall åtgärdas genom att sänka dräneringen, är det således materialets övre höjd vid dränering som är av intresse för dräneringens minsta djup.

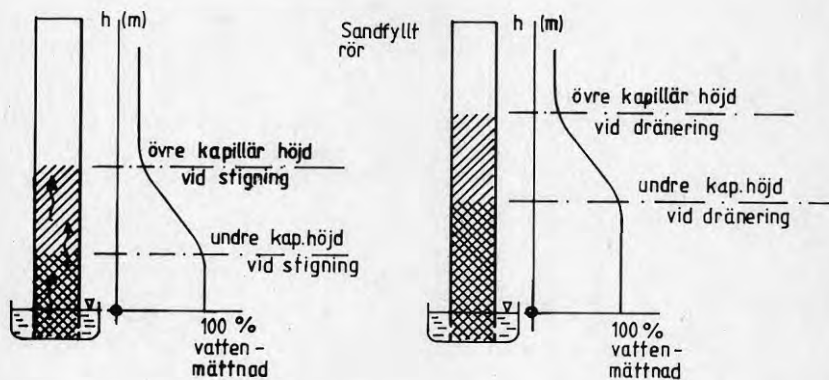


Fig 2.2 Kapillär höjd i friktionsmaterial dels vid kapillär stigning och dels vid dränering bestäms med rörkapillarimeter. (Nevander, Elmarsson: Fukthandbok)

Under en byggnads livslängd kan skiktet under plattan komma att mer eller mindre översvämmas någon gång, t ex vid snösmältning eller till följd av stopp i dräneringen. Vid dimensionering av det kapillärbrytande skiktets tjocklek och dräneringens djup syns det därför säkrare att använda friktionsmaterialets övre höjd vid dränering än vid stigning.

På senare tid har provningar visat att även makadam kan ha stor kapillär höjd. Detta förhållande beror på ytkapillariet. Den kapillära stigningen sker på krosstenens ytor i det krossdamm som häftar mot ytorna. Detta kan avhjälpas genom tvättning av makadam varvid den kapillära stighöjden kan minska från 2-3 dm till några centimeter.

## 2.2 Sänkning av dränering

Kapillär fukt som transporteras genom marken upp i betongplattan är kanske den typ av fel som är värst att åtgärda. Principiellt sett finns följande vägar att gå:

- Grundvattenytan sänks så långt att den kapillära uppsugningen bryts på lägre nivå än golvkonstruktionen.
- Plattan bilas bort och felaktigt material byts ut.
- Golvkonstruktionen förändras så att den tål fukt.

I de flesta fall försöker man klara problemet genom att lägga en ny dräneringsledning runt huset på betydligt lägre nivå än normalt. Eventuellt kompletteras denna genom att dräneringsavstickare dras in under huset till särskilt fuktiga golvpartier.

Dräneringen kan utföras som djupdränering på förslagsvis minst 1 meters djup. Dräneringsledningens nivå bestäms av kapillariteten hos materialet under betongplattan. Som riktvärde gäller att dräneringen skall ligga på minst dubbla kapillära stighöjden för detta material. Närmast grundsockeln är det gynnsamt att ersätta matjorden med dränerande material.

I de fall terrängen lutar mot byggnaden kan ytvatten från ovanliggande områden behöva avledas i avskärande diken framför byggnaden. Ytvattnet bör avledas så att det ej fuktat upp markskikten närmst under betongplattan eller översvämmar dräneringsystemet.

## 2.3 Beräkning av grundvattenytans nivå

Det är möjligt att beräkna grundvattenytans nivå i förhållande till dräneringen i mark av olika genomsläpplighet. Genom sådana beräkningar kan man förutsäga effekten av olika dräneringsåtgärder. Man kan t ex beräkna minsta erforderliga dräneringsdjup för att grundvattenytans höjdpunkt under plattan skall hamna på ett djup av minst dubbla kapillära stighöjden under betongplattan.

Grundvattenströmning behandlas allmänt av Erling Reinius i "Vattenbyggnad Del 1, "Hydraulik", Stockholm 1959 och tillämpat på grundläggning av byggnader av Nevander, Elmarsson i "Fukthandbok", Stockholm 1981.

Reinius härleder trycklinjens ekvation för några vanliga tillämpningar av grundvattensänkning. Markens genomsläpplighetstal, som ingår i beräkningarna, kan bestämmas experimentellt i t ex en permeameter. Reinius ger i tabellform ungefärliga värden på vanliga markmaterials genomsläpplighet.

Dräneringen kan utformas som

- a. Dränering längs med grunden, fig 2.3. Kan ses som tvådimensionell strömning.
- b. Dräneringsbrunnar, fig 2.4. Kan ses som tredimensionell strömning.

Med hjälp av teorin för grundvattenströmning kan trycklinjens (grundvattenytans) nivå beräknas under olika förutsättningar. Marken består vanligen av flera jordlager av olika genomsläpplighet. Grundvattenytans form kan beläggas genom beräkningar och utgöra beslutsunderlag för val av dräneringsmetod och dräneringsdjup. Tidsfaktorn är även av intresse. Behov finns att veta hur fort man får effekt av en dräneringsåtgärd i mark av olika genomsläpplighet.

#### 2.4 Dränering och bortventilering av fukt under plattan

I en förstudie utförd av VIAK AB i Malmö med stöd från byggforskningsrådet föreslås en metod att driva dräneringsrör in under golvplattan. Rören ansluts till en samlingskanal utanför grunden. Systemet ansluts till ett ventilationsaggregat för att påskynda torkningen av grunden. Luften, som kan vara förvärmad, blåses genom rören med syfte att torka bort markfukten. Förvärmad luft kan emellertid värma upp marken så att den håller högre temperatur än betongplattan. Då föreligger risk att markfukt i ångfas vandrar uppåt i betongplattan.

VIAK AB redovisar en kostnadskalkyl för en grund om 100 m<sup>2</sup>. Investeringskostnaden ligger vid 50 000- 60 000 kr beroende på utförandet. Härtill kommer driftskostnader med 10-30 öre/tim.

#### 2.5 Forskningsbehov

- Teoretisk utredning av grundvattenytans höjd och form vid dränering runt grunden eller med enstaka dräneringsbrunnar. Inverkan av jordens genomsläpplighet. Erforderlig tid för grundvattenytans sänkning och för sänkning av den kapillära stighöjden. Verifiering genom fältförsök.
- Fördjupad geohydrologisk forskning om vattnets rörelse intill husgrunder.



Fig 2.3 Grundvattenyta mellan dräneringsrör vid olika markgenomsläpplighet.

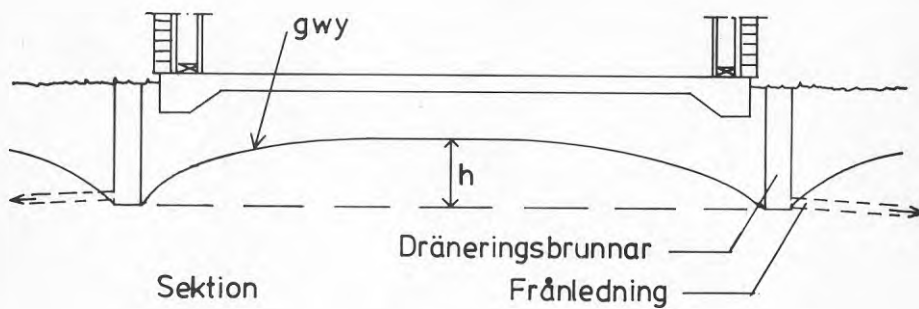
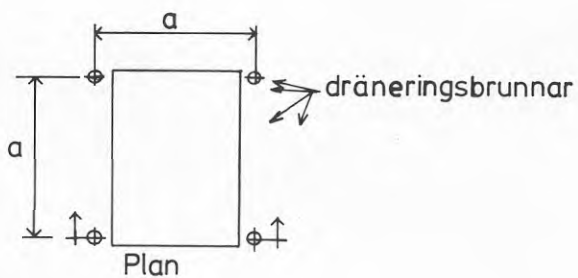


Fig 2.4 Grundvattenyta mellan dräneringsbrunnar.

### 3. TÄTINJEKTERING UNDER BETONGPLATTA

Vid fuktskador i platta på mark vore det som reparationsmetod önskvärt att stoppa fuktillförseln underifrån genom det skikt som avsågs vara kapillärbrytande. Detta skulle kunna uppnås genom någon slags tätinjektering av det kapillär-sugande skiktet. Nedan diskuteras injektering med 5 olika material.

#### 3.1 Tätinjektering under platta på mark

För tätinjektering kan användas medel med låg hållfasthet. Val av injekteringsmedel och injekteringsmetod är beroende av de hålrum som skall tätas. Injekteringsmedel kan indelas i två huvudgrupper, suspensioner och vätskor. De senare kallas ofta kemiska injekteringsmedel. Suspensioner med cement som huvudbeståndsdel är de vanligaste injekteringsmedlen.

Gränser för injekterbarhet. Cement, bentonit, vattenglas och andra kemiska injekteringsmedel har olika förmåga att tränga in i grus-, sand- och mo-fraktioner. Med cement kan man normalt injektera i sand med kornstorlekar större än 1 mm, med bentonitblandning i cementen ned till omkring 0,5 mm och med kemiska injekteringsmedel ned till omkring 0,05 mm, se fig 3.1. Med vattenglas uppnås bäst resultat i sand av fraktioner mellan 0,1 och 2 mm.

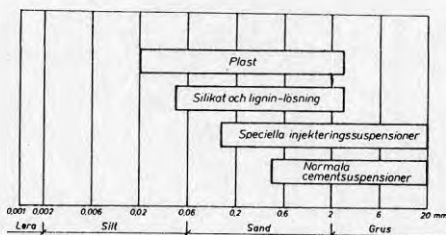


Fig 3.1 Gränser för injekterbarhet.

Källa: Betonghandbok, Arbetsutförande.

Injektering av ett dräneringslager under platta på mark kan enligt fig 3.2 utföras

- Genom vertikalt borrarande hål i golvet, förslagsvis 1 hål  $\varnothing$  50 mm per  $m^2$  golv.
- genom borrarande hål utifrån genom plattans kantförstyvning, eventuellt under denna.

I fall a) behöver all golvbeläggning rivs upp före injektering. I fall b) utgår detta arbete.

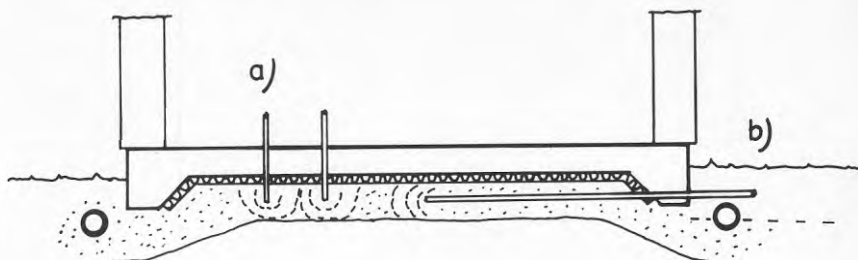


Fig 3.2 Injektering av grusskikt under platta på mark. a) vertikalt genom golvet. b) horisontellt genom kantbalken.

Erfarenheter från tätinjektering under kraftverksdamm, ÅBV har på uppdrag av Vattenfall tätinjekterat en grusås under en 250 m lång kraftverksdamm. Vissa partier var mycket lösa och genomsläppliga. Först injekterades med cement och bentonit, vilket tätade de grövsta läckagen. Därefter injekterades på nytt med vattenglas + härdare. Kostnaderna var för material och arbete vid detta objekt

cementinjektering	800 kr/m <sup>3</sup>	injekteringsmaterial
vattenglas + härdare	2500 kr/m <sup>3</sup>	" "

Kostnaderna blir betydligt högre vid tätinjektering under platta på mark.

### 3.2 Injektering med cement

För att bruket skall få god inträngningsförmåga och liten separationstendens bör cementet vara finmalat. Vanligt cement har kornstorlekar upp till omkring 0,1 mm. Gränsen för injekterbara hålrum ligger vid 0,3-0,5 mm. Cementkornen uppträder som flockbildningar och försvårar inträngningen. Snabbcement är genom sin finmalning i allmänhet mera lämpat för injektering än det mera grovmalna standardcementet. Snabbcementets korta bindetid kan dock innebära en allvarlig nackdel vid injekteringar som tar lång tid eller sker vid varm väderlek. I sådana fall kan det vara lämpligt att kombinera cementet med ett bindningsfördröjande tillsatsmedel.

Injektering med cement har en välkänd arbetsteknik. Arbetet är emellertid kladdigt och risk föreligger vid injekteringen för "sprut". Det är en av anledningarna till att man vill undvika att injektera genom golvet i en villa.

Vanligtvis påbörjas en cementinjektering med en mycket tunn blandning, vct ca 3, med hänsyn till risken för alltför snabb



igensättning. Därefter sänks vct långsamt mot 0,8 eller lägre. vct = 0,4 är en mycket torr blandning som endast kan injekteras under gynnsamma förhållanden.

Vid tätinjektering med cement i grusskiktet under platta på mark tillförs mycket överskottsvatten. Detta måste kunna avledas. Arbetet med efterföljande torkperiod, vilken blir långvarig, behöver förläggas till en årstid när det är uppvärmning i huset. Härigenom fås en temperaturgradient i betongplattan så att fuktvandringen sker nedåt.

### 3.3 Injektering med bentonit

Ett ofta använt tillsatsmedel till cementbaserade suspensioner är bentonitlera. Det används ofta i viktförhållandet 3:100. Bentonitlerans korn är något mindre än cementens och förbättrar inträngningen. Bentonitleran har en stabiliserande effekt på bruket. Det gör även bruket något svällande så att det bättre fyller ut hålrummen. Svällningen upphör när bruket binder.

En utrustning för injektering av suspensioner består av kolloidblandare, omrörare, pumputrustning samt slang och manschetter.

Kolloidblandaren ger suspensionen en intensiv mekanisk bearbetning, dispergering av partiklarna och ett stabilare bruk. Omröraren tjänstgör som utjämningskärl mellan blandare och injekteringspump. Omröraren håller också injekteringsmedlets fasta partiklar i suspension till blandningen injekteras med hjälp av pumphuset.

### 3.4 Injektering med flytspackel

Flytspackel har använts under en 10-årsperiod som självutjämnande golvmassor. De kan vara cementbaserade, innehåller vanligen sand av ca 1 mm storlek och har tillsatser som gör massan extremt lättrörlig. Om ett flytspackel skulle injekteras i ett dräneringslager kommer sandpartiklarna att kraftigt begränsa inträngningsförmågan.

En tänkbar utveckling vore injektering av ett flytspackel utan sand, d v s en cementbaserad suspension innehållande flyttillsatser. Suspensionen kan även innehålla några procent bentonit. Brukets förmåga att tränga ut i grusmaterial av olika fraktioner behöver först undersökas experimentellt. Risken för ammoniakbildning eller andra problem vid fuktbelastning bör undersökas.

### 3.5 Injektering med vattenglas

Vattenglas har använts sedan många decennier tillbaks vid markinjektering i tätningssyfte. Vid tätningarbetet injekteras vattenglas och en härdare. Injekteringsvätskan stelnar fort och bildar ett gel, som sammankittar sandpartiklarna till en betongliknande massa. Hållfastheten ökar med tiden. Gelet påverkas inte av vatten eller kemikalier. Man kan uppnå en hållfasthet av 20-30 kp/cm<sup>2</sup>. Se handboken BYGG 516:711.

### 3.6 Injektering med polyuretan - skum

En - komponent polyuretanskum började användas i mitten av 1970-talet för tätning runt fönsterkarmar och utfackningsväggar. Användningen började dämpas 1980 sedan arbetarskyddet påtalat allergirisker.

Materialet levereras i tryckflaskor. Det skummar 20-30 gånger sin ursprungliga volym, beroende på mothåll och temperatur. Lämplig arbetstemperatur på skummet är 25-30° C. Det har god vidhäftning. Fuktiga ytor är inget hinder, utan tvärtom påskyndar fukt härdningen. Det färdighärdade materialet innehåller ca 80% slutna celler och har en vattenabsorption av 1,0 - 1,3 volymsprocent. Materialet skulle därför kunna vara av intresse både som tätskärm och som värmeisolering under platta på mark.

Erfarenheter av materialet från skumning av bl a fogtätning säger emellertid att det inte går att injektera fogskaum av ovan nämnda typ i ett dräneringslager och få skummet att fylla ut. När fogskaum expanderar uppstår dessutom en betydande svällkraft. Det är inte ovanligt att fönsterkarmar bågna sedan de drevats med fogskaum. Svällningen pågår under flera dygn. Betydande risk finns därför att betongplattan skulle lyfta när skummet expanderar.

Idén att injektera ett skum i dräneringslagret under platta på mark och därigenom få en tätskärm och värmeisolering är visserligen intressant. Men det krävs ett utvecklingsarbete att ta fram ett lättflytande material som kan injekteras i grus och som ger måttliga svällkrafter.

### 3.7 Sammanfattande om tätinjektering

1. Osäkerhet om utfyllnadsgraden vid all injektering. Går ej att inspektera.
2. Osäkerhet om någon av här nämnda injekteringsmedel ger en fungerande tätskärm som bryter kapillärsugningen. Detta kan lämpligen undersökas experimentellt i laboratorieskala.
3. Finkorniga sand- och grusskikt kan förutsättas ha porerna till stor del fyllda med vatten. Det är därför osäkert om man vid injektering kan trycka undan detta vatten. Å andra sidan skulle det troligen räcka om den övre delen av sand- eller grusskiktet, som kan förväntas innehålla mindre porvatten, kan tätas genom injektering.
4. Injektering vertikalt genom golvet blir kostsam eftersom bostaden måste utrymmas och golvbeläggnings rivas upp och senare nyläggas. Injektering horisontellt utifrån genom kantbalken är arbetstekniskt svårare men ekonomiskt intressantare.

### 3.8 Forskningsbehov

- Undersökning av olika injekteringsmedels lämplighet för tätinjektering. Materialens inträngningsförmåga i sand och grus med olika fukthalt och deras funktion som kapillärbrytande skikt. Laboratorieexperiment.
- Arbetsteknik vid tätinjektering.

#### 4. HYDROFOBERING AV "KAPILLÄRBRYTANDE" SKIKT

Genom impregnering med hydrofoberande material kan man minska den kapillärsugande förmågan hos ett kapillärbrytande skikt som inte fungerar, utan att skiktet tätas mot ångdiffusion. En sådan hydrofobering hindrar givetvis inte vatten från att tränga in i skiktet om grundvattenytans nivå stiger upp i skiktets nivå.

Nedan redogörs för en kommersiell metod att impregnera kapillärsugande lättklinker för att göra den kapillärbrytande. Vidare diskuteras olika möjligheter att göra befintliga dräneringslager av sand, grus eller makadam kapillärbrytande genom impregnering.

##### 4.1 Behandling av lättklinker för att göra den kapillärbrytande

Lättklinker användes i stor omfattning under platta på mark fram till 1976 då man fann att materialet kunde vara kapillärsugande. Det var framför allt när det innehöll fina fraktioner av inblandat krossmaterial.

Lättklinker levereras i dag bl a av Icopal AB. Enligt tillverkaren behandlas deras nya produkt lös Leca 12-20 mm med en såplösning. Denna sprutas på lättklinkern samtidigt som den faller ner från fickan i lastbilen för vidare transport. Det uppges att genom denna besprutning utfälls en olöslig kalkförening på lättklinkerns ytor som ger en beständig kapillärbrytande effekt.

Vid golv av typ platta på mark från framför allt 1970-talet förekommer fuktskador som hör samman med kapillärsugande lättklinker. Företaget Ultranova AB i Malmö marknadsför en patentsökt metod att impregnera lättklinker under betongplattan med syfte att göra lättklinkern kapillärbrytande och återställa dess värmeisoleringsförmåga.

Vid reparationsarbetet gör man hål i kantbalkarna på två motstående sidor av byggnaden. Genom hålen för man in en lösning tills lättklinkerskiktet under plattan blir helt uppfyllt och genomdränkt. Därefter tappas vätskan bort antingen genom dräneringen eller pumpas bort. Torkningen påbörjas därefter. Kraftiga fläktar blåser avfuktad och vid behov förvärmad luft under betongplattan. Torkningsperiodens längd är beroende av lättklinkerlagrets kornstorlek och fuktkvot. Torkperioden brukar omfatta 1-2 månader.

Innehållet i lösningen har inte offentliggjorts. Den är vattenlöslig och ser ut som vatten. För behandling av en normal villagrund om 100 m<sup>2</sup> brukar åtgå 5-10 m<sup>3</sup> lösning. Dräneringen runt huset måste tillfälligt täppas till tills lättklinkerskiktet blivit helt uppfyllt av vätskan. Lyckas man ej helt med detta kan behovet av lösningsmedel bli flera gånger större. Man uppger att lösningen inte ger några betänkligheter ur miljösynpunkt.

Effekten av behandlingsmetoden har undersökts på enstaka objekt vid Avd för byggnadsmateriallära, LTH, Lund. Uppmätningar av fuktkvot och relativ fuktighet har utförts på olika djup i en golvkonstruktion både före, omedelbart efter och ett halvt år efter behandlingen. Effekten var klart positiv. Ytterligare en kontroll av detta objekt efter lång tid skulle vara av intresse för att förvissa sig om att behandlingen är beständig på lång sikt och att tidigare uppmätta låga fuktkvoter inte bara är en följd av en effektiv uttorkning med fläktar.

#### 4.2 Hydrofobering av dräneringslagret

Silikonpreparat används sedan länge för att göra olika byggnadsmaterial vattenavvisande - hydrofoba. Silaner förekommer i vattenlösning och polymeriseras sedan till silikonharts genom inverkan av vatten, luft eller alkalier eller kombinationer av dessa. En nackdel är att de är dyra och att man sannolikt måste fylla hela porsystemet med vattenlösningen och sedan avlägsna vattnet igen genom torkning på något sätt.

Det finns andra ämnen än silikoner som kan verka hydrofoberande. Man kan t ex tänka sig att använda fosforlipider lösta i någon alkohol. Dessa ämnen torde ha större möjligheter att diffundera i det befintliga vattnet och därigenom sprida sig bättre.

För att minska kostnaderna kan man söka efter billigare material med kanske något sämre hydrofoberande effekt. En emulsion av någon oljeprodukt i vatten bör kunna fungera under förutsättning att oljan fäster på stenmaterialet och ej sköljs bort med vattnet.

Generellt kan man förmoda att det är lättare att hydrofobera grovkorniga material såsom lättklinker och makadam, där den kapillära transporten sker på kornens ytor, än sand och grus där en stor del av porvolymen redan är fylld med vatten, som är svårt att tränga undan. Grovkorniga material är också lättare att torka ut efter behandlingen.

För att undvika extra uttorkning efteråt skulle det vara idealiskt om man kunde finna en gas som kunde injekteras i mitten på huset och sedan sprida sig i det kapillärbrytande skiktet och göra kornytorna hydrofoba. Diklordimetylsilan är en sådan gas men tyvärr är den giftig och avspjälkar saltsyra vid sin kemiska omvandling. Det kan emellertid tänkas att det finns andra gaser som kan vara lämpligare.

Ett alternativ till gas kan vara att blåsa in en aerosol i det kapillärbrytande lagret. Aerosolen innehåller då mycket små finfördelade partiklar i vätskefas, t ex en silikon eller

en olja. Aerosolen kan blåsas in med hjälp av tryckluft. Aerosolen har troligen betydligt mindre verkningsradie än en gas.

För både gas och aerosol torde det vara omöjligt att impregnera finkorninga material där porvolymen till stor del är fylld med vatten.

I stället för att hydrofobera kornens ytor kan man tänka sig att minska ytspänningen på vattnet, så att den kapillära stighöjden minskar. Detta kan ske genom att man tillför ett ytspänningsnedsättande medel, t ex ett tvättmedel.

Samtliga här nämnda metoder får betraktas som hypotetiska. Det fordras ett omfattande arbete för att först finna de medel som kan vara lämpligast och sedan experimentellt undersöka om den avsedda effekten kan uppnås. Vidare måste man undersöka hur medlen kan tillföras genom borrarade hål i betongplattan eller utifrån genom sockelbalken och hur stort avstånd man måste ha mellan hålen. Ett gemensamt krav på alla impregneringsmedel är att de ger en långtidsbestående effekt.

#### 4.3 Forskningsbehov

- Undersökning av olika hydrofoberande material med tanke på att bryta kapillärsugning. Långtidsbeständighet. Laboratorieförsök.
- Arbetsteknik vid hydrofobering.
- Studium av kommersiella metoders funktion.

## 5. TÄTNING AV BEFINTLIG BETONGPLATTA

Det är arbetstekniskt en fördel om det går att tätimpregnera en betongplatta uppifrån i samband med att golvbeläggningsrives bort för att åtgärda en fuktskada. Ett krav är att medlet för tätimpregnering kan tränga in i betongen så att en effektiv och beständig fuktspärr bildas. Tätningsmedlet måste vara mycket lättflytande och det måste kunna fås att tränga in i betongen antingen genom enbart kapillärsugning eller med något hjälpmedel.

Bland de medel som kan tänkas vara värda att prova för att söka täta betongen kan nämnas smält paraffin vilket hälls över betonggolvet. Eventuellt behöver även betongens övre skikt värmas upp för att den heta paraffinlösningen ej skall stelna för fort när den träffar betongytan. Andra förslag till impregneringsmedel kan vara vax, vattenglas, polyglykol eller någon plastlösning.

Nedan redogörs för två kommersiella metoder som syftar till att täta betong nämligen 1. den s k Electro Injection metoden, 2. Impregnering med hjälp av vakuum.

### 5.1 Torkning och impregnering med hjälp av elektroosmos.

En kommersiell metod för torkning och impregnering har utvecklats vid Warzavas Polytekniska Institut. Metoden som är patentsökt marknadsförs under namnet Electro Injection. Den går i korthet ut på att man med svagström driver fukten ur betongplattan (elektroosmos). Därefter sprejas en isoleringsvätska ovanpå betonggolvet. Med hjälp av elektroosmos sägs vätskan tränga in i betongplattan och där stelna. Det uppges att man härigenom kan täta betongen.

Arbetet tillgår på följande sätt. Man borrar in elektroder i betongplattan, vilka ansluts till befintlig armering och kopplas till plus-polen (anod) av den lågspända likströmmen. Utanför byggnaden slås ner jordspett och grävs ner jordlina som ansluts till minus-polen (katod). En fuktvandring sker då från anoden till katoden. När fuktkvoten i betongplattan sjunkit till önskat värde sprejas en lättflytande vätska över betonggolvet. Det uppges att vätskan tränger in i betongen med hjälp av likströmmen. Efter några timmar skiftas plus- och minuspol varvid vätskan sägs gelatinera och sedan fungera som en fuktspärr. Efter denna behandling håller lågspänd likström fukten från betongplattan. En effekt av 12-25 w uppges då räcka till.

För arbetet med att åtgärda en platta på mark om 100 m<sup>2</sup> krävs tillgång till villan under ungefär en arbetsvecka. När vätskan skall sprejas över betonggolvet måste golvbeläggningsrives borttagen. Kostnaden per platta är 10 000 - 20 000 kr beroende av bl a antalet hus som samtidigt skall åtgärdas.

Metoden är relativt ny i Sverige. Den marknadsförs av Värmeförbättringar i Göteborg AB. Som referensobjekt har bl a uppgetts ett 200 kvm skyddsrumsgolv i Sommarhemsskolan i Uddevalla. Metoden tycks hittills ha kommit till liten användning i Sverige. Vid denna rapport's tillkomst har endast knapphändig information förelegat och ingen dokumentation som visar metodens funktion och tillförlitlighet eller uppnådda resultat's beständighet.

### 5.2 Impregnering med hjälp av vakuum

Den s k Balvak-metoden är en engelsk patentskyddad metod att med hjälp av vakuum få en injekteringsvätska att tränga in i sprickor i konstruktionen och därmed åstadkomma tätning. Bland många tillämpningsområden har metoden använts för att laga spruckna betongvägar i England.

Arbetet inleds med att borra hål rätt igenom betongplattan på ömse sidor om synliga fogar och sprickor för anslutning av påfyllningsrör för injekteringsvätska. Den yta som skall tätinjekteras täcks sedan över med en plastfolie som förseglas längs kanterna och ansluts till en effektiv vakuumpump. När vakuumpumpen startas sugs sprickorna fria från vatten. Därefter fylls en lättflytande injekteringsvätska i påfyllningsrören. Vätskan sugs därvid in i håligheterna från betongplattans underkant och upp och in i sprickorna. Alla typer av injekteringsmedel kan användas beroende på uppställda krav. Exempelvis används flytande epoxi- eller polyesterhartser vid reparation av spruckna betongvägar.

Med Balvak-metoden tätas således i första hand sprickor i betongen från plattans undersida. Det förefaller däremot mindre troligt att man vid vakuumsugning kan få injekteringsvätska att tränga in i ospruckna delar av betongplattan.

Vid denna rapport's tillkomst har avdelningen för byggnadsmateriallära vid Chalmers Tekniska Högskola för avsikt att ta upp Balvak-metoden till studium. I undersökningen skall bl a ingå att prova olika plastmaterials förmåga att tränga in i betongen.

Balvak-metoden marknadsförs av Balfour Beatty Power Construction Ltd., Liverpool, England.

### 5.3 Forskningsbehov

- Tätningemedel och olika sätt att täta betong från överytan eller genom injektering inuti betongen. Laboratorieförsök och fältförsök.



## 6. FUKTSPARR

Med benämningen fuktspärr avses ett fuktskydd som fungerar både som ångspärr och kapillärbrytande skikt. En fuktspärr måste ha en ånggenomsläpplighet som är mindre än golvbeläggningens för att den skall fungera som ångspärr.

Fuktspärrar kan indelas i

1. medel att stryka på betongytan
2. filmer eller grövre skikt av plast eller konstgummi att täcka betongytan med
3. spärrskikt för att isolera träsyllar från underliggande fuktig betong.

### 6.1 Fuktspärrar som stryks på betong

Fuktspärrar som stryks på betong kan vara baserade på t ex asfalt, plast eller gummilösning. Angmotståndet beror på materialet och pålagd skikt tjocklek. Materialet skall anbringas på en väl rengjord betongyta. Vid användning av direktlimmade golvmattor skall fuktspärren ha god vidhäftning mot betongplattan. Annars riskerar man att mattorna släpper och bubblar. Är ångspärren inte tillräckligt effektiv kan fukt skadligt påverka golvklisset och golvbeläggningen.

Fuktspärrar som stryks på betongytan kan tänkas bestå av t ex

- a. asfalrtlösning + varmasfalt
- b. plastdispersion som stryks ut med pensel 2 till 4 gånger, t ex Bostic 7000.
- c. asfaltepoxi

Systematiskt upplagda laboratorieförsök borde utföras för att klarlägga olika fuktspärrars effektivitet och lämplighet.

### 6.2 Fuktspärrar av filmer eller skikt lagda på betongytan

Styv folie av polyeten har kommit till talrik användning som fuktspärr på fuktiga betonggolv. Platonmattan är en sådan produkt som används bl a vid omläggning av golv på fuktig betongplatta. Den består av ett ca 0,5 mm tjockt plastskikt med 5 mm höga förhöjningar. Dessa vänds nedåt så att närmst betongytan erhålls en gastrycksutjämnande spalt. Ovanpå läggs en kraftig spånskiva och på denna golvmattan. Vid golvsocklarna lämnas en spalt för ventilation, se fig 6.1. En annan produkt som liknar Platonmattan är Delta MS som marknadsförs av AB Jan O Mattsson. Den har höjden 8 mm.

Den huvudsakliga funktionen hos polyetenfolien är att den fungerar som en effektiv fuktspärr. Förhöjningarna möjliggör en gastycksutjämning men ventilationen i spalten under folien är obetydlig.

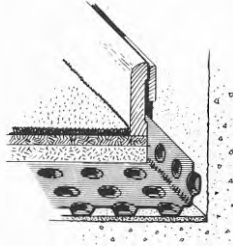


Fig 6.1 Platonmatta som fuktspärr på golv

En nackdel med konstruktionen är att den bygger mer än 25 mm i höjd vilket ger problem vid trösklar. Det borde vara möjligt att utveckla en variant med betydligt lägre höjd. Praktiska försök kan visa om det är möjligt att lägga en kraftig och styv golvmatta direkt på en styv polyetenfolie med låg profil, ca 1-2 mm hög och med tätt placerade små upphöjningar.

Som fuktspärr används ofta plastfilm av 0,20 mm tjocklek. Den läggs t ex under uppreglade golvkonstruktioner. Den går lätt sönder.

Det har i marknaden kommit nya plast- och konstgummimaterial som används i tätskikt avsedda för t ex tak. Ett sådant material är polyisobuten (PIB). Av detta tillverkas tätskikt som förekommer i tjocklekarna 1,5 och 2,5 mm. Tätskiktet blir då så kraftigt och stabilt att det bör kunna läggas fritt ovanpå betongytan utan limning. Om man så önskar kan det enligt en tillverkare klistras med oxiderad asfalt mot betong. Golvbeläggningen bör sedan antingen kunna limmas eller läggas löst ovanpå.

Ett problem som återstår att lösa är hur fogningen skall ske mellan olika våder. Överlappsskarvning kan inte användas på golv eftersom skarven blir allt för tjock. Skarvning skulle kunna utföras enligt fig 6.2 med vådorna lagda kant mot kant. Under skarven och eventuellt även ovanför läggs en folie av plast eller aluminium. Alternativt skulle fogen kunna utföras svetsad kant mot kant. Detta bedöms svårt att utföra.

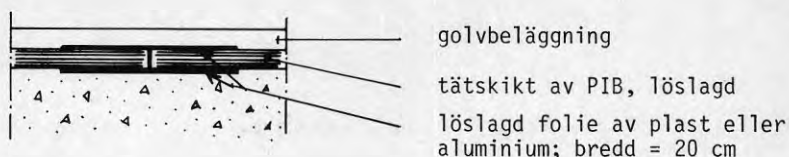


Fig 6.2 Skarvning av PIB-tätskikt

### 6.3 Fuktspärrar under syllar

Det är inte ovanligt att grundmurspapp eller annan fuktspärr saknas mellan syll och betongplatta i hus byggda under 1970-talet. Vid fuktillförsel genom betongplattan kan detta leda till mögelbildning i syllar och väggkonstruktion med mögellukt som följd. Detta gäller såväl ytterväggs- som innerväggsyllar. Under syllarna är betongplattan oftast utförd med en förtjockning. Under denna saknas vanligen värmeisolering och därmed ångskydd genom temperaturskillnad. Det innebär att fukt kan transporteras genom plattförstyvningen upp i träsyllan.

I samband med reparationer av fuktskador finns behov av att på något sätt isolera träsyllarna från betongplattan.

Ett sätt att åstadkomma en fuktspärr består i att injektera epoxi i spalten mellan syll och betongplatta. Arbetet tillgår så att fina hål borras snett ner genom syllan till betongplattan. Genom hålen sprutas sedan en epoxilösning som flyter ut mellan betongplatta och syll, se fig 6.3. Arbetet är tidsödande och kräver noggrannhet vid utförandet.

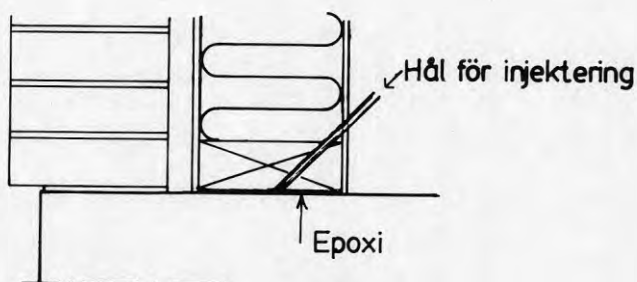


Fig 6.3 Injektering av epoxi under syll för åstadkommande av fuktspärr.

För att lättare kunna åstadkomma en fuktspärr genom injektering skulle man kunna lyfta syllen ca 0,5-1 mm genom att slå in vinkelprofiler av plåt eller plast mellan betongplatta och syll, se fig 6.4. Metodens praktiska utformning bör provas fram på ett verkligt objekt.

Som injekteringsmedel kan flera olika material vara tänkbara. Förutom epoxi borde man undersöka möjligheterna att använda olika lösningar baserade på plast, gummi eller asfalt.

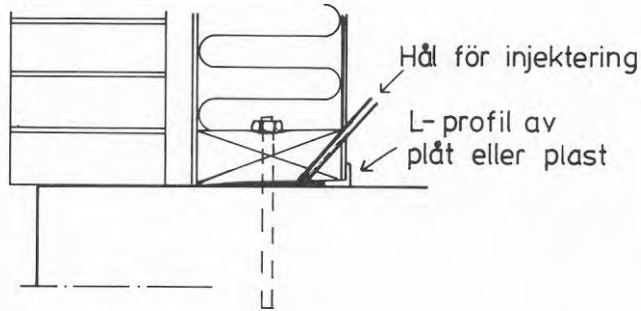


Fig 6.4 Syllen lyfts från golvet genom att slå in under en L-profil för att underlätta injekteringen.

En större lyftning än den ovan bör kunna uppnås på något sätt så det blir möjligt att föra in en fuktspärr under syllen. Trästommar är så eftergivliga att de bör kunna lyftas ett par mm utan att alltför omfattande sprickor och skador uppstår. Syllen kan tänkas lyftas med hjälp av monteringspsett avsedda för montering av mellanväggselement av lättbetong, se fig 6.5. Spettet kan behöva modifieras så att det går att slå dess läpp in under syllen. Fuktspärren kan bestå av tunna skivor av plast eller plåt som trycks in under syllen.

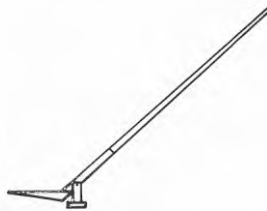


Fig 6.5 Förslag till spett för lyftning av syllar.

Det finns behov av att utveckla flera metoder att bryta kontakten mellan syllar och betongyta. Hjälpmedel för att lyfta syllar behöver provas fram. Spettet ovan kan bytas ut mot en hydraulisk domkraft. Problemet att fuktspärta under syllar är huvudsakligen av arbetsteknisk natur. Möjligheten att byta syllar diskuteras under kapitel 9.

#### 6.4 Forskningsbehov

- Utveckling av provningsmetoder för fuktspärrar som stryks på betongytan, inkl metod för beständighet.
- Studium av löslagda ångspärrar och golvmattor. Fogproblem.
- Utprovning av metoder att isolera träsyllar från betongplattan, alternativt att byta ut dem.

## 7. BORTVENTILERING AV FUKT OVANFÖR BETONGPLATTAN

Fukt kan tas omhand ovanför betongytan genom

1. öppna golvbeläggningar
2. ventilation av uppreglat golv

### 7.1 Öppna golvbeläggningar

Öppna eller otäta golvbeläggningar möjliggör att fukt kan avgå. Fukttillförselns storlek avgör hur stor ånggenomsläpplighet golvbeläggningen måste ha. Den mängd vatten som skall förångas kan anses ha försumbar inverkan på rumsklimatet vid normal ventilation.

Öppna golvbeläggningar kan bestå av t ex helsyntetiska textil-mattor. Till denna grupp hör nålfiltmattor, heltäckningsmattor av orlon, nylon etc. Dessa mattor bör i sig själva vara beständiga upp till 100% RF eftersom deras funktion inte är beroende av att ett lim skall fungera, G Fagerlund 1980. L-O Nilsson 1977 visar att mögel kan uppstå i smuts som finns i mattan. Därvid anges kritisk RF till 75%.

### 7.2 Ventilation av fuktiga utrymmen

Uppreglade golv med värmeisolering ovanför betongplattan drabbas ofta av fuktskador med mögelbildning och dålig lukt som följd. Ingemar Samuelson 1981 redogör för sanering och åtgärder av sådana golvkonstruktioner.

Orsaken till fuktskadan måste först fastställas. Den kan härröra från läckage av installationer och rör i byggnaden eller från läckage i taket. Först måste läckaget åtgärdas, allt lukt- och mögelangripet material avlägsnas och golvet torka ut innan golvkonstruktionen åter byggs upp med oskadat material. Angränsande golvpartier kan vara påverkade av fuktskadan. Dessa partier kan torkas ur genom fläktventilation med till- och frånluft. Slutligen bör övergolvet behandlas med ozon. Gasen leds under golvet och sugts ut med en fläkt. Även bostaden ozonbehandlas för att ta bort mögellukt.

Om övergolvet fuktas upp underifrån genom betongplattan kan man i vissa fall ventileras bort denna fukt. Det kan ske antingen med mekanisk ventilation av utrymmet eller genom självventilation med hjälp av skorstensverkan.

AVS-Konsult i Örebro marknadsför en metod för att genom mekanisk ventilation hålla fuktigheten i angränsade utrymmen under en för mögelbildning farlig nivå. Fuktutrymmena ventileras kraftigt via undertrycksventilation tills acceptabla värden erhålls.

Därefter installeras för stationärt bruk en ventilationsanläggning med värmeåtervinning. Anläggningen innehåller en reglercentral och en fuktindikator som känner av ventilationsbehovet.

När den relativa fuktigheten har reducerats till oskadlig nivå upphör fortsatt skadlig mögelbildning. Dålig lukt elimineras genom ozon-behandling under ca 3-dygn. Därefter sköter reglerutrustningen ventilationsanläggningen helt automatiskt genom styrning av fläktarnas varvtal beroende på fuktigheten i fuktutrymmena.

Kostnaden för installation, behandling och injustering av AVS-metoden uppges ligga kring 20 000 kr per hus. Härtill kommer ökade uppvärmningskostnader till följd av ökad luftomsättning, även om en del värme återvinns.

Med AVS-metoden blir husägaren beroende av att den installerade utrustningen fungerar under husets hela livslängd. En driftstörning eller ett haveri kan medföra nya fuktskador. Metoden åtgärdar alltså inte det byggnadstekniska fel som är orsaken till fuktskadan utan håller efterhand den relativa luftfuktigheten i utrymmet under ett valt gränsvärde. Någon officiellt publicerad dokumentation över uppnådda resultat är ej känd för författaren.

Ventilation av övergolv kan även erhållas genom självydrag. Lufttillförsel kan ordnas vid ytterväggarna och golvet kan invändigt anslutas till en trumma som leder upp längs en innervägg genom huset. Härigenom kan man erhålla en skorstensverkan och en viss luftomsättning.

I samband med att ett fuktskadat uppreglat golv bryts upp och åtgärdas kan man arrangera luftspalter som möjliggör ventilation. Luftspalt kan fås mellan isolering och övergolv. Alternativt kan en ventilationsspalt erhållas mellan betongplatta och värmeisolering genom att isoleringen lyfts upp på en enkel blindbotten.

Det finns behov av att utprova olika möjligheter att skapa ventilation i uppreglade golvkonstruktioner samt att utvärdera effekten av olika lösningar.

### 7.3 Forskningsbehov

- Studium av olika metoder att ventilerat övergolvkonstruktioner. Inventering av tänkbara metoder, teoretiska beräkningar och mätningar på utförda anläggningar.

## 8. UTTORKNINGSMETODER

Vatten i betong är bundet på olika sätt. En del har reagerat kemiskt med cement. I betongens porsystem är en del fukt bundet fysikaliskt, olika mängder beroende på hållfasthetsklass. Resten av vattnet måste torkas bort. Vid membranhärdning av betongplattan har t ex hållfasthetsklass K400 mycket lite överskottsvatten, endast ca en femtedel av vad K150 har. Sker härdning i stället med vatten ökar byggfukten i betongen.

Uttorkning av olika hållfasthetsklasser går olika fort. I t ex K400 som är mycket tät går denna uttorkning långsammare än i lägre betongkvaliteter. Det är därför av vikt att högre betonghållfastheter inte fukthärdas utan membranhärdas för att hålla byggfukten nere.

Erfarenheter av membranhärdare från andra områden tyder på att de reducerar vidhäftningen hos det skikt (fuktspärr eller lim) som i ett senare skede strykes på betongytan. Denna vidhäftningsminskning borde klarläggas genom försök.

### 8.1 Uttorkning uppåt


Uttorkning uppåt "normalfallet", sker genom att betongplattan frilägges. Under förutsättning av att plattan inte tillförs fukt underifrån ger tabell 8.1 ungefärliga torktider före läggning av täta, fuktkänsliga ytskikt som inte klarar högre fuktbelastning än 90% RF.

Väsentliga parametrar är plattjocklek, betongkvalitet och eventuell uttorkningsmöjlighet nedåt.

Den viktigaste påverkbara faktorn för att förkorta uttorkningstiden är betongtemperaturen. En höjning av temperaturen med 10° C halverar ungefär torktiden. Stor inverkan bör kunna uppnås om betongens temperatur kan höjas utan att lufttemperaturen höjs, t ex med strålningsvärme eller någon annan form av pålagd ytvärme. Eventuella negativa effekter av den värmekudde som byggs upp i marken under betongplattan bör studeras. Denna kan ge fukttillskott från marken under vissa förhållanden. Om marken värms upp så att den håller högre temperatur än betongplattan när värmen stängs av fås en fuktvandring på fel håll.



Tabell 8.1 Erforderlig torktid för byggfukt i betong  
Lars-Olof Nilsson, 1979.

ERFORDERLIG TORKTID FÖR BYGGFUKT I BETONG (vid läggning av täta, fuktkänsliga ytskikt; $RF_{KRIT}=90\%$ )			
"NORMALFALL"	 <p>Btg II K 250 T 1 mån. gammal, membranhärdad</p> <p>ERFORDERLIG TORKTID <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">60 dygn</span></p>	Ex. platta på mark gjuten på plastfolie	
Vid avvikelse från "normalfallet" multipliceras erforderlig torktid med nedan angivna "multiplikatorer" <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x</span>			
VARIABEL	MULTIPLIKATOR		ANM.
BETONGKVALITET	K 150 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">~2x</span> K250 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1x</span> K250luft <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">~0,5x</span> K400 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,5-0,6x</span> K400luft <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,3x</span>		"luft"=kraftig luftinblandning
OBS! Får ej utsättas för vattenbegjutning, regn- & smältvatten			
TORKKLIMAT	RF    20-50% <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1x</span> 60% <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,2x</span> 80% <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,5x</span>		
	T    10 <sup>0</sup> C <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,3-1,4x</span> 20 <sup>0</sup> C <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1x</span> 30 <sup>0</sup> C <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,6-0,7x</span>		
PLATTJOCKLEK	L= 6 8 10 12 14 16 20 30 (cm) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,4x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,7x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,4x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,8x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,3x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3x</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6,3x</span>		Gäller vid en- sidig uttorkning. Vid tvåsidig är L=halva plattjockleken
(gäller vid K250, högre kvalitet ger lägre värden. )			
UNDERLIGGANDE	5 cm cellplast <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,9-1x</span> 15 cm lätt- klinker <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,7-0,8x</span> 5 cm min.ull <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,6-0,7x</span>		OBS! Ej plast- folie mellan betong och värmisolerung
VÄRMEISOLE- RING			
KRITISKT FUKTILLSTÄND	RF <sub>KRIT</sub> =90% <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1x</span> 80% <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">~4x</span> 70% <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">~6x</span>		
HÄRDNING	Membranhärdning <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1x</span> Vattenlagring <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,2x</span>		Gäller K250. K400 mycket högre värde, K150 lägre.

### 8.2 Uttorkning nedåt genom temperaturgradient

Efter en tillfällig uppfuktning av en annars fungerande konstruktion sker uttorkning nedåt genom att den kapillär-brytande värmeisoleringen skapar en ånghaltsdifferens. Isoleringen under plattan medför att det uppstår en temperaturskillnad om 3-4° C mellan golvkonstruktionen ovanför isoleringen och den fuktiga marken. Även om marken har 100% RF blir det ångtryck som detta motsvarar avsevärt lägre vid den högre temperaturen i golvkonstruktionen.

### 8.3 Uttorkning av betongplatta med elektroosmos

Elektroosmos har använts sedan 1940-talet för att avvatta relativt ogenomträngliga jordarter såsom mjäla och finmo. Det påstås att det även går att torka ut betongplatta på mark med elektroosmos. Härvid ansluts betongplattans armeringsnät till plus-polen av lågspänd likström. Minus-polen ansluts till jordspett eller nedgrävd jordlina utanför byggnaden. Enligt fysikaliska lagar skall då ske en fukttransport från betongplattan mot jordlinan, se även avsnitt 5.1. Det finns veterligt inte någon dokumentation som visar att metoden fungerar på betong.

### 8.4 Uttorkning av betongplatta genom ventilation av underlaget

Uttorkning av betongplatta på mark genom att avfuktad och eventuellt förvärmad luft blåses genom underlaget används vid torkning av lättklinkergrunder, se avsnitt 4.1.

Torkningen av betongplattan sker till att börja med huvudsakligen där luften blåses in. Den fukt som här torkas ur kondenserar längre bort i luftströmmen. En fuktfront bildas i underlaget. Den bortre delen av betongplattan börjar inte torka förrän fuktfronten nått utloppet, d v s när underlaget är ordentligt uttorkat. Detta kan ta 1-2 månader om underlaget har stort fukttinnehåll, såsom fallet kan vara vid äldre typer av dåligt kapillärbrytande lättklinker.

Metoden att blåsa luft genom underlaget kräver fläktar med stor tryckhöjd. Ett problem är att få torkning under hela betongplattan och inte bara i ett stråk närmsta vägen från inlopp till utlopp. Torkmetoden är energikrävande eftersom man bör arbeta med förvärmad luft.

Fig 8.1 visar som exempel fuktfördelningen i en 8 cm tjock betongplatta på ett 15 cm lättklinkerlager efter ett par månaders torkning. Lättklinkerlagret kan fås ordentligt torrt medan betongplattan torkar långsamt.

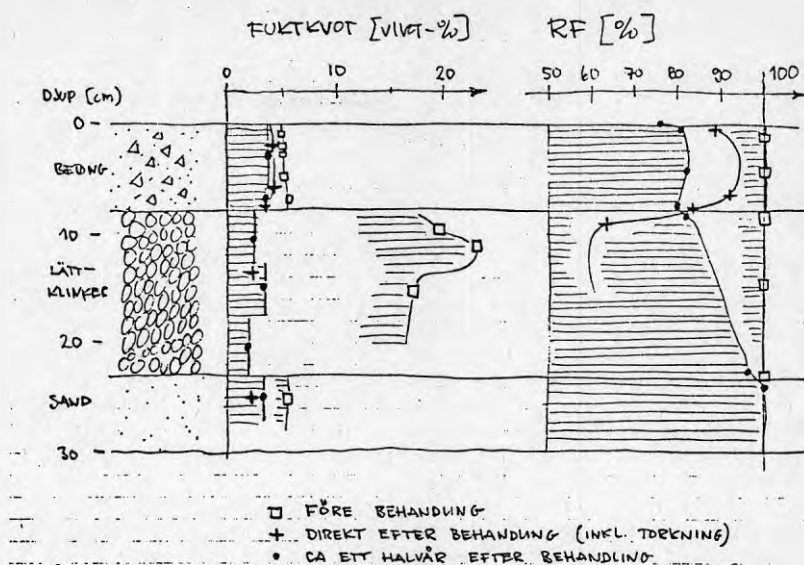


Fig 8.1 Fuktfördelning i golvkonstruktion före och efter s k Ultranova-behandling och torkning av lättklinkerlagret med fläktar. Lars-Olof Nilsson, 1981.

### 8.5 Forskningsbehov

- Olika metoder att torka ut en betongplatta genom värmeförmedling utan att fukten återföres under avsvältningsperioden. Teoretiska beräkningar och verifiering genom fältförsök.
- Uttorkning av betongplatta med elektroosmos. Litteraturstudier, laboratorieförsök och fältförsök.
- Olika metoder att torka ut det kapillärbrytande skiktet. Inventering och fältförsök.

## 9. UTBYTE AV MATERIAL

I sällsynta fall förekommer byte av dräneringsmaterialet under delar av betongplattan. En noggrann undersökning måste då först visa att detta är en nödvändig åtgärd. Arbetet innebär bortbilning av betongplattan, utbyte av dräneringsmaterialet, gjutning av ny betongplatta samt följarbeten såsom omtapetsering, golvläggning och återställning av inredning. Arbetet är mycket kostnadskrävande.

En kalkyl har framtagits för utbyte av grusskiktet mot makadam under ett 100 m<sup>2</sup> golv. Det förutsätts att hela betongplattan bilas bort med undantag av kantförstyvningarna på vilka syllarna och byggnaden vilar. För bortbilning av ca 90 m<sup>2</sup> betonggolv, uttransport, utbyte av gruslagret mot tvättad makadam, gjutning av nytt betonggolv, för- och efterarbeten åtgår 38 mandagar à 1000 kr. Tillkommer hyror för maskiner och bod, materialkostnader, transporter, kostnad för omtapetsering av bottenvåning och ny golvbeläggning, arbetsledning m m 47 000 kr, totalt 85 000 kr.

Kalkylen förutsätter användning av konventionell utrustning och arbetsteknik. Här finns möjligheter för utveckling av rationella arbetsmetoder för att pressa kostnaderna. Det behöver tas fram nya sätt och hjälpmedel för att bila bort en betongplatta. Det behövs någon form av industridamm-sugare för att hålla nere nedsmutsningen i bostaden. Det behövs någon form av transportband för ut- och intransport av olika massor.

Träsyllar lagda direkt mot betong utan fuktspärr emellan kan medföra mögelbildning och obehaglig lukt. Tryckimpregnerat virke ger här inget skydd och räcker inte i avsaknad på fukt-skydd. Fukttillförseln måste brytas. Under avsnitt 6.3 diskuteras möjligheten att skapa en fuktspärr under syllen genom injektering eller lyft och inläggning av en fuktspärr.

Utbyte av syllar har förekommit i enstaka fall men då till stora kostnader. Det är svårt att lyfta väggarna så att syllarna kan bytas ut utan att sprickor och skador samtidigt uppstår i byggnaden.

Byte av syllar kan ske inifrån. Först demonteras invändiga väggskivor närmst golvet och värmeisoleringen tages ut för torkning eller utbyte. Syllen kan bytas i bitar om ett par meters längd åt gången. Väggen stämpas då upp provisoriskt. Fuktspärr läggs samtidigt in under syllen i samband med byte.

Alternativt kan man kapa syllen och lämna kvar ca 15 cm under varje regel enligt fig 9.1. Syllbiten torkar nu lättare ut genom ändträet. Det kan även vara lättare att lyfta regel för regel med påspikad syllbit för att stoppa in under en fuktspärr. Den bortsågade syllbiten kan ersättas med en påspikad regel enligt figuren. Utrymmet under denna bör fyllas ut med värmeisolering lagd på en fuktspärr.

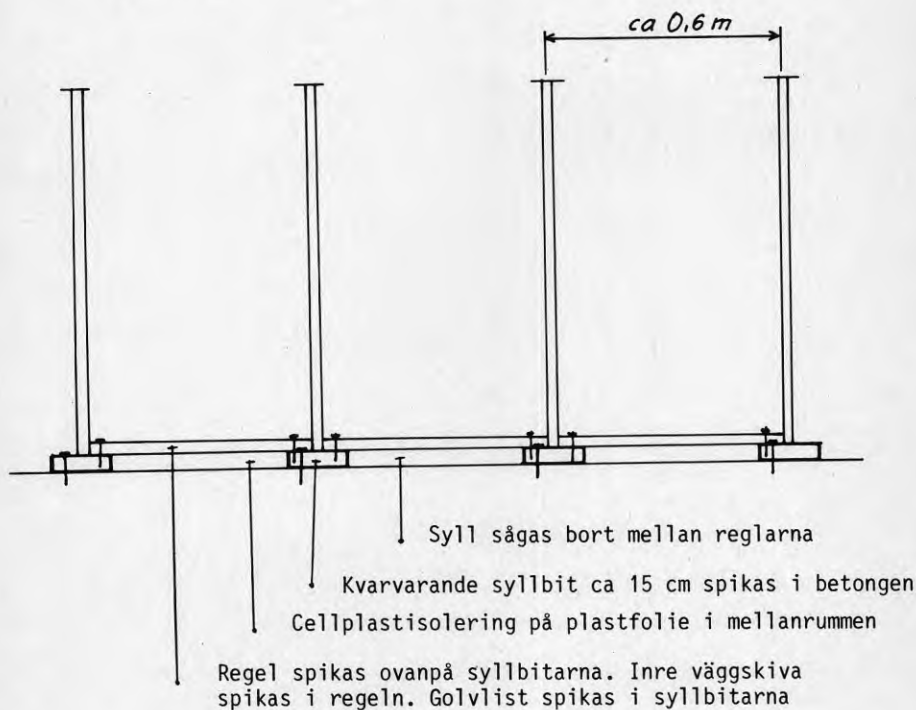


Fig 9.1 Förslag till alternativt utförande vid byte av syllar.

Byte av syllar kräver att bostaden utryms. Parkettgolv måste först rivas upp, eventuellt även mattor lagda direkt mot betong. Efter syllbytet återställs isolering, väggskivor m m och slutligen tapetseras och målas lägenheten och golvbeläggningen återställs.

### 9.1 Forskningsbehov

- Arbetsteknik och kostnadsjämförelser i samband med utbyte av material.

## 10. ERFARENHETSATERFÖRING

De flesta byggföretag som uppfört byggnader med platta på mark har råkat ut för fuktskador. Vanligen försöker då närmast ansvarig ingenjör att avhjälpa sin skada, ibland med framgång, ibland efter att succesivt ha provat olika åtgärder. Varje åtgärd brukar medföra betydande kostnader, såväl synliga som dolda.

Vid inträffad skada är oftast en konsult inkopplad som undersöker orsaken och ger förslag till åtgärd. Han är som regel bortkopplad när byggföretaget åtgärdar och ges sällan möjlighet att med mätningar följa upp resultatet. Det förekommer att man av konkurrensskäl vill hålla sina erfarenheter inom företagen. Det finns sammantaget ett stort erfarenhetsmaterial hos byggföretag och konsulter. Det finns behov av att erfarenheter av olika reparationsåtgärder sammanställs och offentliggörs.

Det finns behov av att följa upp och lära av de reparationer som lyckats väl. Fastighetsägaren vill oftast inte bli störd när han flyttat in efter att skadan åtgärdats. Ett förslag vore att Bostadsstyrelsen som villkor för reparationslån föreskriver att fastighetsägaren inte får vägra att på begäran av utsedd forskningsinstitution redovisa vilka reparationsåtgärder som vidtagits och hur de utfallit.

### 10.1 Forskningsbehov

- Dokumentation av skadeutredning och åtgärder samt utvärdering av resultat för ett antal åtgärdade skadefall.

## 11. FORSKNINGSPROGRAM

De under varje kapitelrubrik upptagna forskningsbehoven återges nedan.

### 1 DIAGNOSSCHEMA

A. Utveckling av ett schema för att komma fram till rätt orsak till fuktskadan.

### 2 DJUPDRÄNERING

A. Teoretisk utredning av grundvattenytans höjd och form vid dränering runt grunden eller med enstaka dräneringsbrunnar. Inverkan av jordens genomsläpplighet. Erforderlig tid för grundvattenytans sänkning och för sänkning av den kapillära stighöjden. Verifiering genom fältförsök.

B. Fördjupad geohydrologisk forskning om vattnets rörelse intill husgrunder.

### 3 TÄTINJEKTERING UNDER BETONGPLATTA

A. Undersökning av olika injekteringsmedels lämlighet för tätinjektering. Materialens inträngningsförmåga i sand och grus med olika fukthalt och deras funktion som kapillärbrytande skikt. Laboratorieexperiment.

B. Arbetsteknik vid tätinjektering.

### 4 HYDROFOBERING AV "KAPILLÄRBRYTANDE" SKIKT

A. Undersökning av olika hydrofoberande material med tanke på att bryta kapillärsugning. Långtidsbeständighet. Laboratieförsök.

B. Arbetsteknik vid hydrofobering.

C. Studium av kommersiella metoders funktion.

### 5 TÄTNING AV BEFINTLIG BETONGPLATTA

A. Tätningsmedel och olika sätt att täta betong från överytan eller genom injektering inuti betongen. Laboratieförsök och fältförsök.

### 6 FUKTSPÄRR

A. Utveckling av provningsmetoder för fuktspärrar som stryks på betongytan, inkl metod för beständighet.

- B. Studium av löslagda ångspärrar och golvmattor. Fogproblem.
  - C. Utprovning av metoder att isolera träsyllar från betongplattan, alternativt att byta ut dem.
7. BORTVENTILERING AV FUKT OVANFÖR BETONGPLATTAN
- A. Studium av olika metoder att ventilera övergolvskonstruktioner. Inventering av tänkbara metoder, teoretiska beräkningar och mätningar på utförda anläggningar.
8. UTTORKNINGSMETODER
- A. Olika metoder att torka ut en betongplatta genom värmeförsel utan att fukten återföres under avsvalningsperioden. Teoretiska beräkningar och verifiering genom fältförsök.
  - B. Uttorkning av betongplatta med elektroosmos. Litteraturstudier, laboratorieförsök och fältförsök.
  - C. Olika metoder att torka ut det kapillärbrytande skiktet. Inventering och fältförsök.
9. UTBYTE
- A. Arbetsteknik och kostnadsjämförelser i samband med utbyte av material.
10. ERFARENHETSÅTERFÖRING
- A. Dokumentation av skadeutredning och åtgärder samt utvärdering av resultat för ett antal åtgärdade skadefall.

### 11.1 Prioritering

Ovanstående forskningsprogram är i hög grad målinriktat med hänsyn till de omfattande skador som förekommer vid platta på mark. Det är därför svårt att prioritera ytterligare. Det har emellertid bedömts att följande forskningsuppgifter är särskilt angelägna.

- 2 A Djupdränering
- 6 C Metoder att isolera eller byta träsyllar
- 7 A Ventilation av övergolvskonstruktioner
- 6 A Provningsmetoder för fuktspärrar som stryks på betong
- 1 A Diagnosschema
- 10 A Dokumentation av resultat av reparationsåtgärder



## LITTERATURFÖRTECKNING

I följande litteraturförteckning har skrifterna i viss utsträckning grupperats under rubriker som ansluter till kapitelindelningen. Ett stort antal skrifter är av grundläggande karaktär och täcker ett brett område. De har då samlats först under rubriken Allmänt.

Allmänt

Nevander, Elmarsson: "Fukthandbok". Svensk Byggtjänst, Stockholm 1981. 331 sid.

Lars-Olof Nilsson: "Utformning av fuktskydd vid golv på mark. Nuvarande kunskaper och exempel på lösningar - sammanfattning och kommentarer". Statens råd för byggnadsforskning, Rapport R90:1983, 117 sid.

Lars-Olof Nilsson: "Fuktproblem vid betonggolv". Avd f. Byggnadsmateriallära, LTH, 1977. 188 sid.

Lars-Olof Nilsson: "Fuktmätning". Avd f. Byggnadsmateriallära, LTH, Lund 1979. 75 sid.

Lars-Olof Nilsson m fl: "Skadeinventering & fältmätningar". Avd f. Byggnadsmateriallära, LTH, Lund 1979. 64 sid.

Lars-Olof Nilsson: "Fukt i betongkonstruktioner, orsaker och åtgärder". Teknisk infoserie 16, Cementa 1978. 11 sid.

Göran Fagerlund: "Golv på mark utan fuktskador". Handling nr 32 från BPA-Riksbyggen, Stockholm 1980. 380 sid.

"Fukt. Hur man undviker fuktskador i källare, golv på mark, kryprum". Kurskompendium. Bygg-Info. 1979. 110 sid.

Bengt Axén - Arne Hyppel - Svante Moquist: "Mögelproblem i byggnadskonstruktioner". Väg- och vattenbyggaren nr 10, 1980, sid 33-34.

Ingemar Samuelson: "Mögelluktande hus. Redovisning av skadefall". Statens Provningsanstalt. Teknisk Rapport SP - RAPP 1981: 37. Borås 1981. 81 sid.

"Fältundersökningar. Fukt i byggnader". Statens Institut för Byggnadsforskning. Meddelande M82:7. Pärm med 11 häften.

Lars-Erik Granholm - Jan Erik Johansson: "Fuktproblem i samband med betongplattor". CTH, inst.f Byggnadsteknik, 74:9. Examensarbete 1974. 110 sid.

Jonas Bredåker - Christer Lundblad: "Fukt och mögelproblem vid grundläggning med platta på mark". Examensarbete, LTH, avd f. Byggnadsmateriallära, Lund 1980. 76 sid.

"Mögelproblem i byggnader". Seminarium februari 1982. Rapport G 17:1982. Statens råd för byggnadsforskning. Stockholm 1982. 67 sid.

"Röta. Orsaker, Förebyggande åtgärder, Sanering". Svenska Träskyddsinstitutet, Information 1982:1, Stockholm 1982. 16 sid.

Louis Harmsen: "Traenedbrydende svampe i gavntrae". Foreningen til Svampekundskabens fremme, Box 121, DK-2750 Ballerup, Danmark. 58 sid.

Johan Lidvall: "Kontroll och besiktning av småhus". Byggnadsnäringsrådet, Rapport R 135:1981. Stockholm 1981. 153 sid.

Sven Heurgren, Johan Lidvall: "Småhus, brister & tvister". Konsumentverket Byrå 2, 1977:2-02. 171 sid.

Tidskriften Byggmästaren nr 3, 1983. Temanummer om fuktskador och mögel.

### Dränering

Lyman Cadling: "Dränering av byggnader". Handling nr 16 från Svenska Riksbyggen - BPA Byggproduktion AB. Stockholm 1970. 71 sid.

"Dränering av bebyggelse". Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Rapport 2/1982. Stockholm okt 1982. 42 sid.

Åke Holmberg: "Rörkapillarimetern". Väg- och vattenbyggaren nr 9, 1980, sid 57.

Lyman Cadling - Sten Kroon: "Kapillär stigning i makadam, singel och krossad singel". Utvecklingsrapport 10/81. Riksbyggen, Stockholm 1981. 40 sid.

Göran Sandqvist - Lars-Olof Hartzén: "Åtgärdande av fuktskador i betonggolv på mark genom dränering och torkning under plattan". Förstudie. Rapport över forskningsanslag 810529-6 från Statens råd för byggnadsforskning till VIÅK AB Malmökontoret. Malmö 1980. 18 sid.

### Tätinjektering under betongplatta

Betonghandbok Arbetsutförande, Stockholm 1982, sid 622.

Handboken BYGG, 516:711, Stockholm 1966.

### Hydrofobering av "kapillärbrytande" skikt

Lars-Olof Nilsson: "Kontroll av behandlingsmetod för kapillärsugande lättklinkerbäddar.

1. Kontrollmätning aug 1980 före behandling.
  2. Kontrollmätning dec 1980 efter behandling.
  3. Kontrollmätning juli 1981, ett halvår efter behandling.
- Provningsrapport. Uppdragsgivare: Ultranova AB, Malmö.  
LTH, avd f. Byggnadsmateriallära. Lund 1981.

Leif Berntsson: "Polymermodifierade lättballastbruk och lättballastbetongtyper för reparation och ombyggnad". Avd f. Byggnadsmateriallära, CTH. Göteborg 1982. 58 sid.

Leif Nilsson: "Siliconat - Silikonharz - Silan - Siloxan". Tidskriften Byggnadskonst 7-8/80, sid 29-30.

### Tätning av befintlig betongplatta

Elektro Injektion. Broschyr från Värmeförbättringar i Göteborg AB, 1981. 4 sid.

Broschyrmaterial och tidningsartiklar över Balvak-metoden. Balfour Beatty Power Construction Ltd., Liverpool, England.

### Bortventilering av fukt ovanför betongplattan

AVS-metoden. Broschyr från AVS-konsult, Box 2016, 700 02 Örebro.

### Uttorkningsmetoder

Lars-Olof Nilsson m fl: "Byggtorkning". Avd f. Byggnadsmateriallära, LTH, Lund 1979. 60 sid.

















**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
820130-4 från Statens råd för byggnadsforskning till  
Armerad Betong Vägförbättringar AB, Tekniska  
Kontoret, Malmö.**

**Art.nr: 6704011**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

**Z. Konstruktioner och  
material**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
Box 7853  
103 99 Stockholm**

**R11:1984**

**ISBN 91-540-4072-8**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Cirkapris 30 kr exkl moms**