



LUND UNIVERSITY

Värme i betonggolv. Pilotförsök

Nilsson, Lars-Olof

1980

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Nilsson, L.-O. (1980). *Värme i betonggolv. Pilotförsök*. [Publisher information missing].

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

BYGGNADSMATERIALLÄRA
Tekniska Högskolan i Lund
Box 725
220 07 LUND 7
Tel. 046/12 46 00

VÄRME I BETONGGOLV. PILOTFÖRSÖK

Preliminär rapport

Uppdragsgivare: Wirsbo Bruks AB, Virsbo

INNEHÅLL	SID
Inledning	1
Försöksuppläggning	1
Mätningar och resultat	2
Utvärdering	3
Summering	5
Referenser	5
Tabeller	6

Lund i oktober 1980

Lars-Olof Nilsson

INLEDNING

Vid användning av golvvärme är tillkommande fuktproblem jämfört med vanliga betonggolv i huvudsak fyra:

- 1) Kritiska fuktillstånd för ytmaterialen kan inte uteslutas vara lägre vid en förhöjd temperatur. Tillåten fuktbelastning skulle därmed få vara mindre. Detta bör anges av materialfabrikanterna.
- 2) Fuktförhöjning då kvarvarande byggfukt omfördelas i betongen och temperaturen är något lägre i ytskiktet än längre ner i betongen. Kvarvarande mängd byggfukt måste därför vara mindre.
- 3) Uttorkning av byggfukt måste enligt ovan drivas längre, dvs större mängd måste uttorkas. För att inte förlänga de redan pressade torktiderna bör naturligtvis golvvärmeinstallationen utnyttjas för att kraftigt reducera erforderliga torktider. Möjligheten finns också att genom ett val av konstruktion och eventuellt också material ytterligare minska torktiden.
- 4) Fukttransport från och till konstruktionen, från uppvärmda delar till ouppvärmade, direkt eller t ex via en värmekudde i marken, måste hindras med en ångspärr. Utbredningen av denna bestäms genom en temperaturfördelningsberäkning.

På uppdrag av Wirsbo Bruks AB har avdelningen för Byggnadmateriallära gjort en mindre laboratorieundersökning för att framför allt studera punkt 2) ovan, men också i viss mån punkt 3). Antalet variabler har, av naturliga skäl, varit starkt begränsat.

FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

Försöket genomfördes genom att tillverka fyra provkroppar, om vardera 1 m^2 , med ingjutna värmeslingor. Väsentliga data var följande:

- Betong: 10 cm tjock platta av Btg II Std K250 T med cementhalt 304 kg/m^3 och vattencementtal 0.64. Plattorna härdades 4 veckor (v 16-20 resp v 15-19) under polyetenfolie, dock ej helt tät utan att viss torkning kunde äga rum.
- Konst- ruktion: Underliggande värmeisolering av 5 cm cellplast, Styrolit, med ångspärr ovanpå av 0.15 mm PE-folie. Värmerör, Wirsbo-PEX 20 x 2.0, ingjutna med c/c 25 cm med centrum 6 cm under betongytan. En slinga per två provkroppar, jfr fig 1.
- Vatten: Temperatur 35°C , under omfördelning, så att temperaturfallet blev högst 5°C .
- Kantisolering: 0.15 mm PE-folie + 10 cm cellplast, jfr fig 1.
- Dummies: Som ovan men vid $+20^{\circ}\text{C}$.

Alla mått i [mm]

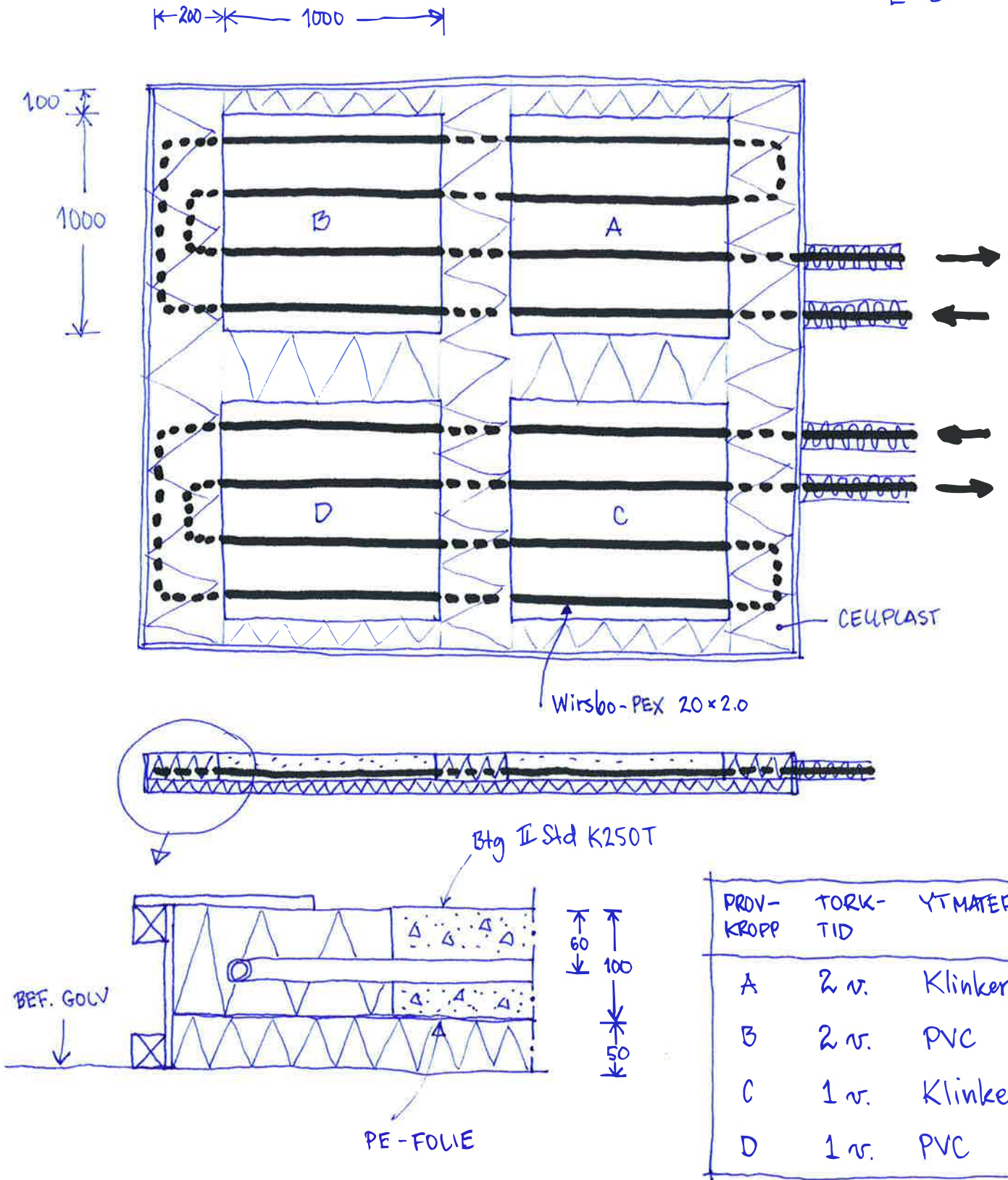


FIG 1. Provkropparnas utseende med littera.

Försöksvariablerna i undersökningen var i huvudsak två, nämligen:

Torktid: 1 resp 2 veckor (v 20 resp v 19-20) med golvvärme påkopplad, direkt efter 4 veckors härdning enligt ovan.

Ytmaterial: PVC-matta, Tarkett homogen 2.0 mm limmade med Bostik 34 medelst våtlimning, respektive klinkerplattor, Höganäs 2250, i fästmassa SB 10 och fogade med svart bruk FB 23.
Ytbehandlingen ägde rum under en vecka (v 21) då golvvärmen stängdes av.

Värmen påkopplades (v 22) sedan ytmaterialen applicerats och pågick under ytterligare ca 3.5 månad (v 38) varefter ytmaterialen kontrollerades och fuktprov uttogs.

MÄTNINGAR & RESULTAT

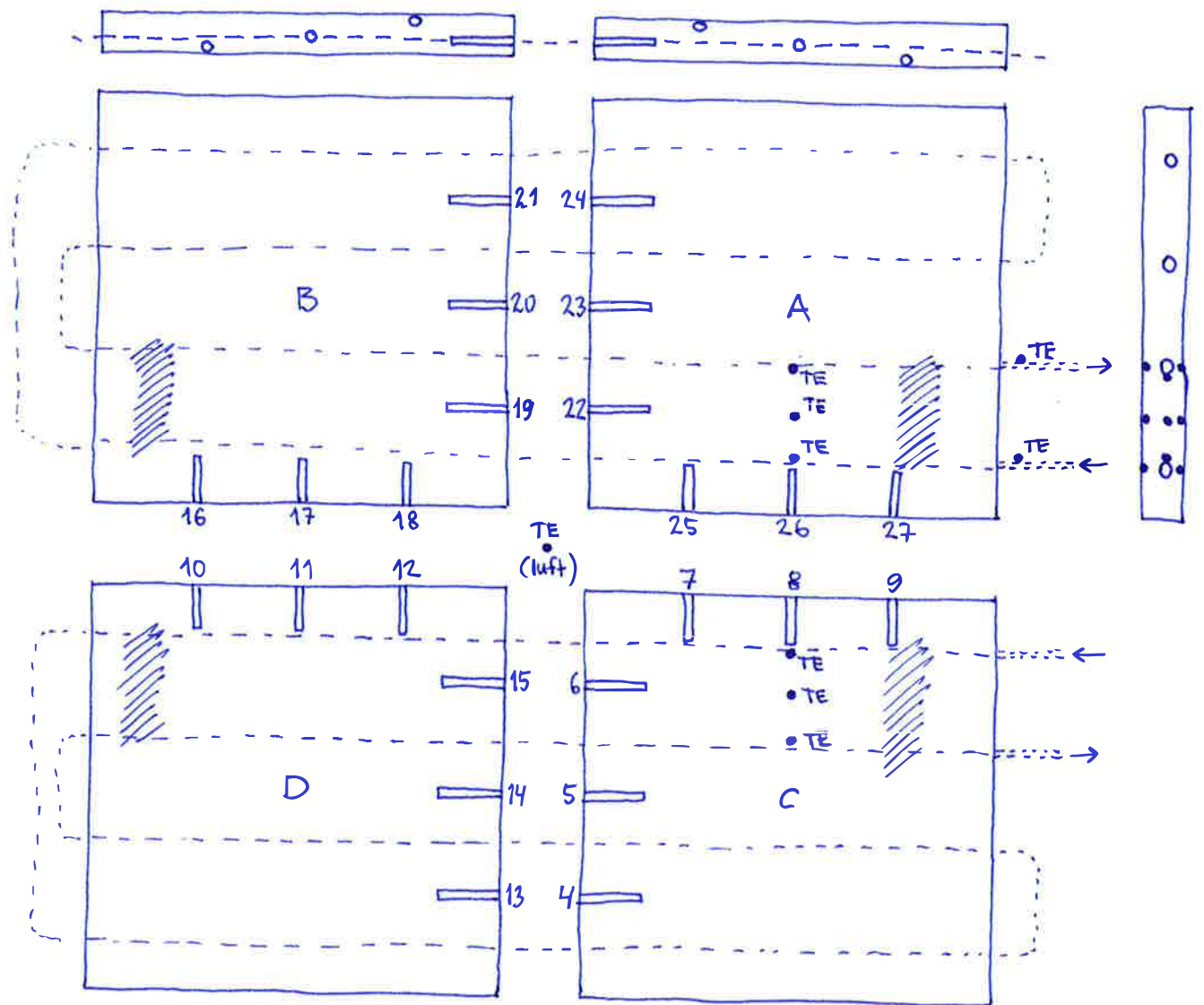
Under försökets gång uppmättes fukt- och temperaturfördelningen i plan och djupled enligt fig 2. Relativa fuktigheten mättes i, på olika djup, ingjutna PVC-rör medelst en RF-givare med gummi-expander, jfr fig 3. Eftersom betongen höll en hög temperatur blev det till att börja med kondens på givarna, då dessa var svåra att isolera och därmed höll en något lägre temperatur. Då torkningen fortskridit något kunde mätningen göras utan kondensrisk genom omsorgsfull isolering samt uppvärmning av givarna till 40°C innan de placerades i de ingjutna rören. Erhållet mätvärde, RF_{giv} , var som regel för högt på grund av temperaturskillnaden mellan givare, θ_{giv} , och betongen, θ_{btg} .

Vid änden av mätröret hade emellertid ett termoelement ingjutits för mätning av betongtemperaturen och med hjälp av detta kunde betongens fuktighet beräknas med hjälp av

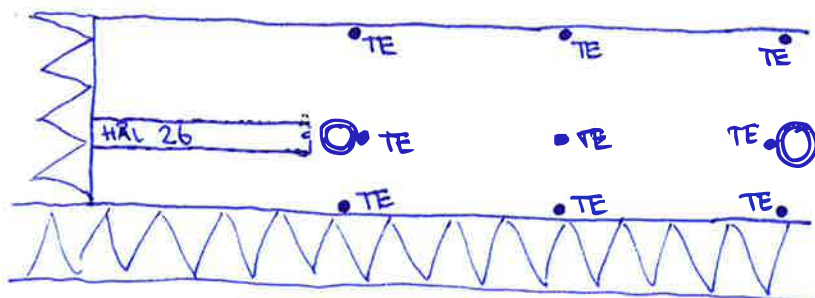
$$RF_{btg} = RF_{giv} \cdot \frac{c_m(\theta_{giv})}{c_m(\theta_{btg})} \quad (1)$$

där $c_m(\theta)$ är mätnadsånghalten vid temperaturen θ .

Resultatet av RF-mätningarna vid olika tidpunkter redovisas i TABELL I.



SEKTION VID HÅL 26:



• TE = termoelement



område där avslutande provtagning gjordes

FIG 2. Mätpunkter och provtagningsställena i de fyra provkropparna.

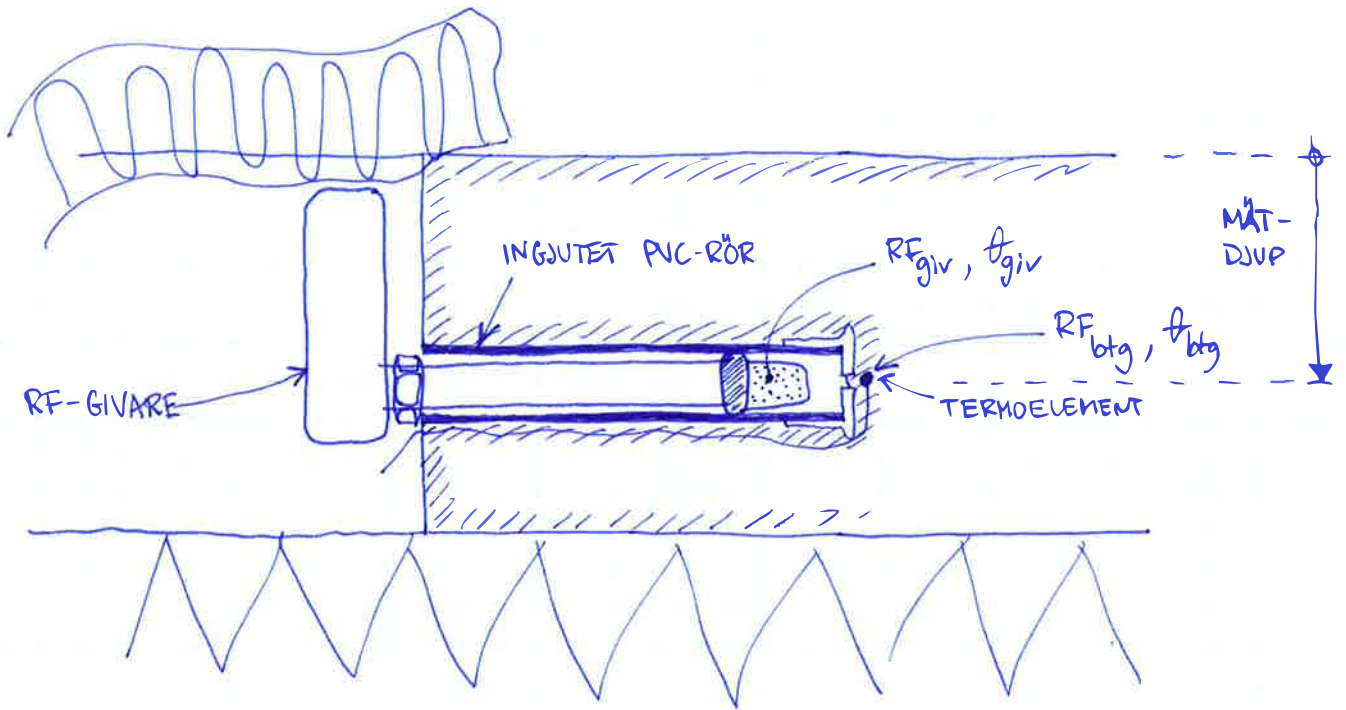
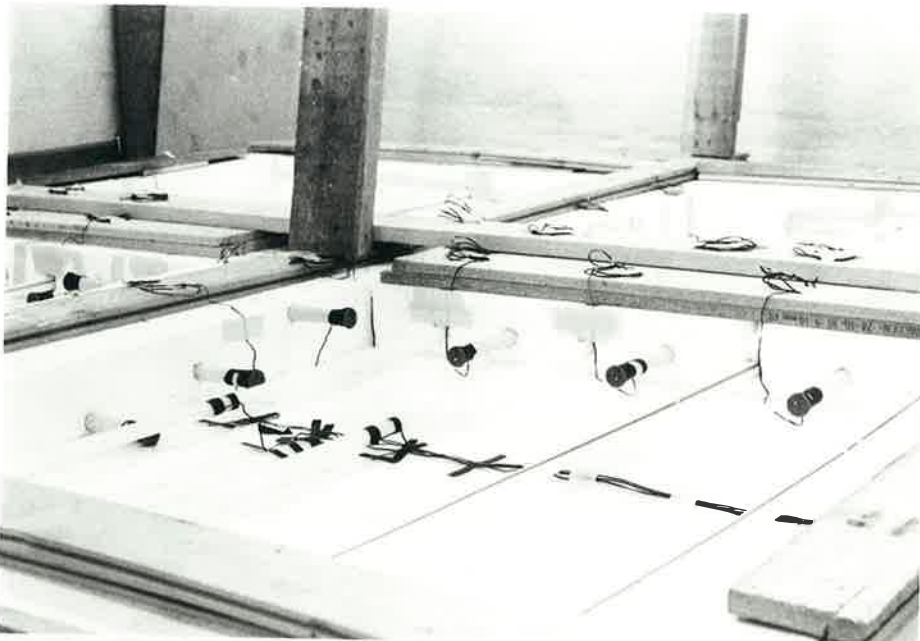
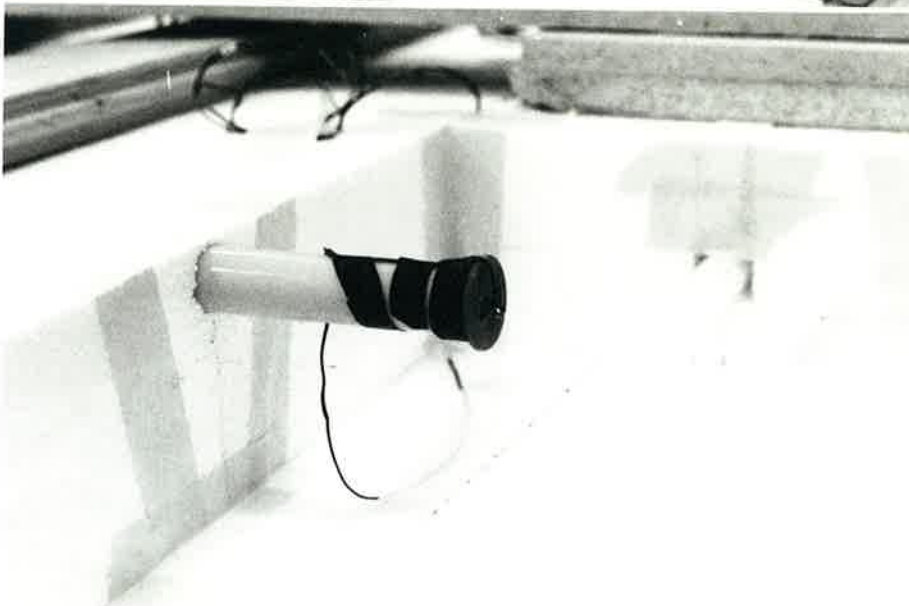


FIG 3. Metod för mätning av relativ fuktighet (RF) i olika punkter med hjälp av ingjutna PVC-rör.



Formar, före gjutning av provkroppar, med cellplastisolering, värmerör, PVC-rör och termoelement väl synliga.



Detaljfoto av PVC-rör för mätning av RF med metod enligt figur 3. Termoelement och slits vid rörets ände syns här tydligt.

Temperaturfördelningen i plan och djupled uppmättes med ingjutna termoelement enligt fig 2. Temperaturerna registrerades kontinuerligt på skrivare under nära fem månader. Någon enstaka gång uppmättes temperaturfördelningen mera noggrant med exempel på resultat enligt TABELL II.

Då försöket avslutats uttogs prov ur betongen med slagbormaskin och huggmejsel. Stora provbitar vägdes och torkades i ugn vid 105°C varvid fuktkvoten erhöles. Små provbitar inneslöts i provrör tillsammans med en RF-givare varvid RF kunde mätas. Dessa resultat redovisas i TABELL III.

Efter avslutat prov okulärbesiktigades golvbelägningarna. Ingen antydan till nedbrytning av golvlimmet kunna konstateras. Mattorna satt visserligen mycket löst, men detta får nog tillskrivas ett mycket amatörmässigt limningsförfarande och ojämn betongyta som inte spacklades. Trots detta ägde inte något blåsbildning rum. Klinkerplattornas fogar var likaså intakta utan tillstymmelse till kalkutfällningar. Ingen nyansskillnad mellan fogbruk på uppvärmda plattor och plattor med golvvärme var märkbar.

UTVÄRDERING

Temperaturförhållandena var mycket stabila under försöksperioden, med undantag för uppvärmnings- och avsvålningsfaserna samt början av uttorkningsperioderna. Temperaturfördelningen som åskådliggöres i fig 4, baserad på mätresultat enligt tabell II, är därför representativ för större delen av försöksperioden.

Av denna framgår temperaturfördelningen i ett snitt mellan det varmaste och det kallaste röret, jfr fig 2. Härav kan utläsas att temperaturen är relativt jämnt fördelad i betongplattan, förutom närmast det varmaste röret, dock en något avtagande temperatur upp mot ytan. Största temperaturskillnad är ca 4°C . Dessa resultat är erhållna från betongplattorna med klinkerplattor som golvbeläggning. Med PVC-matta på betongytan fås ingen större skillnad.

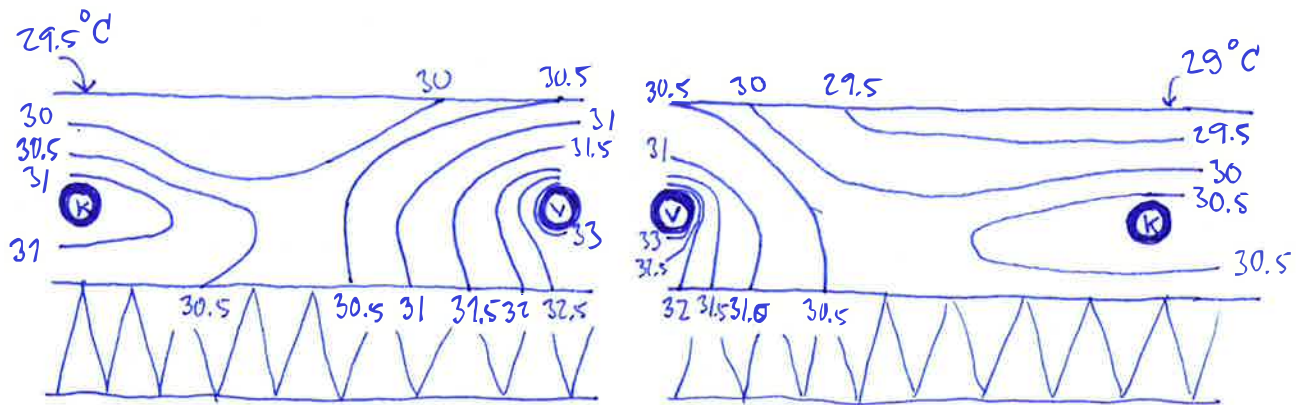


FIG 4. Temperaturfördelning mellan varmaste och kallaste rör i slutet av försöksperioden; ur värden enligt tabell II.

INTILL VARMT RÖR:

KALLT RÖR:

Efter 1 veckas torkning

Efter 2 veckors torkning

Efter 2 veckors torkning

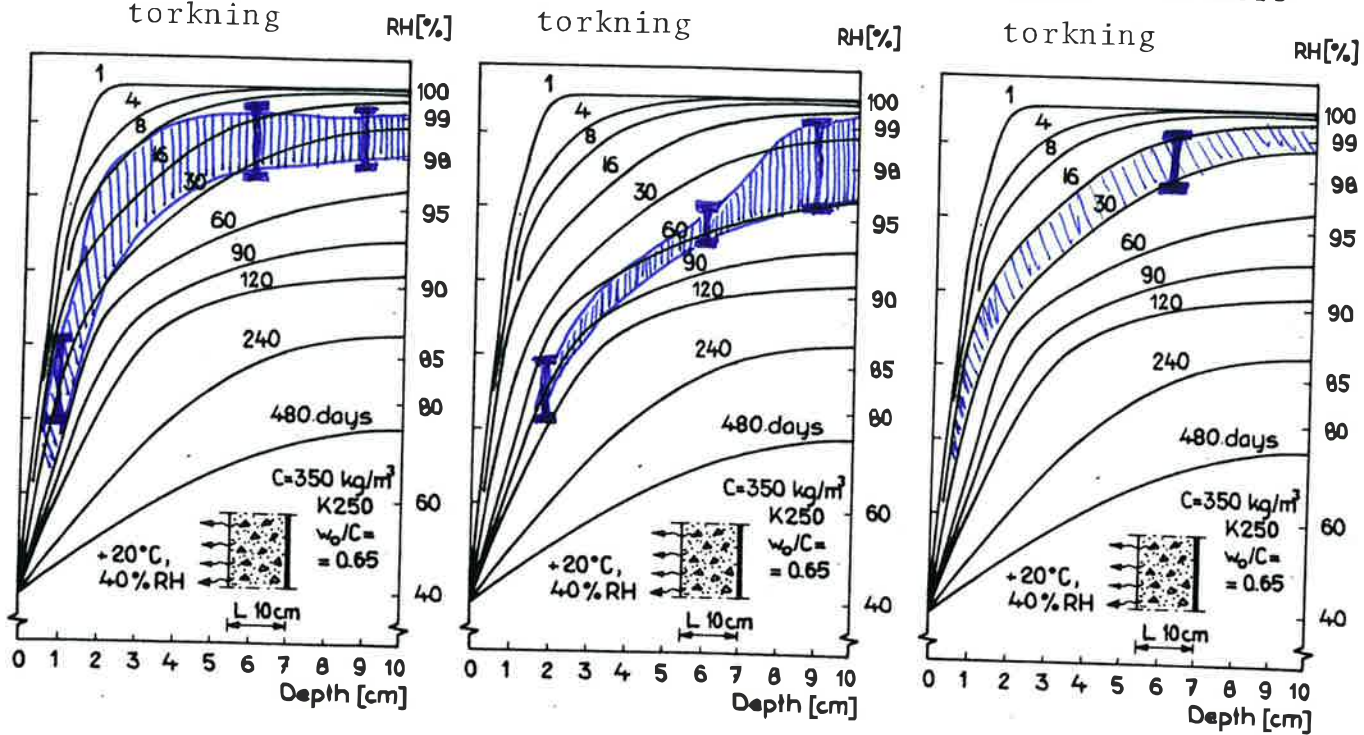


FIG 5. Uppmätta fuktfördelningar efter avslutad torkning jämförda med uttorkningsförlopp enligt Nilsson (1980).

Uttorkningsförloppet åskådliggöres relativt väl i fig 5, där uppmätt fuktfördelning efter 1 och 2 veckors torkning med golvvärme jämföres med av Nilsson (1980) beräknad fuktfördelning efter olika torktider vid $+20^{\circ}\text{C}$. Jämförelserna ger följande ungefärliga resultat om erforderlig torktid vid $+20^{\circ}\text{C}$ för att uppnå ungefär samma fuktfördelning som med hjälp av golvvärme, uppskattas ur diagrammet:

	Torktid med golvvärme	Motsvarar vid $+20^{\circ}\text{C}$
Närmast varmt rör ($30-33^{\circ}\text{C}$)	1 veckor 2 veckor	2 - 4 veckor 1 - 2 månader
Mellan värmerör ($\sim 30^{\circ}\text{C}$)	2 veckor	2 - 4 veckor

En viss del av observerad torkning beror dels på snabbare hydratisering av cementet vid den högre temperaturen, med åtföljande "inre" torkning, och dels på fukttransport i sidled från högre till lägre temperatur.

Som ett närmevärde för praktiskt bruk bör en faktor på ca 1.5 vara användbar för att bedöma erforderlig torktid med hjälp av golvvärme. Erforderlig torktid vid $+20^{\circ}\text{C}$ divideras härvid med denna faktor 1.5, vilket stämmer väl överens med vad som anges av Nilsson et al (1979), varur bifogade tabell, se nästa sida, är hämtad. Överslagsberäkningar kan enkelt göras med hjälp av denna tabell för andra betongkvaliteter, konstruktionstyper och plattjocklekar. Vid stora avvikelser måste dock stor försiktighet iakttagas.

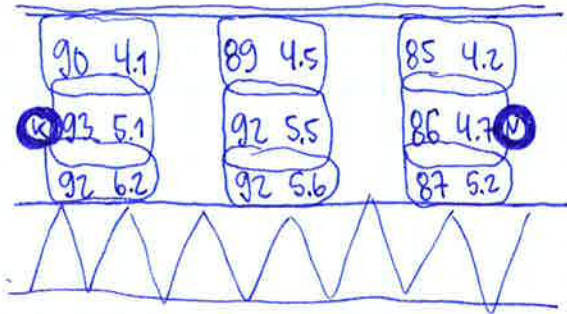
För att åskådliggöra en eventuell fuktförhöjning p g a temperaturskillnader, visas mätresultaten efter avslutad försöksserie enligt tabell III i figur 6. Av denna framgår att det är något fuktigare kring det kallare röret, väl överensstämmande med temperaturfördelningen och uttorkningsförloppet enligt ovan.

Mätvärdena visar ingen antydning till fuktansamling under ett tätt ytskikt. Beräknas ånghaltsfördelningen framgår det emellertid att omfördelningen av fukt ännu ej är avslutad. Kvarvarande ånghaltsskillnad är av storleksordningen $1-2 \text{ g/m}^3$, vilket fortfarande bör ge upphov till viss fukttransport. Då denna utjämnats bör fuktbelastningen kunna uppgå till maximalt ca 90-95 % RF, vilket har bedömts med ledning av en enkel överslagsberäkning.

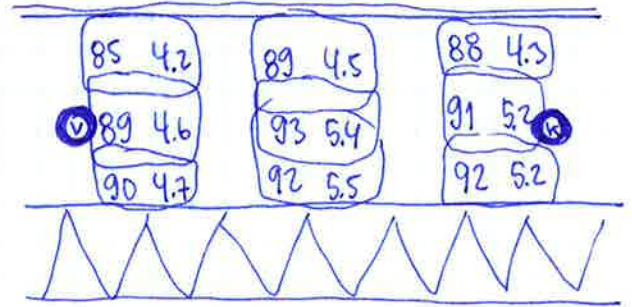
ERFORDERLIG TORKTID FÖR BYGGFUKT I BETONG (vid läggning av täta, fuktkänsliga ytskikt; $RF_{KRIT}=90\%$)			
"NORMALFALL"		Ex. platta på mark gjuten på plastfolie	ERFORDERLIG TORKTID 60 dygn
Vid avvikelse från "normalfallet" multipliceras erforderlig torktid med nedan angivna "multiplikatorer" <input type="text" value="x"/>			
VARIABEL	MULTIPLIKATOR		ANM.
BETONGKVALITET	K 150 <input type="text" value="~2x"/> K250 <input type="text" value="1x"/> K250luft <input type="text" value="~0,5x"/> K400 <input type="text" value="0,5-0,6x"/> K400luft <input type="text" value="0,3x"/>	"luft"=kraftig luftinblandning OBS! Får ej utsättas för vattenbegjutning, regn- & smältvatten	
TORKKLIMAT	RF 20-50% <input type="text" value="1x"/> 60% <input type="text" value="1,2x"/> 80% <input type="text" value="1,5x"/> T 10°C <input type="text" value="1,3-1,4x"/> 20°C <input type="text" value="1x"/> 30°C <input type="text" value="0,6-0,7x"/>		
PLATTJOCKLEK	L= 6 8 10 12 14 16 20 30 (cm) <input type="text" value="0,4x"/> <input type="text" value="0,7x"/> <input type="text" value="1x"/> <input type="text" value="1,4x"/> <input type="text" value="1,8x"/> <input type="text" value="2,3x"/> <input type="text" value="3,3x"/> <input type="text" value="6,3x"/>	Gäller vid ensidig uttorkning. Vid tvåsidig är L=halva plattjockleken (gäller vid K250, högre kvalitet ger lägre värden.)	
UNDERLIGGANDE VÄRMEISOLERING	5 cm cellplast <input type="text" value="0,9-1x"/> 15 cm lättklinker <input type="text" value="0,7-0,8x"/> 5 cm min.ull <input type="text" value="0,6-0,7x"/>	OBS! Ej plastfolie mellan betong och värmeisolering	
KRITISKT FUKTTILLSTÄND	$RF_{KRIT}=90\%$ <input type="text" value="1x"/> 80% <input type="text" value="~4x"/> 70% <input type="text" value="~6x"/>		
HÄRDNING	Membranhärdning <input type="text" value="1x"/> Vattenlagring <input type="text" value="1,2x"/>	Gäller K250. K400 mycket högre värde, K150 lägre.	

(Tabell hämtad från Nilsson, Ericson & Rising (1979))

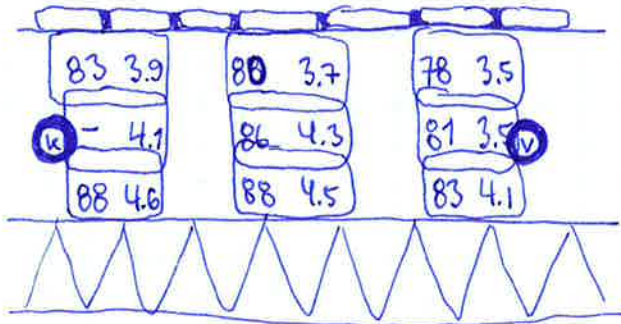
PLATTA D PVC



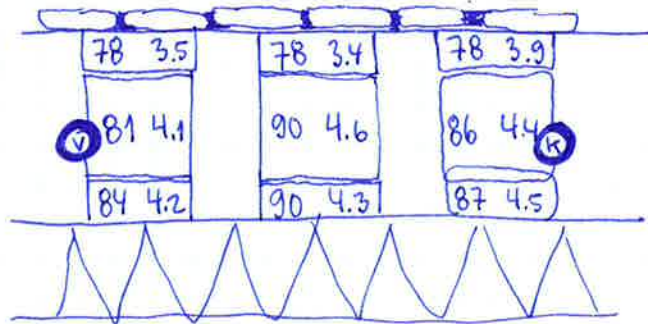
PLATTA B PVC



PLATTA C KLINCKER



PLATTA A KLINCKER



DUMMIE (+20°C)

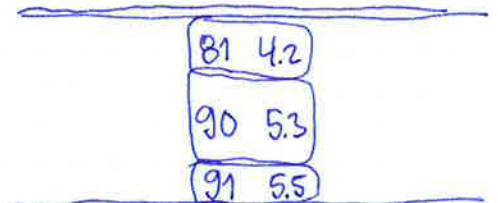


FIG 6. Uppmätta fuktfördelningar vid avslutande provtagning enligt tabell III.

För att få denna fuktförhöjning krävs tydligen mycket mer än fyra månader för att omfördelningen av fukt skall vara fullständig.

SUMMERING

Den utförda undersökningen har varit mycket enkel och begränsad både med avseende på antalet studerade variabler och försökstidens längd. Trots detta har vissa kunskaper vunnits om hur en betongplatta med golvvärme fungerar ur fuktsynpunkt. Golvvärmens gynnsamma inverkan på uttorkningstiden har kunnat uppskattas. Likaså har fuktförhöjningen på grund av temperaturskillnader i viss mån kunnat bedömas, även om denna förhöjning inte har hunnit uppkomma under försöksperioden.

Man kan sammanfatta resultaten på följande sätt. För den aktuella konstruktionen ger en inte alltför omsorgsfull membranhärdning av betongplattan, följt av 1-2 veckors uttorkning med golvvärmen påkopplad, en kvarvarande mängd byggfukt som motsvarar en fuktbelastning på en tät golvbeläggning av mindre än 90 % RF under första halvåret. Efter längre tid bör en fuktförhöjning till 90-95 % RF uppkomma vilket är högre än de gränsvärden man idag anger för vattenbaserade mattlim. En något längre torktid borde därför användas.

REFERENSER

Nilsson, L-O, (1980), "Hygroscopic moisture in concrete-drying measurements & related material properties". Rapport TVBM-1003. Tekniska Högskolan i Lund, avd f Byggnadsmateriallära.

Nilsson, L-O, Ericson, U & Rising, C (1979), "Byggtorkning", del 1 av "Byggfukt i betongplatta på mark. Torknings- och mätmetoder". Rapport TVBM-3007, Tekniska Högskolan i Lund, avd f Byggnadsmateriallära.

TABELL I RESULTAT AV FUKTMÄTNING I INGJUTNA RÖR
(för rörplacering se fig 2)

PROVKROPP	RÖR nr	PLACERING		TORKSTART	TORKSLUT	AVSLUTNING		EFTER	ANM
		från botten (mm)	från kant (mm)	v 19 $\theta \approx 24^{\circ}\text{C}$ RF (%)	v 21 $\theta \approx 22^{\circ}\text{C}$ RF (%)	v 35 $\theta = 29-33^{\circ}\text{C}$ $\theta (^{\circ}\text{C}),$ RF (%)	v 37 $\theta = 19.6-19.9^{\circ}\text{C}$ RF (%)		
A klinker torkn. 2 v	22	40	150	100	95	29.7	87	86	mellan rör
	23	45	150	100	97	29.0	89	88	
	24	43	150	100	99	29.4	86	86	
	25	87	110	100	79	30.4	79	77	upp vid w rör ner
	26	40	110	100	94	32.9	84	85	
	27	15	110	100	99	32.4	84	85	
	B PVC torkn. 2 v	16	20	110	-	96	32.2	89	88
17		35	110	-	93	32.5	≈ 87	87	
18		82	110	-	84	31.1	92	90	
19		40	150	-	97	29.6	94	93	mellan rör
20		40	150	-	98	29.2	≈ 96	92	
21		35	150	-	98	29.6	93	90	
C klinker torkn. 1 v	4	40	155	-	99	30.3	89	84	mellan rör
	5	40	155	-	99	29.9	90	86	
	6	40	155	-	98	30.3	≈ 90	86	
	7	90	110	-	81	30.5	76	74	upp vid vv rör ner
	8	40	110	-	99	≈ 33.0	≈ 83	84	
	9	15	110	-	99	32.8	84	84	
D PVC torkn. 1 v	10	20	100	-	99	32.3	87	86	ner vid w rör upp
	11	37	100	-	97	33.0	85	86	
	12	88	100	-	76	31.2	86	85	
	13	40	150	-	97	30.3	95	90	mellan rör
	14	40	150	-	99	29.9	94	91	
	15	40	150	-	98	30.4	94	90	

\approx betyder osäker
temp mätning

TABELL II RESULTAT AV TEMPERATURFÖRDELNINGSMÄTNING
(mätning utförd v 35, strax före avslutning)

	TEMPERATURER (°C) (lufttemperatur 22.2°C)					
DJUP	PLATTA C			PLATTA A		
	vid kallt rör	mellan	varmt	vid varmt rör	mellan	kallt
Yta	29.5	29.6	30.5	30.5	29.2	29.0
rör-nivå	31.4	30.3	33.5	33.2	30.2	30.9
botten	30.6	30.4	32.5	32.1	30.1	30.3
	ut 31.2		in 34.0	in 35.1		in 29.9

TABELL III. RESULTAT AV AVSLUTANDE PROVTAGNING (v 38)
(omfördelning pågått ~ 3.5 mån)

PROVKROPP	PLATS	DJUP (cm)	FUKTKVOT (vikt-%)	RF (%)	ANM
A klinker 2 v torkn	Intill varmt rör	0 - 2	3.5	78	
		2 - 8	4.1	81	
		7 - 10	4.2	84	
	mellan rören	0 - 2	3.4	78	
		2 - 8	4.6	90	
		8 - 10	4.3	90	
	intill kallt rör	0 - 2	3.9	78	
		2 - 7	4.4	86	
		5 - 10	4.5	87	
B PVC 2 v torkn	intill varmt rör	0 - 4	4.2	85	
		3 - 8	4.6	89	
		7 - 10	4.7	90	
	mellan rören	0 - 5	4.5	89	
		3 - 8	5.4	93	
		4 - 10	5.5	92	
	intill kallt rör	0 - 3	4.3	88	
		3 - 7	5.2	91	
		6 - 10	5.2	92	
C klinker 1 v torkn	intill varmt rör	0 - 4	3.5	78	
		3 - 7	3.5	81	
		6 - 10	4.1	83	
	mellan rören	0 - 4	3.7	80	
		3 - 7	4.3	86	
		5 - 10	4.5	88	
	intill kallt rör	0 - 4	3.9	83	
		3 - 7	4.1	*	* provrör sprucket; torkat
		6 - 10	4.6	88	
D PVC 1 v torkn	intill varmt rör	0 - 4	4.2	85	
		3 - 8	4.7	86	
		6 - 10	5.2	87	
	mellan rören	0 - 4	4.5	89	
		3 - 8	5.5	92	
		5 - 10	5.6	92	
	intill kallt rör	0 - 4	4.1	90	
		3 - 8	5.1	93	
		6 - 10	6.2	92	
"Dummie" PVC 2 v torkn vid +20°C		0 - 3	4.2	81	
		3 - 8	5.3	90	
		8 - 10	5.5	91	