



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

R94:1990

**Fuktproblem i en byggnad
med flytande golv**

Fältmätningar och åtgärdsförslag

Lars-Erik Harderup

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135499

Byggforskningsrådet

R94:1990

FUKTPROBLEM I EN BYGGNAD MED FLYTANDE GOLV

Fältmätningar och åtgärdsförslag

Lars-Erik Harderup

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870653-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Lunds tekniska
högskola, Lund.

REFERAT

Mätningar har genomförts i ett fuktskadat småhus i Skåne under två år. Syftet var att erhålla mätdata under en lång tidsperiod i en byggnad med väl dokumenterade fukt- och luktproblem samt att undersöka några reparationsmetoder.

Den undersökta fastigheten uppfördes 1973 med platta på mark och flytande golv. På grund av fuktproblemen löstes fastigheten in av ett försäkringsbolag 1980. Under perioden 1980-1983 genomfördes flera undersökningar i det obebodda huset.

Sommaren 1985 inleddes den två år långa försöksverksamhet som beskrivs i rapporten. Den relativa ånghalten och temperaturen i betonggolvet varierar med årstiden med lägst värde under vinterhalvåret. Fuktkvoten i syllarna varierar något med årstiden. Markvattennivåerna intill och under byggnaden påverkas endast av enstaka skyfall och kraftig snösmältning.

Epoxiinjektering utförd från insidan gav ytterväggssyllarna ett tillfredsställande skydd mot underifrån kommande fukt.

I slutet av rapporten diskuteras de åtgärder som är möjliga att använda i den aktuella fastigheten och vilka som anses lämpliga för att eliminera fukt- och luktproblemen.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R94:1990

ISBN 91-540-5272-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	6
1 INLEDNING	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Mål, metodik och avgränsningar	8
2 KONSTRUKTIONENS UTFORMNING	9
3 UNDERSÖKNINGAR I FASTIGHETEN 1978-87	11
3.1 Uppdrag 1978	11
3.2 Examensarbete 1980	12
3.3 Riksbyggen 1980-83	15
3.4 Fuktgruppen 1985-87	16
4 FUKTSTATUS FÖRE ÅTGÄRDER	18
4.1 Syllar	18
4.2 Betonggolvet	21
4.3 Dränering och undergrund	23
5 ÅTGÄRDER OCH RESULTAT	26
5.1 Vattenståndsror	26
5.2 Luftbefuktare	30
5.3 Utomhus- och inomhusklimat	31
5.4 Läckage från befuktare	33
5.5 Betonggolvet	35
5.6 Syllar	40
5.6.1 Gravimetrisk bestämning av syllarnas fuktstatus	40
5.6.2 Resistansmätning för bestämning av syllarnas fuktkvot	43
5.7 Epoxiinjektering	46
5.8 Silikonbehandling av kalksandstensmur	51
5.9 Mögelförekomst	52
6 SLUTSATSER	54
7 REKOMMENDATIONER	56
7.1 Möjliga åtgärder	56
7.1.1 Nytt eller förbättrat dräneringssystem	56
7.1.2 Ventilation under betongplattan	57
7.1.3 Impregnering av betongplattan	57
7.1.4 Fuktspärr på betongytan	57
7.1.5 Ventilation över betongplattan	58
7.1.6 Undertryck	59
7.1.7 Ökad ventilation inomhus	59
7.1.8 Fuktskydd under befintliga syllar	60
7.1.9 Utbyte av syllar	60
7.1.10 Utbyte av träregelvägg	61
7.1.11 Luktsanering	61

7.1.12 Kemisk sanering	61
7.2 Lämpliga åtgärder	61
BILAGA 1 Mykologisk analys 1978	63
BILAGA 2 Mykologisk analys 1980	64
BILAGA 3 Markvattennivåer 1981-82	67
BILAGA 4 Fuktkvoter i syllar före och efter mätperioden 1985-87	71
BILAGA 5 Mykologisk analys 1985	73
BILAGA 6 Fukttillstånd i golvkonstruktionen 1985	76
BILAGA 7 Fukttillstånd i golvkonstruktionen 1980	77
BILAGA 8 Markvattennivåer 1985-87	78
BILAGA 9 Fukttillstånd i sovrummets betonggolv, 861204	79
BILAGA 10 Fukttillstånd i golvkonstruktionen 1987	80
BILAGA 11 Fuktkvot och temperatur i syllar 1985-87	81
BILAGA 12 Mykologisk analys 1987	86
LITTERATUR	87

FÖRORD

Föreliggande rapport har utarbetats vid Lunds Tekniska Högskola, avdelningen för Byggnadsfysik. Arbetet har utförts som ett samarbetsprojekt mellan Fuktgruppen¹ i Lund och NCC (ABV) i Malmö. Uppläggnig av projektet, mätningar samt utvärdering av genomförda mätningar har huvudsakligen skett genom Fuktgruppens försorg. Kostnader för drift och underhåll av fastigheten har betalats av NCC i Malmö. NCC har även tillhandahållit arbetskraft vid genomförandet av vissa arbetsmoment i fastigheten. Under hela försöksperioden har försäkringsbolaget Folksam i Malmö varit ägare till fastigheten.

Professor emeritus Lars Erik Nevander, LTH, professor Lars-Olof Nilsson, CTH, samt civilingenjör Ulf Bergström hjälpte till att starta projektet. Lars Ohlsson vid avdelningen för Byggnadsfysik utförde huvuddelen av rutinmätningarna i bostaden. Ohlsson deltog även i arbetet med instrumentering och demontering av försöksutrustning samt höll ett vakande öga över fastigheten under försöksperioden. Ingemar Sandgren vid NCC (ABV) har genom sitt engagemang och sin villighet att samarbeta och diskutera projektet bidragit till att arbetet kunde fullföljas. Ingvar Månsson vid Folksam i Malmö har tålmodigt följt arbetet och gett oss fria händer att genomföra erforderliga mätningar och undersökningar. Lilian Johansson vid avdelningen för Byggnadsfysik har renritat samtliga figurer. Professor Arne Elmroth, LTH, docent Per-Ingvar Sandberg, Statens Provningsanstalt och LTH, samt ingenjör Ingemar Sandgren, NCC, har läst manuskriptet och lämnat värdefulla råd och förslag till förbättringar av rapportens uppläggnig och innehåll.

Till dessa och alla andra som på ett eller annat sätt hjälpt till under projektets gång riktas ett varmt tack.

Lund i maj 1990

Lars-Erik Harderup

¹Fuktgruppen i Lund bildades 1981 för att intensifiera fuktforskningen vid LTH. I Fuktgruppen ingår forskare från de tre avdelningarna Byggnadsfysik, Byggnadskonstruktionslära och Byggnadsmaterial. Fuktgruppens målsättning är att bedriva forskning kring fukt i byggnader och därmed sammanhängande problem. Forskningen skall vara både grundläggande och tillämpad. Hittills har gruppen finansierats av Statens råd för byggnadsforskning.

SAMMANFATTNING

Försäkringsbolaget Folksam löste 1980 in en fastighet med platta på mark och flytande golv, uppfört 1973. Orsaken var de fukt- och mögelproblem som uppmärksammats i fastigheten sedan två år. Från 1978 och fram till och med 1983 genomfördes undersökningar i fastigheten av LTH men huvudsakligen av Riksbyggen för att klargöra skadeorsaken/orsakerna samt även för rena försöksändamål. När Riksbyggen avslutade sina försök 1983 demonterades golvspånskivor och cellplastisolering så att betonggolv, mellanväggssyllar och ytterväggssyllarnas insidor blev fritt exponerade mot inneluften. I mitten av 1985, då det här beskrivna projektet startade, hade följaktligen betonggolv och syllar haft goda uttorkningsmöjligheter, under cirka två års tid.

När mätningarna påbörjades återställdes det flytande golvet. Vid återställandet förstärktes fuktskyddet i golvkonstruktionen med plastfolie under och över värmeisoleringen. Under två år studerades fukttillståndet i syllar, betonggolv och inomhusluft. Dessutom genomfördes regelbundna mätningar av markvattenytans läge intill dräneringsledningar och under byggnaden. Information om utomhusklimatet erhöles från SMHI:s klimatstation vid Sturups flygplats. Prover för mykologisk analys skickades till Göteborgs Universitet i början och slutet av mätperioden. Mykologisk provtagning genomfördes även 1978 och 1980.

Målsättningen med mätningarna var att erhålla mätdata under en lång tidsperiod, i en byggnad med dokumenterade fukt- och mögelproblem. Långtidsmätningar ger värdefull information om vilka fukt- och temperaturtillstånd som existerar i en byggnad, samt hur dessa varierar med årstiden och mellan olika år. Under den tvååriga försöksperioden kunde det förväntade uppfuktningsförloppet i den återställda grundkonstruktionen studeras. I fastigheten kontrollerades även effekten av epoxiinjektering mellan ytterväggssyllar och betongplatta. Vid besiktning av fastigheten framkom även misstankar om att lokala regngensomslag förekom genom fasadmuren av kalksandsten, varför en del av fasadytorna behandlades med silikonlösning.

Mätningarna i betonggolvet visar att betongen, förutom ytskiktet, var mycket fuktig redan då försöken påbörjades. Detta beror framför allt på det allt för finkorniga material som finns under betongplattan. Den relativa ånghalten i betonggolvet varierar ganska mycket under perioden, med lägst värden under vinterhalvåret. Variationerna är speciellt märkbara i närheten av kantförstyvningen vilket visar att avståndet till ytterväggen inverkar på variationernas storlek.

De fyra mykologiska undersökningar som genomförts på syllarna från 1978 till 1987 visar kontinuerligt avtagande biologisk aktivitet. Detta tyder på att syllarna var mycket fuktiga då de byggdes in. Resultaten visar också att det tar mycket lång tid att torka ut byggfukten ur syllar vid olämplig utformning av anslutningen mellan golv och bärande väggar. Det bör också nämnas att fuktkvoten i syllarna varierar med årstiden. Det finns även betydande skillnader i syllarnas fuktkvot i olika delar av byggnaden vid en given tidpunkt. Under den två år långa mätperioden ökade inte syllarnas fuktkvot i nämnvärd omfattning, vilket betyder att fukttillskottet från den underliggande betongen sannolikt är litet.

Den epoxiinjektering som utfördes från insidan under vissa delar av ytterväggssyllarna för att skydda mot underifrån kommande fukt fungerade bra. Detta visade sig speciellt efter att vissa delar av golvet drabbats av ett läckage. De syllar som skyddades av epoxi bibehöll i stort sett den tidigare fuktkvoten medan intilliggande obehandlade syllar uppfuktades kraftigt efter läckaget.

Utvändig silikonbehandling av fasadmuren av kalksandsten förlängde tiden till vattengenomslag genom fasadmuren, vid särskild provning. Detta kan i vissa situationer minska fuktbelastningen

mot ytterväggssyllarna.

Jämförande studier mellan "grundvattennivåer" i observationsrören och SMHI:s nederbördsstatistik visar att markvattenytan stiger i samband med enstaka skyfall och vid kraftig snösmältning. Den högsta noterade vattennivån ligger dock cirka 0.4 m lägre än dräneringsrörens underkant vilket betyder att vattnet aldrig varit i direkt kontakt med betongplattans kantförstyvningar vid något mättillfälle. Ingenting tyder på att de tillfälliga höjningarna av markvattenytans läge påverkat fuktillståndet i den ovanföriggande betongplattan.

Dålig lukt noterades i bostadens bottenvåning under hela mätperioden.

För att eliminera fukt- och luktp Problemen i bostaden måste byggnadstekniska åtgärder genomföras för att minska fuktbelastningen mot grunden och de bärande syllarna. Om det luktar obehagligt i huset även efter att de byggnadstekniska åtgärderna genomförts måste dessa kompletteras med en luktsanering av bostadsutrymmet. I kapitel 7 diskuteras en del av de åtgärdsmetoder som för närvarande förekommer på den svenska marknaden. Mätresultat, analyser samt användningsområde och begränsningar för de olika saneringsmetoderna har slutligen sammanställts till ett åtgärdsförslag för den undersökta fastigheten. I korthet rekommenderas att ytterväggssyllarna byts ut och att betongplattan förses med en luftspaltbildande fuktspärr som eventuellt ventileras mekaniskt.

1 INLEDNING

Inom Fuktgruppen i Lund bedrivs ett forskningsprojekt med titeln "Reparationsmetoder för golv på mark". Inom projektets ram ingår bland annat att via fältmätningar undersöka och följa upp olika typer och varianter av metoder att minska fuktillförseln till känsliga konstruktionsdelar av grunden och/eller metoder att minska olägenheterna av sådana fuktkällor. Det är också intressant att studera hur en dokumenterad fukt känslig grundkonstruktion, och dess vägganslutningar, beter sig då den återställs i något så när ursprungligt skick, efter att grundkonstruktion och syllar haft goda uttorkningsmöjligheter under lång tid. Genom att mäta regelbundet under långa tidsperioder kan man även få information om naturliga variationer och nivåer, som kan uppträda i framför allt temperatur, relativ ånghalt och fuktkvot i en grundkonstruktion.

1.1 Bakgrund

Avdelningen för Byggnadsmaterial(lära) vid LTH fick hösten 1978 i uppdrag av den dåvarande fastighetsägaren att försöka klargöra orsaken till förekomst av dålig lukt i ett enfamiljshus, beläget väster om Ystad. De fukt- och mögelproblem som dokumenterades ledde till att försäkringsbolaget Folksam löste in huset 1980.

Från december 1980 fram till och med mars 1983 disponerades huset av Riksbyggen som bland annat undersökte funktionen av olika fuktspärrar på betongytan under ett flytande golv.

I slutet av 1984 erbjöds Fuktgruppen i Lund att tillsammans med NCC (ABV) i Malmö disponera fastigheten för försöksändamål. Kontroll av byggnadens fukt- och mögelstatus, innan åtgärder, genomfördes i juni 1985. Efter rengöring av betongytan applicerades en 0.2 mm polyetenfolie på betonggolvet varefter cellplastisoleringen i det flytande golvet kompletterades och återställdes. Därefter genomfördes regelbundna mätningar, i grundkonstruktionen och anslutande byggnadsdelar, från och med juli 1985 till och med juni 1987.

1.2 Mål, metodik och avgränsningar

Syftet med mätningarna var att erhålla mätdata under en lång tidsperiod, i en byggnad med dokumenterade fukt- och mögelproblem och därmed sammanhängande luktproblem. Långtidsmätningar ger värdefull information om vilka fukt- och temperaturtillstånd som existerar i en byggnad samt hur dessa varierar med årstiden och mellan olika år. Dessutom kunde det förväntade uppfukningsförloppet för den återställda grundkonstruktionen studeras, liksom effekten av epoxiinjektering under syllar.

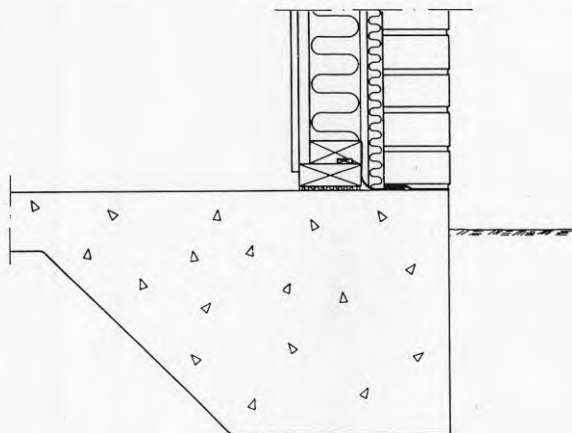
I möjligaste mån har flera olika kompletterande metoder använts vid mätningarna för att i största möjliga utsträckning utesluta felaktiga mätresultat.

Mätningar och undersökningar har begränsats till de fuktkällor som kan påverka betongplattan och de anslutande ytter- och innerväggssyllarna. Rapporten innehåller i stort sett enbart mätresultat samt slutsatser och rekommendationer från mätningarna i den aktuella fastigheten.

I kapitel 7 behandlas de åtgärder som kan vidtagas i den undersökta fastigheten för att eliminera fuktproblemen. Detta kapitel har utformats så att det kan läsas relativt oberoende av övriga delar av rapporten.

2 KONSTRUKTIONENS UTFORMNING

Den undersökta byggnaden är ett vanligt $1\frac{1}{2}$ -planshus, byggt 1973. Grundkonstruktionen är utförd som platta på mark, där hela plattan, inklusive kantförstyvningar är utförda i betong. Under plattan finns ett sandskikt som skall fungera som dränerande och kapillärbrytande material. Runt hela betongplattan finns dräneringsrör av tegel.



Figur 2.1. Grundkonstruktion med anslutning yttervägg-betongplatta.

Ytterväggssyllarna består av tryckimpregnerat trä. Mellan betongplattan och syllens undersida finns en oskyddad mineralullsremsa. På ytterväggssyllarna finns prefabricerade väggelement monterade med invändig ångspärr. Utanför väggelementen finns asfaboard, 30 mm mineralull samt en fasadmur av kalksandsten. Mellan asfaboard och ytterväggssyll finns en plastfolie som dragits upp cirka 100 mm på träsyllarnas utsida. Den vattenavledande plastfolien avslutas några centimeter in under skalmuren där den överlappas av ytterligare en plastfolie med samma bredd som fasadmuren.

De bärande mellanväggarna står direkt mot betongplattan.

Den ursprungliga övergolvkonstruktionen var utförd som flytande golv med cellplastisolering direkt på plattan och golvspånskivor ovanpå cellplasten. I badrum och grovkök är det flytande golvet utbytt mot en värmeisolerad överbetong som gjutits mot gipsskivorna på väggarna.

I den aktuella byggnaden finns en del tveksamt utformade konstruktionslösningar.

- Den undre ytterväggssyllen har ångtäta material på såväl insidan som utsidan vilket försvårar uttorkningen både av byggfukt och fukt från betongplattan som kan tillföras syllens underkant i ångfas genom mineralullsremsan som inte utgör en ångspärr.
- Det flytande golvet saknar ångspärr som skydd mot markfukt. Cellplast är dock ett relativt ångtätt material varför detta inte borde ge fuktproblem, under förutsättning att skarvarna mellan isoleringsskivorna är täta. Betongytan måste dock vara noggrannt rengjord för att förhindra mögelväxt och dålig lukt.

Andra fuktkällor som kan tänkas påverka fukttillståndet i syllar och anslutande delar är regn-
genomslag genom fasadmuren av kalksandsten, läckage från vattenrör som placerats på betong-
ytan under cellplastisoleringen, byggfukt samt kapillärsugning från marken på grund av felaktigt
utförande och/eller felaktigt material till dräneringssystemet under och omkring betongplattan.
Även fukttillskottet till inomhusluften måste beaktas.

3 UNDERSÖKNINGAR I FASTIGHETEN 1978-87

Under den senaste tioårsperioden har ett flertal undersökningar och mätningar genomförts i fastigheten av olika anledningar.

3.1 Uppdrag 1978

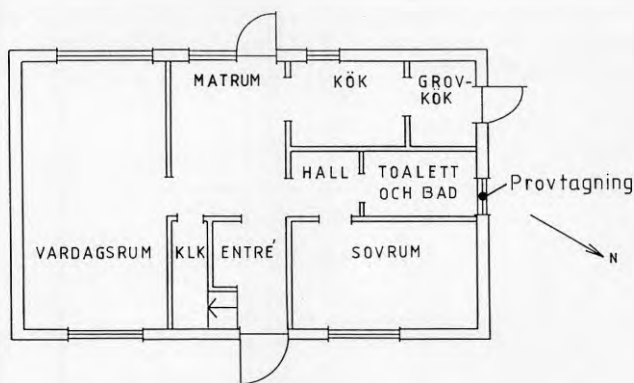
Avdelningen för Byggnadsmaterial vid LTH fick hösten 1978 i uppdrag av den dåvarande fastighetsägaren att försöka klargöra orsakerna till förekomst av dålig lukt i bostaden.

Utredningen genomfördes genom att vid en besiktning granska olika konstruktionsdelars utformning samt mäta fukttinnehåll och ta ut prov på de delar som bedömdes vara tveksamt utförda.

Vid denna och även vid efterföljande undersökningar befanns konstruktionen vara utförd enligt figur 2.1.

I samband med undersökningen 1978 kontrollerades fuktkvoten i några syllar med träfuktmätare. Mätningarna skedde i grovkök och vardagsrum genom hål i ytterväggarnas gipsskivor, som fastighetsägaren tidigare tagit upp. I dessa punkter gick det endast att mäta i övre syll samt i undre syllens övre del.

Då syllarna kan ha torkat något i de redan upptagna hålen genomfördes ytterligare en mätning. Mitt på gaveln mot nordost, under badrumsfönstret enligt figur 3.1, tog man bort en kalksandsten och bakomliggande isolering, varvid den undre syllens blottades.



Figur 3.1. Planskiss.

Prov från den undre syllens togs med till laboratorium för bestämning av den relativa ånghalten (ϕ), som fastställdes till 95 %.

Mykologisk analys från den undre syllens utsida visade att provets yttersidor var rikligt bevuxna med olika slags svamporganismer mm enligt bilaga 1.

Fuktmätning med träfuktmätaren genom den yttre plastfolien resulterade i de mätvärden som redovisas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Fuktkvoter i ytterväggssyll vid nordvästra gaveln.

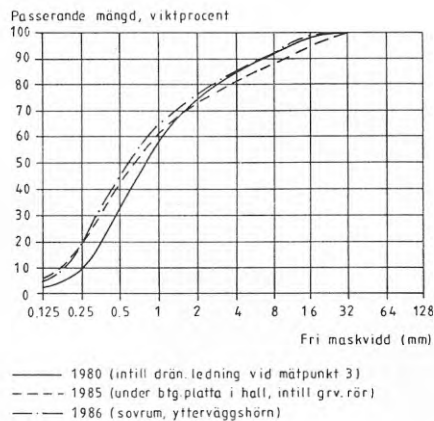
Mätpunkt:	Fuktkvot (%)
Gavel mot nordväst	
övre syll undre del	17
undre syll övre del	22
undre syll undre del	27

3.2 Examensarbete 1980

Vid avdelningen för Byggnadsmaterial vid LTH genomfördes 1980 ett examensarbete som behandlade fukt- och mögelproblem vid grundläggning med platta på mark. Ett av de undersökta husen var den aktuella byggnaden väster om Ystad.

Beträffande materialet under och intill byggnaden konstaterades följande vid undersökningarna av fastigheten:

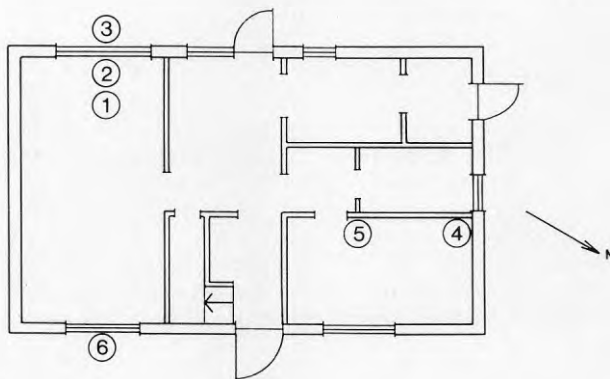
- Undergrunden består av moränlera.
- Under betongplattan och omkring dräneringsledningen finns ett sandmaterial. Siktning av materialet visade att det inte uppfyllde de krav på dränerande och kapillärbrytande material som fanns i SBN då byggnaden uppfördes. Enligt SBN fick högst 5 % av materialet passera maskvidden 2.0 mm. Siktkurva från denna provtagning samt resultat från ytterligare två provtagningar, som genomförts 1985 respektive 1986 visas i figur 3.2. Mer än 70 % passerar 2 mm!



Figur 3.2. Siktkurvor.

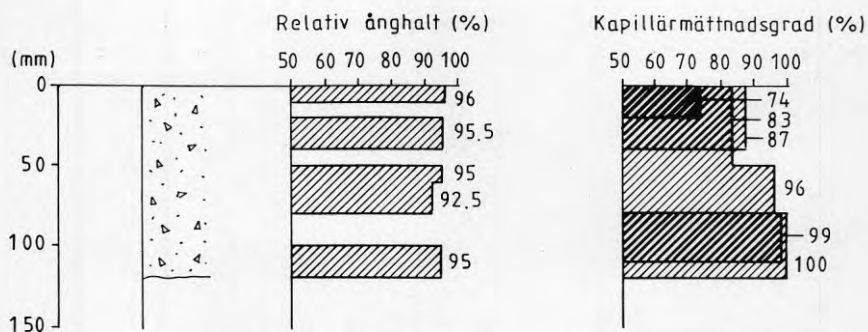
Provtagningsplatsernas läge framgår av figur 3.3, mätplats 3, samt figur 5.2, mätplatserna 5 och 6.

Provtagning i betongplattan för bestämning av relativ ånghalt, fuktkvot, kapillär mättnadsgrad och temperaturfördelning genom golvkonstruktionen, skedde i punkterna 1 och 5 enligt figur 3.3.

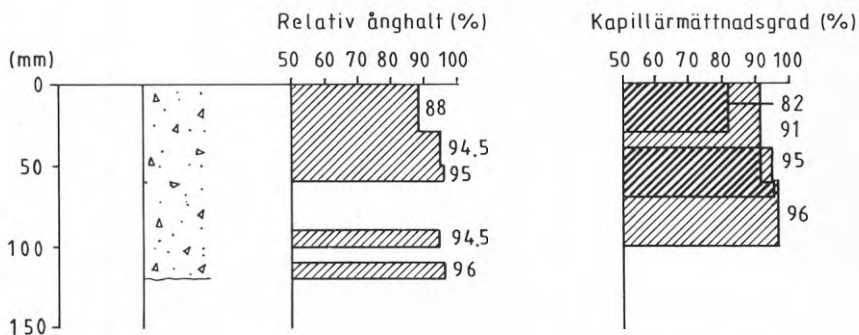


Figur 3.3. Provtagningsställe.

Från figur 3.4 framgår att betongplattan var fuktig rakt igenom. Ovankant av betongplattan var dock fuktigare i punkt 1 än i punkt 5. Kapillärmättnadsgraden visar att fukten, som väntat, kommer underifrån.



Figur 3.4a. Relativ ånghalt (%) och kapillär mättnadsgrad (%) i betongplattan, provställe 1. (Bredåker & Lundblad, 1980).



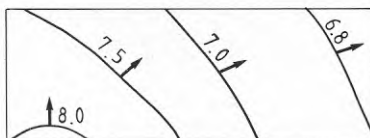
Figur 3.4b. Relativ ånghalt (%) och kapillär mättnadsgrad (%) i betongplattan, provställe 5. (Bredåker & Lundblad, 1980).

Vid undersökningen 1980 kontrollerades även fuktillståndet i syllarna. Ytterväggssyllarna kontrollerades utifrån vid punkterna 3 och 6, samt inifrån vid punkterna 2 och 4 enligt figur 3.3. Resultaten som redovisas i tabell 3.2 visar att syllen var fuktigast vid punkt 3, dvs i den sydvästra fasaden.

Tabell 3.2. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i ytterväggssyllar. (Bredåker & Lundblad, 1980)

Provställe	Provbit	Fuktkvot, FK (%)	Relativ ånghalt, ϕ (%)
2 och 3	undersyll (inifrån)	18	74
	undersyll (utifrån)	23	92
4	översyll (inifrån)	13	57
6	undersyll (utifrån)	17	78
	översyll (utifrån)	15	71

Förnyad provtagning vid punkt 3 och förfinad analys av de nya resultaten, för bestämning av ånghaltsfördelningen i syllen vid den aktuella tidpunkten, visade att ånghalten var högst i underkant av den undre syllens insida och att ånghalten avtog snett utåt mot utsidans övre del, enligt figur 3.5.



Figur 3.5. Ånghaltsfördelning (g/m^3) i ytterväggssyll.

Fuktkvot och relativ ånghalt kontrollerades i innerväggssyllen vid punkterna 4 och 5. Resultaten visas i tabell 3.3.

Tabell 3.3. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i mellanväggssyllar.
(Bredåker & Lundblad, 1980)

Provställe	Provbit	Fuktkvot, FK (%)	Relativ ånghalt, ϕ (%)
4	undersyll	13	-
	översyll	12	-
5	undersyll	13	42
	översyll	10	-

Resultaten från de mykologiska undersökningarna i ytter- och mellanväggssyllarna visar att biologisk aktivitet i form av mögelsvampar förekommer vid praktiskt taget alla provtagningsställen, se bilaga 2.

Med ledning av de erhållna resultaten kan man dra följande slutsatser från denna del av examensarbetet.

- Förutsättningar för mögel föreligger, dvs den relativa ånghalten (ϕ) överstiger 75-80 % vilket motsvarar cirka 20 % fuktkvot. Detta gäller i synnerhet vid punkt 3.
- Mögelförekomst även på torrare delar av syllen tyder på att konstruktionen tidigare varit fuktigare än vad som kunde konstateras vid provtagningsstillfället.
- Fukttillförseln till ytterväggssylen kommer snett underifrån, åtminstone vid mättillfället.

De faktorer som kan ha orsakat den ogynnsamma uppfuktningen är, som tidigare nämnts, felaktigt placerade och utelämnade ångspärrar runt syllen, regngennomslag, läckage från vattenrör, kapillärsugning från marken, högt fukttillskott eller byggfukt.

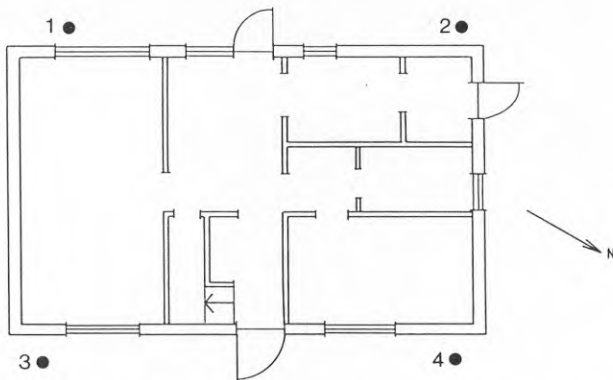
3.3 Riksbyggen 1980-83

Under perioden december 1980 till och med mars 1983 disponerades fastigheten av Riksbyggen. Vid en inspektion som utfördes av Riksbyggen i december 1980 konstaterades att en "instängd, unken lukt" förekom i hela bottenvåningen. Lukten var lokaliserad till golvmaterialet, dvs i spånskivorna och cellplastisoleringen. Synlig mögelförekomst fanns slumpvis fördelade i skarvarna mellan isoleringsskivorna.

Efter den inledande mykologiska provtagningen täcktes olika delar av betonggolvet med tre olika typer av fuktskydd. I samband med utläggningen av fuktspärrarna monterades även givare för registrering av relativa ånghalter (ϕ) och temperaturer under och omedelbart över fuktskydden. Därefter återställdes golvet med cellplastskivor och golvspånskivor.

Från och med vecka 33 1981 till och med vecka 18 1982 kontrollerades relativa ånghalter och temperaturer på olika platser i golvkonstruktionen. Under samma period kontrollerades även markvattennivån i fyra punkter intill husgrunden. Placeringen av dessa punkter framgår av figur 3.6.

Resultaten från markvattenobservationerna visas i bilaga 3. Den högsta noterade vattennivån intill dräneringsledningarna låg cirka en halv meter under kantförstyvningarnas undersida. I kapitel 5 kommenteras resultaten noggrannare, bland annat redovisas en jämförelse med de markvattennivåer som registrerades under perioden 1985-87.



Figur 3.6. Rör för kontroll av markvattennivån intill dräneringsrören.
Vecka 33 1981 - vecka 18 1982.

Då Riksbyggen avslutade sina försök 1983 togs cellplastisolering samt de testade fuktspärrarna bort varvid betongytan frilades. I matrummet och köket noterades därvid fritt vatten på betongytan. Även vid försöksperiodens slut fanns mykologisk aktivitet i golvkonstruktionen, dock inte i samma omfattning som vid undersökningens början.

Kontroll av inomhusluften visade att antalet isolerade luftburna mögelsvampsporer var lågt, såväl vid undersökningens början som vid dess slut.

Utförligare information om dessa mätningar kan erhållas från Riksbyggen i Stockholm.

3.4 Fuktgruppen 1985-87

I slutet av 1984 erbjöds Fuktgruppen i Lund att tillsammans med ABV i Malmö disponera fastigheten för försöksändamål. Regelbundet återkommande mätningar genomfördes i fastigheten från mitten av 1985 och två år framåt.

Målsättningen med mätningarna var att erhålla mätdata under en lång tidsperiod, i en byggnad med dokumenterade fukt- och mögelproblem. Långtidsmätningar ger värdefull information om vilka fukt- och temperaturtillstånd som existerar i en byggnad, samt hur dessa varierar med årstiden och mellan olika år.

När Riksbyggen avslutade sin försöksverksamhet i bostaden, i mars 1983, återställdes inte golvkonstruktionen. Betongplatta och syllar hade därför goda uttorkningsmöjligheter fram till och med juni 1985, då betongytan försågs med en plastfolie, varefter golvkonstruktionen återställdes i ursprungligt skick. Under den tvååriga försöksperioden som följde kunde därför även det förväntade uppfuktningförloppet i den återställda grundkonstruktionen studeras. I fastigheten kontrollerades även effekten av epoxiinjektering mellan ytterväggssyllar och betongplatta. Vid besiktning av fastigheten framkom även misstankar om att regngennomslag förekom genom fasadmuren av kalksandsten, varför en del av fasadytorna behandlades med silikonlösning.

När mätningarna inleddes hade huset varit obebott sedan 1980. För att simulera det fuktillskott som normalt förekommer i en bostad installerades en befuktare i bostaden. På grund av ett ofrivilligt läckage från befuktaren måste en del av betonggolvet friläggas, och betongen torkas,

innan plastfolien och det flytande golvet kunde återställas. Läckaget och den efterföljande uttorkningen gav dock intressanta resultat angående effekterna av vanliga uttorkningsåtgärder efter vattenskador.

Mätningar av markvattenytans läge intill dräneringsrören samt under byggnaden utfördes vid varje besök i fastigheten, dvs cirka en gång per månad. Tillsammans med klimatdata från SMHI går det att studera hur nederbörd och utomhustemperatur påverkar markvattenytans läge. Fukttillståndet i betongplattan kan också jämföras med fluktuationer i markvattenytan intill och under byggnaden vid olika årstider.

I fastigheten genomfördes även försök att förbättra den praktiska mättekniken samt att minska de felkällor som förekommer i samband med fältmätningar i betonggolvet och träsyllar. Resultaten från dessa försök redovisas dock inte i denna rapport.

Mätningar och undersökningar som genomförts i fastigheten har begränsats till fuktkällor som kan påverka betongplattan och de anslutande ytter- och innerväggssyllarna.

Utförda mätningar, resultaten från dessa, samt jämförelser med tidigare erhållna mätresultat diskuteras ingående i kapitel 4 och 5.

4 FUKTSTATUS FÖRE ÅTGÄRDER

Vid ett första besök i huset våren 1985 kunde, som tidigare nämnts, konstateras att cellplast-isolering, golvspånskivor samt rester av de olika fuktspärrar som testats av Riksbyggen 1980-83, fanns staplade längs väggarna. Betonggolvet och syllarna var med andra ord frilagda och hade därmed haft goda uttorkningsmöjligheter i över två år. Det bör dock påpekas att vissa delar av betonggolvet haft ett visst fuktskydd, till exempel delar av vardagsrummet, på grund av att fuktspärren som i det här fallet var en så kallad Platonmatta inte hade rullats ihop ordentligt. Efter att mätningarna avslutades 1983, sänktes dessutom inomhustemperaturen till cirka +10-15 °C, under uppvärmningssäsongen, vilket försämrade uttorkningen.

4.1 Syllar

För att erhålla en uppfattning om syllarnas fuktstatus innan de på nytt "byggdes in", kontrollerades fuktkvoten i samtliga syllar, som stod i "direkt" kontakt med betongytan, med elektrisk fuktkvotmätare. En fullständig redovisning av dessa mätresultat visas i bilaga 4. Beträffande rummens placering hänvisas till figur 3.1.

Fuktkvoten i den undre delen av ytterväggssyllarnas insida varierade mellan 17 % och 20 % i flertalet av de 57 mätpunkterna. Vilket innebär att samtliga ytterväggssyllar befann sig i riskzonen för mögelpåväxt. Från mätresultaten framgår även att alla fuktkvoter över 20 % fanns i den sydvästra långsidan och i den sydvästra delen av gaveln mot sydost. I Skåne är de södra och sydvästra fasaderna mest utsatta för slagregn. Det förefaller därför troligt att regngensomslag förekommer genom kalksandstensmuren och att detta påverkar ytterväggssyllarnas fuktillstånd. I detta sammanhang bör det också upprepas att syllarnas insida varit fritt exponerade mot inomhusluften under cirka 2 år vilket borde gett goda uttorkningsmöjligheter, åtminstone för insidan av ytterväggssyllarna.

Även de mellanväggssyllar som finns intill grovkök och badrum hade oacceptabelt höga fuktkvoter. Medelvärdet för dessa mätpunkter ligger på knappt 17 %. En överbetong som är motgjutet mot syllarna i ovan nämnda utrymmen har försämrade uttorkningsmöjligheten för dessa syllar. Det är även möjligt att överbetongen bidragit med ett fukttillskott till syllarna genom fukttransport från den underliggande betonggrunden.

Övriga mellanväggssyllar som står direkt mot betongplattan var torrare. Den maximala fuktkvoten var 14 % medan medelvärdet från de 26 mätpunkterna var 12 % fuktkvot. I tabell 4.1 finns en sammanfattning av mätresultaten.

Tabell 4.1. Fuktkvot (%) i syllar 850528.

Syllarnas läge	Antal mätpunkter	Fuktkvot(FK) %			
		Max	Min	Medel	s-avvikelse
Ytterväggar	57	22	15	18.7	1.47
Våtutrymme	9	20	15	16.8	1.66
Mellanväggar	25	14	9.5	12.0	1.35

För att kontrollera fuktfordelningen samt den mykologiska aktiviteten sågades hela, cirka 400 mm långa, bitar av syllarna ut.

I vardagsrummet, vid den sydöstra gaveln, cirka 2 m från den sydvästra fasaden togs en hel bit av ytterväggssyllen ut. Bitarna togs till laboratorium vid LTH för bestämning av fuktkvot och relativ ånghalt. Dessutom skickades delar av syllen till Göteborgs Universitet för mykologisk analys. Samma förfarande genomfördes med en bit av mellanväggssyllen mellan vardagsrum och matrum, som stod direkt mot betongytan.

Resultaten från laboriemätningarna vid LTH redovisas i figur 4.1 och 4.2.

Övre ytterväggssyll

Fuktkvot %

	13,8	14,6	13,5	
In	15,1	15,0	15,0	Ut
	14,4	15,3		

Undre ytterväggssyll

Fuktkvot %

	15,5	16,7	16,9	
In	16,8	17,5	17,4	Ut
	18,1	20,0	19,8	

Relativ ånghalt %

	63,0	67,0	64,5	
In	64,5	71,0	83,5	Ut
	65,5	69,0		

Relativ ånghalt %

	röret sprucket	75,0	73,0	
In	65,0	73,0	74,0	Ut
	68,5	78,0	74,0	

Figur 4.1. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i ytterväggssyll, 850701.

Mellanväggssyll, vardagsrum - matrum

Fuktkvot %

	13,0	13,3	12,9	
Matrum	13,7	14,0	13,3	Vardagsrum
	14,5	14,7	14,1	

Relativ ånghalt %

	61,0	63,0	62,5	
Matrum	62,5	65,5	62,5	Vardagsrum
	66,0	67,0	64,0	

Figur 4.2. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i mellanväggssyll, 850701.

Jämförelse mellan bilaga 4 och den gravimetriska fuktkvoten i underkant av den undre syllens insida visar att tryckimpregneringen ger upphov till något för höga utslag i fuktkvot vid mätning med elektriskt mätinstrument på platsen. Laboratoriemätningarna visar också att fuktkvoten och den relativa ånghalten är så hög att mögeltillväxt kan förekomma i undre syllens underkant. Även de relativa ånghalterna i syllarnas utsida är så höga att mögel kan förekomma. Det bör även påpekas att den brist på ekvivalens som råder mellan fuktkvot och relativ ånghalt sannolikt beror på följande faktorer.

- Provbitarna till relativ ånghalt är mindre och tagna alldeles intill ytorna i de flesta fall.
- Mätning av fuktkvot och relativ ånghalt (ϕ) sker inte på samma provbitar.
- Mätfel och ofrivillig uttorkning av proverna vid hanteringen.

Om resultaten i figur 4.1 jämföres med de resultat som redovisas av Bredåker & Lundblad 1980 i figur 3.5 kan följande noteras.

- Provbitarna på hela syllar är inte uttagna på exakt samma ställe, men enligt resultaten i bilaga 4 borde detta inte ha någon större betydelse.
- Fuktkvoten i syllens utsida är lägre 1985 än 1980. Med hänsyn till att syllan inte delades i lika stora bitar vid de båda mättillfällena får man betrakta fukttillståndet i övriga delar av syllan som i stort sett oförändrat.
- Att syllens insida inte torkat är anmärkningsvärt med tanke på att cellplastisoleringen, som är relativt ångtät, tidigare borde förhindrat uttorkningen. Det är dock tänkbart att en del av den gamla ångspärr som tidigare fanns på golvet råkat hamna framför vissa syllbitar och förhindrat uttorkningen.

I figur 4.2 redovisas fuktfördelningen i en mellanväggssyll som tagits ut från väggen mellan vardagsrum och matrum, cirka 1.5 m från den sydvästra ytterväggen. Fuktfördelningen inom syllan är jämn och nivåerna ligger under de som i allmänhet betraktas som riskabla, med tanke på mögelangrepp. Uttorkningsmöjligheterna har dock varit relativt goda under cirka två års tid. Tvärtemot vad som gäller för de tryckimpregnerade ytterväggssyllarna ger det elektriska mätinstrumentet något för låg fuktkvot ($\sim 1-1.5\%$), jämfört med den gravimetriska bestämningen av fuktkvoten.

Ovanstående resultat går tyvärr inte att jämföra med de resultat som redovisas av Bredåker & Lundblad då de tagit ut mellanväggssyllar i anslutning till våtutrymme som har en annan golvkonstruktion.

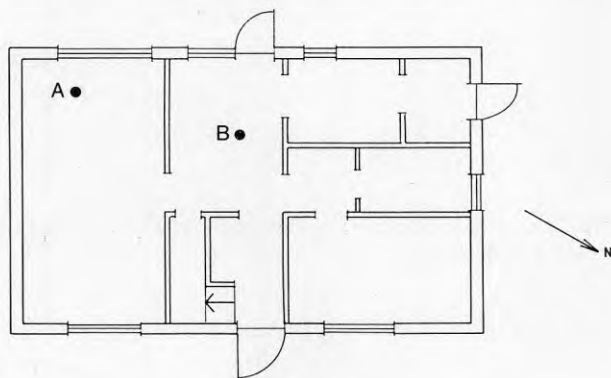
Resultaten från den mykologiska analysen av ytterväggssyllarna visar riklig förekomst av hyphomycetyfer (blånadsvamp) på den undre syllens utsida. Medelfrekvens av hyphomycetyfer noterades på den undre syllens ovasida samt på undersidan av mellanväggssyllen. På mellanväggssyllen var svamparna kristalliserade och/eller fragmenterade. På övriga ytor fanns det sparsamt med konidiesporer eller hyphomycetyfer utom på den övre ytterväggssyllens ovasida där biologisk aktivitet saknades helt. Fullständig redovisning av den mykologiska analysen visas i bilaga 5.

Vid en jämförelse mellan de mykologiska analyserna från 1980 respektive 1985, dvs bilaga 2 och 5, framgår det tydligt att den mykologiska aktiviteten reducerats. Redan 1980 noterades dock

att det fanns riklig förekomst av *Aspergillus* på den undre syllens underkant, (mät punkt 6 i figur 3.3), men att dessa befann sig under bakteriell nedbrytning. Enligt bilaga 2, sidan 3(3), tyder detta tyder på att det tidigare varit mycket fuktiga förhållanden, men att en uttorkning därefter ägt rum. Trots att fuktillståndet inte nämnvärt förändrats i syllarna mellan 1980 och 1985 har ändå den biologiska aktiviteten avtagit, vilket bör noteras.

4.2 Betonggolvet

Provtagning av betongplattan har skett i punkterna A och B enligt figur 4.3.



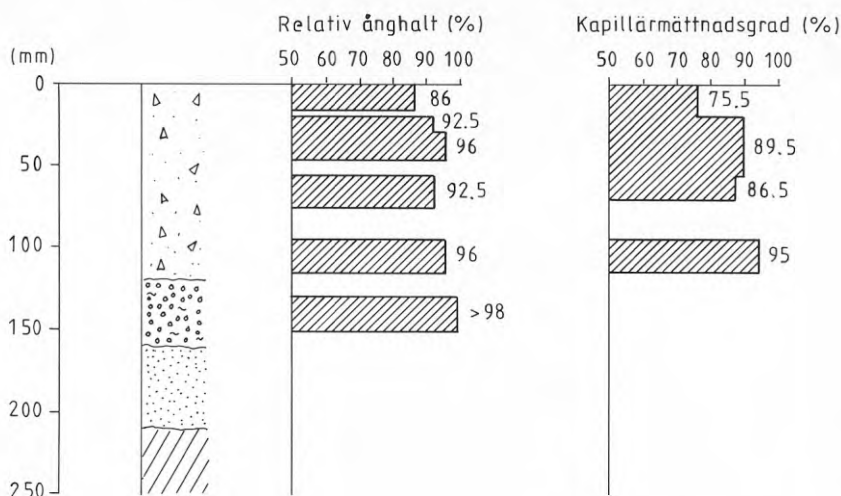
Figur 4.3. Provtagning av betongplattan 850606.

Punkt A ligger intill provtagningspunkt 1 i figur 3.3 medan punkt B är belägen ungefär mitt i matrummet. Skälen till att håltagning gjordes i matrummet (B), och inte intill punkt 5 enligt figur 3.3, var dels att Riksbyggen hade noterat fritt vatten på betongytan i detta utrymme i samband med att de avslutade sina mätningar 1983. Dels för att Riksbyggen hade fuktspärrat betongytan i sovrummet med en plastdispersion i slutet av 1980 som sannolikt borde ge en fuktfördelning i betongplattan som inte är jämförbar med resultaten från provtagningen våren 1980. Dessutom ligger punkt B i stort sett mitt i huset medan punkt A ligger i närheten av betongplattans kantförstyvning, vilket ger olika stora temperaturvariationer över året.

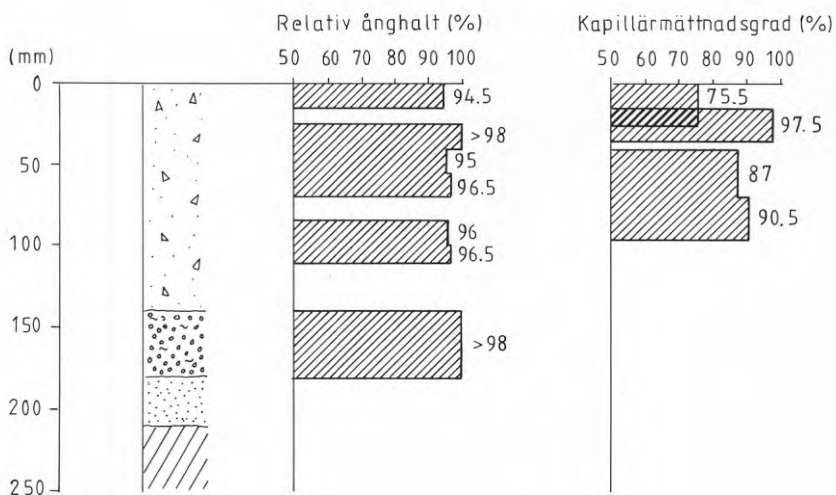
I bilaga 6 visas de fullständiga resultaten från provtagningarna genom betonggolvet. En grafisk redovisning av uppmätta relativa ånghalter och fuktkvoter visas i figur 4.4.

Trots att betongytan varit fritt exponerad mot inneluften under cirka 2 års tid är de övre delarna av betonggolvet fortfarande mycket fuktig. Förmodligen är dock själva ytan av betonggolvet betydligt torrare. Ytan blir emellertid omedelbart fuktig (mörkfärgad) om den täcks med ett fuktspärrande material. Den höga kapillärmättnadsgraden i betongplattans underkant tyder på att det förekommer kapillär uppsugning från marken via sandskiktet, som finns under betongplattan. Med tanke på den underliggande moränleran, markvattenytans nivå och sikt kurvorna i figur 3.2 förefaller det inte otänkbart.

De provtagningar som redovisas av Bredåker & Lundblad, 1980, gav samma resultat förutom att betongytan var något torrare i punkt 5, se figur 3.4a och b.

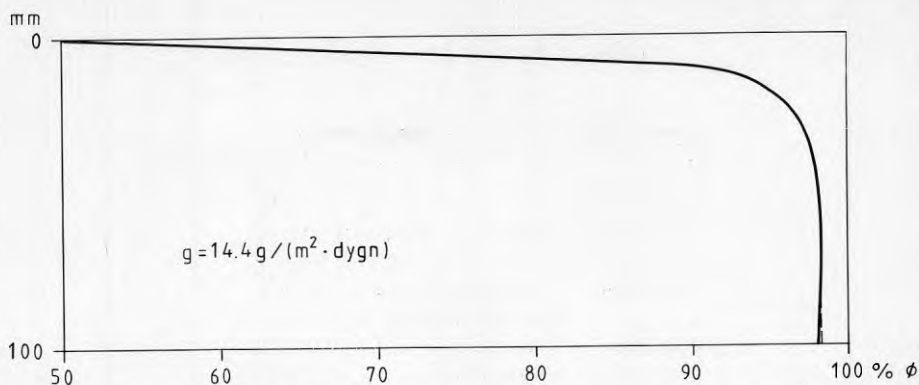


Figur 4.4a. Relativ ånghalt (%) och kapillär mättnadsgrad (%) i betongplattan, 850606. Matrum.



Figur 4.4b. Relativ ånghalt (%) och kapillär mättnadsgrad (%) i betongplattan, 850606. Vardagsrum.

Fältmätningarna visar att fuktfördelningen genom betongen ändras obetydligt då ytan torkar. Resultaten stämmer med de försöksresultat som redovisas av Hedenblad, 1988. Hedenblads försök visar att vid stationära förhållanden är det endast betongens ytskikt som torkar, vilket åskådliggörs med försöksresultaten i figur 4.5.



Figur 4.5. Stationär fuktfördelning för en betongplatta som står med undersidan i vatten. Ovanför betongen är den relativa ånghalten 33 %. Försöket genomfördes utan temperaturgradient.

4.3 Dränering och undergrund

Från figur 3.3 framgår läget av den provgröp som grävdes vid punkt 3 1980. Siktkurva från det material som finns intill dräneringsledningar och under betonggolvet visades i figur 3.2. I figuren redovisas tre olika siktkurvor som tagits vid tre olika tillfällen och i tre olika punkter. En av dessa visar siktkurvan intill dräneringsledningen medan de två övriga är siktkurvor från material som tagits under betongplattan, dels i den lilla hallen utanför badrummet och dels intill ytterväggshörnet i sovrummet. Samtliga siktkurvor visar att materialet inte uppfyller kraven i SBN 1980. Enligt denna norm får högst 5 % av materialet passera maskvidden 2.0 mm.

I den byggnorm som gällde då huset uppfördes 1973, dvs SBN 1967, anges i kapitel 32:2331 att "som kapillärbrytande och dränerande skikt godtas ett 15 cm tjockt skikt av grus, om gruset inte innehåller fraktioner som vid siktning i naturfuktigt tillstånd passerar maskvidden 2 mm". Bestämmelser för dräneringsrörens förläggning vid platta på mark saknas i SBN 67. För källargrundläggning gäller enligt kapitel 32:2221 följande: "Dräneringsledning bör normalt läggas med en lutning av minst 1:200. Vattengångens högsta läge bör i regel ligga minst 25 cm under överytan i angränsande golv". I detta fall skall måttet räknas från värmeisoleringens undersida. Vidare framgår det av SBN 1967 att dräneringsledningen bör läggas i osorterat grus, dvs partiklar som även innehåller finare partiklar än grusfraktionen skall ingå, för att inte rören skall slamma igen.

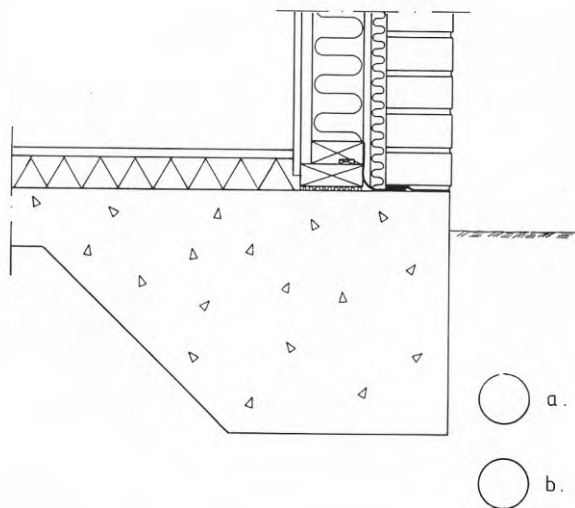
I tabell 4.2 redovisas kornstorleksintervall för mineraljord. Tabellen är hämtad från SBN 1967, kapitel 23:02.

I samband med håltagningen i hallen utanför badrummet konstaterades att dräneringsmaterial-ets tjocklek i denna punkt var cirka 0.4 m.

Tabell 4.2. Kornstorleksintervall för mineraljord.

Grovindelning	Finindelning	Kornstorlek (mm)
Blockfraktion		>200
Stenfraktion		200-20
Grusfraktion	Grovgrusfraktion	20-6
	Fingrusfraktion	6-2
Sandfraktion	Grovsandfraktion	2-0.6
	Mellansandfraktion	0.6-0.2
Mofraktion	Grovmofraktion	0.2-0.06
	Finmofraktion	0.06-0.02
Mjälafraktion	Grovmjälafraktion	0.02-0.006
	Finmjälafraktion	0.006-0.002
Lerfraktion		<0.002

Mät punkt 3 i figur 3.3 visar läget för den provgröp som grävdes 1980 för kontroll av dränerings-systemet intill byggnaden. Kontrollen visade att dräneringsledningen var i god kondition, men låg för högt, enligt rekommendationerna i SBN 80. Dräneringsledningens läge i punkt tre finns markerat i figur 4.6 som a. Sommaren 1985 grävdes även en provgröp, denna gång ungefär mitt på den sydvästra gaveln. Dräneringsledningen låg djupare djupare här, vilket framgår av läge b i figur 4.6.



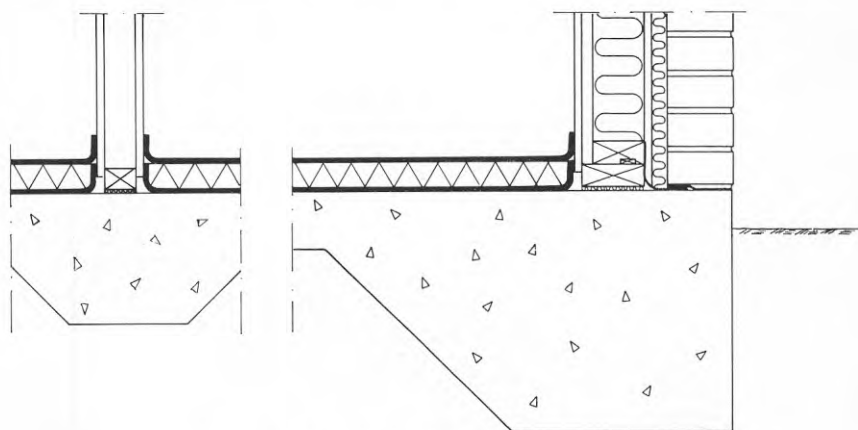
Figur 4.6. Grundkonstruktion.

- a. Dräneringsrör i punkt 3, enligt figur 3.3.
- b. Dräneringsrör intill gaveln mot SO.

För att dräneringen skall förhindra regn- och smältvatten, samt kapillärt uppstigande vatten att komma i kontakt med betongplattan måste dräneringsrörens vattengång i högpunkten ligga så lågt att det kapillärbrytande skiktet fungerar. Dessa förutsättningar är inte uppfyllda vilket framgår av figur 4.6. Att kapillär vattentransport förekommer verifieras också av den höga kapillärmättnadsgrad som finns i betongplattans underkant enligt figur 4.4. Vidare kan man konstatera att den kringfyllnad som finns intill rören vid mätplats 3, enligt figur 3.3, uppfyller dåtidens rekommendationer, för källargrundläggning. Däremot uppfylls inte de rekommendationer som fanns angående kapillärbrytande skikt under grundkonstruktioner på mark, vilket framgår av tabell 4.2 och figur 3.2.

5 ÅTGÄRDER OCH RESULTAT

Sedan byggnadens fuktstatus kontrollerats placerades en heltäckande plastfolie på betongytan i samtliga utrymme med flytande golv. Plastfolien drogs även upp vid ytter- och innerväggssyllar, dels för att få en heltäckande ångspärr ända ner till betongplattan dels för att kontrollera hur fuktkvoten i syllarna påverkas då eventuellt uppstigande markfukt förhindras att torka inåt mot bostaden. Därefter lades cellplastisoleringen tillbaka i hela bottenplanet. Däremot återställdes inte golvspånskivorna då dessa har relativt ringa inverkan på golvet temperatur- och fuktfördelning. Som ytterligare förstärkning av fuktskyddet lades efter en tid även en plastfolie ovanpå cellplasten, som veks upp mot väggarna. Syftet med den övre plastfolien var att förhindra inneluften att kondensera mot den kalla betongytan i skarvar och andra otätheter mellan cellplastskivor och omgivande material. Det slutliga utseendet på den återställda golvkonstruktionen visas i figur 5.1.



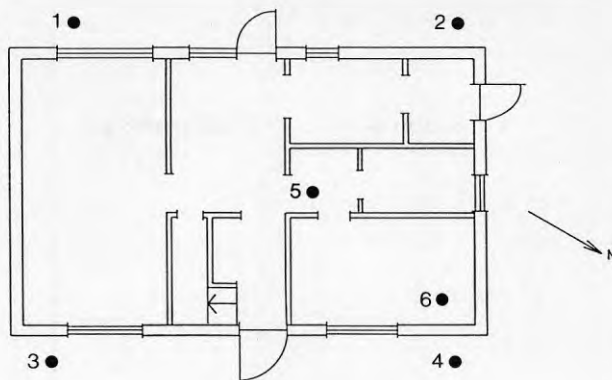
Figur 5.1. Återställd golvkonstruktion.

5.1 Vattenståndsrör

I samband med de mätningar som genomfördes av Riksbyggen 1980-83 placerades fyra stycken rör intill dräneringen vid husets fyra hörn för kontroll av markvattenytans läge, enligt figur 3.6 och 5.2. Som tidigare nämnts redovisas resultaten från dessa mätningar i bilaga 3.

Från resultaten i bilaga 3 framgår att det oftast förekommit vatten intill den sydöstra gaveln, dvs vid punkterna 1 och 3, samt att den högsta registrerade nivån ligger cirka en halv meter under kantförstyvnings underkant. Det har även registrerats vatten i rör nummer 2, men inte lika frekvent, dessutom ligger nivån en halv meter djupare än intill den sydöstra gaveln. I mätpunkt 4 registrerades inget vatten under mätperioden vilket delvis kan förklaras med att detta rör inte var lika djupt som de övriga.

Under perioden juli 1985 till och med slutet av juni 1987 fortsatte mätningarna i de gamla mätpunkter som ännu fungerade. Dessutom installerades två nya rör under husets betongplatta, vilka finns markerade som 5 respektive 6 i figur 5.2. Längden på de nyinstallerade rören var 2.45 m i punkt 5 respektive ~2.5 m i punkt 6.



Figur 5.2. Mätpunkter för markvattennivåer.

Från och med 850715 till och med 870626 skedde mätningar i mätpunkterna 1, 2 och 5, ungefär en gång per månad. För punkterna 3 och 6 finns endast mätresultat för perioden 861219 - 870626 medan det helt saknas resultat från punkt 4, pga att röret tidigare tagits bort.

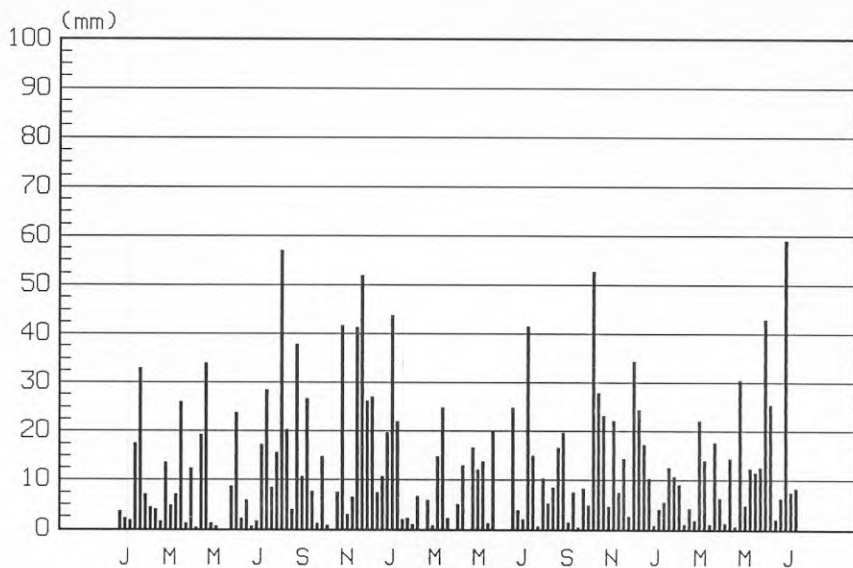
Samtliga resultat redovisas i bilaga 8 av vilken följande framgår:

- Den högsta vattennivån uppmättes i punkt 2 860114, och låg 0.56 m lägre än kantförstyvningsens underkant. I övrigt kan man konstatera att det fanns vatten i rören vid flera på varandra följande mätningar från december 1985 till början av april 1986.
- Övriga tillfällen då vatten har konstaterats har inträffat under vinterhalvåret.
- Den vattennivå som vid enstaka tillfällen har noterats under betongplattan ligger djupare än vattennivån intill dräneringsrören.

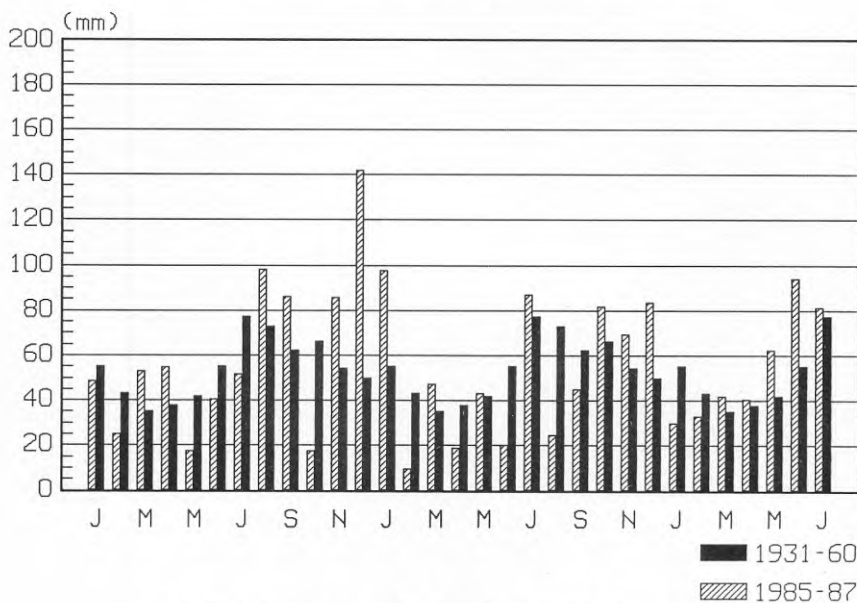
Sammanfattningsvis kan man notera att huvuddelen av vattenobservationerna intill dräneringsrören har skett under vinterhalvåret, dvs under perioden oktober till och med mars. Den registrerade vattennivån har dock alltid legat minst en halv meter djupare än betongbalkarnas undersida. Enligt tidigare redovisade resultat innebär detta också att vattennivån aldrig stigit så högt som till dräneringslagrets underkant vid något mättillfälle. Hur vattennivån varierat mellan mätningarna är dock omöjligt att uttala sig om.

I figur 5.3 och 5.4 redovisas SMHI:s statistik över den totala nederbördsmängd som föll under mätperioden, fördelat på veckor i figur 5.3 och på månader i figur 5.4. I den sistnämnda figuren visas även månadsmedelvärden för nederbörden under perioden 1931-60.

En jämförelse mellan de registrerade markvattenobservationerna i bilaga 8 och nederbördsstatistiken från SMHI visar att december 1985 var mycket nederbördsrik, samtidigt som dygnsmedeltemperaturen låg långt över noll grader C, vilket direkt återspeglas i markvattenobservationerna i bilaga 8. Över hälften av de tillfällen då det fanns vatten i observationsrören inträffade nämligen under eller strax efter denna period. Från figur 5.8 och bilaga 8 ser man att registreringen av markvatten 860402 stämmer väl med den tidpunkt då snösmältningen började.

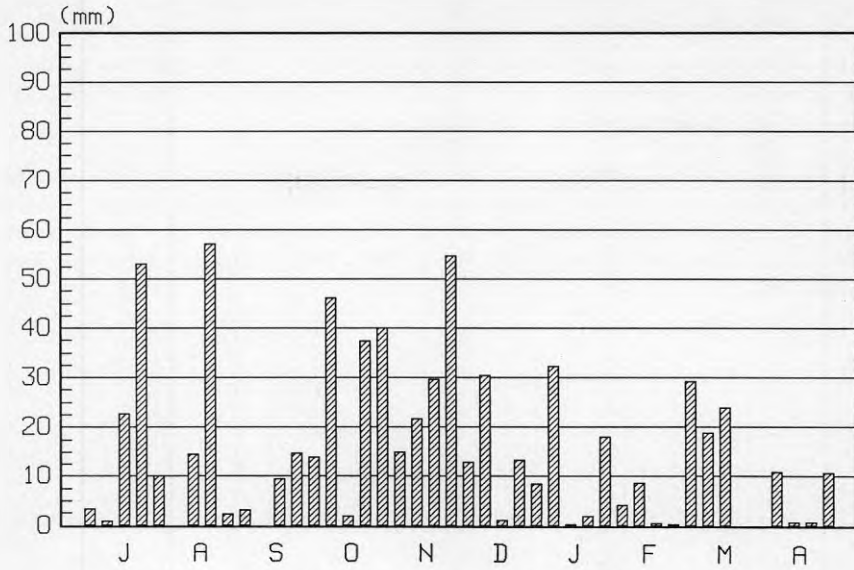


Figur 5.3. Veckonederbörd under perioden 850101-870731.

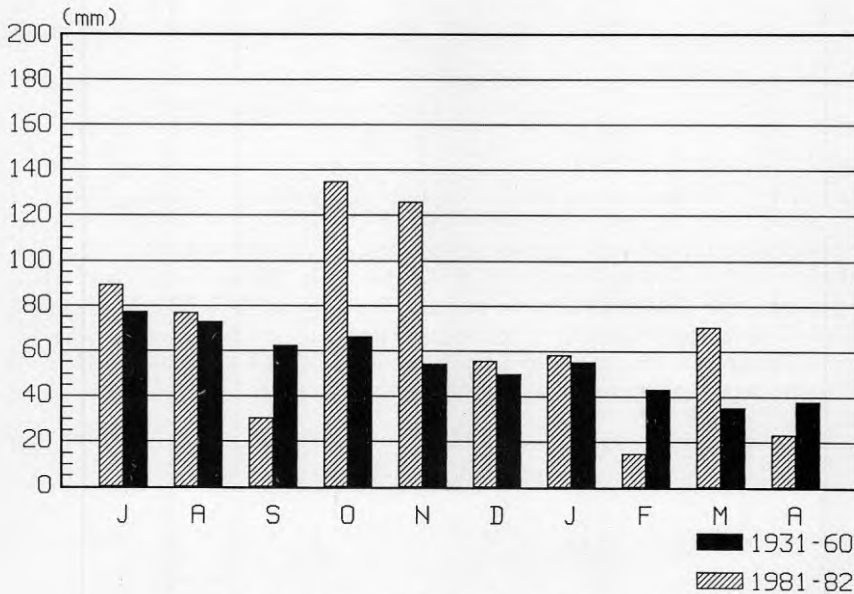


Figur 5.4. Månadsnederbörd under perioden 850101-870731 samt månadsmedelnederbörd 1931-60.

En likartad jämförelse mellan figurerna 5.5, 5.6 och bilaga 3 visar samma mönster. Under oktober och november 1981 faller det ovanligt mycket nederbörd, vilket också leder till många registreringar av vatten i observationsrören.



Figur 5.5. Veckonederbörd under perioden 810701-820430.



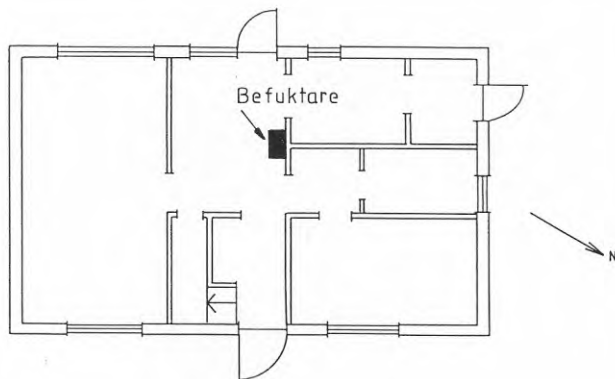
Figur 5.6. Månadsnederbörd under perioden 810701-820430 samt månadsmedelnederbörd 1931-60.

Iakttagelserna visar att markvattenytan intill och under byggnaden påverkas av enstaka skyfall och kraftig snösmältning. Det finns dock ingenting som tyder på att byggnadens grund eller dess vägganslutningar påverkats av dessa tillfälliga höjningar av markvattenytans nivå.

5.2 Luftbefuktare

Då huset stod obebott under mätperioden borde följdaktligen fuktillskottet till inomhusluften bli försumbart, vilket bekräftas av figur 5.10. Under perioden juli 1985 till och med juni 1986 var inne- och uteånghalten nästan identiska.

För att simulera ett, ur fuktsynpunkt mera naturligt inomhusklimat i bostaden, installerades en luftbefuktare i bostaden. Befuktaren placerades i matrummet på innerväggen mot köket enligt figur 5.7. Syftet med befuktningen av inomhusluften var att studera om detta påverkade fukt-tillståndet i grundkonstruktionen och/eller syllarna. Denna inverkan kommer att kommenteras längre fram.



Figur 5.7. Luftbefuktarens placering.

De perioder då befuktaren var i drift framgår av figur 5.9 och 5.10 samt tabell 5.1.

Fuktillskottet till bostaden varierade relativt mycket då befuktaren var i drift vilket beror på att styrningen av befukningsaggregatet sker genom att förinställa en given relativ ånghalt. Detta resulterar i att fuktillskottet minskar då ånghalten (g/m^3) i uteluften ökar och vice versa. För att i viss mån justera för säsongsvariationerna i uteånghalten ändrades därför befuktarens inställning vid några tillfällen, enligt tabell 5.1. Ur tabellen framgår även de ungefärliga driftsperioderna för befuktaren.

Tabell 5.1. Drift av luftbefuktare.

Inställt ϕ (%)	Datum	Anmärkning
65	860704	Befuktare startas
60	860806	
65	860904	
55	861022	
55	861024	Justering
-	861204	Befuktare stoppas
45	861219	Befuktare startas
-	870114	Befuktare stoppas

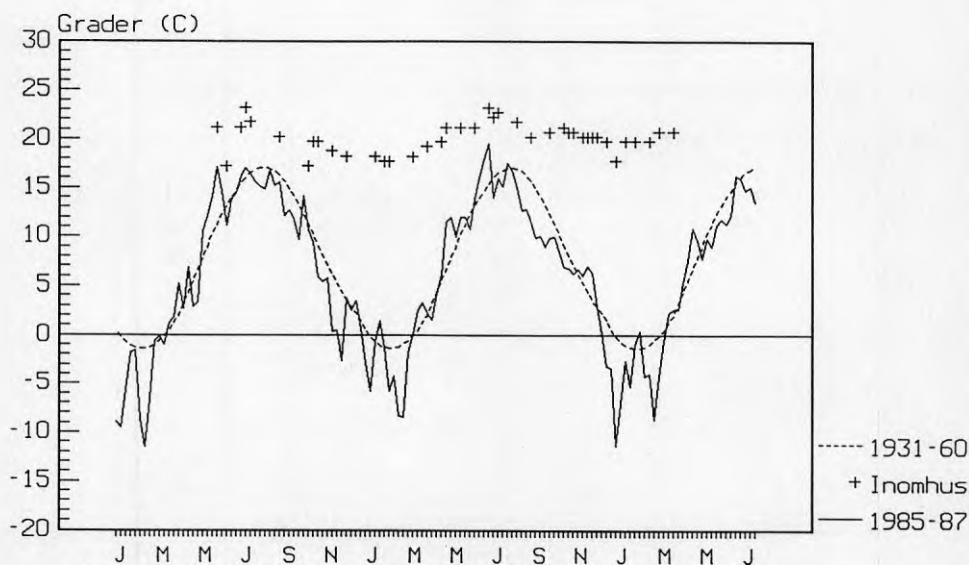
I ett obebott hus med självdragssystem är lufrörelserna inom bostaden små vilket innebär att alla utrymmen sannolikt inte erhöi lika stort fuktillskott, då befuktaren var i drift.

5.3 Utomhus- och inomhusklimat

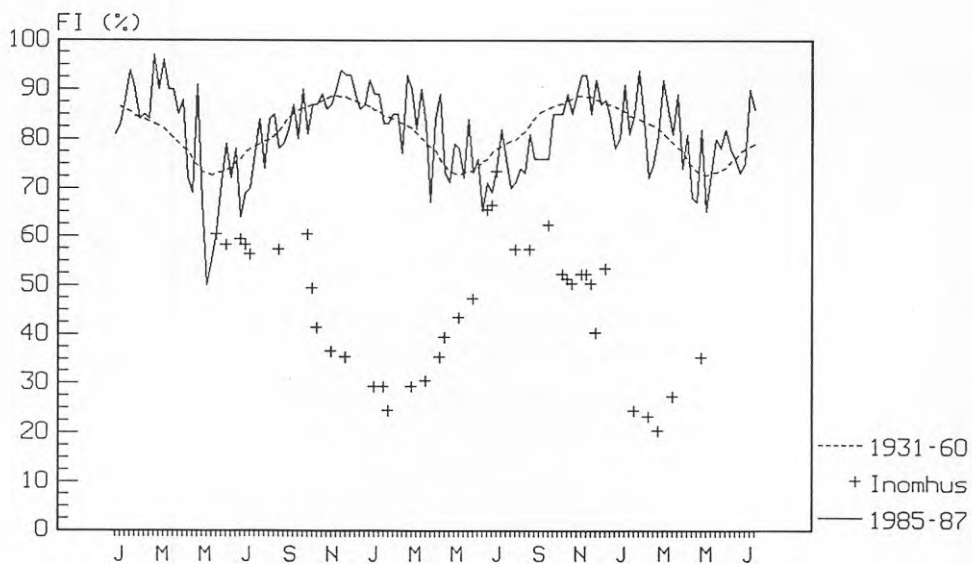
För att följa klimatvariationerna utomhus och inomhus samt för att upptäcka exceptionella klimatbetingelser som kan ha påverkat fuktillståndet i byggnaden eller dess omedelbara närhet dokumenterades temperatur, relativ ånghalt och absolut ånghalt under hela mätperioden. Inomhus har relativ ånghalt och temperatur registrerats med hjälp av en termohygrograf som placerades i matrummet, cirka en meter över golvnivå. Termohygrografen kan endast registrera under en vecka utan tillsyn medan våra rutinmätningar i huset utfördes ungefär en gång per månad. Detta innebär att det inte finns någon kontinuerlig registrering av inomhusklimatet. För observation av säsongvariationer och ungefärligt fuktillskott till inomhusluften är dessa mätningar dock tillräckliga.

Information om utomhusklimatet har erhållits från SMHI:s klimatstation vid Sturup, som ligger omkring 15 km nordväst om fastigheten.

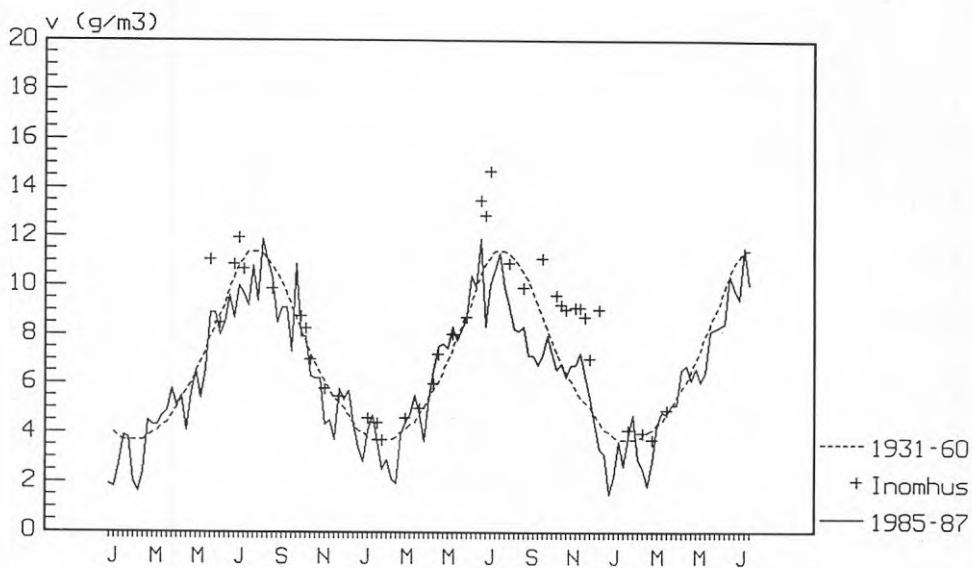
I figurerna 5.8 till och med 5.10 visas temperatur, relativ ånghalt samt den absoluta ånghalten inomhus och utomhus, för mätperioden. Dessutom redovisas månadsmedelvärden från klimatstationen i Sturup under perioden 1931-60.



Figur 5.8. Temperaturer (°C) inomhus och utomhus, (januari 1985 - juli 1987).



Figur 5.9. Relativ ånghalt (%) inomhus och utomhus, (januari 1985 - juli 1987).



Figur 5.10. Ånghalt (g/m³) inomhus och utomhus, (januari 1985 - juli 1987).

En jämförelse mellan utomhusklimatet 1931-60 och den aktuella tidsperioden visar att de aktuella vintrarna, samt hösten 1986 var betydligt kallare än normalt. Under försommaren 1985 och 1986 var däremot temperaturen högre än normalt. Den absoluta ånghalten visar samma avvikelser från normalvärdet som temperaturen, vilket innebär att under större delen av den period som befuktaren var i drift (860704-870114), var ånghalten utomhus lägre än under ett normalår. Från figur 5.10 framgår även att det fanns ett litet fuktillskott till inomhusluften innan golvet återställdes under sommaren 1985. Sedan plastfolie och cellplast lagts ut var fuktillskottet däremot försumbart för att stiga till 2-3 g H₂O/m³ luft under den tid då luftbefuktaren var i drift. Beträffande den relativa ånghalten inomhus varierade denna mellan maximalt 70 % sommaren 1986 till ett minimivärde av under 20 % i början av 1987.

5.4 Läckage från befuktare

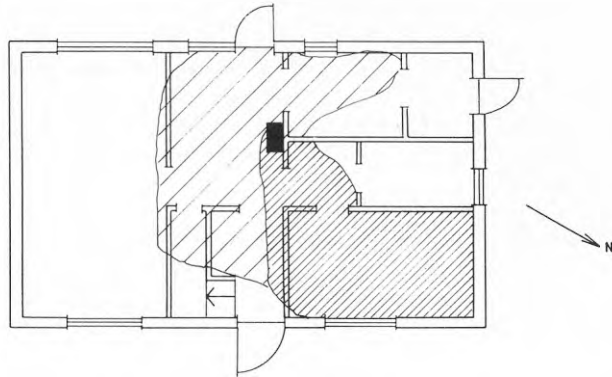
Vid ett besök i fastigheten 861031 upptäckte personal från LTH, att det fanns vatten ovanpå den övre plastfolien på golvet, intill befuktaren i matrummet och även ut mot entrén. Den vattenmängd som torkades upp bedömdes till cirka 20 liter. Av allt att döma orsakades detta vatten av ett läckage från luftbefuktaren. Under november 1986 besöktes fastigheten ofta av personal från LTH. Vid ett tillfälle, 861117, fanns det en obetydlig vattenmängd på plastfolien under befuktaren, medan plastfolien var torr vid alla övriga besök i bostaden under de perioder då befuktaren var i drift.

En första indikation på att vatten trängt ut även under cellplastisoleringen erhöles vid en standardmätning 861106 då två par stift för mätning av fuktkvot i syllarna plötsligt gav orimligt höga mätvärde. Mätstiften fanns placerade i ytterväggssylen i den nordöstra fasaden i sovrummet, cirka en meter från ytterväggshörnet, dvs relativt långt från luftbefuktaren.

På grund av det konstaterade läckaget och de förhöjda fuktkvoterna i vissa syllar genomfördes en kontrollmätning av syllarnas fuktillstånd vilket bekräftade tidigare erhållna mätresultat.

I samråd med ABV i Malmö beslöts därefter att demontera golvisoleringen i vissa utrymmen. I sovrummet, som visade sig vara värst drabbat, fanns det fritt vatten både under och över den plastfolie som placerats mellan betong och cellplastisolering. Det fanns även fritt vatten på betongytan i hallen utanför sovrummet. På grund av fasta mätpunkter i matrummet gick det inte att kontrollera hela betongytan i detta utrymme, förrän mätningarna avslutades. Kontrollmätning av samtliga syllar efter att mätningarna upphört visade förhöjda fuktkvoter även i detta rum vilket troligtvis beror på läckaget. Vatten har även runnit från entrén och vidare in i sovrummet under mellanväggen. Däremot drabbades köksutrymmet inte av läckaget i samma omfattning. En sammanfattande bedömning av läckagets areella omfattning visas i figur 5.11, där gles rastering visar de områden där förhöjd fuktkvot registrerades i syllarna vid något tillfälle men där inte något fritt vatten observerades vid friläggningen av betonggolvet i november 1986. Tät rastering visar den area som drabbades allvarligast av läckaget, dvs i huvudsak sovrummet.

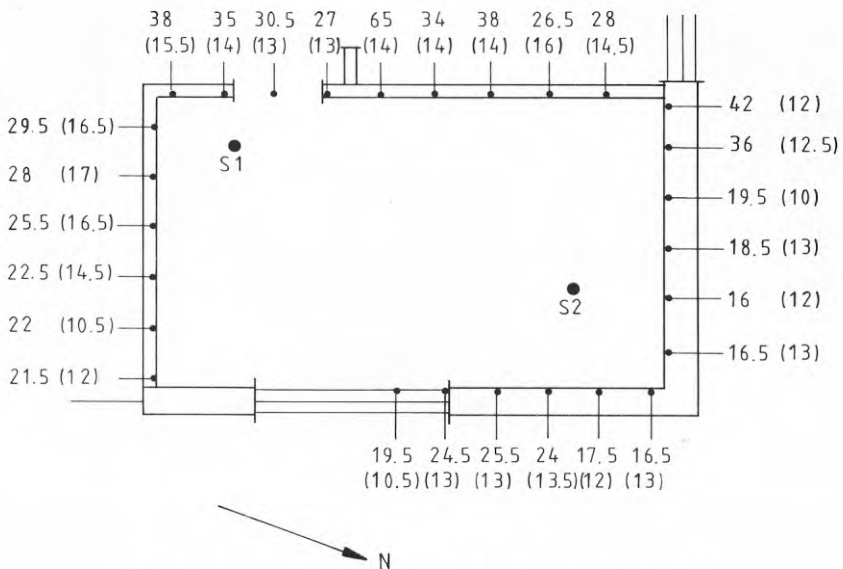
För att påskynda uttorkningen av betonggolvet och syllar i det fuktdrabbade sovrummet placerades en avfuktare i rummet samma dag som cellplast och plastfolier avlägsnades, dvs 861204. Samtidigt höjdes temperaturen i rummet för att öka uttorkningshastigheten.



Figur 5.11. Läckagets omfattning.

Omedelbart efter det att övergolvet avlägsnats kontrollerades fuktkvoten i alla åtkomliga syllar i sovrummet, med träfuktmätare. Fuktkvoten mättes 10 mm från syllens underkant och cirka 15 mm in i träet. Resultaten från denna mätning och motsvarande mätning 870108, då avfuktaren stoppades och golvet återställdes visas i figur 5.12. Siffror inom parentes visar fuktkvoterna efter avslutad torkning.

De stora variationerna i fuktkvot kring ytterväggens anslutning mot badrummet beror på epoxiinjektering under vissa syllbitar i detta rum. Resultaten från dessa försök kommenteras längre fram i rapporten.



Figur 5.12. Fuktkvot (%) i syllar före och efter avfuktningen, samt provtagningspunkter genom betonggolvet (S1,S2).

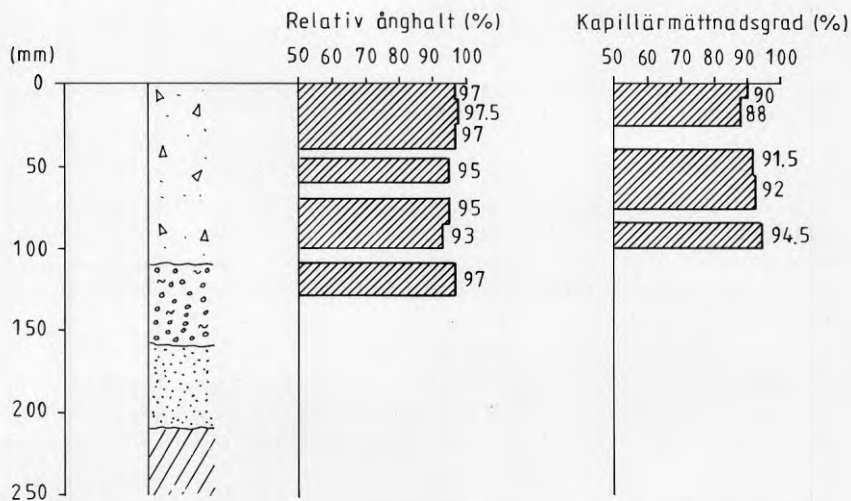
Samma dag som cellplasten togs bort utfördes två provtagningar genom betonggolvet i punkterna S1 och S2, enligt figur 5.12. Resultaten visar att den relativa ånghalten i betongen är något högre i ytskiktet än längre ned i betongen. På större djup stämmer resultaten väl överens med de resultat som redovisas i figur 3.4. Från bestämningen av den kapillära mätnadsgraden kan man dock inte se att läckaget påverkat fuktfördelningen. Det skall dock observeras att provbitar för bestämning av kapillär mätnadsgrad representerar större tjockleksintervall än motsvarande prover för bestämning av relativa ånghalter. Fullständig redovisning av resultaten finns i bilaga 9.

Läckagets inverkan på de genomförda försöken och mätningarna kommenteras i ett senare delkapitel.

5.5 Betonggolv

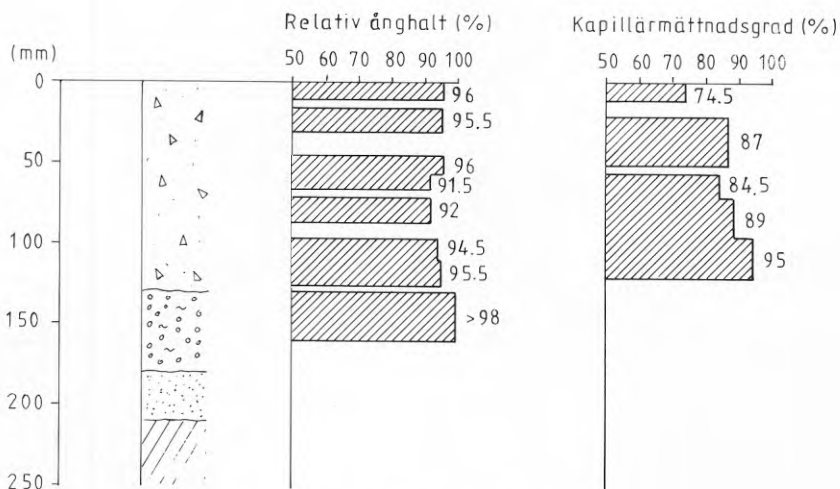
När Riksbyggen avslutade sina försök 1983 demonterades det flytande golvet samt de undersökta fuktspärrarna varvid betongen frilades. Försommaren 1985 kontrollerades fuktillståndet i golvpattan innan betongen täcktes med en plastfolie och det flytande golvet återställdes. Resultaten redovisades i figur 4.4a och 4.4b. Från dessa figurer framgår det att den relativa ånghalten var mycket hög (>90%) genom hela betonggolvet, förutom ytskiktet i matrummet där den relativa ånghalten var 86%. Även kapillärmätnadsgraden var hög.

Två år senare, dvs sommaren 1987, kontrollerades återigen fuktfördelningen genom betonggolvet, intill de gamla provtagningspunkterna. Resultaten från denna provtagning visas i figur 5.13a och 5.13b. Mätningarna visar att den relativa ånghalten vid matplatsen är likformig genom hela betongplattan, omkring 95%. Den kapillära mätnadsgraden har ökat i ytskiktet medan den är oförändrad längre ned. Då provtagningsplatsen ligger intill befuktaren har läckaget av allt att döma blött ned betongens övre delar i denna mätpunkt.



Figur 5.13a. Relativ ånghalt (%) och kapillär mätnadsgrad (%), 870629. Matrum.

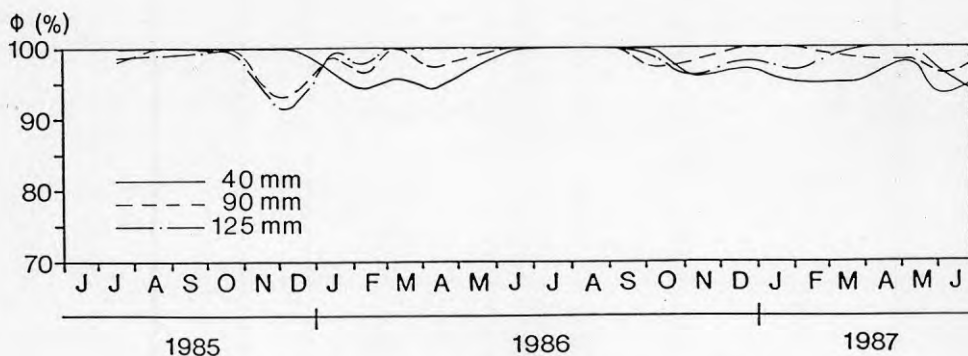
Även i vardagsrummet har den relativa ånghalten ökat i betongens ytskikt, dock inte lika mycket som i matrummet. Detta beror på att de övre delarna av betonggolvet redan från början var fuktigare i denna punkt. Däremot är det märkligt att den kapillära mättnadsgraden är oförändrad i de övre delarna av betonggolvet i vardagsrummet. Med tanke på att betongytan var mycket fuktig vid det andra provtagningsstillfället kan det inte uteslutas att provkroppen torkat något vid hanteringen, vilket ger för låg kapillärmättnadsgrad. Resultatet stämmer dock väl med fuktillståndet i betongen 1980 (figur 3.4a), vilket motsäger denna hypotes. Det är därför mera troligt att man använt en speciell överbetong vid golvgjutningen med andra materialegenskaper än betongplattan i övrigt.



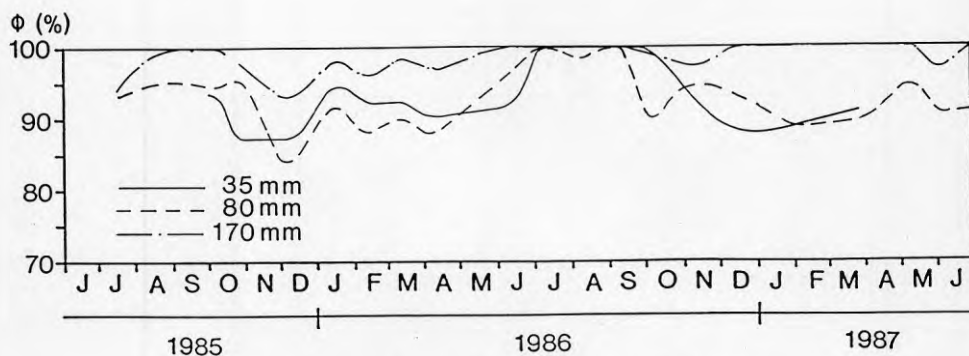
Figur 5.13b. Relativ ånghalt (%) och kapillär mättnadsgrad (%), 870629. Vardagsrum.

Vid de regelbundet återkommande mätningarna i bostaden, under den aktuella tvåårsperioden, uppmättes även den relativa ånghalten intill ovanstående provtagningspunkter i vardagsrummet och matrummet. Mätningarna skedde på tre olika djup från betongplattans ovansida. Resultaten som presenteras i figur 5.14a och figur 5.14b visar, liksom de föregående figurerna, att betongen är mycket fuktig.

Från dessa långtidsmätningar framkommer det också att den relativa ånghalten i betonggolvet tycks variera med årstiden. I figurerna 5.14a och 5.14b har hänsyn tagits till temperaturdifferensen mellan sensor och betongyta i respektive mäthål varför denna felkälla kan uteslutas.

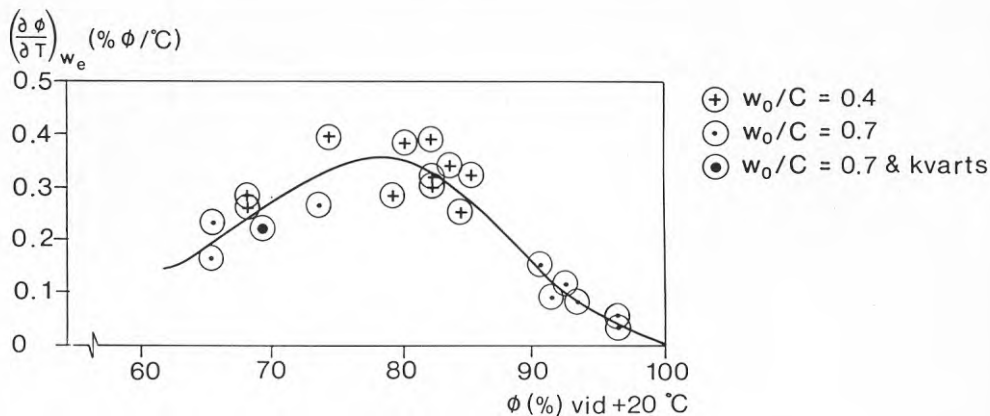


Figur 5.14a. Relativ ånghalt (%) i betonggolvet. Matrum,
(juli 1985 - juni 1987).

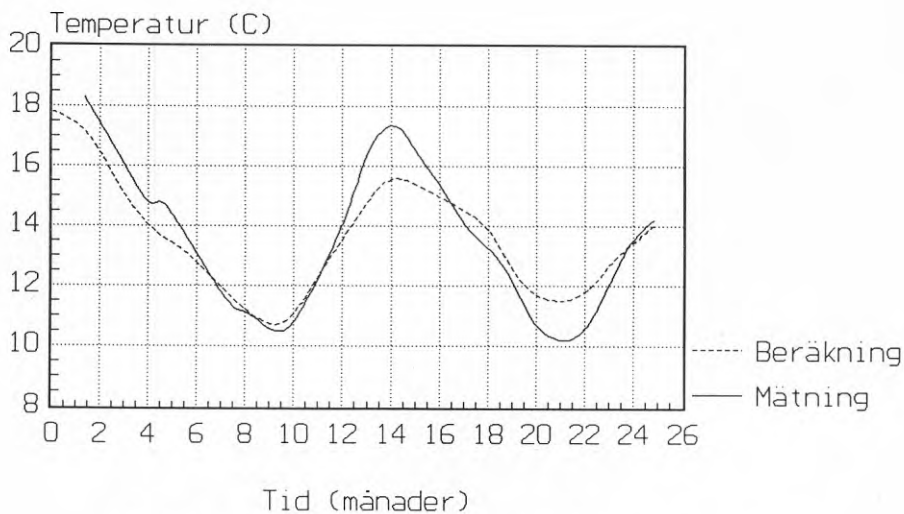


Figur 5.14b. Relativ ånghalt (%) i betonggolvet. Vardagsrum,
(juli 1985 - juni 1987).

I Fuktgruppens Verksamhet 84/87, redovisar Lars-Olof Nilsson preliminära resultat som visar temperaturns inverkan på den relativa ånghalten (ϕ) vid olika nivåer på ϕ . Resultaten visas figur 5.15. Vi de nivåer på den relativa ånghalten (ϕ) som är aktuella i detta fall blir korrektionen maximalt $0.1 \text{ } \phi / ^\circ\text{C}$. Under vardagsrummet är den lägsta uppmätta temperaturen cirka $+10^\circ\text{C}$ på 80 mm djup, se figur 5.16. Detta ger en maximal korrektion av $1\% \phi$, vilket inträffar i början på mars 1987. Då variationerna i den relativa ånghalten är betydligt större än 1% ger inte heller denna korrektion någon fullständig förklaring till de stora säsongsvariationer i den relativa ånghalten som noterats vid mätpunkterna i vardagsrummet.



Figur 5.15. Temperaturen inverkan på några olika betongkvaliteter som funktion av ϕ vid $+20^\circ \text{C}$. (L-O Nilsson, 1987).



Figur 5.16. Temperaturen på 80 mm djup i betonggolvet i vardagsrummet under perioden juli 1985 - juni 1987.

För att kontrollera riktigheten i de uppmätta temperaturerna har en tvådimensionell transient beräkning genomförts med datorprogrammet HEAT. Programmet har utvecklats av Thomas Blomberg vid avdelningen för Byggnadsfysik, LTH. Vid simuleringen användes de inomhus- och utomhustemperaturer som visas i figur 5.8. På grund av begränsningar i programmet

måste dock temperaturerna anges som ett ändligt antal stegändringar. För simuleringen av utomhustemperaturen har medelvärden under treveckorsperioder använts. Förenklingen medför att extrema temperaturer inte beaktas vid beräkningen. Datorsimuleringen ger därför mindre temperaturvariationer än de verkliga, vilket framgår vid en jämförelse mellan uppmätt och beräknat temperaturförlopp. Vid beräkningen har även fasomvandlingar, tjäle samt snötäcke försumrats. Termiska data för byggnadsmaterial och jord har hämtats ur standardlitteratur och redovisas i tabell 5.2. De övergångsmotstånd som använts vid datorsimuleringen visas i tabell 5.3.

Tabell 5.2. Termiska materialdata.

Material	Värmeledningsförmåga	Värmekapacitet
	λ (W/mK)	$C=\rho c$ (MJ/m ³ K)
Kalksandsten	0.95	2.18
Trä	0.14	1.62
Mineralull	0.04	0.03
Cellplast	0.04	0.035
Spånskiva	0.14	2.10
Betong	1.7	2.21
Moränlera	1.5	2.3

Tabell 5.3. Övergångsmotstånd.

Övergångsmotstånd	R (m ² K/W)
Golv	0.35
Insida yttervägg	0.13
Utsida yttervägg	0.04
Markyta	0.35

Enligt figur 5.16 var den uppmätta temperaturen i betongen högst vid den första mätningen. Innan mätperioden inleddes saknades emellertid den överliggande golvisoleringen. Utan isolering stiger temperaturen i betongen. När cellplasten åter lades ut på betonggolvet sjönk därför medeltemperaturen under isoleringen och därmed även i betongen. De första temperaturmätningarna i betongen är därför inte representativa för temperaturfördelningen i ett flytande golv.

Med beräkningsförutsättningarna kända förefaller de uppmätta temperaturerna vara rimliga.

Variationerna i den relativa ånghalten är betydligt mindre i matrummet vilket visar att avståndet till ytterväggen inverkar på variationernas storlek. Temperaturvariationerna för mätpunkterna i betongen under matrummet är också mindre än för motsvarande mätpunkter under vardagsrummet.

Resultaten antyder att temperaturens inverkan på den relativa ånghalten (ϕ) kan vara större än vad L-O Nilssons preliminära resultat visar i figur 5.15.

5.6 Syllar

I många lukthus från 1970-talet orsakas problemen av en olämplig utformning av anslutningen mellan betonggolvet och väggar. Inom detta delprojekt har därför även syllarnas fukttillstånd studerats relativt ingående. Huvudsakligen har denna uppföljning skett med hjälp av fast monterade träfuktstift som placerats i syllarnas underkant. Som uppföljning och kontroll av den fuktfordelning som uppmättes i utsågade syllbitar före åtgärder, togs även bitar av syllarna ut i samband med att mätningarna avslutades i juni 1987. Liksom vid försöksverksamhetens början fastställdes fuktkvoten i alla åtkomliga syllar på 15 mm djup, cirka 10 mm över syllarnas undersida, när mätningarna avslutades. De sistnämnda mätningarna genomfördes med en elektrisk fuktkvotmätare.

Hösten 1985 utförde två olika företag epoxiinjektering under vissa delar av de befintliga ytterväggssyllarna i sovrummet. Injekterings inverkan på syllarnas fukttillstånd kommenteras närmare i kapitel 5.7.

5.6.1 Gravimetrisk bestämning av syllarnas fuktstatus

I figur 4.1 och 4.2 redovisades nivå och fördelning av fuktkvot och relativ ånghalt, dels i en ytterväggssyll och dels i en innerväggssyll innan mätningarna påbörjades. Nya syllbitar sågades också ut i samband med att cellplastisolering och plastfolier avlägsnades efter försöksperioden. Provtagningarna skedde i närheten av de gamla provtagningspunkterna. Resultaten från dessa provtagningar redovisas i figur 5.17 och 5.18.

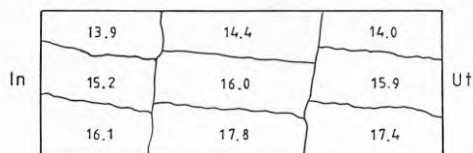
Övre ytterväggssyll, vardagsrum

Fuktkvot %

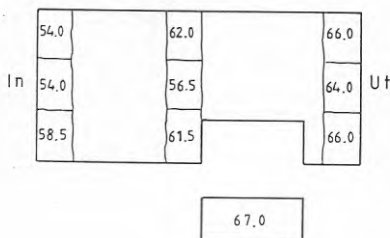


Undre ytterväggssyll, vardagsrum

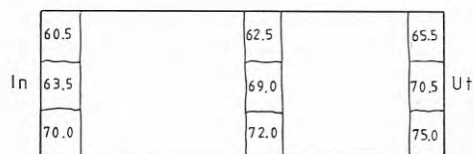
Fuktkvot %



Relativ ånghalt %



Relativ ånghalt %



Figur 5.17. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i en ytterväggssyll, 870629.

Mellanväggssyll, vardagsrum - matplats

Fuktkvot %

	13.1	12.9	13.0	
Matrum	15.3	15.5	15.0	Vardagsrum
	17.4	17.7	18.1	

Relativ ånghalt %

	61.0	64.5	63.5	
Matrum	69.0	70.0	69.5	Vardagsrum
	72.0	78.0	81.5	

Figur 5.18. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%)
i en mellanväggssyll, 870629.

Om resultaten från figur 4.1 och 5.17 respektive figur 4.2 och 5.18 sammanställs genom att subtrahera resultaten från respektive provbit från 870629 med resultaten från 850701 erhålles de differenser som redovisas i figur 5.19 och 5.20. Ett minustecken innebär att provbiten har torkat under försöksperioden.

Resultaten i figur 5.19 visar att fuktkvoten i ytterväggssylen sjönk under de två år som mätningarna pågick. Den undre syllens undre tredjedel torkade med cirka 2 % medan fuktkvoten i syllens insida minskade med i medeltal 1.7 %. Även den övre syllens torkade, dock inte lika mycket som den undre, vilket beror på att fuktkvoterna i den övre syllens redan från början var lägre. Beträffande den relativa ånghalten i ytterväggssylen är bilden något annorlunda. Från dessa resultat kan man skönja en viss uppfuktning av den undre syllens ytskikt närmast de undre hörnen, enligt figur 5.19. Både före och efter försöksperioden varierade den relativa ånghalten mellan 70 % och 80 % i den undre syllens underkant. Följdaktligen föreligger det risk för mögelangrepp.

Mellanväggssylen var däremot fuktigare då mätningarna avslutades än då de påbörjades, vilket framgår av figurerna 4.2, 5.18 och 5.20. Då läckaget från luftbefeuktaren bland annat påverkade den studerade mellanväggen är det omöjligt att dra några slutsatser om hur fuktutvecklingen gestaltat sig om läckaget inte inträffat.

Övre yttervägssyll

Fuktkvot %

	-1.7	-1.4	-0.4	
In	-2.5	-1.6	-1.2	Ut
	-1.3	-1.4		

Undre yttervägssyll

Fuktkvot %

	-1.6	-2.3	-2.9	
In	-1.6	-1.5	-1.5	Ut
	-2.0	-2.2	-2.4	

Relativ ånghalt %

	-9.0	-5.0	1.5	
In	-10.5	-14.5	-19.5	Ut
	-7.0	-7.5		

Relativ ånghalt %

	-	-12.5	-7.5	
In	-1.5	-4.0	-3.5	Ut
	1.5	-6.0	1.0	

Figur 5.19. Differenser i fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i en yttervägssyll.

Mellanväggssyll, vardagsrum – matplats

Fuktkvot %

	-0.1	-0.4	0.1	
Matrum	1.6	1.5	1.7	Vardagsrum
	2.9	3.0	4.0	

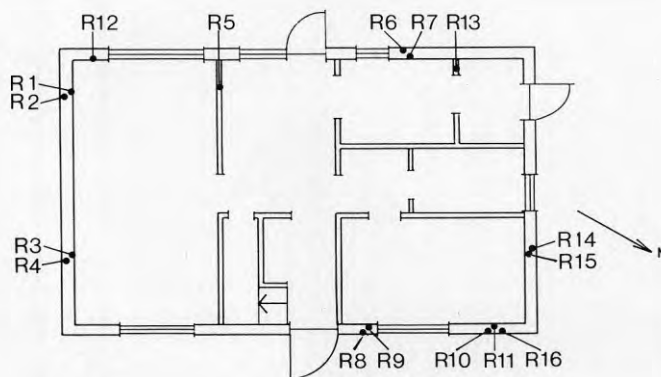
Relativ ånghalt %

	0	1.5	1.0	
Matrum	6.5	4.5	7.0	Vardagsrum
	6.0	11.0	17.5	

Figur 5.20. Differenser i fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i en mellanväggssyll.

5.6.2 Resistansmätning för bestämning av syllarnas fuktkvot

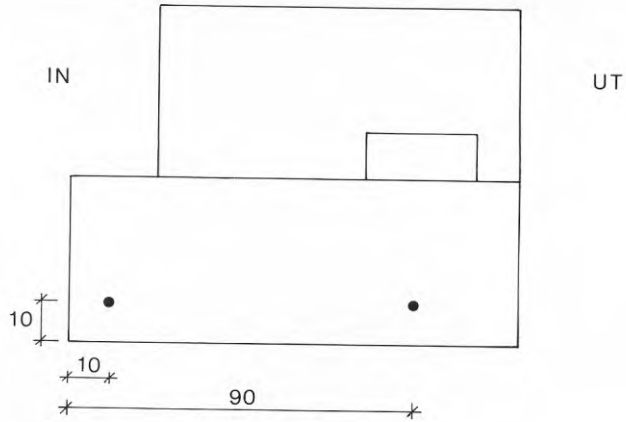
Under hela försöksperioden genomfördes regelbundna avläsningar på fast monterade fuktkvotsstift som installerades i syllarna innan cellplastisolering och plastfolier lades ut på betonggolvet. Placeringen, i planet, av de 16 par av trästift som fanns i byggnaden under två år framgår av figur 5.21. Stiften placerades cirka 10 mm från den undre syllens underkant och 10 mm respektive 90 mm in i träet från syllens insida, enligt figur 5.22. Det par som kallas R16 sitter dock 10 mm in från syllens utsida.



- R1 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R2 = 10mm från syllens underkant, 90mm djup från insidan.
- R3 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R4 = 10mm från syllens underkant, 90mm djup från insidan.
- R5 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R6 = 10mm från syllens underkant, 90mm djup från insidan.
- R7 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R8 = 10mm från syllens underkant, 90mm djup från insidan.
- R9 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R10 = 10mm från syllens underkant, 90mm djup från insidan.
- R11 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R12 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R13 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R14 = 10mm från syllens underkant, 90mm djup från insidan.
- R15 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från insidan.
- R16 = 10mm från syllens underkant, 10mm djup från utsidan.

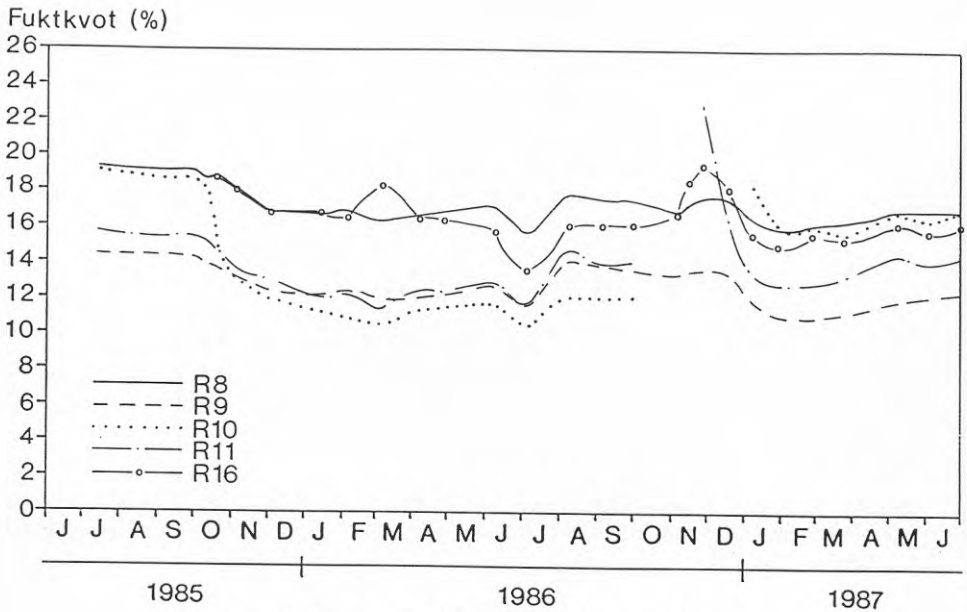
Figur 5.21. Träfuktstiftens placering i planet.

I mellanväggssyllarna, dvs mätpunkterna R5 och R13 sitter stiften 10 mm från syllens underkant och 10 mm in i träet. Då utslaget från träfuktstiften är temperaturberoende placerades även ett termoelement intill varje par av stift.

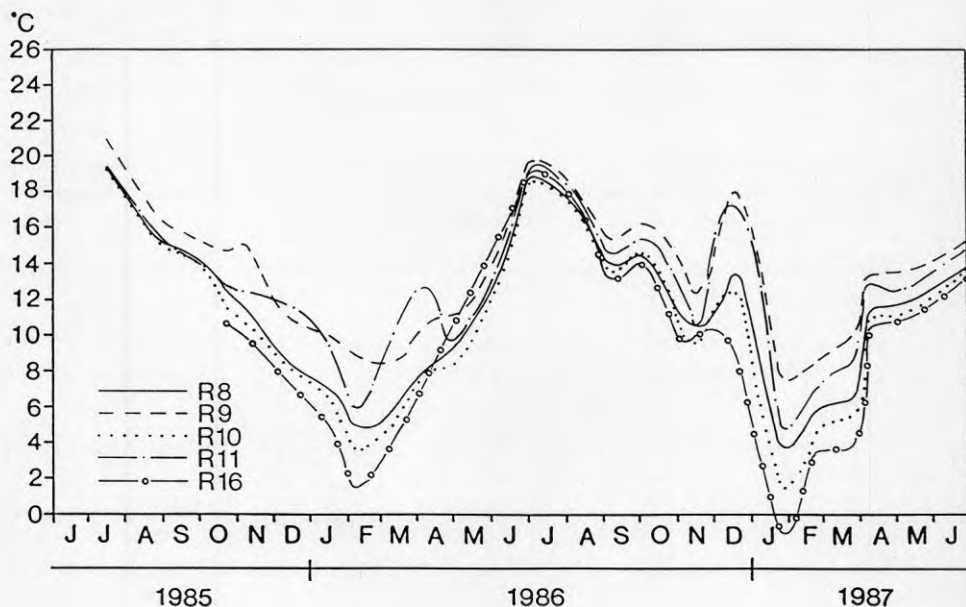


Figur 5.22. Träfuktstiftens läge i ytterväggssyllarna.

Exempel på fuktkvoter och temperaturer som erhöles i syllarna vid respektive mättillfälle visas i figurerna 5.23a,b. Fullständig redovisning av resultaten från dessa mätningar finns sammanställda i bilaga 11 (figur B11.1-B11.5).



Figur 5.23a. Fuktkvot (%) i syllar, nordöstra fasaden.



Figur 5.23b. Temperatur (°C) i syllar, nordöstra fasaden.

Från figurerna 5.23a,b samt bilaga 11 kan man konstatera att det tidigare nämnda läckaget från luftbefeuktaren gav upphov till förhöjda fuktkvoter, framför allt vid mätpunkterna R10 och R11 i sovrummet. Läckaget fick dock även konsekvenser för punkterna R6 och R7 i köket samt för R5 och R13 som fanns placerade i mellanväggarna. Effekten av läckaget försvinner dock ganska snabbt i kök och mellanväggar, trots att inga åtgärder vidtogs i dessa utrymmen för att påskynda eller underlätta uttorkningen. I sovrummet var fuktkvoterna så höga att golvet fick rivras upp och byggtork installeras, vilket har beskrivits tidigare. Även här sjönk fuktkvoterna till mera "normala" värden under torkningens gång, för att därefter stanna på denna nivå .

Mätpunkter som inte påverkades av läckaget, tex R12 i den västra fasaden i vardagsrummet visar en avtagande fuktkvot under den två år långa försöksperioden. Detta är oväntat då plastfolier drogs upp på väggarnas insida vid försöksperiodens början som försvårar syllarnas uttorkning mot rummet.

Sammanfattningsvis kan följande konstateras, beträffande fuktkvotmätningarna i syllarna.

- Fuktkvoten i de syllar som inte påverkats av läckaget och som inte varit föremål för andra åtgärder har sjunkit något, trots att randvillkoren för uttorkning försämrats i samband med att plastfolie och cellplastgolv placerades intill syllarna vid försöksperiodens början.
- Fuktkvoten har sjunkit snabbt i någon mätpunkt, speciellt R10 i sovrummet. Anslutningen mellan yttervägg och grund vid denna, samt ytterligare några punkter i sovrummet har

dock varit föremål för epoxiinjektering varför dessa resultat kommer att kommenteras ytterligare längre fram i rapporten.

- De syllar som endast drabbades av läckaget i mindre omfattning torkade relativt snabbt, utan att några åtgärder vidtogs för att påskynda uttorkningsförloppet.
- De åtgärder som vidtogs i sovrummet för att torka ut vägganslutningen mot grunden lyckades.
- Fuktkvoten i mätpunkterna R14 och R15, som inte påverkades av läckaget, men som torkar i samband med uttorkningen av sovrummet återtar sin jämviktsfuktkvot inom ett par månader efter att den artificiella uttorkningen upphört.
- Insidan av syllarna är generellt torrare än utsidan vilket framgår tydligt om man jämför tex R14 och R15 eller R6 och R7.
- De fuktigaste syllarna finns i den sydvästra fasaden. Huvuddelen av slagregnen i Skåne kommer från syd eller sydväst vilket tyder på att slagregnen inverkar på syllarnas fuktbalans.
- I ytterväggssyllarnas yttre delar finns en signifikant skillnad i fuktkvot mellan olika mätpunkter vid ett och samma mättillfälle.
- Mellanväggssyllarna är i allmänhet torrare än ytterväggssyllarna.
- Fuktkvoten i vissa mätpunkter är hela tiden så hög att mögel kan utvecklas.
- Det förekommer säsongsvariationer i syllarnas fuktkvot.

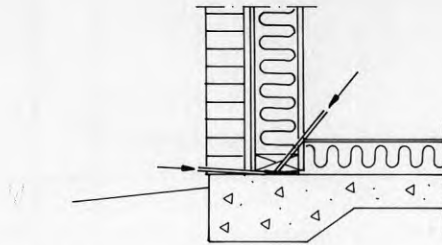
Från bilaga 11 och figur 5.23b framgår det att temperaturen i syllarna varierar avsevärt med årstiden, speciellt i ytterväggssyllarna. Under vintern är temperaturen tidvis så låg att mögeltillväxten sannolikt avtar. Med cellplastisolering på golvet blir sylltemperaturen lägre vintertid, jämfört med en likvärdig byggnad med underliggande golvisolering. För de mögelsvamparter som har tillväxtmaximum vid rumstemperatur borde följdaktligen golvisoleringen verka hämmande på tillväxten under vinterhalvåret.

Att temperaturerna i figur 5.23b och B11.3b var så höga i slutet av 1986 beror på att cellplastisoleringen var demonterad i sovrummet, samtidigt som temperaturen i rummet var högre än normalt i samband med uttorkningen efter läckaget.

5.7 Epoxiinjektering

Hösten 1985 injekterades epoxi under ytterväggssyllarna i sovrummet av två olika företag. Syftet med injekteringen var att skapa en heltäckande fuktspärri mellan betongplatta och syll för att hindra fukttransport från betongen till syllens undersida. Därefter studerades hur åtgärden påverkade fuktkvoten i syllarna under en längre tid.

Epoxiinjektering mellan syllar och betongplatta sker genom förborrade hål, som borrar snett ned genom syllarna från insidan. Målet är att hålen borrar med sådan lutning att de kommer genom syllarna cirka en tredjedel från dess insida. Centrumavstånden mellan hålen är cirka 10 cm. Ett av företagen provade dessutom att injektera från utsidan genom förborrade hål en bit in i syllarna, varvid hålen borrades med samma c/c-avstånd som tidigare.



Figur 5.24. Epoxiinjektering mellan betongplatta och ytterväggssyll.

Mätningarna genomfördes med hjälp av de fast monterade träfuktstiften. I samband med att mätningarna avslutades togs vissa delar av syllarna bort för att dokumentera hur väl epoxiinjekteringen täckt syllens undersida samt för bestämning av relativ ånghalt och fuktkvot i syllbitarna.

Omedelbart innan den första epoxiinjekteringen genomfördes togs en bit av ytterväggssylen ut i sovrummet, intill mellanväggen mot huvudentrén. Resultaten från denna provtagning visas i figur 5.25.

Övre ytterväggssyll + styrläkt

Undre ytterväggssyll

Fuktkvot %

Fuktkvot %

	12,4	13,5	14,0	
In	12,8	14,3	15,3	Ut
	13,8	15,1	14,6	

	14,0	16,7	17,9	
In	14,8	16,6	18,4	Ut
	15,3	17,8	19,5	

16,4

Relativ ånghalt %

Relativ ånghalt %

	saknas	70,0	73,0	
In	65,0	saknas	72,0	Ut
	saknas	70,0	72,0	

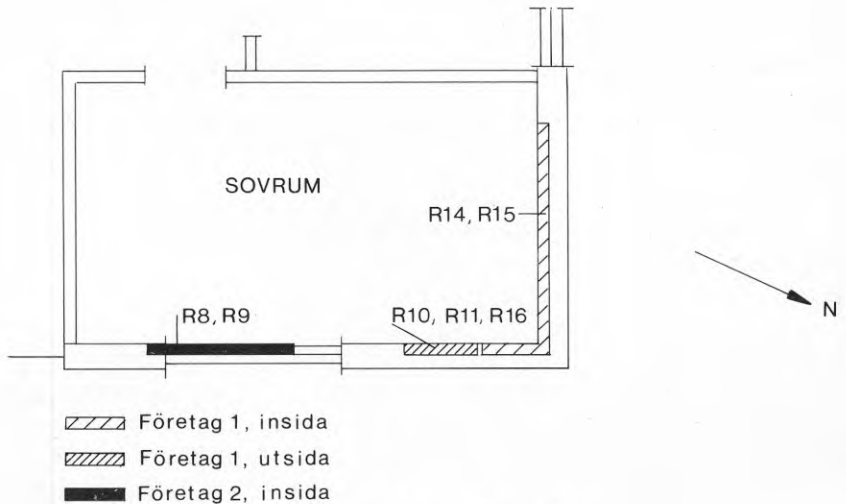
	62,0	72,0	78,0	
In	66,5	75,0	78,5	Ut
	66,0	79,0	80,5	

82,0

Figur 5.25. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i ytterväggssyll i sovrummet innan epoxiinjektering, 851018.

Bestämningen av de relativa ånghalterna visar att endast syllarnas insida ligger under 70 %. Den relativa ånghalten för betongytan (0-3 mm) under den uttagna syllen bestämdes till 81 %.

Företag 1 epoxiinjekterade delar av den nordvästra gaveln samt en liten del av den nordöstra fasaden i sovrummet 851018. Cirka 0.8 m av ytterväggssyllen i den nordöstra fasaden i sovrummet epoxiinjekterades från utsidan av samma företag. Injekterade sträckor framgår av figur 5.26.



Figur 5.26. Epoxiinjekterade ytterväggssyllar.

Vid arbetet använde Företag 1 en blandning som bestod av 95 % epoxi och 5 % isopropylalkohol som lösningsmedel. Via ett metallrör som placeras i de förborrade hålen i syllen sprutar man ut epoxilösningen från en tryckbehållare. Normalt använder de cirka 1.0 l/m för ytterväggssyllar på betong, medan den normala åtgången är omkring 0.7 l/m vid injektering under mellanväggar som vilar mot betong. Då underlaget består av lecablock förbrukas cirka 2 l/m. Vid injekteringen under denna syll användes dock i genomsnitt 2.5 l/m. Normalt slutar man injektera i ett hål då epoxi börjar tränga ut på insidan av syllen, vilket innebär att den epoximängd som erfordras beror på hur ojämn betongen är under syllen.

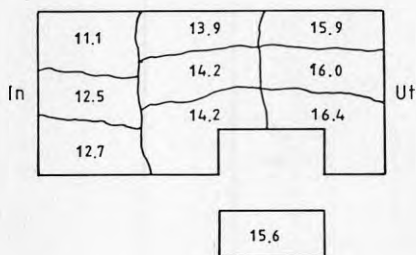
Företag 2 epoxiinjekterade under några löpmeter av ytterväggssyllen i den nordöstra fasaden 851107, vilket finns markerat i figur 5.26. Vid arbetet användes en lågviskös epoxi utan tillsats av lösningsmedel. För att höja viskositeten och förhindra att lösningen rinner iväg långt utanför syllen tillsattes talk. Arbetsmetodikerna vid injekteringen var likartad med den tidigare beskrivna.

I figur 5.26 har även de fast monterade träfuktstiften i sovrummet markerats. Enligt figur 5.23a sker en anmärkningsvärt snabb och avsevärd sänkning av fuktkvoten vid mätpunkt R10 och i viss mån även vid R16 precis efter att epoxiinjekteringen genomförts. Det bör dock observeras att injekteringen utfördes från utsidan vid dessa mätpunkter. I samband med arbetet har bruksspillet förmodligen rensats bort från luftspalten vilket minskar fuktbelastningen mot syllen

och underlättar dess uttorkning. Vid de övriga mätpunkterna kan inte så drastiska förändringar noteras i samband med epoxiinjekteringen. Det finns dock en avtagande tendens för fuktkvoten i mätpunkterna R8, R9, R14 samt R15 under hela mätperioden. Det är speciellt intressant att läckaget, som inträffade i slutet av 1986, inte påverkade dessa fyra mätpunkter medan R10 och R11 som ligger mellan de ovannämnda mätpunkterna påverkades avsevärt.

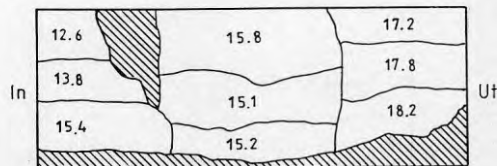
Övre ytterväggssyll, sovrums

Fuktkvot %

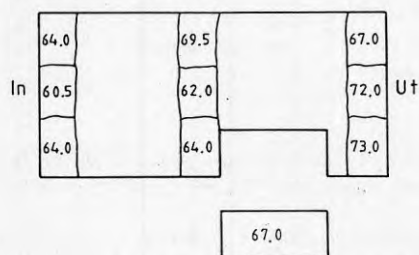


Undre ytterväggssyll, sovrums

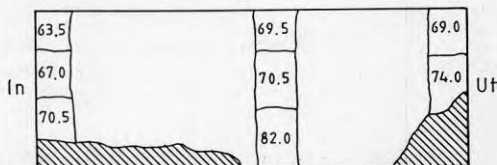
Fuktkvot %



Relativ ånghalt %



Relativ ånghalt %



Figur 5.27a. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i en ytterväggssyll efter epoxiinjektering från insidan utförd av Företag 1.

I figur 5.12 redovisades fuktkvoten i sovrumsyttersyllar före och efter avfuktningen av utrymmet. Innan avfuktningen var fuktkvoterna mycket höga i den del av den nordvästra gaveln i sovrumsyttersyllarna som ligger intill badrummet. Ungefär där epoxiinjekteringen påbörjades är emellertid fuktkvoten avsevärt lägre. Mätresultaten tyder på att epoxiinjektering från insidan gav syllarna ett bra skydd mot fukt från betongplattan.

Då mätningarna avslutades sommaren 1987 sågades bitar av de epoxiinjekterade syllarna ut, dels för okulärbesiktning och dels för bestämning av fuktkvot och relativ ånghalt i de behandlade syllarna. Resultaten från bestämningen av fukttillståndet i dessa syllbitar redovisas i figur 5.27.

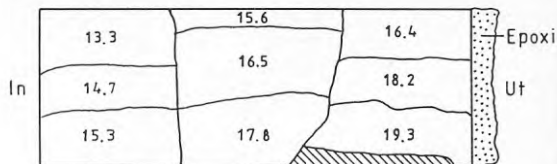
Övre ytterväggssyll, sovrums

Fuktkvot %

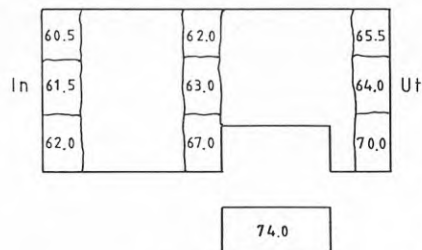


Undre ytterväggssyll, sovrums

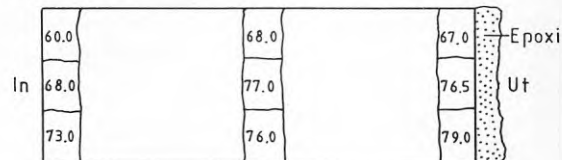
Fuktkvot %



Relativ ånghalt %



Relativ ånghalt %



Figur 5.27b. Fuktkvot (%) och relativ ånghalt (%) i en ytterväggssyll efter epoxiinjektering från insidan utförd av Företag 2.

På grund av den goda vidhäftningen mellan epoxi och syllarnas undersida gick det inte att få ut hela sylldelar. De bitar som saknas har markerats med snedstreck i figurerna 5.27a och 5.27b.

I figur 5.25 redovisades fukttillståndet för en del av ytterväggssylen i sovrumsrummet, innan epoxiinjekteringarna utfördes. Läckaget från befuktaren omöjliggör dock en meningsfull jämförelse mellan figurerna 5.25 och 5.27. Som framgår av bilaga 11 och figur 5.26 avtar fuktkvoten relativt mycket i de syllar som injekterades från insidan. Följdaktligen har dessa syllpartier erhållit ett fullgott fuktskydd som skyddade bra mot läckaget.

Vid okulärbesiktningen konstaterades, att under det väggparti som behandlats av Företag 1 var mineralullsremsan under syllen helt impregnerad med epoxi. Området mellan betonggolvet och syll var likaså utfyllt med epoxi. Däremot hade epoxilösningen inte runnit ut vare sig under cellplastskivorna eller under den asfaltimpregnerade träfiberskivan på syllens utsida.

Även Företag 2 lyckades fylla hela utrymmet mellan betonggolvet och syll med epoxi. Lösningen hade dock även runnit långt ut på betonggolvet under plastfolien. Syllens utsida var även täckt med ett tjockt epoxilager, vilket finns markerat i figur 5.27b.

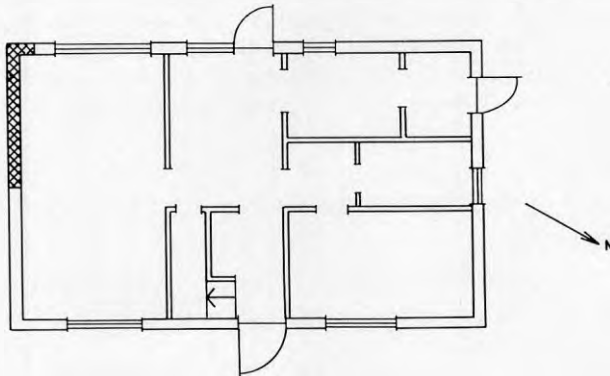
Resultaten från dessa försök kan sammanfattas på följande sätt.

- De syllbitar som epoxibehandlades från insidan fick ett tillfredsställande skydd mot det vatten som trängde ut under syllarna, i samband med läckaget från befuktaren. Epoxi-behandling från utsidan gav däremot ett avsevärt sämre skydd, framför allt på syllens insida.
- Under de syllbitar som tagits ut fanns det ett heltäckande skikt av epoxi. Företag 2 hade dock tryckt in för mycket epoxi vilket resulterade i att stora mängder rann ut på betonggolvet under plastfolien.

Ett allmänt problem vid injektering är att få epoxi att tränga in under de syllbitar som ligger direkt mot betongen, där det förmodligen behövs bäst.

5.8 Silikonbehandling av kalksandstensmur

Regngennomslag genom en otät fasadbeklädnad kan leda till ökad fuktbelastning mot ytterväggssyllarna. Silikonbehandling av fasadmurens utsida anses av många, vara en bra metod att förhindra slagregn från att penetrera ett absorberande fasadmaterial. I mitten på oktober 1985 behandlades därför halva den sydvästra gavelväggen med ett silikonpreparat. Den del av kalksandstensmuren som behandlades finns markerad i figur 5.28.



Figur 5.28. Silikonbehandlad kalksandstensmur utförd av Företag 1.

Som framgår av figur 5.21 fanns två par av fuktkvotsstift monterade i vardera gavelhalvan. R1 och R2 vid den behandlade gaveldelen samt R3 och R4 vid den obehandlade gaveldelen. Resultaten från figur B11.1a tyder inte på att något omfattande regngennomslag har förekommit, åtminstone inget som påverkat syllarnas fuktkvot vid mätpunkterna. Den förhöjda fuktkvot som registrerades vid R3 i slutet av 1986 stämmer väl i tiden med läckaget från luftbefuktaren.

I slutet av juni 1987 frilades två fack av kalksandstensmuren från insidan varvid det kunde konstateras, att det fanns stora brukstuggor mellan isoleringsskivorna innanför skalmuren. Det fanns även stora mängder bruk på betongytan under isoleringsskivorna. För att kontrollera effekten av silikonbehandlingen utsattes respektive gavelhalva för kraftig artificiell vattenbegjutning från utsidan. Genom den obehandlade delen erhöles det första vattengenomslaget efter 3 minuter, medan det dröjde 9 minuter innan genomslag erhöles på den behandlade gaveldelen.

För båda gavelhalvorna kom regngenomslaget först i genomgående sprickor mellan bruk och sten i stötfogarna. Vid "sprickfria" partier tog det i båda facken cirka 15 minuter innan baksidan av kalksandstensmuren fick synliga regngenomslag. Det totala regngenomslaget var också betydligt större för den obehandlade gaveldelen.

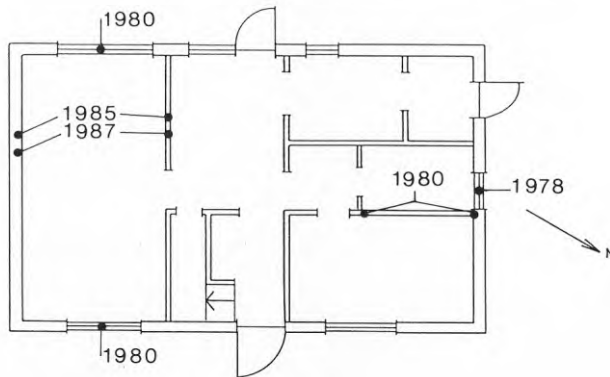
Försöket visar att behandlingen ger en positiv effekt om muren endast har små sprickor och otätheter. Stora genomgående sprickor måste dock tätas i samband med silikonbehandlingen. Annars riskerar man att fuktbelastningen ökar mot de kvarvarande otätheterna vilket kan leda till lokala fuktskador.

5.9 Mögelförekomst

Mykologisk analys av syllarna har utförts vid fyra tillfällen. Hösten 1978, våren 1980, juli 1985 samt juli 1987. Samtliga analyser har utförts av husmögelgruppen vid Göteborgs Universitet.

Hösten 1978 skickades prov från ytterväggssyllens utsida till mykologisk analys. Provet togs mitt på den nordvästra gaveln, under badrumsfönstret. En summering av det fullständiga utlåtandet som finns i bilaga 1 visar att det uttagna provets yttersidor var rikligt bevuxna med olika slags svamporganismer mm.

Våren 1980 gjordes mykologiska undersökningar både på ytterväggssyllen och innerväggssyllen. Resultaten från analysen vid detta tillfälle visar att biologisk aktivitet, i form av bla mögelsvampar och strålsvampar, förekommer vid praktiskt taget alla provtagningsställen. I ett prov fanns *Aspergillus*, vilken till stor del befann sig under nedbrytning, vilket tyder på att det tidigare varit betydligt fuktigare, men att en uttorkning i detta utrymme senare ägt rum. Dessa, liksom övriga punkter där mykologisk provtagning ägt rum finns markerade i figur 5.29.



Figur 5.29. Mykologiska provtagningspunkter i syllarna.

Sommaren 1985 genomfördes mykologisk analys på ytter- och innerväggssyllar från vardagsrummet. Vid denna analys var det endast den undre ytterväggssyllens utsida som hade riklig aktivitet, av hyphomycetyfer. Medelfrekvens av hyphomycetyfer konstaterades på den undre ytterväggssyllens ovasida samt på undersidan av den bärande mellanväggen. I övrigt noterades endast sparsam frekvens. Fullständiga resultat från analysen redovisas i bilaga 5. Orsaken till den låga biologiska aktiviteten sommaren 1985 beror sannolikt på att övergolvet demonterades

cirka två år tidigare, vilket resulterat i en uttorkning av syllarnas ytor och missgynnat den biologiska aktiviteten.

Sommaren 1987 togs återigen syllbitar från vardagsrummet för mykologisk analys. Dessa provbitar togs ut omedelbart efter att cellplastisolering och plastfolier tagits bort från betonggolvet. Analysen visade att det fanns medelfrekvens av konidiesporer på mellanväggssyllens undersida. På den sida som vetter mot matrummet fanns sparsamt med konidiesporer och fragmenterade hyphomycetyfer. I övrigt noterades ingen biologisk aktivitet trots att betingelserna för mögeltillväxt borde varit ganska gynnsamma under den tid som försöksverksamheten pågick. Beträffande de fullständiga resultaten från denna analys hänvisas till bilaga 12.

Resultaten tyder på att det fanns mycket goda förutsättningar för mögeltillväxt när virket byggdes in, men att dessa förutsättningar succesivt försämrats under åren som gått, på grund av att en uttorkning ägt rum.

6 SLUTSATSER

En kortfattad sammanfattning av de redovisade resultaten från samtliga mätningar som genomförts i byggnaden 1978-87 kan summeras på följande sätt.

Dräneringssystem

- I en av de två provgröparna intill husgrunden ligger dräneringsrören högre än kantförstyvnings undersida. Dräneringsrörens läge i kombination med ett allt för finkornigt material under och intill byggnaden leder till att smältvatten, regnvatten samt kapillärt uppstigande markvatten kan komma i kontakt med betongplattan. Dräneringsrören har dock placerats enligt de anvisningar som finns i Svensk Byggnorm 67 för byggnader med källare. Bestämmelser för dräneringsrörens förläggning vid platta på mark saknas i SBN 67.
- I samband med exceptionella vattenbelastningar som kan förekomma vid enstaka skyfall eller vid kraftig snösmältning stiger markvattenytan intill dräneringsrören. Vid dessa tillfällen stiger i allmänhet även markvattennivån under huset. Den högsta noterade vattennivån enligt bilaga 8 ligger dock cirka 0.4m lägre än dräneringsrörens underkant enligt b i figur 4.6.
- Det finns ingenting i mätresultaten som tyder på att tillfälliga höjningar av markvattenytans läge påverkar fuktillståndet i den ovanförliggande betongplattan.

Betonggolvet

- Betonggolvet är mycket fuktigt vilket dels beror på värmeisoleringens placering dels på det alltför finkorniga material som finns omedelbart under betongplattan.
- Den relativa ånghalten i betonggolvet varierar ganska mycket under mätperioden, med lägst värde under vinterhalvåret. Variationerna är speciellt märkbara i närheten av kantförstyvningen vilket visar att avståndet till ytterväggen inverkar på variationernas storlek.

Syllar

- Syllarna var sannolikt mycket fuktiga då de byggdes in. Detta framgår av de mykologiska undersökningar som redovisas i rapporten. Det framgår också att den mykologiska aktiviteten successivt har avtagit. Resultaten antyder också att det kan ta lång tid att få ut byggfukten ur syllar vid olämplig utformning av anslutningen mellan golv och bärande väggar.
- Det finns betydande skillnader i syllarnas fuktkvot i olika delar av byggnaden vid en given tidpunkt.
- Ytterväggssyllarna är som väntat fuktigast i utsidans undre delar.
- Mellanväggssyllarna är i allmänhet torrare än ytterväggssyllarna. Antagligen beror detta på att en del av fukttillskottet från marken diffunderar upp till bostaden genom mellanväggen samt en viss köldbryggeeffekt som ger något högre yttemperatur i betongen under mellanväggen jämfört med omgivande betongytor som är täckta av värmeisolering.

- Syllarna har inte fuktats upp under den studerade tvåårsperioden varför fuktillskottet från den underliggande betongen förefaller vara litet. Att en till synes ordentligt utförd epoxiinjektering inte heller ger nämnvärda resultat tyder också på att fuktillskottet från undersidan är litet. Om fuktbelastningen underifrån varit större hade epoxibehandlingen förmodligen gett större effekt. En mindre trolig förklaring är att det förekommit luftläckage mellan syllen och den plastfolie som var uppdragen på syllens insida.
- Syllarna har fortfarande något för hög fuktkvot i delar av byggnaden.
- De syllpartier som drabbades måttligt av läckaget återtar sin naturliga fuktbalans inom några månader, utan att speciella åtgärder vidtas. Även de syllar som torkades ut till mycket låga värden efter läckaget återtar snabbt sin naturliga fuktbalans.
- Det förekommer säsongsvariationer i syllarnas fuktkvot.
- Säsongsvariationerna i sylltemperaturerna är avsevärda. Resistansmätare för bestämning av fuktkvoten i trä är temperaturberoende. För att förbättra mätnoggrannheten är det därför nödvändigt att mäta temperaturen intill varje par av träfuktstift. Temperaturmätningen skall ske intill mätstiftens spetsar. De låga sylltemperaturerna vintertid kan även hämma mögeltillväxten.

Epoxi

- Epoxiinjektering från insidan skyddade syllarna i samband med vattenläckaget.
- Okulärbesiktningen visade att hela utrymmet mellan betong och syll var fyllt med epoxi.

Övrigt

- Silikonbehandlingen av fasadmuren av kalksandsten förlängde tiden till regngenomslag genom fasaden vid särskild provning.
- Befuktningen av inomhusluften påverkade inte fuktillståndet i de studerade konstruktionsdelarna.
- Det fanns mycket bruksspill bakom fasadmuren vilket kan ge ökad fuktbelastning mot syllarna om det förekommer regngenomslag genom kalksandstensmuren.
- Dålig lukt noterades i bostadens bottenvåning under hela mätperioden.
- Det fanns inget synligt mögel mellan cellplast och betong eller i skarvarna mellan cellplastskivorna då golvet demonterades efter avslutade mätningar.

7 REKOMMENDATIONER

För att eliminera fukt- och luktproblemen i bostaden måste byggnadstekniska åtgärder genomföras för att minska fuktbelastningen mot grunden och de bärande syllarna. Om det luktar obehagligt i huset även efter att de byggnadstekniska åtgärderna genomförts måste dessa kompletteras med en luktsanering av bostadsutrymmet. I detta kapitel diskuteras en del av de åtgärdsmetoder som för närvarande förekommer på den svenska marknaden. Genomgången är dock inte fullständig.

7.1 Möjliga åtgärder

Genomgången av olika åtgärdsförslag för den aktuella byggnaden som redovisas i nedanstående delkapitel är dels författarens egna erfarenheter av olika reparationsmetoder för platta på mark, dels erfarenheter från Statens Provvningsanstalt i Borås som redovisas av Tobin (1988). Författarens egna erfarenheter av åtgärdsalternativ finns redovisade i Fuktgruppens verksamhet 1984-87, Harderup (1987a), Harderup (1987b), Harderup (1987c) och Harderup (1989). Information om reparationsmetoder för platta på mark finns även i Axén et al (1984), Bergström & Rydkvist (1988), Elmroth & Samuelson (1987) samt SABO-pärmarna (1988).

I kapitel 4.3 redovisades dräneringssystemets utförande och de ingående materialen. Undersökningen visar att dräneringsrören ligger för högt. Intill vissa delar av byggnaden är rören placerade högre än den kantförstyvade betongplattans underkant. Kringfyllnaden omkring dräneringsrören samt omedelbart under betongplattan är också allt för finkornigt för att fungera tillfredsställande som dränerande material. Med de aktuella skiktjocklekarna kan sanden under betongplattan inte heller fungera som kapillärbrytande skikt. De genomförda markvattenobservationerna intill dräneringsrören och under byggnaden tyder på att markvattnet aldrig varit i direkt kontakt med dräneringssystemet under mätperioderna. Dessutom har det konstaterats att undergrunden består av moränlera.

Mätningarna har också visat att betongplattans kapillärmättnadsgrad är så hög att kapillärkontakt sannolikt förekommer mellan betongen och den underliggande marken.

Syllarna luktar mögel. Vissa syllpartier är fortfarande så fuktiga att mögel kan utvecklas. Fuktskadorna har sannolikt orsakats av både byggfukt, markfukt och lokala regngennomslag.

7.1.1 Nytt eller förbättrat dräneringssystem

Åtgärden kan vara lämplig om stora mängder ytvatten leds mot byggnaden eller om markvattenytan ligger mycket högt. Om dräneringen läggs om skall vattengången i dräneringsrören i alla punkter ligga lägre än dräneringsmaterialets underkant. I samband med att dräneringsrören läggs om eller byts ut, byter man även kringfyllnadsmaterialet runt rören och upp till markytan närmast byggnaden. Härigenom kan man åstadkomma en viss uttorkning utåt av betongplattans förstyvning. Även om åtgärden kompletteras med instick in under kantförstyvningarna är det dock svårt och ibland omöjligt att minska transporten av markfukt till byggnadens centrala delar om marken har hög kapillär sughöjd, dvs finkornig jord. I finkorniga material blir influensområdet runt dräneringsrören litet varför åtgärden får liten räckvidd i sidled, vilket innebär att åtgärden endast blir effektiv intill kantbalkarna. Om åtgärden lyckas tar det ofta lång tid att torka jorden under byggnaden varför uttorkningen av betongplattan går långsamt. Metoden stoppar inte heller fukttransporten i ångfas. För att åtgärden skall bli effektiv måste den därför kombineras med andra byggnadstekniska åtgärder.

Med utgångspunkt från de genomförda undersökningarna förefaller det därför inte nödvändigt

att lägga om eller förbättra det befintliga dräneringssystemet.

Med hänsyn till att sandskiktet verkar vara av likvärdig kvalitet under hela byggnaden är det inte heller rimligt att byta ut sanden under plattan mot ett kapillärbrytande material.

7.1.2 Ventilation under betongplattan

Mekanisk ventilation under betongplattan kan utföras antingen med övertryck, undertryck eller med en kombination av till- och frånluftsventilation. Beroende på systemets utformning kan luftflödet bli huvudsakligen endimensionellt eller tvådimensionellt. Oberoende av det valda ventilationssystemet är det praktiskt omöjligt att erhålla samma ventilationsintensitet under hela betongplattan. Faktorer som styr luftflödets fördelning och intensitet är bla placering och utformning av till- och frånluftsöppningar, fuktillskottet från marken, läckage genom kantbalkarna eller genom sprickor i betongen, förtjockningar i betongen under bärande väggar, olikformig permeabilitet i det ventilerade skiktet, variationer i det ventilerade skiktets tjocklek mm. Dessutom måste den luft som passerar genom grunden vara förhållandevis torr och varm vid inloppet. Vid ventilering med inneluft innebär detta krav att fuktillskottet till inomhusluften skall vara litet. I självdragsventilerade hus måste man därför ofta komplettera den ventilerade grunden med tilluftsventiler i varje rum för att förbättra ventilationen i bostadsutrymmet. I vissa fall måste även kondensrisken beaktas i det ventilerade skiktet intill ytterväggarna. Med ventilation under betongplattan sker uttorkningen av betongen nedåt. Beroende på betongens tjocklek och kvalitet varierar uttorkningstiden för betongen. Sannolikt tar det minst ett år innan betongplattans ovankant torkat.

Under den aktuella betongplattan finns ett ganska finkornigt material. Vid siktning passerade 70 vikts-% av materialet 2 mm sikten. Ett finkornigt material är svårt att ventileras effektivt. Innan något av de nämnda ventilationssystemen kan komma ifråga måste därför en provning utföras för att kontrollera om det är praktiskt möjligt att ventileras under betongplattan. Om fuktbelastningen mot de befintliga ytterväggssyllarna skall minska efter åtgärden måste ventilationsluften även passera under samtliga kantförstyvningar. Även om materialet under kantförstyvningarna ventileras dröjer det åtskilliga år innan lukten från syllarna upphör. Med de givna förutsättningarna kan ventilering under betongplattan inte betraktas som ett lämpligt åtgärdsförslag för denna byggnad.

7.1.3 Impregnering av betongplattan

Efter att betonggolvet frilagts rengöres och torkas betongytan varefter en vätska appliceras på dess yta. Vätskan uppges tränga in i och täta betongens övre skikt och därigenom reducera fukttransporten genom betongen. Betongytan under träsyllar till bärande väggar impregneras dock inte varför fukttransporten till dessa konstruktionsdelar förblir oförändrad. De uppföljningar som finns dokumenterade från fältförsök och laboratorieprovningar visar att metoden inte fungerar som fuktspärr. Behandlingen kan möjligtvis stoppa kapillärsugningen medan ångdiffusionen blir opåverkad. Åtgärden kan således inte rekommenderas.

7.1.4 Fuktspärr på betongytan

En rejäl fuktspärr med god beständighet som placeras direkt mot betongytan innan en ny golvkonstruktion byggs upp stoppar fukttransporten till ovanförliggande material. Beroende på golvkonstruktionens uppbyggnad före och efter åtgärd kan betongens övre delar däremot bli fuktigare än tidigare. För att metoden skall fungera krävs därför en mycket grundlig rengöring av hela betongytan innan ångspärren läggs ut. Det nya tätskiktet skall täcka hela hela betongytan

för att ge ett fullständigt skydd mot markfukt. Detta innebär att fuktspärren även skall finnas under syllar och andra fuktkänsliga material som står direkt mot betongen. Dessutom måste alla skarvar och anslutningar till genomföringar etc utföras mycket omsorgsfullt. Lukten från syllarna kan dock kännas i bostadsutrymmet flera år efter att åtgärden genomförts.

När det studerade huset byggdes fanns ingen plastfolie mellan betongplatta och cellplastisolering. Sommaren 1985 återställdes det flytande golvet. Vid återställandet förstärktes fukt-skyddet i golvkonstruktionen med plastfolie under och över värmeisoleringen. I figur 3.4a visas fukttillståndet genom betongen i vardagsrummet för den ursprungliga konstruktionen. I figur 5.13b visas motsvarande fuktfördelning två år efter att golvet återställdes och försågs med plastfolie. Fukttillståndet i betongens övre delar är nästan identiskt. Resultaten visar att cellplastens ånggenomgångsmotstånd är så stort att den underliggande plastfolien inte påverkar fukttillståndet i betongen.

Med plastfolie mellan betong och överliggande isolering förhindras uttorkningen nedåt efter eventuella vattenläckage. Om vattnet inte kan transporteras nedåt får läckaget även större spridning i sidled vilket noterades efter ett relativt måttligt läckage från en luftbefuktare i bostaden. Med heltäckande fuktspärr ökar risken för fuktskador på syllarna om ett läckage uppstår ovanför fuktskyddet. Vid högt fukttillskott till inomhusluften kan plastfolien även orsaka kondens på plastfoliens ovansida.

Vid återställandet av golvkonstruktionen lades ingen plastfolie under syllarna i ytterväggarna och under de bärande innerväggarna. Trots att det saknades fuktskydd mellan betong och syllar ökade fuktkvoten enbart i de oskyddade sylldelar som påverkades av läckaget. Som tidigare nämnts förefaller därför fukttransporten från marken att vara ganska liten, trots den kapillära fukttransporten.

Med en kraftig fuktspärr som täcker hela betongytan skyddas det nya golvet och väggarna från fukt underifrån. För att eliminera framtida luktproblem måste betongen rengöras noggrant, dessutom måste de gamla syllarna saneras eller bytas ut.

7.1.5 Ventilation över betongplattan

Metoden innebär att ett mekaniskt frånluftssystem ansluts till golvet varvid det ventilerade skiktet erhåller ett lägre lufttryck än luften utanför golvkonstruktionen. Tilluften sker direkt från inneluften via spalter eller tilluftsdon som placeras utmed ytterväggarna. Så länge luften inte är vattenmättad kan den uppta och transportera bort det vatten som avges från betongen. Faktorer som styr luftflödets fördelning och intensitet är bland annat placering och utformning av till- och frånluftöppningar, fukttillskott från betongen, läckage från inneluften, läckage från uteluften på grund av dålig lufttäthet mellan betongplatta och ytterväggssyll, inneluftens fukttillskott och temperatur samt permeabiliteten i det ventilerade skiktet.

I ett flytande golv finns i allmänhet inte någon luftspalt mellan betong och värmeisolering. För att erhålla en luftspalt måste därför det befintliga golvet avlägsnas. Efter rengöring och avjämning av betongplattan placeras en luftspaltbildande fuktspärr på betongen. Fuktspärren skall monteras så att det finns kommunikation mellan inneluften och luftspalten i golvet, där så önskas. Icke ventilerade anslutningar mellan luftspalt och väggar måste tätas omsorgsfullt. Om syftet är att endast ventileras med inneluft måste även lufttätheten mellan betongplatta och ytterväggssyllar kontrolleras. För att erhålla en heltäckande fuktspärr måste även syllarna skyddas mot markfukten. Undertrycket i luftspalten medför att lukt från syllar etc förhindras att komma in i bostaden. Luftrörelserna och undertrycket innebär också att rengöringskravet

av betongytan inte är lika stort som med en oventilerad fuktspärr direkt ovanpå betongplattan.

Erfarenheter från mätningar och beräkningar visar att det sker en snabb uttorkning av luften i den ventilerade spalten och av betongens ytskikt, medan betongplattans undre delar ofta förblir fuktiga.

Eftersom det flytande golvet redan är demonterat i den undersökta fastigheten är det lämpligt att placera en ordentlig fuktspärr på betongplattan. Byggnaden är självdragsventilerad utan tilluftsventiler. För att förbättra ventilationen av bostadsutrymmet, minska rengöringskravet av betongytan samt reducera fuktbelastningen mot fuktspärren och dess skarvar och anslutningar kan man installera mekanisk ventilation i bostaden där en del av frånluften passerar genom golvet, via en luftspaltbildande fuktspärr. Eventuellt kan systemet kompletteras med en värmeväxlare. Om det läcker uteluft mellan betong och ytterväggssyllar minskar fuktbelastningen mot syllarna. Ett sådant läckage ger dock ett kallare golv. Samtidigt ökar kondensrisken i luftspalten närmast ytterväggarna, vilket dock inte har så stor betydelse om betongytan är ren och kondensationen endast sker under korta perioder. För att med säkerhet minska fuktbelastningen mot syllarna bör dock fuktskyddet förbättras även under dessa.

I de fall då fukt- och luktproblemen endast funnits i syllarna har det även utförts system med ventilerade golvsocklar intill syllarnas insida. Åtgärden uppges hjälpa mot både lukt- och fuktproblem. Det är dock svårt att erhålla en jämn luftström längs syllarna på grund av läckage både från inneluften och från uteluften via otätheter mellan syllar och betongplatta. Då syllarna endast torkas från insidan är det osäkert hur effekten blir mitt under syllen och på syllens utsida. För att underlätta uttorkningen bör den invändiga gipsskivan kapas så högt upp som möjligt på syllen.

För att åtgärden skall bli effektiv i den undersökta byggnaden måste utrymmet mellan betongplatta och ytterväggssyllar tätas. De genomförda undersökningarna har också visat att det finns mycket bruksspill utanför träregelväggen. Om golvet förses med en luftspaltbildande ångspärr som ventileras är det även svårt att kombinera detta med ventilerad golvsockel. Åtgärden rekommenderas inte för denna byggnad.

7.1.6 Undertryck

Genom att tätas alla anslutningar mellan golv och väggar och ansluta en frånluftsfläkt till golvet skapas ett undertryck som förhindrar mögellukten att tränga upp i bostaden. Metoden kan endast användas vid måttliga fuktskador. Med en otät ytterväggssyll är det svårt att erhålla ett undertryck samtidigt som golven blir kallare.

När värmeisolering och golvbeläggning är borta kan andra åtgärder genomföras. Metoden är därför inte lämplig i denna byggnad.

7.1.7 Ökad ventilation inomhus

Om det finns mögel på väggar, bakom möbler och i garderober beror detta förmodligen på dålig eller felaktigt utformad allmänventilation av bostadsutrymmet. Om problemet finns inuti konstruktionen går det inte att lösa problemet enbart genom att öka ventilationsintensiteten.

I denna fastighet finns mögellukten i syllar och organiskt material på betonggolvet. Åtgärden leder endast till att mögellukten späds ut, utan att orsakerna till problemet åtgärdas. Enbart en förbättring av ventilationen är därför ingen tillräcklig åtgärd för att komma till rätta med fuktproblemen i den studerade byggnaden. Det befintliga självdragssystemet ger däremot

en otillräcklig ventilation av bostaden. Oberoende av fuktskadorna bör därför ventilationen förbättras.

7.1.8 Fuktskydd under befintliga syllar

I ett mögelhus kan vägganslutningen mot grunden vara den enda luktkällan. Erfarenheter från bland annat detta projekt visar att fukttillståndet i syllarna kan variera avsevärt inom en byggnad varför luktkällorna kan vara lokalt begränsade till en vägg eller del av vägg. Orsaker till skadorna har diskuterats tidigare. Markfukt, regngensomslag och markfukt är de vanligaste fuktkällorna.

Om en fuktspärrande remsa av fogband eller något annat ångtätt och beständigt material placeras mellan ett fuktigt underlag och en syll skyddas syllen mot markfukt samtidigt som lufttäteten förbättras. Innan fuktspärren kan appliceras måste syllarna friläggas, från ut- eller insidan. Väggarna kan därefter lyftas och fuktskyddet läggas ut. Fuktspärren skall vara minst lika bred som syllen. För att förhindra kvardröjande lukt att tränga in i bostaden måste åtgärden kompletteras med lufttätning intill vägganslutningen eller genom förbättrad ventilation intill syllen eller i hela bostadsutrymmet.

Epoxiinjektering under syllarna har provats i fastigheten. När injekteringen utfördes från insidan gav åtgärden ett tillfredsställande skydd mot markfukt. Epoxibehandling från utsidan gav däremot ett avsevärt sämre skydd, framför allt på syllens insida. Liksom med fuktspärrande remsa kan mögellukten finnas kvar i syllarna under flera år. Även denna åtgärd måste därför kompletteras med förbättrad ventilation intill syllen eller i hela bostadsutrymmet.

Ett problem vid injektering kan vara att få ett fullgott fuktskydd under de syllbitar som ligger direkt mot betongen, där fuktspärren förmodligen behövs bäst.

Undersökningar i bostaden har visat att skadorna på syllarna sannolikt orsakats av både byggfukt, markfukt och lokala regngensomslag. En väl utförd epoxiinjektering, utförd från insidan, som kombineras med silikonbehandling av kalksandstensmuren kan avsevärt reducera fuktbelastningen mot väggarnas anslutning till grunden. För att eliminera kvardröjande fukt måste, som tidigare nämnts, ytterliggare åtgärder vidtagas. Epoxiinjektering kombinerad med andra åtgärder är därför möjligt att använda i fastigheten för att eliminera fuktproblemen i syllarna.

7.1.9 Utbyte av syllar

Åtgärden är motiverad om de flesta syllarna är fuktiga, om detta orsakas både av regngensomslag och fukt underifrån. Metoden är också den bästa för att med säkerhet eliminera luktproblemen från väggens anslutning till grunden.

Beroende på arbetsmetodik, lokala förhållanden etc utförs syllbytet antingen från utsidan eller insidan. Efterhand som de gamla syllarna rivs ut rensas åtkomliga delar av fasadskalets insida från bruksspill. Efter noggrann rengöring och kontroll och/eller förbättring av vattenavledningen under skalmur och på syllens utsida täcks ytan under den nya syllen med en heltäckande fuktspär. Eventuellt behöver kvarvarande lukt högre upp i väggen saneras innan den nya syllen läggs in. Detaljerad information om arbetsmetodik vid syllbyte finns dokumenterad i Bergström & Rydkvist (1988) samt i SABO-pärmarna (1988).

I stora delar av den aktuella byggnaden är syllarna relativt fuktiga. När mätningarna avslutades demonterades det flytande golvet varför syllarna är lätt åtkomliga från insidan. I denna byggnad

är därför syllbyte från insidan den lämpligaste åtgärden för att eliminera fukt- och luktproblemen i vägganslutningen.

7.1.10 Utbyte av träregelvägg

Om lokala regngenomslag har orsakat fuktskador högt upp i träregelväggen, eventuellt i kombination med tillförsel av markfukt till syllarna, måste hela element av regelväggen bytas ut. Orsaken till regngenomslaget är sannolikt att luftspalt saknas, att den är för smal eller behöver rensas. Åtgärden ger ett bra skydd mot markfukt och regngenomslag om den utförs korrekt. Allt mögelangripet material avlägsnas varför lukten från väggen försvinner omedelbart.

I denna fastighet är regngenomslagen inte av sådan omfattning att åtgärden är motiverad.

7.1.11 Luktsanering

För att eliminera kvardröjande lukt efter att de byggnadstekniska åtgärderna genomförts kan ozonbehandling utföras. Fullgott resultat kan endast uppnås om såväl bostadsutrymme som tapeter, inredning och bohag exponeras maximalt.

Åtgärden behöver endast utföras om det finns mögellukt i bostaden efter att de byggnadstekniska åtgärderna genomförts. Det går därför inte att i förväg bestämma om åtgärden är nödvändig i en specifik fastighet.

7.1.12 Kemisk sanering

I likhet med luktsanering är kemisk sanering ett komplement till de byggnadstekniska åtgärderna. Saneringen skall utföras på icke utbytta delar när övrigt saneringsarbete genomförts och byggnaden har torkat. Saneringen skall helst utföras på frilagda ytor varför dess användningsområde är begränsat. På försök har även slutna konstruktioner sanerats.

7.2 Lämpliga åtgärder

Mätresultat, analyser samt användningsområde och begränsningar för de möjliga åtgärderna har diskuterats tidigare i rapporten. Med utgångspunkt från resultaten kan följande saneringsmetoder rekommenderas för *denna* byggnad.

- För att påskynda uttorkningen av de bärande mellanväggssyllarna kapas gipsskivan strax ovanför syllen. Åtgärden behöver bara genomföras på en sida av mellanväggarna.
- De gamla träsyllarna i ytterväggarna byts ut mot nya syllar, som inte nödvändigtvis behöver vara av trä. Arbetet utförs från insidan enligt anvisningarna i kapitel 7.1.9. Om arbetet utförs korrekt kommer åtgärden att skydda den nya syllen mot både markfukt och regngenomslag. Fuktskyddet under ytterväggssyllarna skall även ge bra lufttätning mellan betong och syll för att förhindra läckage från uteluften.
- Luktsanering, dvs ozonbehandling kan vara lämplig att genomföra med tanke på att mögellukten även kan finnas i mineralullsisolering, asfaltimpregnerad träfiberskiva, tapeter mm. För att åtgärden skall få optimal effekt skall den utföras när så stor del av byggnaden som möjligt är fritt exponerad mot inneluften. Ozonbehandlingen bör därför genomföras när de gamla syllarna är borta, men innan de nya syllarna byggts in. Även mellanväggssyllarna utsätts för ozongasen när gipsskivan kapas.

- Efter noggrann rengöring av betongplattan placeras en luftspaltbildande fuktspärr på dess yta. Fuktspärren skall passera obruten under samtliga mellanväggar. Arbetet utförs enligt kapitel 7.1.4.
- För att erhålla ett bättre inomhusklimat i bostaden bör ventilationssystemet förbättras. Enklast är att förse huset med mekanisk frånluftsventilation samt springventiler i alla fönster. Om en del av frånluften passerar under den luftspaltbildande fuktspärren i golvet kan risken för framtida fuktskador reduceras ytterligare. Åtgärden genomförs enligt de anvisningar som finns i kapitel 7.1.5.
- Kemisk behandling med fungicider kan sprutas på de frilagda mellanväggssyllarna för att förhindra framtida mögelangrepp. Om övriga åtgärder utförs noggrant och korrekt är behandlingen sannolikt onödig.
- När saneringsarbetet slutförts läggs ett nytt flytande golv ovanpå den luftspaltbildande ångspärren. Om den luftspaltbildande fuktspärren ventileras med inneluft kan värmeisoleringen utelämnas. Utan värmeisolering ökar värmetransporten från inneluften till luftspalten vilket höjer temperaturen i betongen och ventilationsluften. Luftspaltbildande ångspärr med eller utan värmeisolering påverkar rummets höjd vilket kan leda till problem vid dörrkarmar och trösklar.

Som avslutning måste det starkt poängteras att de föreslagna åtgärderna anses lämpliga för denna byggnad. Detta innebär dock inte att åtgärdspaketet kan tillämpas för alla byggnader med platta på mark. De är inte heller generellt tillämpbara för platta på mark med flytande golv. *Varje byggnad är unik varför allmänna åtgärdspaket aldrig går att åstadkomma.*

Mykologisk analys 1978

GÖTEBORGS UNIVERSITET
AVDELNINGEN FÖR SYSTEMATISK
BOTANIK

1978-10-04

Till

Lars-Olof Nilsson
Byggnadsmateriallära
Tekniska Högskolan
Lund

Analys av virkesprov

Analysen omfattar en mikroskopisk undersökning av vedytor på prov översänt av Lars-Olof Nilsson, Lund.

Den mikroskopiska undersökningen visade att provets två släta yttersidor var rikligt beväxna med olika slags svamporganismer men dessutom kunde actinomyceter och bakterier iakttas.

Svamporganismerna tillhör gruppen Hyphomycetes (i huvudsak imperfekta stadier av Ascomyceter) och följande olika typer kunde urskiljas:

1. Förgrenade hyfer med tvärväggar, ospecialiserade konidioforer som terminalt avknoppar runda, tjockväggiga konidier, 4 - 5 μm i diam.
2. Aspergillus-typ. Hyfer, mörka konidioforer, mörka konidier.
3. Smala hyfer med rachiforma konidioforer.


Nils Hallenberg

Mykologisk analys 1980

BETECKNINGAR PÅ MYKOLOGISKA PROVER

Provställe		Beteckning
2 och 3	undersyll underkant (inifrån)	MM
	" täckt av drevning (inifrån)	OO
	" översida (inifrån)	RR
	" underkant (utifrån)	II
	" undersida (utifrån)	JJ
	" översida (utifrån)	KK
	översyll underkant (inifrån)	QQ
	" underkant (utifrån)	LL
	glespanel vid översyll (inifrån)	PP
4	undersyll underkant	AA
	" undersida	CC
	översyll	DD
5	undersyll underkant	EE
	översyll underkant	GG
6	undersyll underkant	TT
	" undersida	UU

Mykologisk analys 1980

GÖTEBORGS UNIVERSITET
 AVDELNINGEN FÖR SYSTEMATISK
 BOTANIK

Analys av virkestrover från hus.

Objekt: Småhus.....

Provtagning: LTH, Leif Erlandsson.....

.....

Ytlig besiktning:

Mikroskopisk undersökning:

Prov nr.	biologisk aktivitet	frekvens
AA	Actinomyceter Aspergillus	Tämligen rikligt Rikligt
CC	Actinomyceter Aspergillus	Sparsamt Tämligen rikligt
DD	Actinomyceter	Tämligen rikligt
EE	Ingen	
GG	Actinomyceter Tunnväggiga hyphomycetyfer Konidiesporer	Sparsamt Måttligt Sparsamt
II	Actinomyceter Tunnväggiga hyphomycetyfer Konidiesporer	Rikligt Rikligt Tämligen rikligt
JJ	Tunnväggiga hyphomycetyfer	Tämligen rikligt
KK	Actinomyceter Tunnväggiga hyphomycetyfer	Sparsamt Sparsamt
LL	Actinomyceter Aspergillus, producerande stora mängder konidiesporer	Sparsamt Rikligt
MM	Actinomyceter Tunnväggiga hyphomycetyfer Konidiesporer	Rikligt Rikligt Sparsamt

Mykologisk analys 1980

Prov nr.	biologisk aktivitet	frekvens
OO	Actinomyceter	Rikligt
PP	Actinomyceter	Tämligen rikligt
QQ	Actinomyceter	Sparsamt
RR	Actinomyceter	Rikligt
TT	Actinomyceter Aspergillus (delvis under bakteriell nedbrytning)	Sparsamt Rikligt
UU	Ingen	

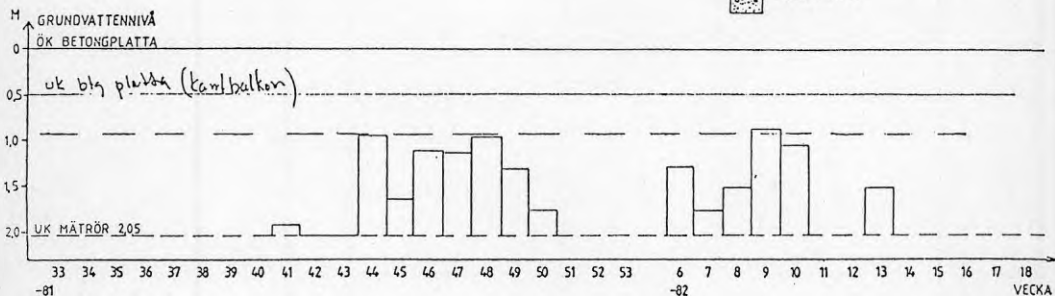
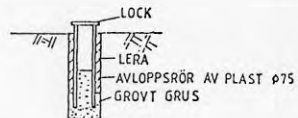
Göteborg den 26/3 1980

Nils Hallenberg
Nils Hallenberg

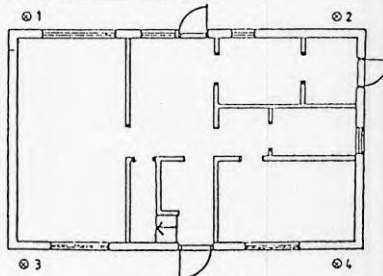
Kommentar: I prov "TT" fanns riklig förekomst av Aspergillus, vilken dock till stor del befann sig under nedbrytning. Detta tyder på att det tidigare varit mycket fuktiga förhållanden, men att sedan en upptorkning i detta utrymme ägt rum.

Markvattennivåer 1981-82

STAPELDIAGRAM ÖVER GRUNDVATTENNIVÅ
MÄTPUNKT: 1

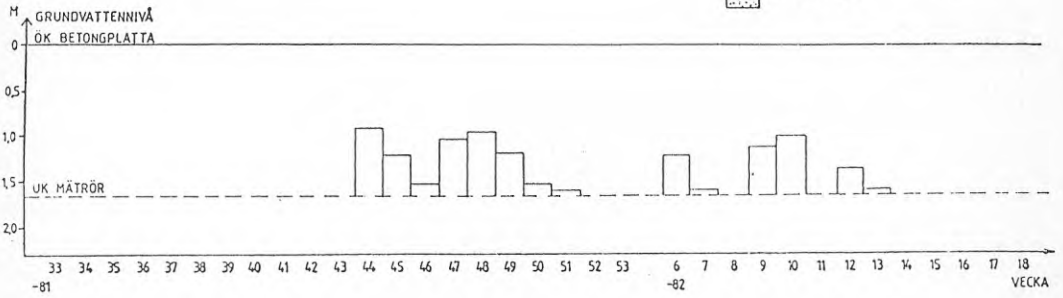
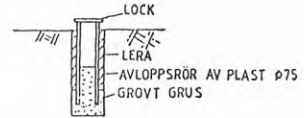


MÄTPUNKTERNAS PLACERING

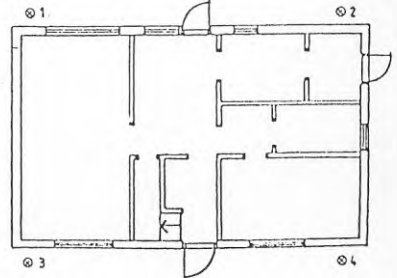


Markvattennivåer 1981-82

STAPELDIAGRAM ÖVER GRUNDVATTENNIVÅ
MÄTPUNKT: 3

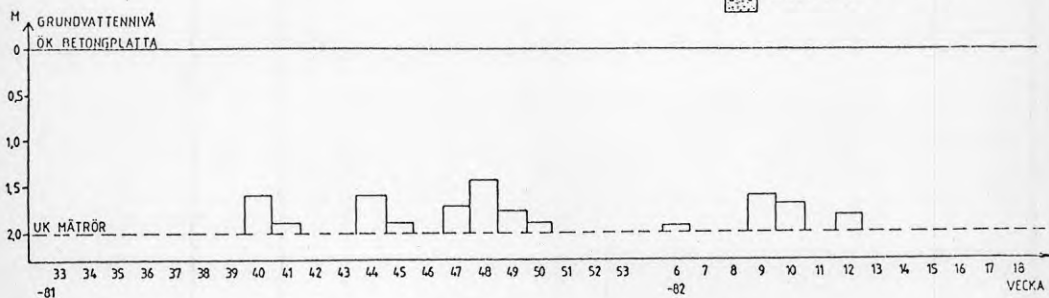


MÄTPUNKTERNAS PLACERING

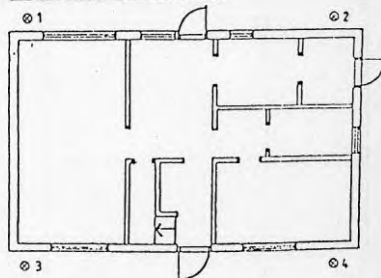


Markvattennivåer 1981-82

STAPELDIAGRAM ÖVER GRUNDVATTENNIVÅ
MÄTPUNKT: 2

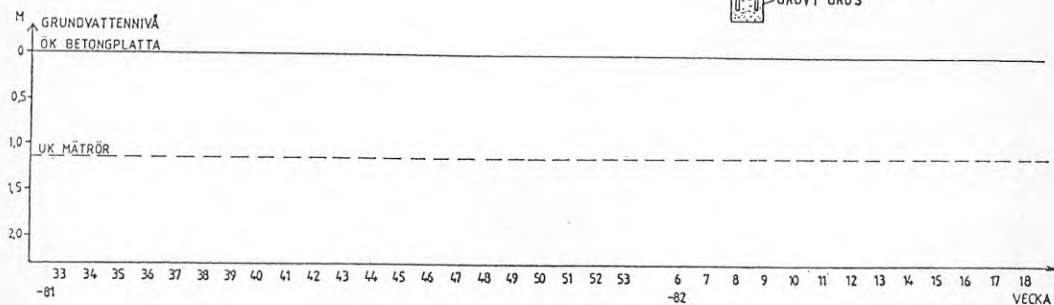


MÄTPUNKTERNAS PLACERING

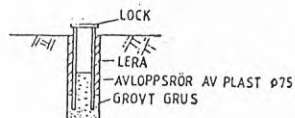
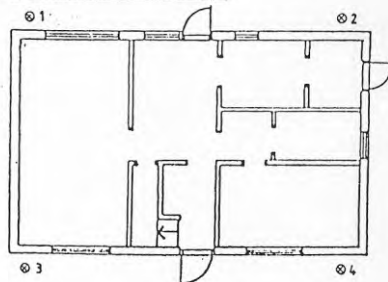


Markvattennivåer 1981-82

STAPELDIAGRAM ÖVER GRUNDVATTENNIVÅ
MÄTPUNKT: 4

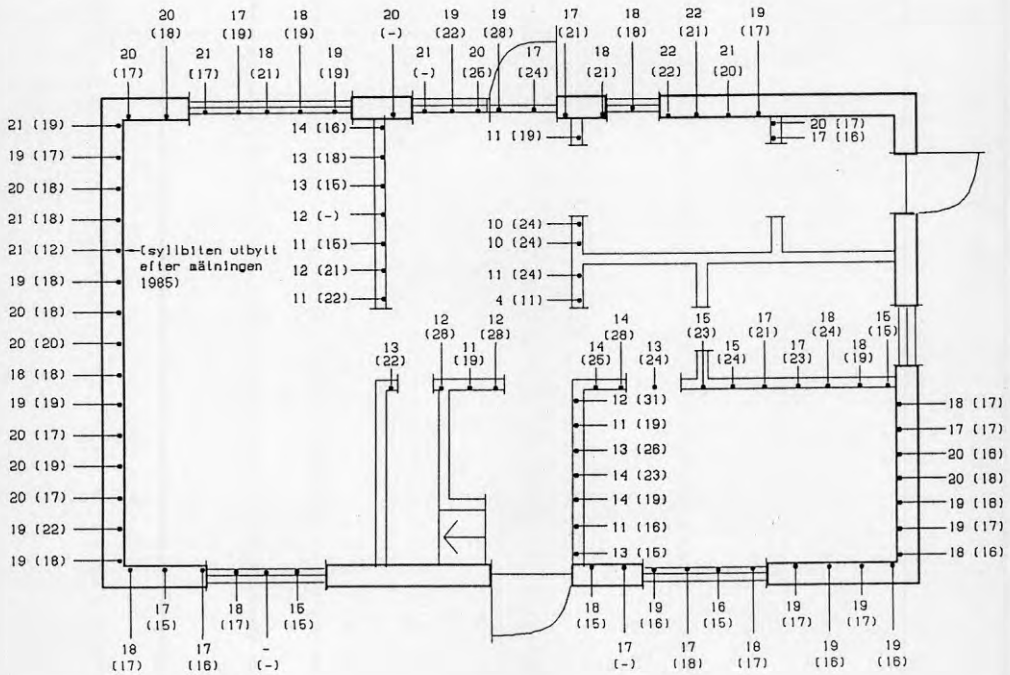
KOMMENTAR

GRUNDVATTENNIVÅN HAR EJ NÅTT UPP
TILL UK MÄTRÖR UNDER MÄTPERIODEN

MÄTPUNKTERNAS PLACERING

Fuktkvoter i syllar före och efter mätperioden 1985-87

(Siffror inom parentes anger mätvärden 1987)



Fuktkvoter i syllar före och efter mätperioden 1985-87

Tabell B4.a. Fuktkvoter (%) i syllar 850628 respektive 870630.

Syllarnas läge	Datum	Antal mätpunkter	Fuktkvot (%)			
			Max	Min	Medel	s-avvikelse
Ytterväggar	850528	57	22	15	18.7	1.47
	870630	54	28	14.5	18.0	2.75
Våtutrymme	850528	9	20	15	16.8	1.66
	870630	9	24	14.5	20.1	3.69
Mellanväggar	850528	24	14	9.5	12.0	1.36
	870630	23	31	15	21.5	4.78

Tabell B4.b. Fuktkvoter (%) i ytterväggssyllar med hänsyn till väderstrecket.

Orientering	Datum	Antal mätpunkter	Fuktkvot (%)			
			Max	Min	Medel	s-avvikelse
NV gavel	850528	7	20	16.5	18.4	1.2
	870630	7	18	15.5	16.4	0.9
NO långsida	850528	15	19	15	17.5	1.2
	870630	14	17.5	14.5	16.0	0.9
SO gavel	850528	15	21	18	19.5	0.8
	870630	14	22	16.5	17.8	2.1
SV långsida	850528	19	22	16.5	19.0	1.6
	870630	17	28	16.5	20.3	3.1

Mykologisk analys 1985



STATENS
PROVNINGSANSTALT

ENERGITEKNIK-BYGGNADSFYSIK
Box 857, 501 15 BORÅS
Tel. 033-16 50 00

MYKOLOGISK ANALYS

Datum 1985-08-01 Uppdrags nr 85E7,5014

Signatur

Uppdragsgivare

Mykologisk analys av prover från byggnad
utförd av husmøgelgruppen vid BOTANISKA
INSTITUTIONEN, Göteborgs universitet

LTH, Husbyggnadsteknik
Att. Lars-Erik Harderup
Box 118
221 00 Lund

Objekt:

Provtagning:

Provtagn.
datum

Prov nr	Biologisk aktivitet	Frekvens
undre ytter- väggssyll		
ut	Hyphomycetyfer Konidiesporer	rikligt sparsamt
upp	Hyphomycetyfer Konidiesporer	medel sparsamt
ner	Hyphomycetyfer Konidiesporer	sparsamt sparsamt
in	Hyphomycetyfer	sparsamt
övre ytter- väggssyll		
upp, ner	Hyphomycetyfer Konidiesporer	sparsamt sparsamt
ut	Hyphomycetyfer, fragmenterade Konidiesporer	sparsamt sparsamt
in	ingen	
syll från bärande mellanvägg		
upp	Hyphomycetyfer, fragmenterade	sparsamt
ner	Hyphomycetyfer, mest kristallis.fragm. Konidiesporer	medel sparsamt
mot kök	Hyphomycetyfer, fragmenterade Konidiesporer	sparsamt sparsamt
mot vard.rum	Konidiesporer	sparsamt

Göteborg 1985-08-01

Stig Jacobsson

Mykologisk analys 1985

Analysen omfattar förekomst av svampar och actinomyceter på provytorna. I förekommande fall anges dessutom typ av röta (soft rot, brunröta, vitröta).

Frekvensen av närvarande organismer anges i en tregradig skala:

- Sparsam
- Medel
- Riklig

Normal förekomst i friskt hus är "sparsam", eller ingen alls.

Riklig förekomst kan med stor sannolikhet sättas i samband med dålig lukt.

Vitaliteten hos svamporganismerna kan i allmänhet inte fastställas enbart med hjälp av en mikroskopisk analys. Ej heller är någon form av odlingsförfarande (av svampen) användbart för detta ändamål.

För att med stor säkerhet kunna uttala sig om svampens vitalitet måste fuktillståndet i ifrågavarande konstruktion vara känt. Höga värden från fuktmätningarna indikerar då att levande svampceller i provet varit aktiva i konstruktion där provet togs. Låga fuktvärden antyder att en ev. svamptillväxt har ägt rum under ett tidigare skede, varefter upptorkning skett. Det bör understrykas vikten av korrekta fuktmätningar samt, att särskilda konsultationer mellan anlitade mykologiska och byggnadstekniska experter kan vara nödvändiga i komplicerade fall.

Påträffade svamporganismer bestäms till grupp (se nedan). Mer exakta artbestämningar göres endast i undantagsfall; då detta kan anses ha någon betydelse för bedömning av mögelskadan. Dålig lukt kan ofta sättas i samband med vissa arter av Actinomyceter (strålsvampar) och Hyphomyceter (mögelsvampar). Bland dessa senare finns dessutom många arter som kan alstra rikliga mängder konidiesporer. Frekvensen av konidiesporer anges separat. En hög halt av dessa kan ev. vara en allergirisk. Actinomyceter och hyphomyceter orsakar i allmänhet ingen hållfasthetsförsämring hos virke.

Vissa **hyphomyceter** s k blånadssvampar orsakar missfärgning av virket. Denna missfärgning leder inte till någon hållfasthetsförsämring, men angreppet kan underlätta en rötsvampinfektion.

S k soft rot (mögleröta) orsakas av hyphomyceter under speciella förhållanden (mycket hög fuktighet) och leder till viss hållfasthetsförsämring hos virket.

Basidiomyceter påträffas i samband med svårare nedfuktning. Närvaro kan innebära begynnande eller pågående virkesnedbrytning (brunröta eller vitröta) med kraftig hållfasthetsförsämring som följd.

Närvaro av **djur** (insekter, kvalster m fl) indikerar att svamppåväxten pågått en längre tid, då dessa smådjur livnär sig på levande svamphyfer.

För ytterligare information hänvisas till rapporten SP-INFO 1983:03 Svamp och mögellukt, som kan beställas från Statens provningsanstalt.

Analysen är utförd av husmögelgruppen vid Botaniska Institutionen, Göteborgs Universitet.

För att tolka resultaten av den mykologiska analysen på ett riktigt sätt kan konsultation med någon inom gruppen vara nödvändigt.

Elisabeth Gilert

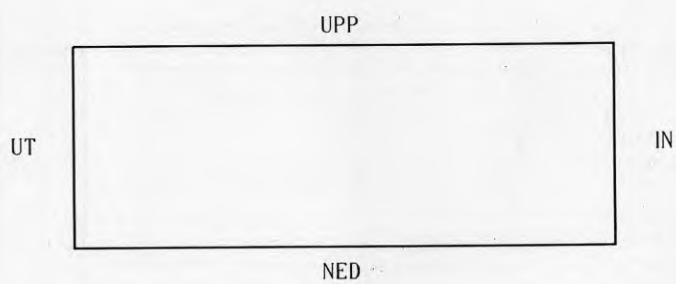
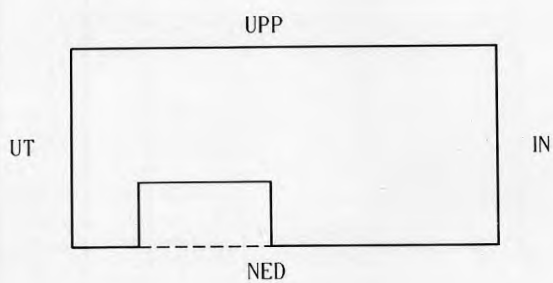
Nils Hallenberg

Stig Jacobsson

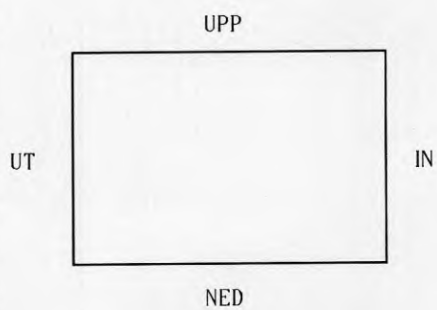
Göteborgs Universitet
 Botaniska Institutionen
 Avd. för systematisk botanik
 Carl Skottsbergs gata 22
 413 19 Göteborg
 Tel. 031-41 87 00

Mykologisk analys 1985

YTTERVÄGGSSYLL



INNERVÄGGSSYLL



BILAGA 6

Fukttillstånd i golvkonstruktionen 1985

Tabell B6.a. Fuktinnehåll i golvkonstruktionen, 850528.
Matrum.

Material	Djup (mm)	FK (%)		KMG (%)	Djup (mm)	φ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong	0-20	4.3	5.7	75.4	0-10	86.0
"					5-15	86.5
"	20-55	5.2	5.8	89.7	20-30	92.5
"					30-45	96.0
"	55-70	5.2	6.0	86.7	55-75	92.5
"	95-115	5.6	5.9	94.9	95-115	96.0
Drän. lager					130-150	>98

Tabell B6.b. Fuktinnehåll i golvkonstruktionen, 850528.
Vardagsrum.

Material	Djup (mm)	FK (%)		KMG (%)	Djup (mm)	φ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong	0-25	5.2	6.9	75.4	0-5	94.5
"					0-15	94.5
"	15-35	8.0	8.2	97.6	25-40	>98
"	40-55	6.3	7.3	86.3	40-60	95.0
"	40-70	5.9	6.7	88.1	55-70	96.5
"	55-95	5.8	6.4	90.6	70-80	—
"					85-100	96.0
Drän. lager					140-180	>98

BILAGA 7

Fukttillstånd i golvkonstruktionen 1980

Tabell B7.a. Fuktinnehåll i golvkonstruktionen, provställe 1.
(Bredåker & Lundblad).

Material	Djup (mm)	FK %		KMG (%)	Djup (mm)	φ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong	0-20	—	—	74	0-10	96.0
"	0-40	—	—	87	20-40	95.5
"	0-50	—	—	83		
"	50-80	—	—	96	50-60	95.0
"					60-80	92.5
"	80-110	—	—	99		
"	80-120	—	—	100	100-120	95.0

Tabell B7.b. Fuktinnehåll i golvkonstruktionen, provställe 5.
(Bredåker & Lundblad).

Material	Djup (mm)	FK %		KMG (%)	Djup (mm)	φ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong	0-30	—	—	82	0-30	88.0
"					30-50	94.5
"	0-60	—	—	91		
"	40-70	—	—	95	50-60	95.0
"	60-100	—	—	96	90-100	94.5
"	60-100	—	—	97		
"					110-120	96.0

BILAGA 8

Markvattennivåer 1985-87

Tabell B8. Markvattennivåer, 850715-870626

Datum	Avst. (m) fr. ök. btg.platta Mätpunkt					
	1	2	3	4	5	6
850715	—	—		????	—	
850826	—	—			—	
851003	—	—			—	
851021	—	—			—	
851204	1.50	1.02			1.60	
860114	1.35	1.01			1.80	
860205	1.65	1.16			—	
860305	—	—			—	
860402	1.25	1.86			—	
860425	—	—			—	
860606	—	—			—	
860704	—	—			—	
860807	—	—			—	
860904	—	—			—	
861002	1.75	—			—	
861106	—	—			—	
861128	1.68	1.78			—	
861219	—	—	—		—	—
870129	—	—	—		—	—
870226	—	—	—		—	—
870326	1.15	—	—		—	—
870507	—	—	—		—	—
870531	—	—	—		2.43	—
870626	—	—	—		—	—

BILAGA 9

Fukttillstånd i sovrummets betonggolv, 861204

Tabell B9.a. Fukttinhåll i golvkonstruktionen, provställe S2.

Material	Djup (mm)	FK %		KMG (%)	Djup (mm)	φ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong+Bostik 7000	0-15	7.7	9.0	85.6	0-10	96.0
Betong+Bostik 7000	0-25	7.5	8.4	89.3	10-20	92.0
Betong	25-40	6.0	6.6	90.9	25-40	86.5
Betong	40-55	5.9	6.7	88.1	40-55	89.0
Betong	50-70	6.1	6.9	88.4	55-65	95.5
Betong					70-85	91.0
Betong	80-110	6.8	7.3	93.2	85-100	94.0
Betong					100-115	91.0
Betong	110-150	6.7	6.9	97.1	115-135	94.5
Betong					135-150	95.0
Betong	150-165	6.7	7.1	94.4		
Betong					165-185	92.5
Betong	185-210	6.3	6.4	98.4		
Betong	190-240	6.6	6.8	97.1		

Tabell B9.b. Fukttinhåll i golvkonstruktionen, provställe S1.

Material	Djup (mm)	FK %		KMG (%)	Djup (mm)	φ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong+Bostik 7000	0-30	5.5	6.5	84.6	0-15	97.0
Betong	15-35	5.9	6.8	86.8	15-35	93.5
Betong	35-65	5.5	6.0	91.7	35-45	94.0
Betong					45-60	95.0
Betong	65-80	5.2	5.6	92.9	60-70	96.0
Betong					70-85	94.0
Betong	90-110	5.2	5.7	91.2	85-100	96.5

Fukttillstånd i golvkonstruktionen 1987

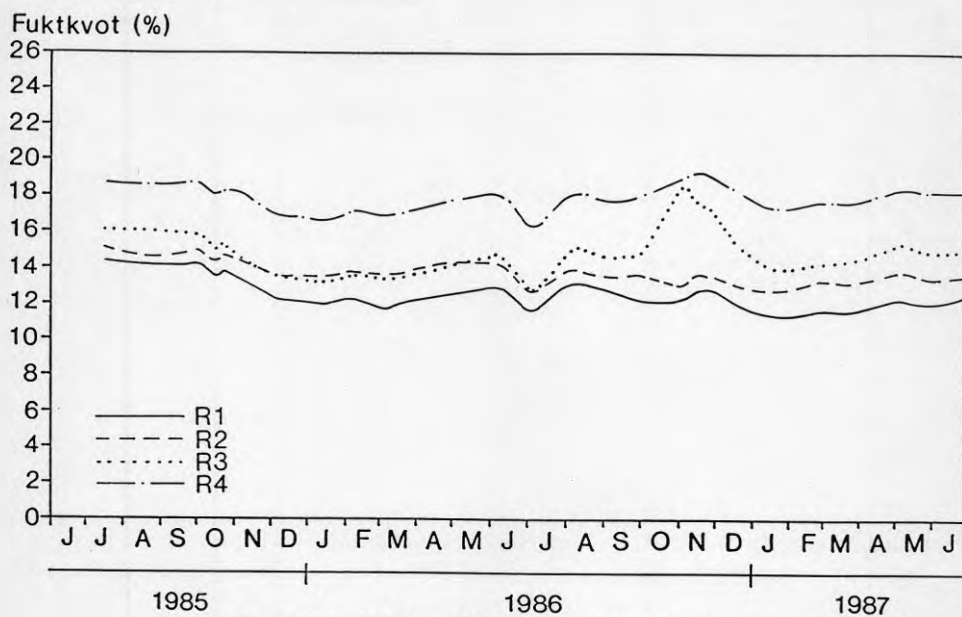
Tabell B10.a. Fuktinnehåll i golvkonstruktionen, matrum, 870629.

Material	Djup (mm)	FK %		KMG (%)	Djup (mm)	ϕ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong	0-10	5.7	6.3	90.0	0-10	97.0
Betong	10-25	5.0	5.6	87.9	10-25	89.0
Betong					25-40	97.0
Betong	40-55	4.8	5.2	91.5	45-60	95.0
Betong	55-75	5.0	5.4	92.2		
Betong					70-85	95.0
Betong	85-100	4.9	5.2	94.5	85-100	93.0
Drän.lager					110-130	97.0

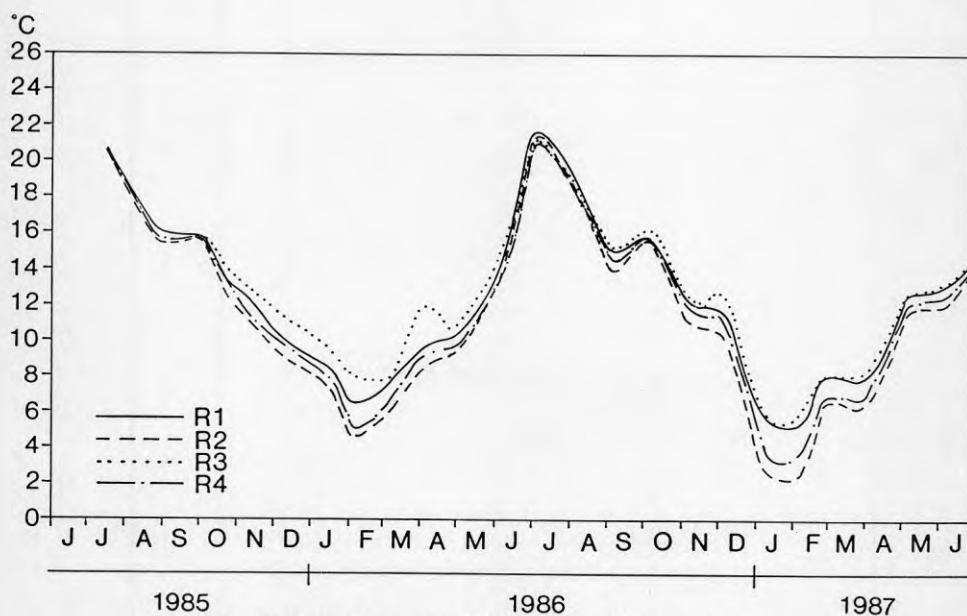
Tabell B10.b. Fuktinnehåll i golvkonstruktionen, matrum, 870629.

Material	Djup (mm)	FK %		KMG (%)	Djup (mm)	ϕ (%)
		akt.	kap. mätt.			
Betong	0-10	6.1	8.2	74.3	0-10	96.0
Betong	20-50	6.1	7.0	87.2	15-30	95.5
Betong					45-55	96.0
Betong	55-70	6.0	7.1	84.7	55-65	91.5
Betong	70-95	5.9	6.6	89.1	70-85	92.0
Betong	95-120	5.6	5.9	95.1	95-110	94.5
Betong					110-125	95.5
Drän.lager					130-160	>98

Fuktkvot och temperatur i syllar 1985-87

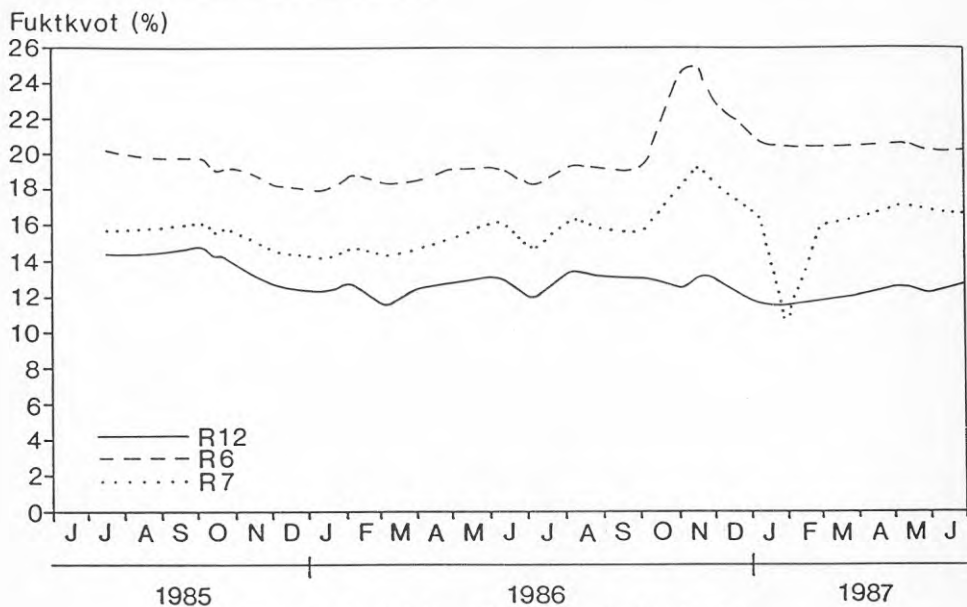


Figur B11.1a. Fuktkvot (%) i syllar, sydöstra gaveln.

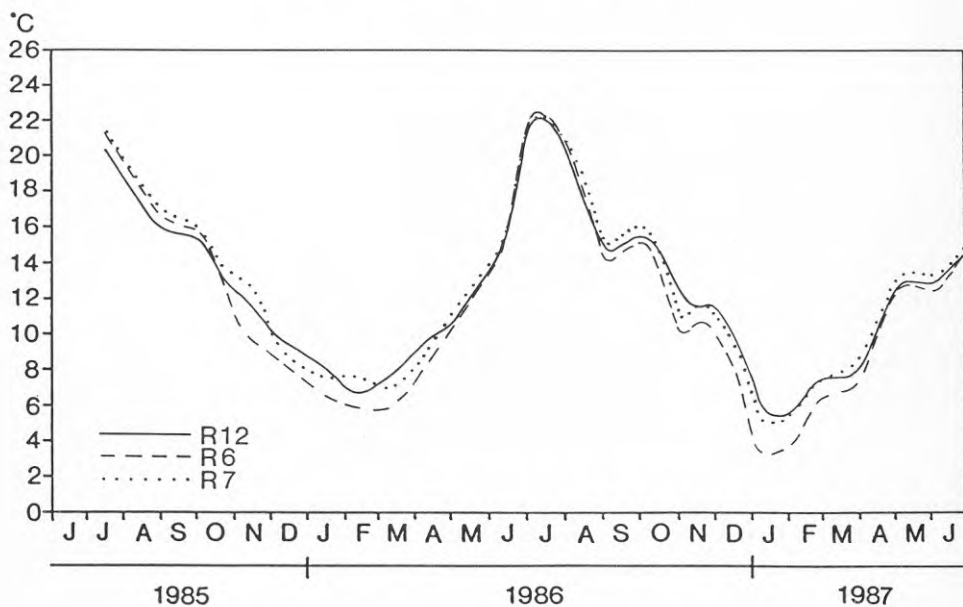


Figur B11.1b. Temperatur (°C) i syllar, sydöstra gaveln.

Fuktkvot och temperatur i syllar 1985-87

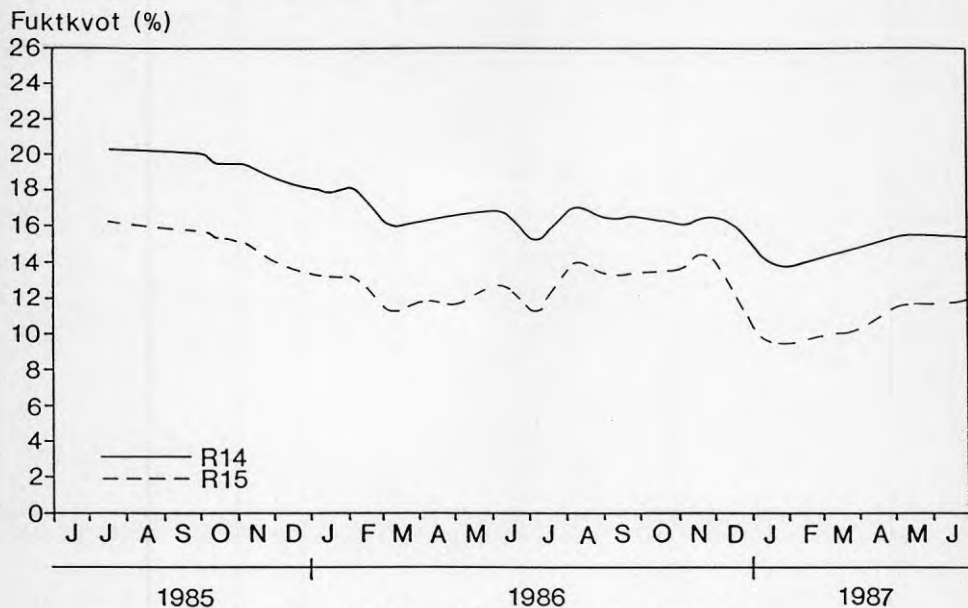


Figur B11.2a. Fuktkvot (%) i syllar, sydvästra fasaden.

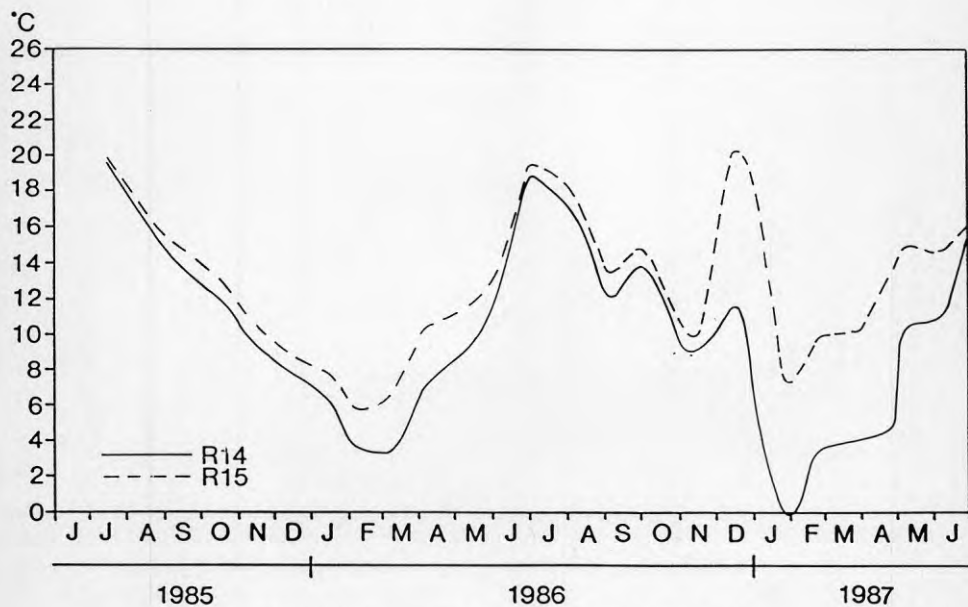


Figur B11.2b. Temperatur (°C) i syllar, sydvästra fasaden.

Fuktkvot och temperatur i syllar 1985-87

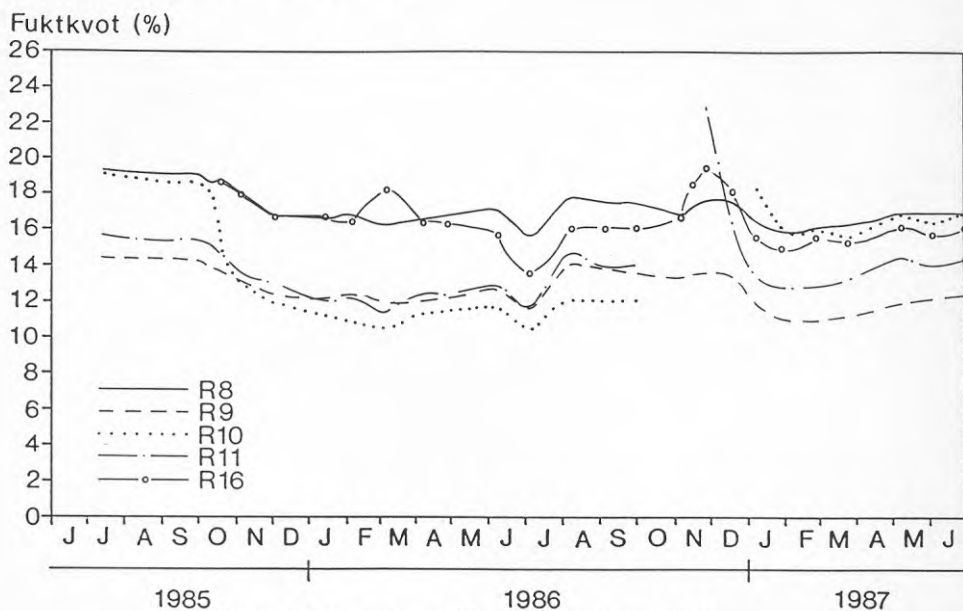


Figur B11.3a. Fuktkvot (%) i syllar, nordvästra gaveln.

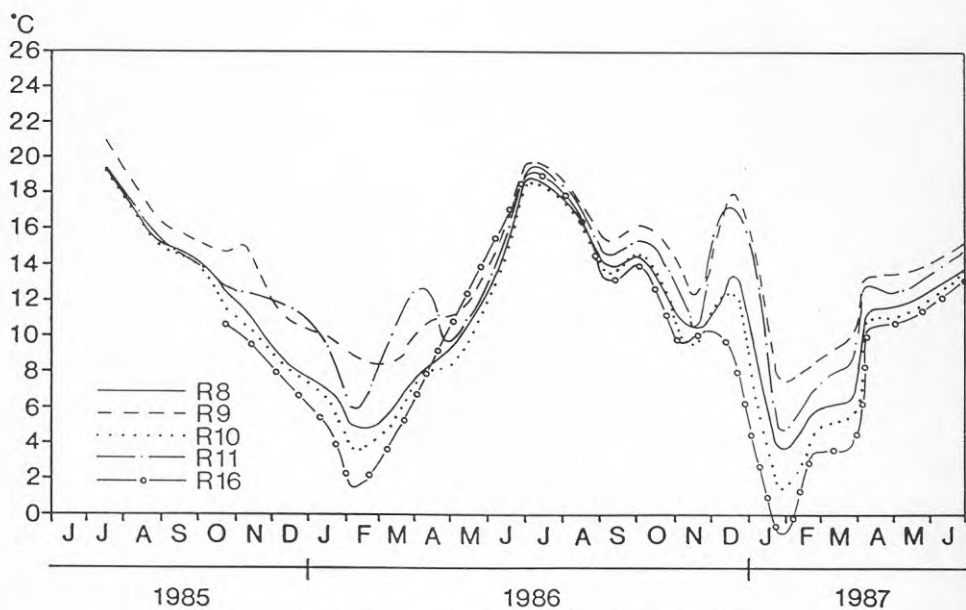


Figur B11.3b. Temperatur (°C) i syllar, nordvästra gaveln.

Fuktkvot och temperatur i syllar 1985-87



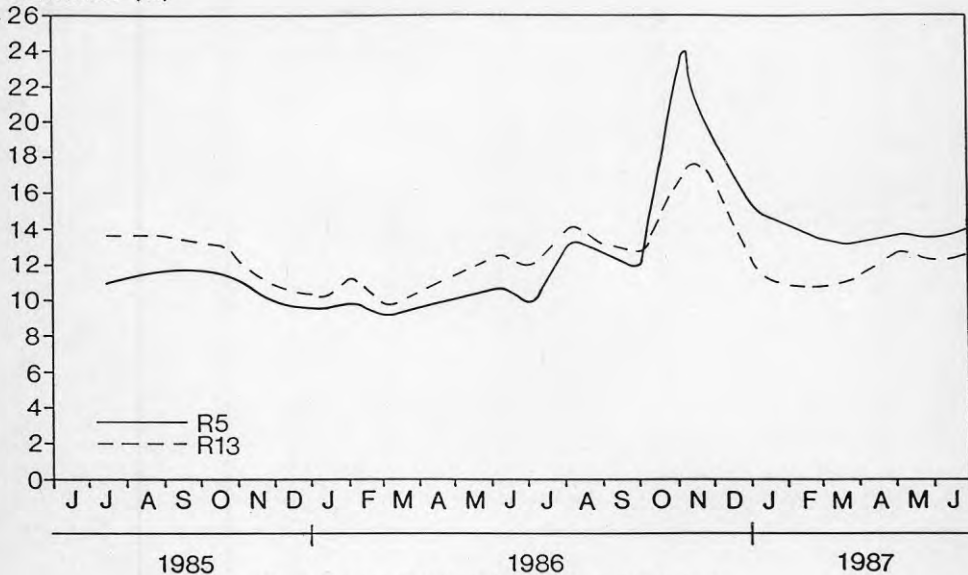
Figur B11.4a. Fuktkvot (%) i syllar, nordöstra fasaden.



Figur B11.4b. Temperatur (°C) i syllar, nordöstra fasaden.

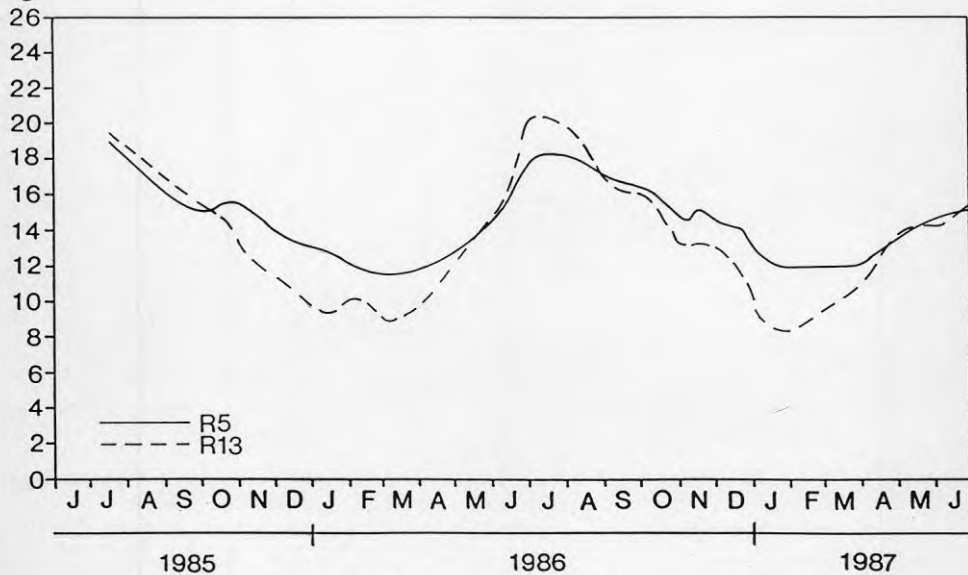
Fuktkvot och temperatur i syllar 1985-87

Fuktkvot (%)



Figur B11.5a. Fuktkvot (%) i syllar, mellanväggar.

°C



Figur B11.5b. Temperatur (°C) i syllar, mellanväggar.

BILAGA 12

Mykologisk analys 1987



STATENS
PROVNINGSANSTALT

ENERGITEKNIK-BYGGNADSFYSIK
Box 857, 501 15 BORÅS
Tel. 033-16 50 00

MYKOLOGISK ANALYS

Datum 1987-07-24

Uppdrags nr 87E7 5044

Uppdragsgivare

Tekniska Högskolan i Lund
Lars-Erik Harderup
Box 118
221 00 Lund

Mykologisk analys av prover från byggnad
utförd av husmögelgruppen vid BOTANISKA
INSTITUTIONEN, Göteborgs universitet

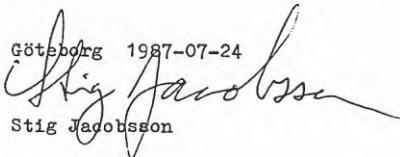
Objekt:

Provtagning:

Provtagn.
datum 870629

Prov nr	Biologisk aktivitet	Frekvens	
RP 1	upp	ingen	
	ner	ingen	
	in	ingen	
	ut	ingen	
RP 2	upp	ingen	
	ner	ingen	
	in	ingen	
	ut	ingen	
RP 3	upp	ingen	
	ner	ingen	
RP 4	upp	ingen	
	ner	Konidiesporer	medel
	vard.rum	ingen	
	matplats	Hyphomycetyfer, fragmenterade Konidiesporer	sparsamt sparsamt

Göteborg 1987-07-24



Stig Jacobsson

- RP1 Undre ytterväggssyll från vardagsrum.
 RP2 Övre ytterväggssyll från vardagsrum.
 RP3 Styrläkt från yttervägg i vardagsrum.
 RP4 Hjärtväggssyll mellan vardagsrum och matplats.

OBS! YTTRELIGARE INFORMATION SE BAKSIDA

LITTERATUR

1. Axén et al 1980-83. Opublicerade lägesrapporter.
2. Axén, Hyppel, Moqvist. Mögel i bjälklag-undersökningsrutiner och skadefall. Byggforskningsrådet, T7:1984.
3. Axén, 1987. Personlig kommunikation.
4. Bergström, Rydkvist, 1988. Sanering av fuktskador vid platta på mark. Byggförlaget, Stockholm.
5. Blomberg, 1988. HEAT2. A PC-model for two-dimensional heat conduction. Version 1.0. Avdelningen för Byggnadsfysik, LTH, TVBH-7110.
6. Bredåker, Lundblad, 1980. Fukt- och mögelproblem vid grundläggning med platta på mark. Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, TVBM-5002.
7. Elmroth, Samuelson, 1987. Effekter av åtgärder i mögelskadade hus-Erfarenheter av skadeundersökningar och skiljedom i 146 hus i V Passeröd, Uddevalla. Statens Provvningsanstalt i Borås, Byggnadsfysik, SP-RAPP 1987:31.
8. Fuktgruppen vid LTH. Fuktgruppens verksamhet 1984-87. Fuktgruppen informerar 1987:1.
9. Harderup, 1987a. Repairing methods for concrete slabs on the ground damaged by moisture. Uppsats till Nordiskt symposium i byggnadsfysik i Lund, 24-27 augusti 1987.
10. Harderup, 1987b. Prevention of moisture damage by ventilation of the foundation. Uppsats till CIB-W40 konferensen i Borås 1-3 september 1987 samt till AIVC konferensen i Überlingen, Västtyskland, 21-24 september 1987.
11. Harderup, 1987c. Funktionskontroll av ett Jape Ventilagegolv. Lägesrapport. Avdelningen för Byggnadsfysik, LTH, TVBH-7105.
12. Harderup, 1989. Coupled air flow and heat conduction model for mechanically ventilated foundations. Uppsats till AIVC konferensen i Dipoli, Finland, 25-28 september 1989. Avdelningen för Byggnadsfysik, LTH, TVBH-7115.
13. Hedenblad, Nilsson, 1985. Kapillär mätnadsgrad- Ett verktyg för noggrann bestämning av fuktinnehåll i betong. Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, TVBM-3022.
14. Hedenblad, 1988. Beräkning av fuktillstånd. Enkel metod för praktiker. Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, TVBM-3032.
15. Nilsson, Sahlén, 1978. Undersökning av luktproblem på X-vägen. Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, Uppdrag-oktober 1978.
16. SABO, 1988. Fukt & mögel, (Fuktskadepärm C, kapitel 3). Svensk Byggtjänst, Stockholm.
17. Statens planverk. Publikation nr 1. Föreskrifter, råd och anvisningar till byggnadsstadgan, BABS 1967. Svensk Byggnorm 1967.
18. Statens planverks författningssamling, PFS 1980:1. Svensk byggnorm, SBN 1980.
19. Tobin, 1988. Åtgärder mot fukt- och mögelskador i husgrunder. Statens Provvningsanstalt i Borås, Byggnadsfysik, SP RAPPORT 1988:55.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870653-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Lunds Tekniska
Högskola, Lund.

R94:1990

ISBN 91-540-5272-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801094

Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 51 kr exkl moms