



LUND UNIVERSITY

Fuktutträngning i suterränghus : fältmätningar i ett skadefall

Nilsson, Lars-Olof

1981

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Nilsson, L.-O. (1981). *Fuktutträngning i suterränghus : fältmätningar i ett skadefall*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7003). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

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

FUKTUTTRÄNGNING I SUTERRÄNGHUS
- FÄLTMÄTNINGAR I ETT SKADEFALL

LARS-OLOF NILSSON

CODEN: LUTVDG/(TVBM-7003)/1-46/(1981)

FUKTUTTRÄNGNING I SUTERRÄNGHUS
- FÄLTMÄTNINGAR I ETT SKADEFALL

LARS-OLOF NILSSON

ISSN 0348-7911

RAPPORT TVBM-7003
LUND 1981

FUKTUTTRÄNGNING I SUTERRÄNGHUS, SVAMPSTIGEN, ARVIKA

1. Inledning, bakgrund

I 11 st suterränghus på Svampstigen i Arvika har man periodvis problem med att vatten tränger ut på golvet från de delar av ytterväggen i suterrängvåningen som är under mark och att denna vägg till stora delar är mycket fuktig vissa delar av året.

Mindre försök att sporadiskt observera problemens omfattning har gjorts under de senaste åren. Några få mätningar har utförts och vissa begränsade undersökningar har också gjorts. En del försök att åtgärda problemen baserade på mer eller mindre välgrundade hypoteser har dessutom genomförts i några av husen, än så länge dock utan positivt resultat. Läget var hösten 1980 det att man fortfarande inte hade klart för sig orsaken till problemen och då naturligtvis inte heller kunde utföra riktiga åtgärder.

Avdelningen för Byggnadsmateriallära vid Tekniska Högskolan i Lund ombeddes granska det utredningsmaterial som förelåg och komma med förslag till hur problemen skall lösas. En noggrann genomgång av materialet har gjorts, och kompletterande uppgifter har erhållits av Tore Bärjed på SCG, Karlstad samt vid en enkel besiktning på platsen i augusti 1980.

Försök att utvärdera denna information gjordes sedan och möjliga orsaker till problemen granskades. Allt detta utmynnade efter ingående diskussioner i ett förslag till angreppssätt för att utröna orsaken till problemen och därmed hur de skall åtgärdas.

Det upprättade förslaget innehöll fyra delar. Först skulle aktuella förhållanden dokumenteras genom noggrann besiktning och mätningar. Fukt- och temperaturvariationerna skulle sedan kartläggas genom kontinuerliga mätningar, glest under vintern och tätare från april 1981. Mätningarna skulle sedan pågå fram till och med att fuktutträngning från väggkonstruktionen ägde rum. Detta hade hänt under åren 1978-80 ett par gånger per år och då tidigast i maj. Då fuktutträngning skett skulle förhållandena dokumenteras på nytt med besiktning och mätning. Samtidigt som denna undersökning pågick skulle också preliminära åtgärdsförsök göras.

Den skisserade undersökningen har nu genomförts, dock i något mindre omfattning än föreslaget. Mätningar har bara gjorts i ett hus och dessa påbörjades inte förrän i april 1981. Någon fuktutträngning har i år inte ägt rum alls. Mätningarna fortsattes därför i det längsta för att förhoppningsvis få med ett tillfälle med fuktutträngning, men då detta fortfarande

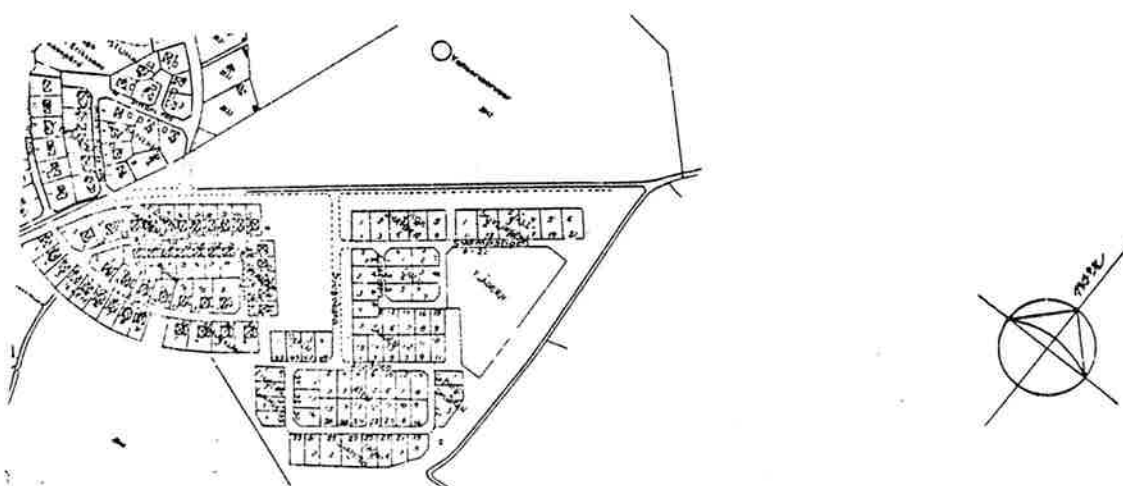
de inte inträffat i september, avbröts mätningarna då. I denna rapport redovisas tillvägagångsätt i undersökningen samt resultatet därav. Sistes förslag till åtgärder.

Nämnas bör att det aktuella problemet inte är en enstaka företeelse utan har rapporterats i många fall. Ett forskningsprojekt där konstruktions-typen skall närmare studeras, "Nya typer av källarytterväggar", har planerats av "Fuktgruppen vid Tekniska Högskolan i Lund" och medel därför har reserverats av Statens råd för byggnadsforskning. Konstruktionstypen i prefabricerat utförande har också studerats på tillverkarens uppdrag av Statens Provningsanstalt i Borås. Dessa studier har fortsatts med fältmätningar som nu pågår.

2. Området, husen, konstruktionen

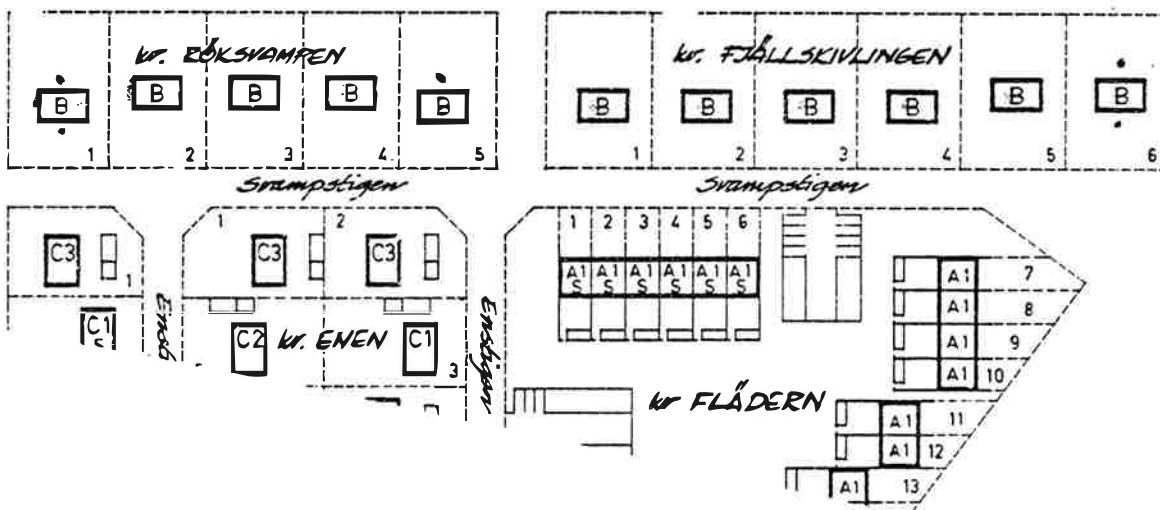
De 11 aktuella husen på Svampstigen ligger i rad på nordöstra sidan av Svampstigen i slutningen ner från vägen förbi området, se nedanstående planer.

OMRÅDET:

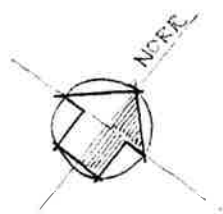
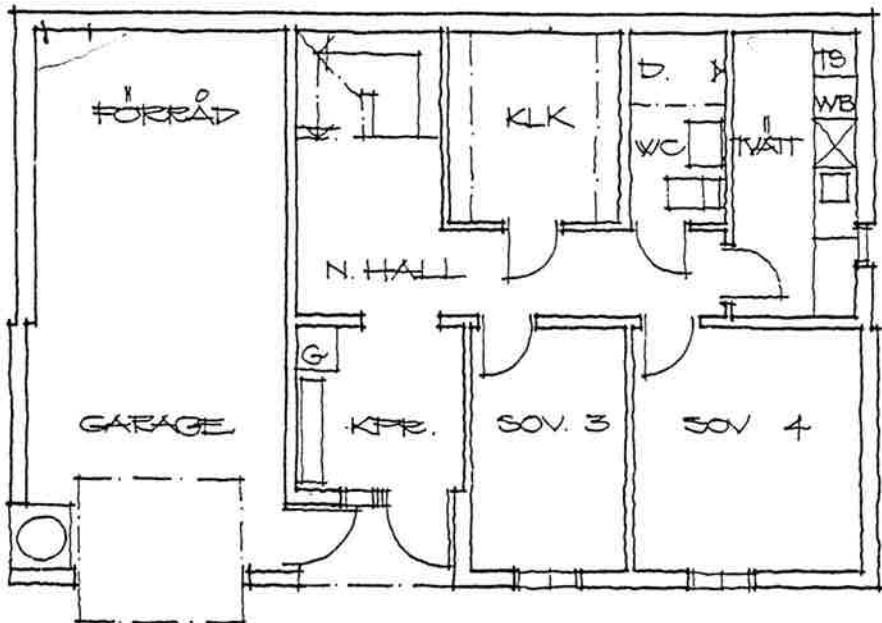


SVAMPSTIGEN:

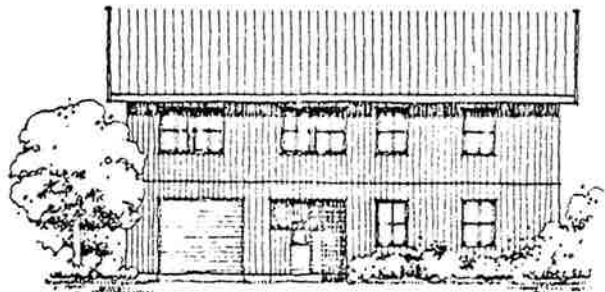
NR 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21



Husens planlösning och respektive fasad åskådliggöres nedan.



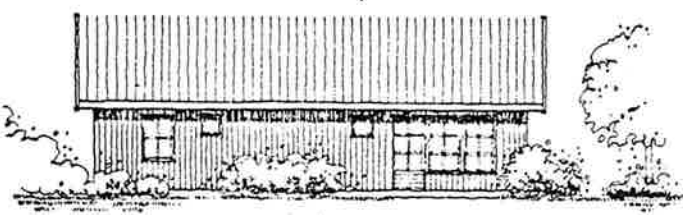
bottenplan



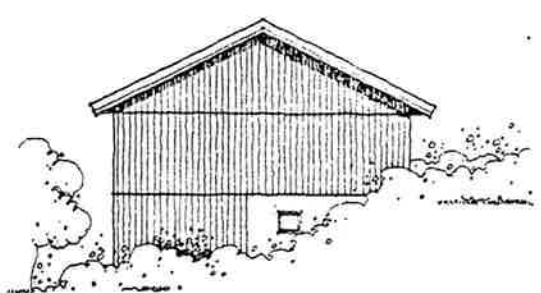
FASAD MOT SYDÖST



FASAD MOT SYDVÄST



FASAD MOT NORDVÄST



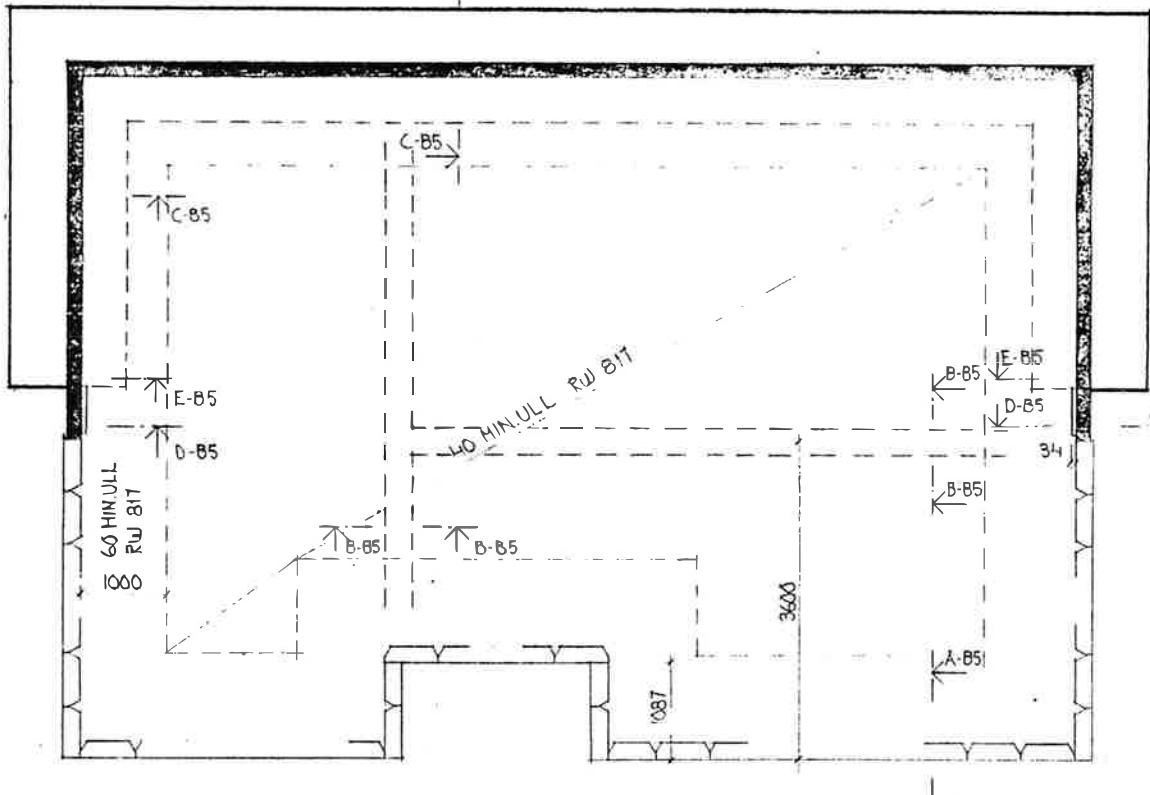
FASAD MOT NORDÖST

Det principiella utseendet hos de berörda byggnadsdelarna skisseras i figuren på nästa sida. Halva suterrängvåningens ytterväggar består av 16 cm platsgjuten betong K250, motfylld med dräneringsgrus och invändigt isolerad med 5 cm mineralull mellan reglar så att en luftspalt bildas närmast betongen, mer eller mindre kontinuerligt i vertikal- och horisontalled.

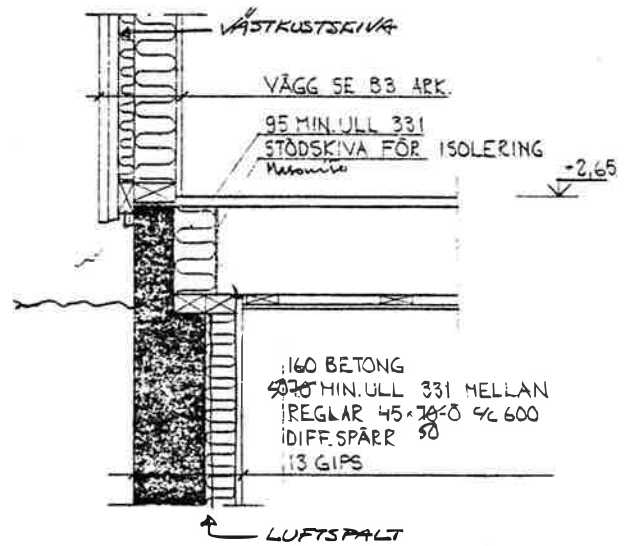
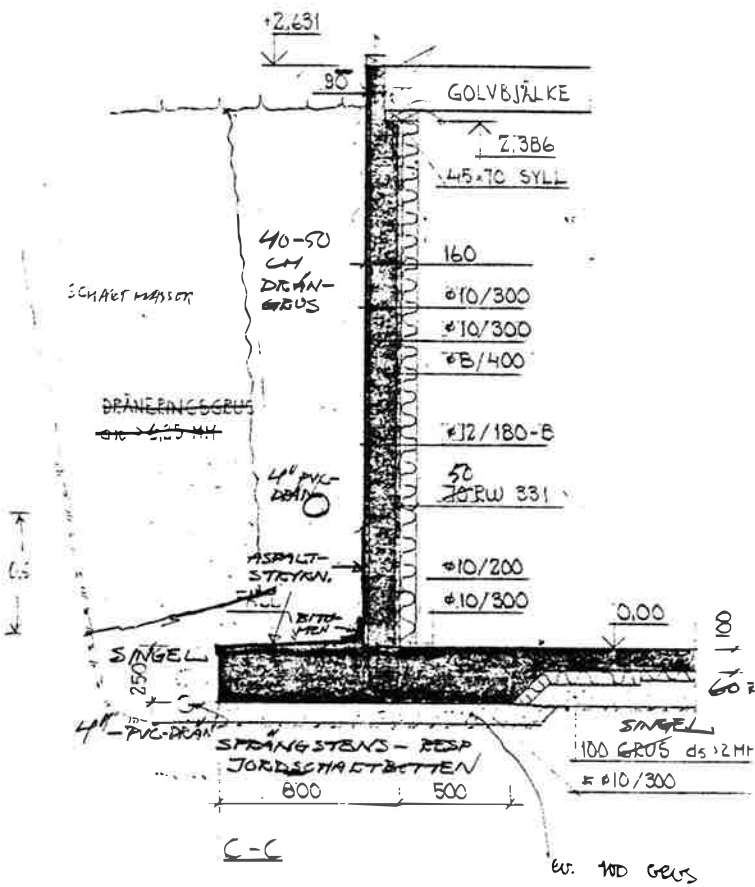
Betongväggen är obehandlad på utsidan så när som på delen längst ned. Vid gjutfogen har tätats med en bitumenremsa och ca 0.5 m upp på väggen och ut på grundplattan finns enligt uppgift en asfaltstrykning.

Att utföra en källarvägg av betong utan utvändig ytbehandling godtas av Svensk Byggnorm, både SBN 75 och SBN 80, om dränerande skikt anordnas utanför, betongkvaliteten är lägst K200 och den utförs så att sprickor och andra otätheter undviks. I byggnormen tar man här inte alls hänsyn till väggkonstruktionen innanför betongen.

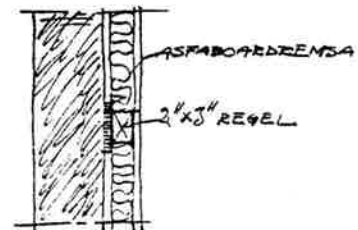
Golvkonstruktionen i suterrängvåningen är en platta på mark med underliggande värmeisolering av mineralull på dräneringslager av singel, enligt uppgift. Under grundplattan under betongväggen saknas dock mineralullsisolering och istället är grundplattan lagd på grus.



PLAN



A-A



HORIZONTALSEKTION

Konstruktionsutformning

3. Observationer - problemet

Betongkonstruktionen göts vintern 1976-77 och husen färdigställdes för inflyttning i maj 1977. Motfyllningen gjordes i slutet av maj.

Första larm om vatten på golvet i garage kom i augusti 1978 varvid flera hus kontrollerades och betongväggarnas nedre hälft befanns vara blöt med "kondensdroppar". Inspektionsluckor nedtill på väggen upptogs i hörn mot väst och norr samt i klädkammare mitt på motfylld vägg i vissa hus. Luckorna har då och då stått öppna för att torka ut konstruktionen. Nya larm från fastighetägarna kom i juni 1979 och maj 1980.

De inspektioner och mätningar som gjorts har varit få, tveksamma och mycket osystematiska. Vissa försök att åtgärda problemen, utvändigt mineralullsisolering i mark, resp cellplastisolering ovan mark, har inte gett några förbättringar enligt uppgift. Man har emellertid ansett sig ha erhållit viss "kunskap", vilken kan sammanfattas på följande sätt:

- Problemen uppkommer efter en "värmebölja", inte efter regn.
- Problemen är störst i västra hörnen, mitt på motfylld vägg är det torrt.
- "Det är fuktigast upptill och torrt längst ned".
- "Utvändig mineralull hjälper ej".

Ordentliga observationer av samband klimat- skadeförekomst saknas och fukt- och temperaturförhållandena har inte kartlagts i någon nämnvärd grad.

De observationer som har gjorts vid de sporadiska besiktningarna, av minst sex olika personer, är sammanställda på nästa sida, tillsammans med noteringar om vilka åtgärdsförsök som gjorts i vissa hus. Iakttagelserna är inte helt entydiga, men ett visst mönster kan skönjas. Vid besiktningarna i början av året, tidigare än maj, är det sällan man observerat fukt nedtill på väggarna. Däremot har man vid samma tillfälle, i de fall man besiktigat övre delen av väggarna, där upptäckt fukt i nästan alla dessa hus. Överhuvudtaget har man som regel upptäckt fukt upptill på väggarna nästan alltid, men det är inte så många gånger man verkligen tittat efter här.

Dessa sporadiska besiktningar av en mycket liten del av ytan är naturligtvis bara en "ögonblicksbild" av det dynamiska förlopp som äger rum under en årscykel.

OBSERVATIONER OCH ÅTGÄRDER I RESP. HUS.

KLK = Klädskåp
 GAR = Garage ev ombyggt
 UN = Upp till resp. ned till
 TV = Tvättstuga

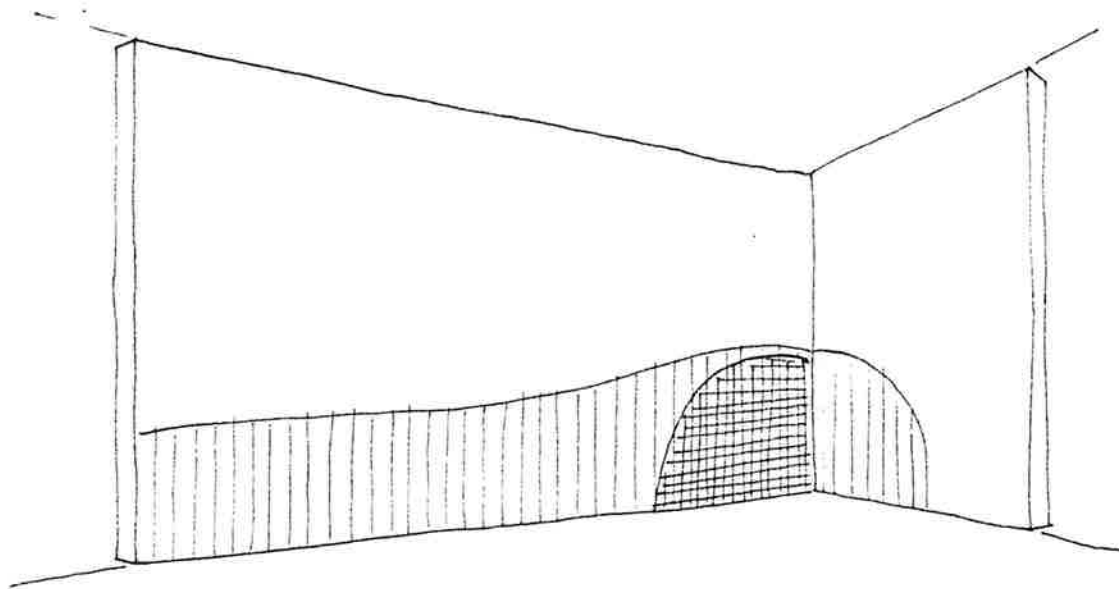
Ö = Luckan sidöppen
 T = Torr, ingen fukt, ljus betongyta
 (F) = Någon fukt, något mörkare
 F = Fuktig betong, mörkfärgad, inget frill vatten
 ♪ = Frill vatten

Svampstigen nr.	1		3		5		7		9		11		13		15		17		19		21									
	PLATS	KLK	T	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	TV	GAR	KLK	TV						
TID-PUNKT	N	N	N	N	U		N	U	N	U	N	U	N	U	N	U	N	U	N	U	N	N								
Juni -79	T	(F)	(F)	T	T	F	F		T	F (pöl)		T	F		(F)	(F) (pöl)					F (pöl)		T	F		T				
Aug -79		(F)	F	(F)	T	F	F		T	T (S)		T		T	(F) (ö)	F (fukt vatten)		T		F		(F)	F		(F)	F	T	(F)		
										Åtgärd: ulvändig min. ull. isol. runt om under mark															Åtgärd: ulvändig min. ull. isol. runt om under mark					
Febr. - Apr. -80		T	T	T			T		T			F		T	T			T		T	F	T	T		T	F		T		
Maj -80	T				T	F	F		T	F		T	F	F	T	(F)		(F)		T						F		T		
Juni -80										F	F	T	F		T	F		F							F		F	(F)		T
																					Åtgärd: ulvändig cellplastisol på qavlar									
Aug -80	T									F					(F)			(F)									F			
		Hall: F Hallgolv fuktigt ~0.5 m ln																												
Oktober -80	F (pöl)	(F)												T	F															
Mars -81		T	T	T	F(is)	T	T		T	F	T	F	F	T	T	T	T	T	F	(F)	T	F	T	T	T	T	T	T	T	
			Åtgärd: ulvändig isol. av sockel på baksida; min. ull + astaboard		Åtgärd: ulvändig isol. av sockel + qavlar; min. ull + astaboard																									
April -81					(F)		T	T	F	T	(F)		T	F	T	T	T	T	(F)	T										
Maj - Juni -81	T	T				F	F																					T		
Juli - Aug. -81			T	F						T				(F)		T	(F)	(F)	T	(F)										

För att få en något bättre bild av hur fukten är fördelad vid olika tidpunkter, har betongytorna i garagedelen frilagts helt vid några tillfällen, dock inte med någon systematik.

På Svampstigen nr 13 besiktigades hela bakväggen i oktober 1980 i samband med att ångspärren avlägsnades och gaveln frilades i mars 1981 av samma anledning. En del av bakväggen på Svampstigen nr 21 öppnades också i oktober 1980 och befanns då vara torr.

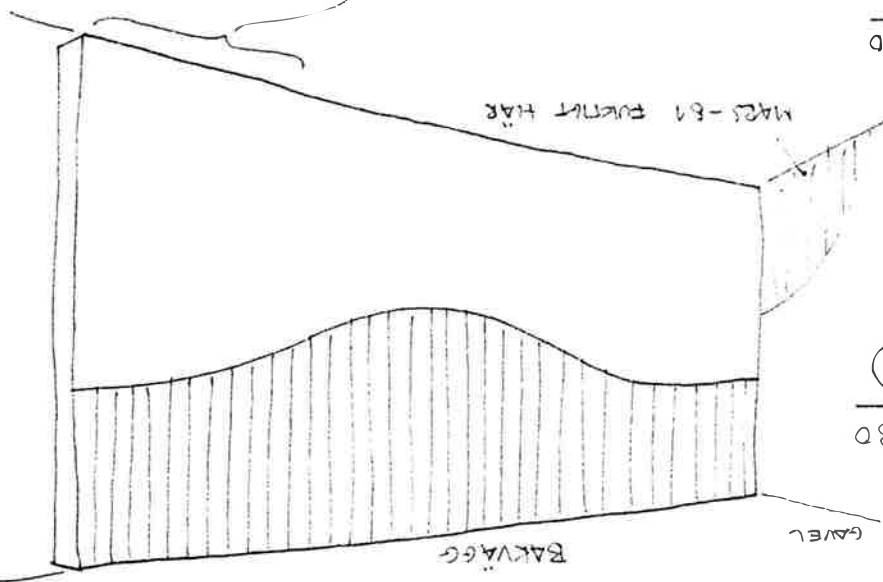
I samband med att luftspalten fylldes i mars 1981 på Svampstigen nr 17 besiktigades bakvägg och gavel i garaget. På Svampstigen nr 11, där mätningar har ägt rum, frilades betongytorna i garaget före och efter mätperioden; april resp september 1981. På följande sidor åskådliggörs iakttagelserna vid dessa inspektioner.



MARS-81 NR 17

NR 21 : HELA BETONGTÄT I INRE DEL TORR

OCT-80



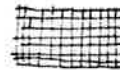
NR 13

OCT-80

MÖRKFAREGÅTT AV FUKT
INGET FEITT VATTEN



BLÖTT, FEITT
VATTEN, DEPPAR



OKTOBER 1980 RESP MARS 1981

OKULÄRRESULTAT AV INSIDA BETONGVÄGG, NR 13, 17, 21

OKULÄRBESIKTNING AV INSIDA BETONGVÄGG, HUS 11
 APRIL OCH SEPTEMBER 1981

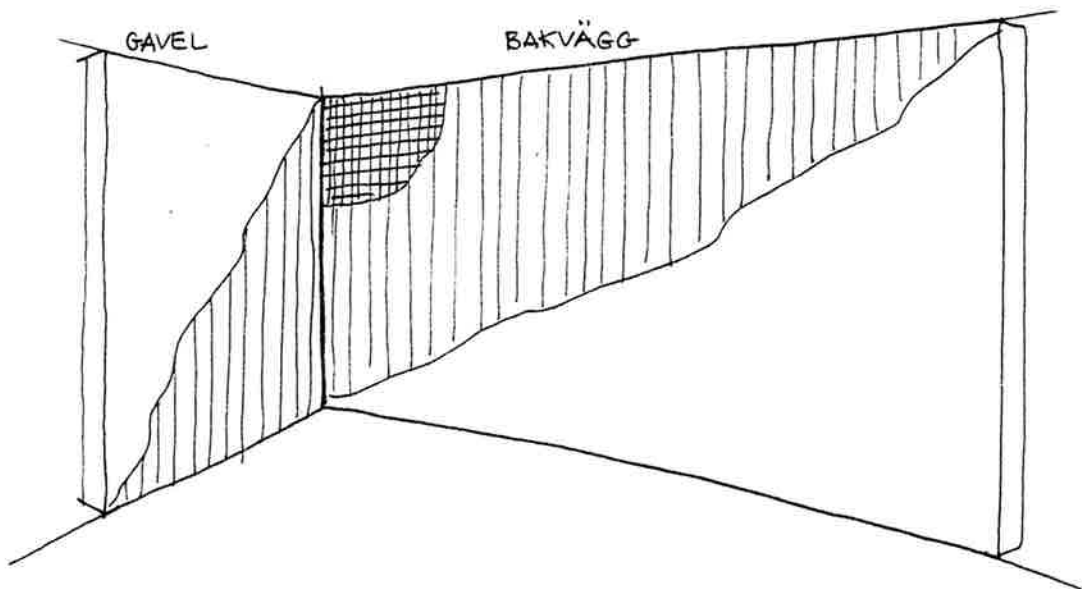


BLÖTT, FRITT
 VATTEN, DRÖPPAR



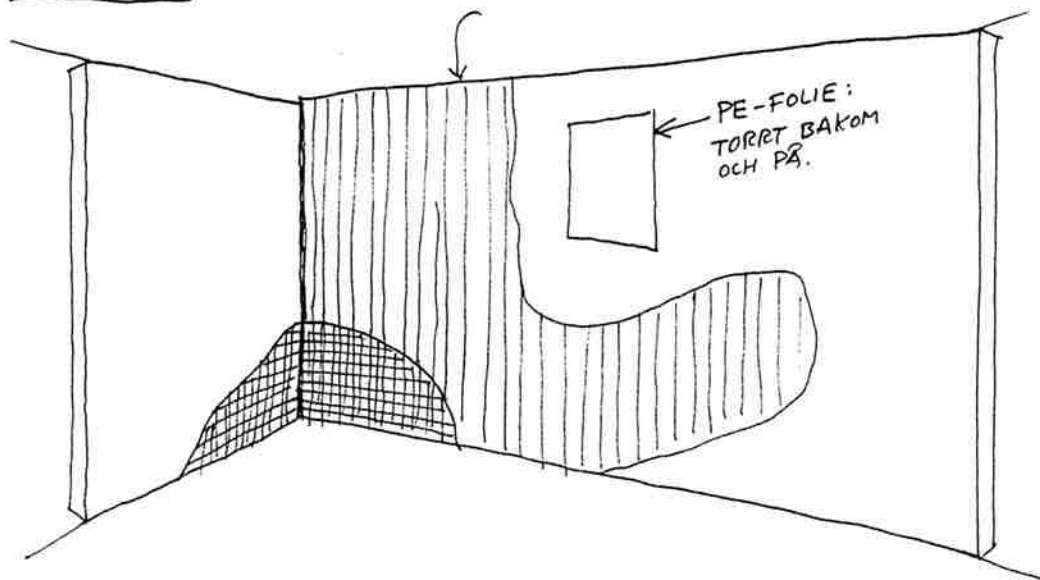
MÖRKFÄRGAT AV
 FUKT, INGET FRITT VATTEN

APRIL:



SEPTEMBER:

INGEN FUKT OVANFÖR BETONGVÄGGEN



4. Enstaka mätningar av fukt och temperatur

Några få mätningar av fukt- och temperaturförhållanden har gjorts vid några tillfällen i en del hus. Hösten 1980 översändes termoelement till Byggnads AB Tage Zetterqvist och dessa monterades in i betongväggen i garagedelen i nr 13 och 21. Samtidigt uttogs också fuktprover som sändes till LTH. På dessa prov bestämdes den relativa fuktigheten (RF) och i något fall fuktkvoten. Temperaturerna avlästes vid två tillfällen. Resultaten åskådliggörs på nästa sida. Uppmätta relativa fuktigheter överensstämmer väl med förekomsten av fukt på betongytan, jfr observationerna på sid 10.

I samband med att mätutrustning applicerades i april 1981, och demonterades i september, mättes yttemperaturer på betongytan och prov uttogs för bestämning av fukttillstånd. Resultaten för betongytan åskådliggörs på nästa sida.

En polyetenfolie tejpades också på betongytan i april 1981 för att senare kunna observera om kondens uppstod på den eller bakom den. I september 1981 fanns ingen kondens varken på eller bakom, se figur sid 11.

På i april och september uttagna prover bestämdes RF genom att innesluta proverna i provrör tillsammans med en RF-givare. Fuktkvoten bestämdes genom vägning före och efter torkning i ugn vid 105⁰C. De torkade proven lades därefter i vatten och då de mättats kapillärt bestämdes fuktkvoten på nytt. Förhållandet mellan dessa båda fuktkvoter är den "kapillära mättnadsgraden" som alltså är 1.0 om materialet är lika fuktigt som om det sugit vatten kapillärt från en fri vattenyta. Samtliga mätresultat redovisas i TABELL I på sid 15.

ENSTAKA MÄTNINGAR

OKTOBER-NOVEMBER 1980 NR (13)

	+5.0° (5.0°d)	6.2 (6.2) +
	10.3 (10.3)	11.5 (11.5) +

GAVEL BAKVÄGG
 YTTEMPERATURER & (TEMP 5 CM IN)
 (TEMPERATUR INSIDA GIPS 13.2°c)

	+97%RF	97%+
	82%	67%+

RELATIVA FUKTIGHETER I YTAN
 (JFR OBSERVATION AV YTFUKT!)

NR (21)

	8.8 (8.6) +
	12.0 (12.0) +

(GIPS 19.6°c)

	+50%RF
	85% 68%+

↑
 SYLL
 (FUKTKVOT 21%)

MARS 1981 NR (13)

	+3.6 (3.1°c)	4.7 (4.7) +
	6.9 (6.7)	8.1 (8.3) +

APRIL 1981 NR (11) YTTEMPERATURER
 BETONGVÄGG

RELATIVA FUKTIGHETER I YTAN
 (JFR OBSERVATION AV YTFUKT)

	12.4	+ 11.4°c
	11.5	
13.5°c	10.3	9.4
+	+	+
	9.0	+ 11.0

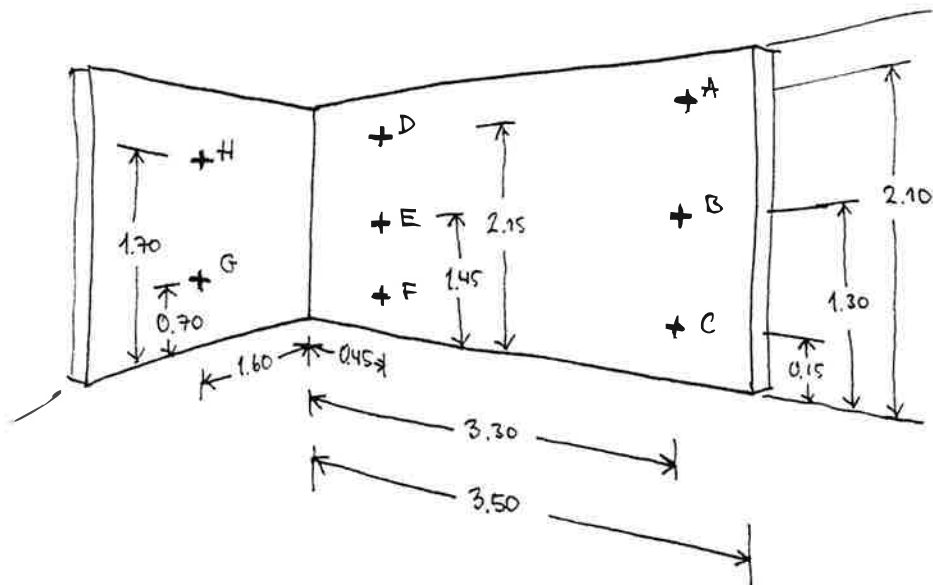
	99*	98%
87	98*	96
98	99	97

SEPTEMBER 1981 NR (11) RF I YTAN :

* = BLÖTT PÅ YTAN

	100	98
84	100	93
	100*	97

PROVTAGNINGSPUNKTER (APRIL 1981)



TABELL I. Resultat av mätningar på uttagna prover i april resp september 1981

Punkt	Material	Djup (cm)	April			September		
			Fuktkvot (vikt-%)	Kap mtn grad	RF (%)	Fuktkvot (vikt-%)	Kap mtn grad	RF (%)
A	Betong	0-1						98
		0-3	5.6	0.91	98			
		8-10			99			98
B	Betong	0-1			96			93
		0-3	5.0	0.84				
		2-3			98			97
		8-12			99			99
	Regelvirke			87				
C	Betong	0-2			91			97
		0-3	2.3	0.75				
		2-3			94	3.7	0.90	
		3-5						97
		9-11			95			
D	Betong	0-1	7.2	0.93	99*			100
		1-2			99			
		2-5	7.7	1.03				
		3-7			99			99
		9-12			98			99
	Asfaboard		24.6					
E	Betong	0-1			98*			100
		0-3	5.7	1.05				
		2-5				6.8	0.91	
		3-6	5.0	1.03				
		5-8			99			99
		8-10	4.9	1.03				
F	Betong	0-1			99			100*
		0-3	3.8	0.98				
		2-4				4.6	0.91	
		3-6	5.7	0.94				99
		6-8			98			
		7-9						98
		Syll mot betong			96			99
	Asfaboard		32.5					

tabellen fortsätter

fortsättning TABELL I

Punkt	Material	Djup (cm)	April			September		
			Fuktkvot (vikt-%)	Kap mtn grad	RF (%)	Fuktkvot (vikt-%)	Kap mtn grad	RF (%)
G	Betong	0-1			98			
		0-2	5.7	0.94				
		2-4	3.9	0.79		4.5	0.82	
		5-7						99
		6-8			98			
H	Betong	0-1	2.9	0.59	87			
		0-2						84
		4-6			92			90
		6-9	2.5	0.46				

*) yta blöt

Mätningarna på uttagna prover från Svampstigen 11 före och efter mätperioden visar att det fuktigaste stället i konstruktionen är "bakväggen" alldeles intill anslutningen mot gaveln. Här är betongytan blöt både i april och september och hela betongväggen är här fuktig, dock med en viss antydning till avtagande fuktighet utåt och något torrare nedtill än upptill inuti betongväggen.

Bakväggen längre från hörnet är ordentligt fuktig men klart torrare än närmast hörnet och torrast längst ner. I april är ytskiktet nedtill något torrare än betongens inre, men i september har det uppfuktats något.

Gaveln är fuktig under mark och betydligt torrare över mark. Insidan är här torrare än utsidan och skillnaderna i fuktighet mellan april och september är små, dvs gaveln har inte blivit torrare under sommaren. Det regn som träffat gaveln kan därför ha torkat ut utåt.

Uppmätta värden på träbaserade material visar en klart för hög fuktighet i asfaboard och syll. Någon mykologisk analys har emellertid inte gjorts. Någon mögellukt har inte rapporterats.

5. Kontinuerliga mätningar 1981

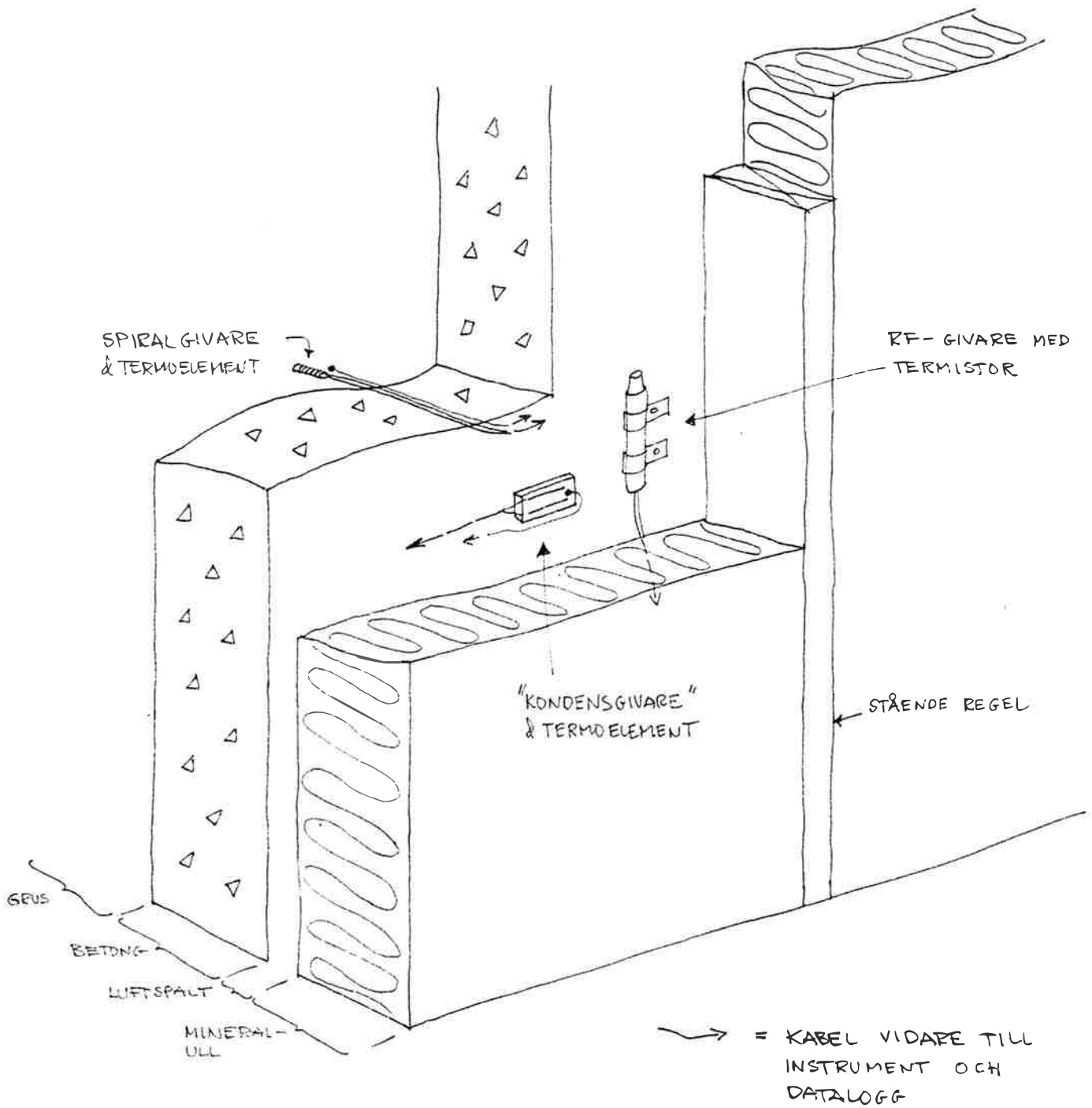
Eftersom fukt- och temperaturförhållandena i en invändigt isolerad källaryttervägg verkligen är dynamiska, speciellt om den innehåller en luftspalt, har förloppet följts i garagedelen på Svampstigen nr 11 från april till september 1981 genom kontinuerliga mätningar. Klimatet ute och inne samt i luftspalten har registrerats liksom förhållandena i marken utanför byggnaden. Nedan redovisas tillvägagångssätt och mätresultat.

Konstruktionen frilades i april som tidigare beskrivits och prov uttogs ur betongväggen. Genom att borra hål genom betongväggen kunde termoelement för temperaturregistrering och spiralgivare för att kontrollera markfukt placeras ute i dräneringslagret. Hålen fylldes därefter med bruk. På insidan av betongväggen fästes RF-givare av fabrikat Vaisala, med termistorer, för registrering av relativ fuktighet och temperatur i luftspalten. Likadana RF-givare placerades inne i garaget och ute under altantaket. En specialtillverkad "kondensgivare" fästes också på betongytan tillsammans med ett termoelement. Dessa kondensgivare bestod av en Pertinaxplatta med två horisontella metallbleck emellan vilka spänningen mättes. Vattendroppar mellan dessa bleck gav ett mycket tydligt utslag. På följande tre sidor åskådliggörs placeringen av mätgivarna i respektive punkt samt läget hos de olika mätpunkterna. Vägghonstruktionen återställdes därefter till samma skick som tidigare.

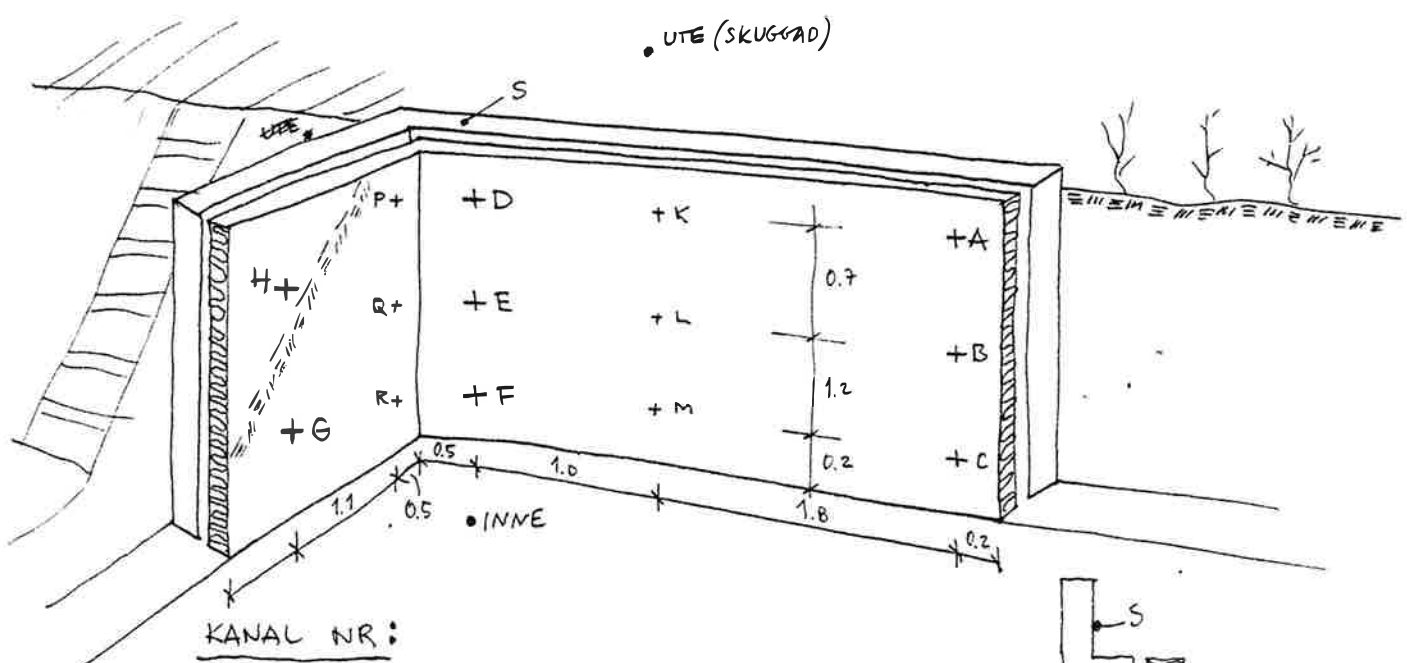
Samtliga mätgivare kopplades till respektive instrument och anslöts till en datalogg med tillhörande bandspelare. På så sätt kunde mätresultat erhållas varannan timme. Personal från Byggnads AB Tage Zetterqvist bytte kassetband varannan vecka och skickade dem efterhand till LTH där de utvärderades på dator. Kontinuerliga registreringar kunde på det detta sätt erhållas från hela mätperioden med små avbrott i samband med strömavbrott, mm. Ett längre avbrott på en och en halv vecka i månadsskiftet juli/augusti orsakades av kassettslut under fastighetsägarens semester då tillträde till huset inte kunde fås.

Samtliga mätvärden, från 50 kanaler varannan timme, vilket gör ca 60.000 mätvärden, redovisas i komprimerad form på sidorna 22-27. Här har också om sid 22 förts in dygnsmedeltemperatur och nederbörd från uppgifter erhållna från SMHI:s mätstation i Arvika.

PLACERING AV MÄTGIVARE I RESPEKTIVE PUNKT

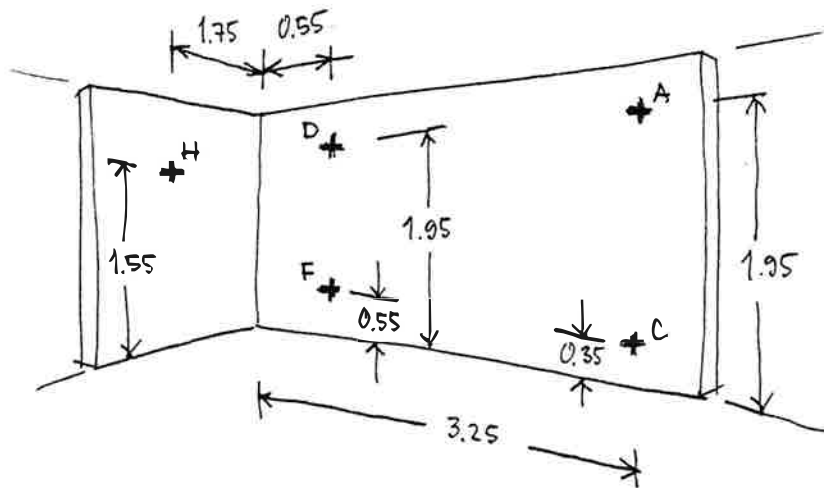


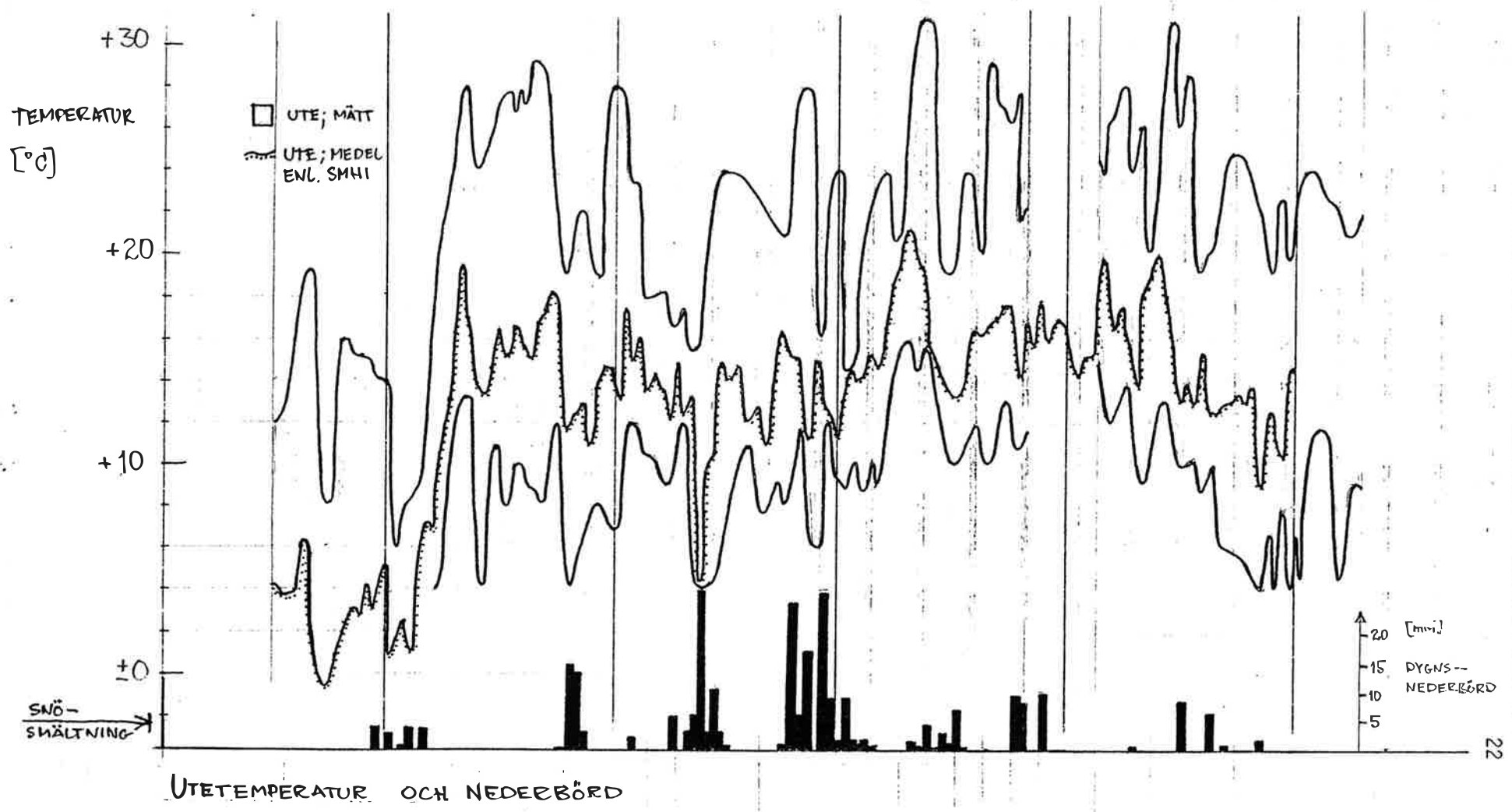
MÄTPUNKTERS PLACERING (OCH REGISTRERING)



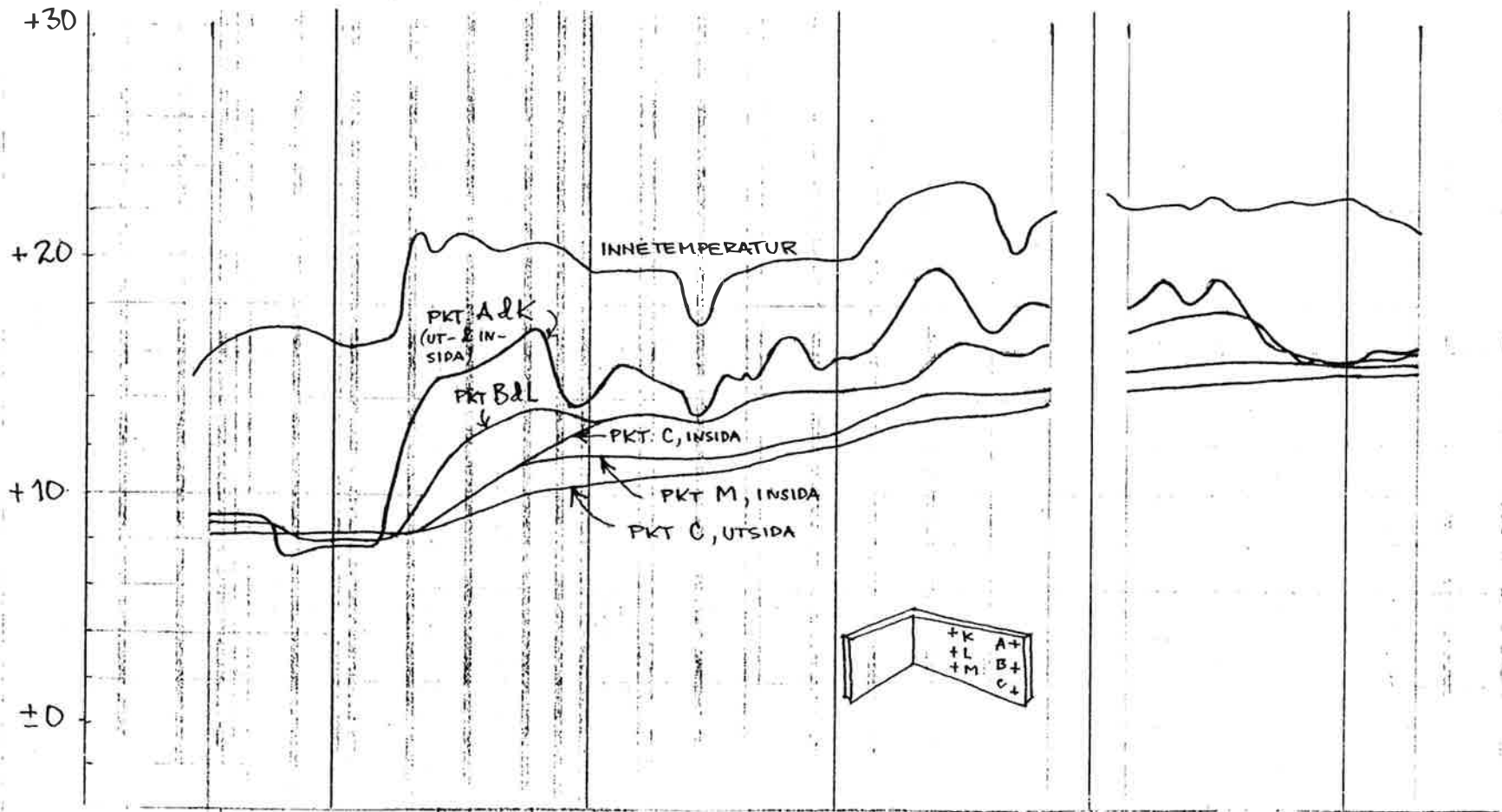
MÄTPUNKT	TEMPERATUR		RF-GIV		KONDENS-GIVARE PÅ BSG-YTA	MARK-FUKT-GIVARE	
	INSIDA BETONG	UTSIDA BETONG	RF	TEMP			
A	1	0	2	3	4	5	"KÄLLARVÄGG"
B	7	6	-	-	10	11	
C	13	12	14	15	16	17	
D	19	18	20	21	22	23	"HÖRN"
E	25	24	-	-	28	29	
F	31	30	32	33	34	35	
G	41	40	-	-	-	-	"GAVEL"
H	39	38	36	37	-	-	G: UNDER MARK; H: ÖVER MARK
K	43						KOMPLETTERANDE MÄTPUNKTER FÖR TEMPERATUR PÅ INSIDA BETONGVÄGG. K L M: "KÄLLARVÄGG" P Q R: "HÖRN, GAVEL"
L	44						
M	45						
P	46						
Q	47						
R	48						
INNE			26	27			
UTE		42	8	8			SKUGGAD UNDER ALTANTAK
S	49						INSIDA BSG-SOCCHEL

PLACERING AV RF-GIVARE: (I LUFTSPALTEN)





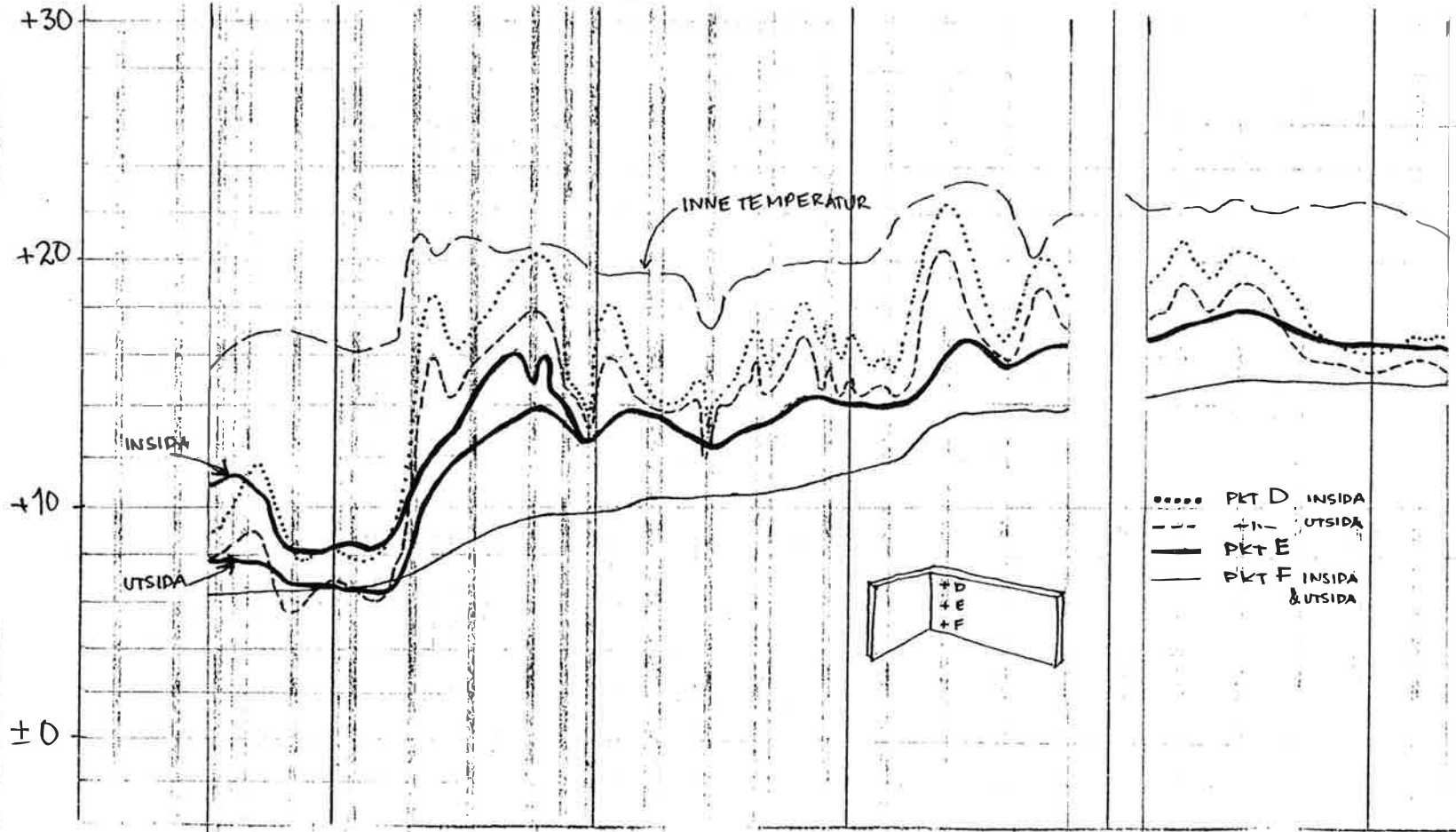
TEMPERATUR
[°C]



TEMPERATURER HOS BETONVÄGG MOT MARK

TEMPERATUR

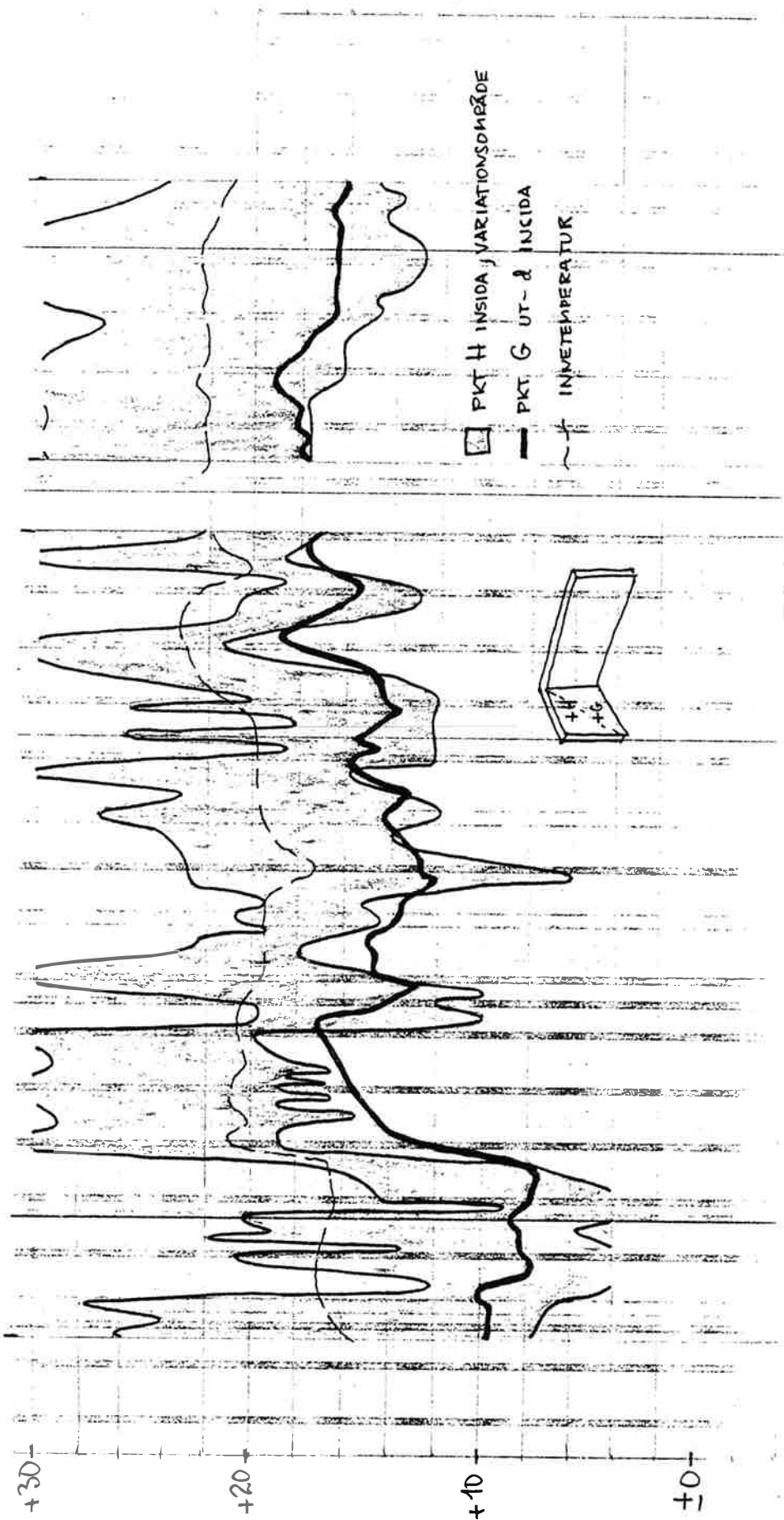
[°C]



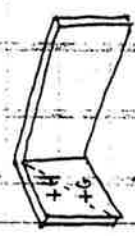
TEMPERATURER HOS BETONGVÄGG ; I HÖRN.

TEMPERATUR

[°C]

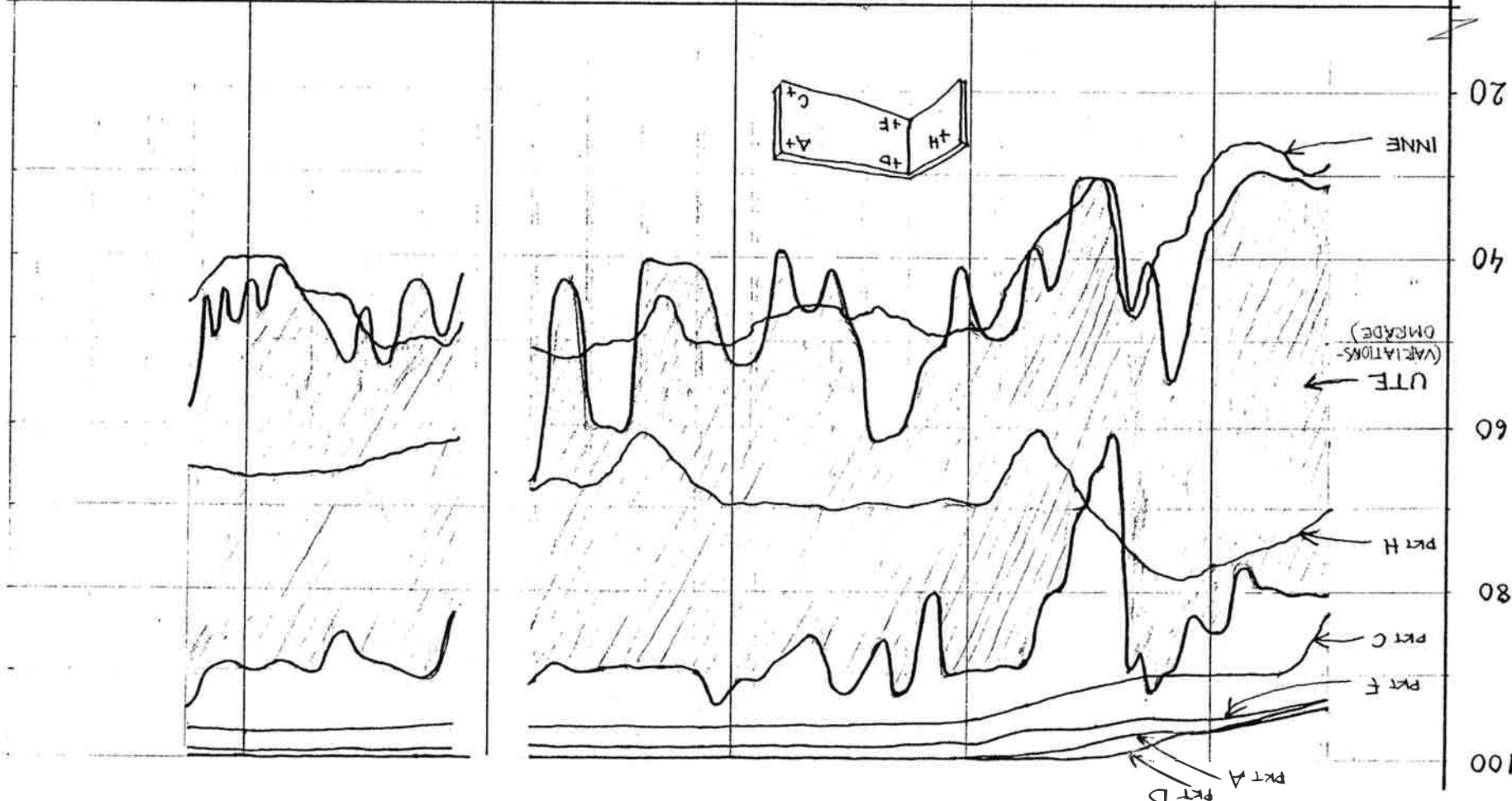


PKT H INSIDA / VARIATIONSOMRÅDE
PKT G UT- & INSIDA
INNETEMPERATUR

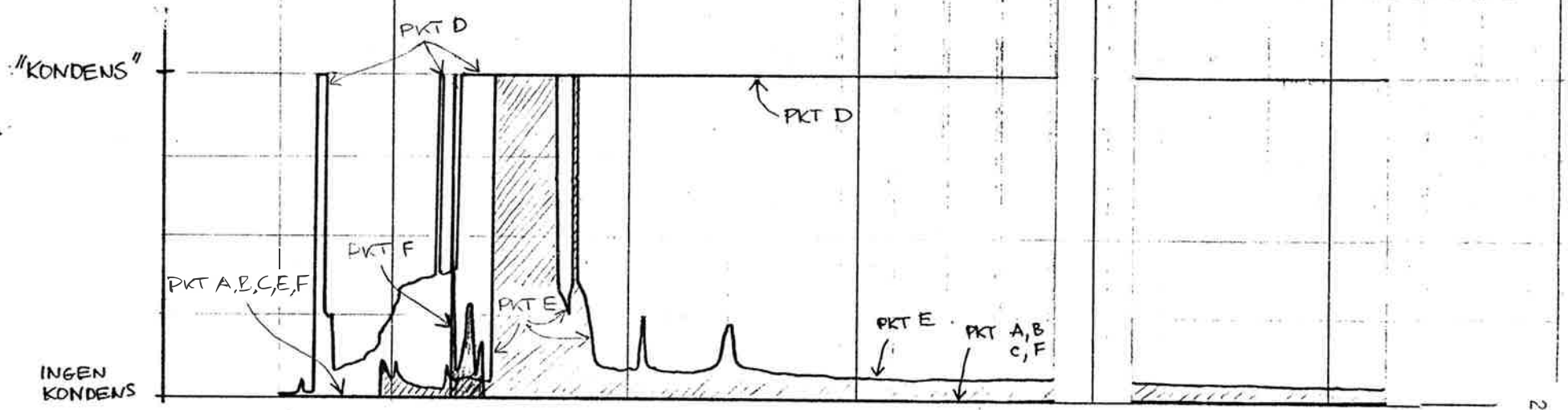
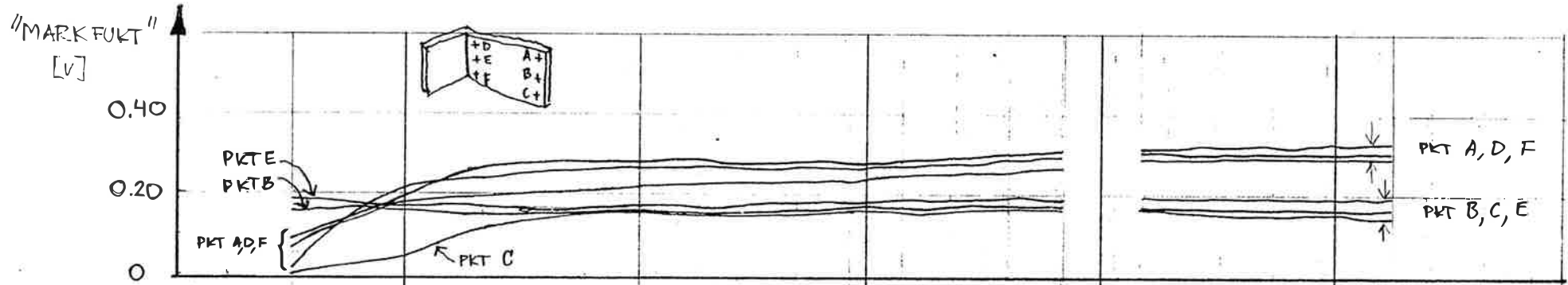


TEMPERATUR hos BETONG-AVDEL

RELATIV
FUKTIGHET
[%]



RELATIV FUKTIGHETER: UTE, INNE OCH I LUFTSPALT



UTSLAG PÅ MARKFUKT - & KONDENSIVARE

Ur de erhållna mätvärdena kan följande sammanfattning ges. Snösmältningen 1981 var avslutad i slutet av mars. Nederbörden under mätperioden har varit liten utom sista veckan i juni då över 100 mm erhöles.

Temperaturen i genomsnitt under dygnet överskred $+10^{\circ}\text{C}$ först en vecka in i maj och har sedan pendlat omkring $+15^{\circ}\text{C}$ fram till i mitten av augusti. Temperaturen inne i garaget under samma tider var ca $+17^{\circ}\text{C}$ resp $+20-22^{\circ}\text{C}$.

Temperaturen hos "bakväggen" var $+8-9^{\circ}\text{C}$ fram till i början av maj då den började värmas upp snabbt. Snabbast steg temperaturen närmast mark (pkt A) medan betongväggens nedre del (pkt C) värmdes upp mycket långsamt och i september steg temperaturen fortfarande. Skillnaden i temperatur mellan ut- och insida av betongkonstruktionen har knappast varit märkbar i de övre delarna av konstruktionen, medan denna skillnad varit mycket stor. Längst ned (pkt C) från mitten av maj till mitten av augusti.

Temperaturen närmare anslutningen mot gaveln har följt ungefär samma förlopp som "bakväggens" med undantag för att temperaturen längst upp (pkt D) varit något högre och skillnaden i temperatur mellan ut- och insida längst ner (pkt F) är helt försumbar beroende på samma marktemperatur men lägre temperatur på insidan längst ner i hörnet (pkt F) än längre in på bakväggen.

Temperaturen på gaveln under mark (pkt G) är mycket nära temperaturerna inne i hörnet. Över mark (pkt H) är temperaturen betydligt högre och varierar mycket kraftigt. Betongväggens genomsnittliga temperatur på delen över mark är under hela mätperioden betydligt högre än dygnsmedeltemperaturen i uteluften.

Relativa fuktigheterna i bakväggens luftspalt är under hela mätperioden mycket konstanta och över 90 % på alla punkter (A-F). Lägst RF är det nedtill i luftspalten och lägst längst in från hörnet (pkt C). Högst upp är RF mycket nära 100 % under hela perioden. Dessa värden stämmer väl överens med uppmätta RF i betongytan i april och september.

I luftspalten bakom gaveln över mark (pkt H) är RF betydligt lägre, 70-80 % fram till i mitten av maj och 60-70 % därefter. Dessa värden är klart lägre än vad som uppmättes i betongytan i april och september.

Markfuktigheten har försökts observeras med hjälp av spiralfuktgivare. Dessa kan svårigen ge besked om absolutvärden, för detta krävs noggranna kalibreringar, men indikerar eventuella variationer i markfuktillståndet. Under hela mätperioden, utom första veckorna då givarna stabili-

serar sig, har utslagen varit mycket konstanta och några variationer har inte märkts överhuvudtaget. Stående vatten utanför betongväggen hade säkert synts tydligt i dessa registreringar. En viss indikation har dock erhållits på att dräneringslagret utanför pkt C varit torrare då mätperioden startade, vilket stämmer överens med uppmätta fuktigheter i betongkonstruktionen jfr TABELL I, och sedan sakta uppfuktats.

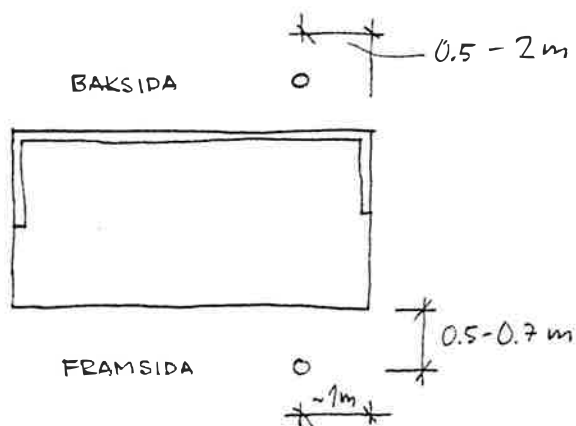
Kondensgivarna är av enkel tillverkning och p g a oxidation har de säkerligen inte fungerat perfekt under hela mätperioden; t ex markeras kondens i övre delen av bakväggen närmast hörnet (pkt D) under nästan hela mätperioden, vilket kan bero på oxidering. I början av perioden fås här (pkt D) indikation på kondens och efter ett par veckor fås också kondens längre ner på bakväggen närmast hörnet (pkt E). Denna kondens avtar efter ytterligare en månad, men kondensgivaren indikerar viss kondens här under resten av mätperioden. Längst ned (i pkt F) fås bara utslag på kondensgivaren under en vecka i maj och sedan inte mer. Det vatten som upptäcktes här i september då konstruktionen öppnades, kan ha runnit på väggen förbi kondensgivaren utan att ha gett utslag. I övriga punkter (A, B, C), dvs längre från hörnet, indikeras aldrig någon kondens, vilket överensstämmer med observationerna i april och september, jfr sid 11.

Grundvattenobservationer har gjorts under mätperioden av Byggnads AB Tage Zetterqvist i nedslagna rör utanför några hus. I dessa rör har förekomsten av en eventuell vattenyta konstaterats och avståndet till denna från markytan uppmätts. På nästa sida redovisas placeringen av rören och samtliga mätvärden, vilka tyvärr inte är många. En observation i början av juli vore önskvärd efter det kraftiga regnet veckan innan.

Jämföres mätvärdena med sektionsritningen på sid 6 framgår det att de observerade vattenytorna på baksidan av husen ligger mycket nära underkant av grundplattorna under betongväggen. På framsidorna är avståndet från grundkonstruktionen till vattenytan betydligt större, dvs grundvattenytan lutar naturligtvis utåt från sluttningen.

GRUNDVATTEN OBSERVATIONER

OBSERVATIONSRÖR NEDSLAGNA FRAMFÖR OCH BAKOM HUSEN:



OBSERVATIONER

SVAMPSTIGEN NR	RÖR- LÄGE	VATTENYTA, DJUP [m] UNDER MARKYTA		
		7/5	3/6	3/8
1	FRAMSIDA	0.8	0.5	0.7
	BAKSIDA	2.65	2.7	2.7
5	FRAM	0.6		0.55
	BAK	>2.7		2.6
11	FRAM	inget		1.15
	BAK			inget
21		inga obs. finns		
3	SEPTEMBER:	Uppgrävt i slänt invid garagegavel; Torrt ända ner till grundplatta		

ANM. UNDERKANT GRUNDPLATTA LIGGER PÅ EN NIVÅ AV CIEKA 2.7 m UNDER MARKYTAN PÅ BAKSIDAN OCH CA 0.2 m PÅ FRAMSIDAN.

6. Analys av mätresultat - fuktkällor

Det erhållna mätresultatet har analyserats genom att i respektive mätpunkt beräkna ånghalt och daggpunkt. Skillnader i ånghalt mellan olika punkter innebär möjlighet för fukt att förflyttas från punkten med högre ånghalt till punkten med lägre ånghalt. I luftspalten kan denna förflyttning av fukt ske genom ren diffusion, vilket är en mycket långsam process, eller fuktkonvektion dvs en luftrörelse som för fukten med sig.

Daggpunkten hos luften på olika ställen i luftspalten är den temperatur vid vilken fukten i denna luft kondenserar. Genom att beakta ånghaltsfördelning, daggpunktsfördelning och temperaturfördelning kan möjligheterna för fuktvandring i luftspalten bedömas och huruvida denna fuktvandring kan ge upphov till kondens någonstans.

På följande sidor redovisas i diagramform först beräknade ånghalter i de punkter där relativa fuktigheten har mätts, dvs ute och inne samt i luftspalten, och därefter beräknade daggpunkter hos luften på de ställen där ånghalterna är högst. Inneluftens daggpunkt återges också.

Därefter återges jämförelser mellan ånghalterna i olika punkter samt jämförelser mellan daggpunkter och yttemperaturer. Fördelningen av ånghalter och daggpunkter i luftspalten samt yttemperaturer på betongytan redovisas också, som månadsmedelvärden, för hela mätperioden på sid 37. Resultatet av dessa jämförelser kan sammanfattas på följande sätt.

6.1 Analys av mätresultaten

Av diagrammet över ånghalter (sid 33) framgår att ånghaltsskillnaden mellan inne- och uteluften är mycket liten. Fuktproduktionen är av naturliga skäl liten i garagedelen. På sid 35 jämföres yttemperaturerna på betongytans kallaste ställen, nedtill, med inneluftens daggpunkt. Det framgår att inte någon gång under mätperioden finns det några möjligheter för inneluften att kondensera. Detta kan därför uteslutas som orsak till att delar av betongytan är blöt vid vissa tillfällen. På sid 36 framgår istället att ånghalterna på olika delar av "bakväggen" är mycket större än inneluftens ånghalt under hela mätperioden. Detta innebär en mycket stor "uttorkningspotential" och hade inte ångspärren funnits i konstruktionen hade bakväggen kunnat torka.

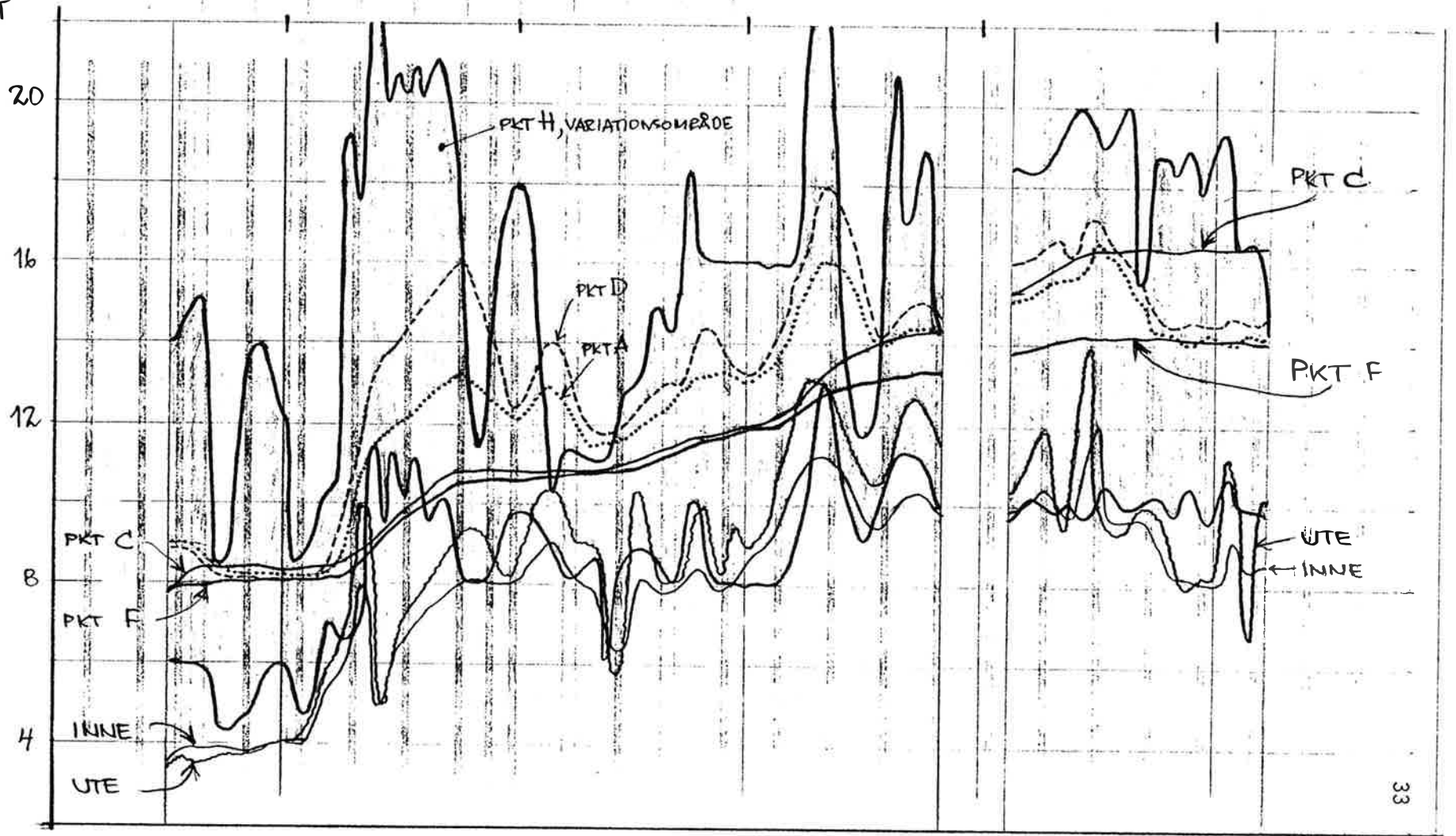
Av figuren på sid 37 framgår när och var de stora ånghaltsskillnaderna uppkommer. I april är skillnaderna mellan olika punkter små, men i maj upp-

står de största ånghalts- och temperaturskillnaderna. Det är också då det börjar kondensera i nedre delen av väggen, jfr diagrammet på sid 27. I juni är skillnaderna återigen relativt små, men i juli och augusti uppkommer åter en stor ånghaltsskillnad mellan övre och nedre delen av väggen intill hörnet mot gaveln. I augusti och september är istället ånghaltsskillnaden en bit in på bakväggen vänd åt andra hållet, dvs nedre delen har högre ånghalt och kan nu torka ut. Detta senare framgår tydligt av diagrammet på sid 38 där ånghalterna i pkt A och C jämföres. Uppenbarligen är här möjligheter för nedre delen att torka ut uppåt dominerande under hela året utom just ett par månader på sommaren. Ånghaltsgradienten invid hörnet, se sid 39, är däremot vänd neråt under nära fyra månader på året och under denna period kan då fukt tillföras nedre delen av väggen här. På sid 40 framgår det när denna fukttransport kan ge upphov till kondens i olika punkter. Yttemperaturen i pkt F, längst ner, är hela tiden lägre än daggpunkten hos luften i övre delen av luftspalten, varför kondens är möjlig hela mätperioden. Skillnaderna blir emellertid speciellt stora andra veckan i maj då också kondens registrerats här.

Som framgår av kondensgivarnas utslag på sid 27 uppkommer kondens först längst ner (pkt F) innan några större mängder kondenserar mitt på väggen (pkt E). På sid 40 visas orsaken till detta. Då övre delen blir hastigt varmare och daggpunkt och ånghalt ökar kraftigt här, förblir nedre delen kall under lång tid. Mitt på väggen stiger emellertid temperaturen också snabbt varför det dröjer längre innan betingelserna för kondens uppstår här. Tvärtom är det naturligtvis så att det är härifrån den första fukttransporten neråt sker.

Av diagrammet på sid 40 och 41 framgår också gavelns underordnade roll i sammanhanget. Under två perioder, i maj och juli kan fukt från gaveln kondensera i hörnet, men då bara mitt på och längst ner. Samtidigt är ånghalten högst upp ungefär lika stor som i luftspalten i gaveln, eller större. På grund av den kortare och öppnare vägen är det därför rimligen härifrån den största delen av fukttransporten utgår.

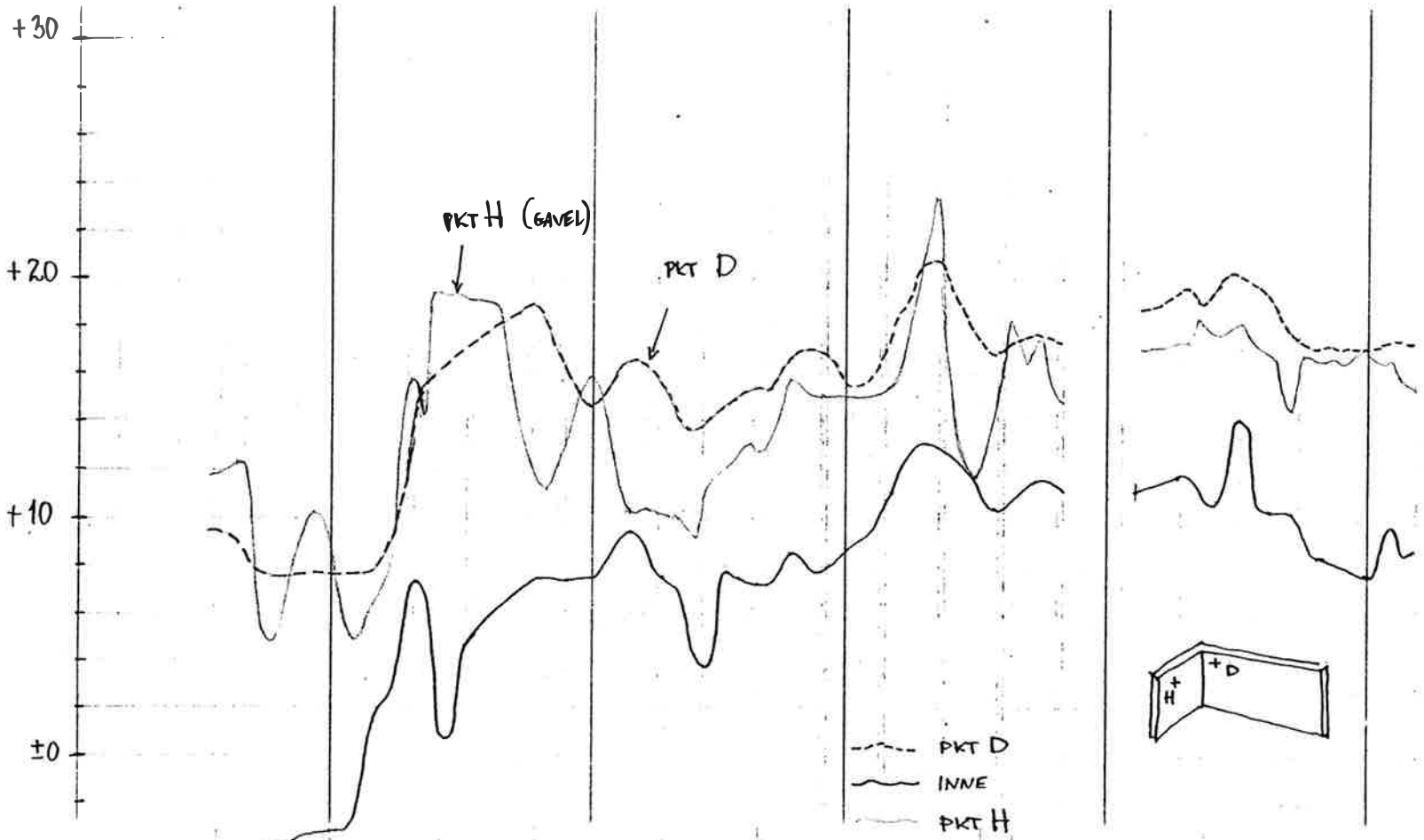
ÄNGHALT
[G/M³]



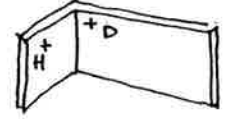
BERÄKNADE ÄNGHALTER I OLIKA PUNKTER

APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AUGUSTI	SEPTEMBER
20	1	8	14	1	1
17	1	20	1	9	6
15	17	14	5	10	10
	24	21	12	23	17
	31	28	19	31	24
			26		31

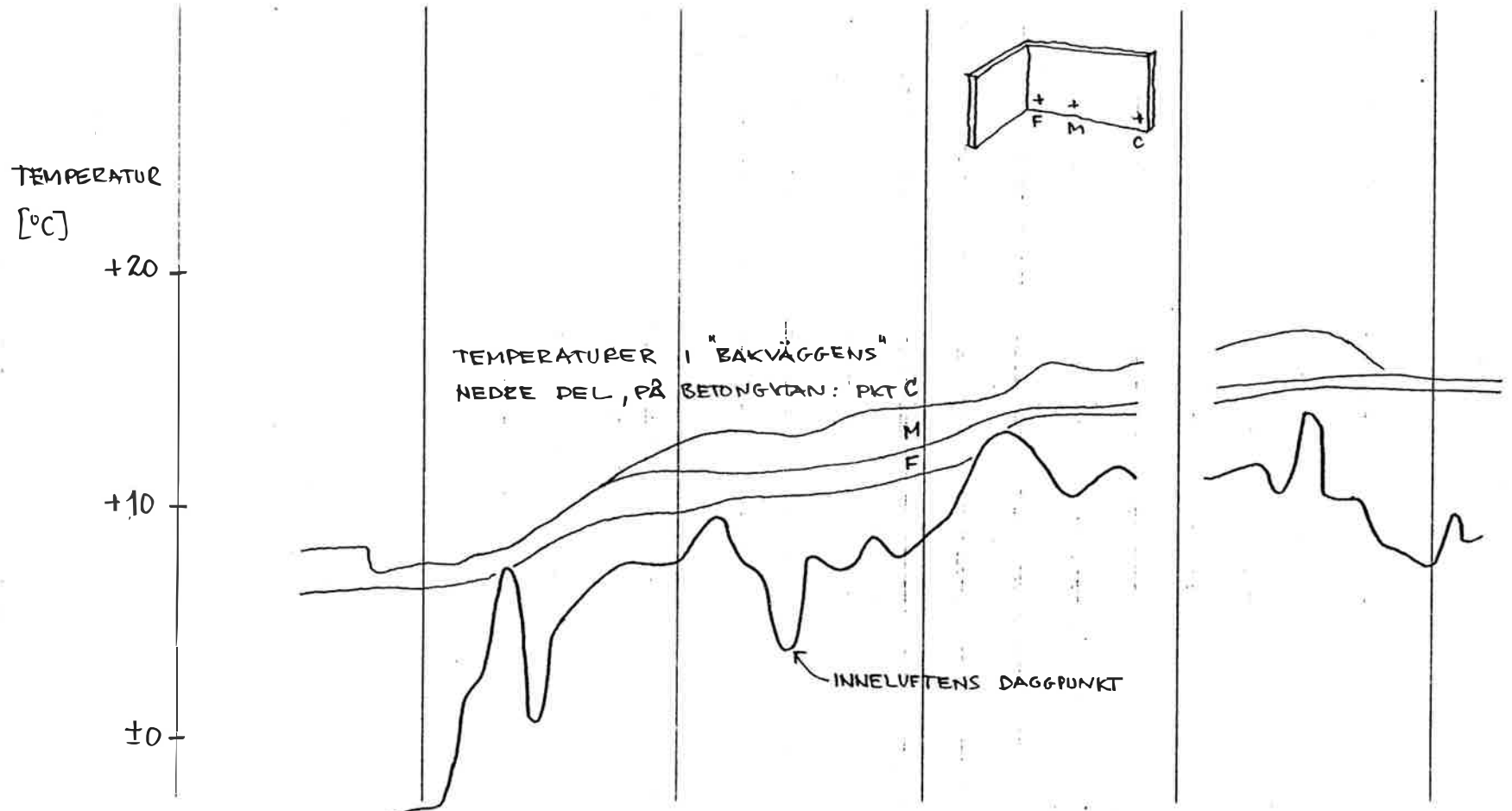
DAGG-
PUNKT
[°C]



BERÄKNADE DAGGPUNKTER

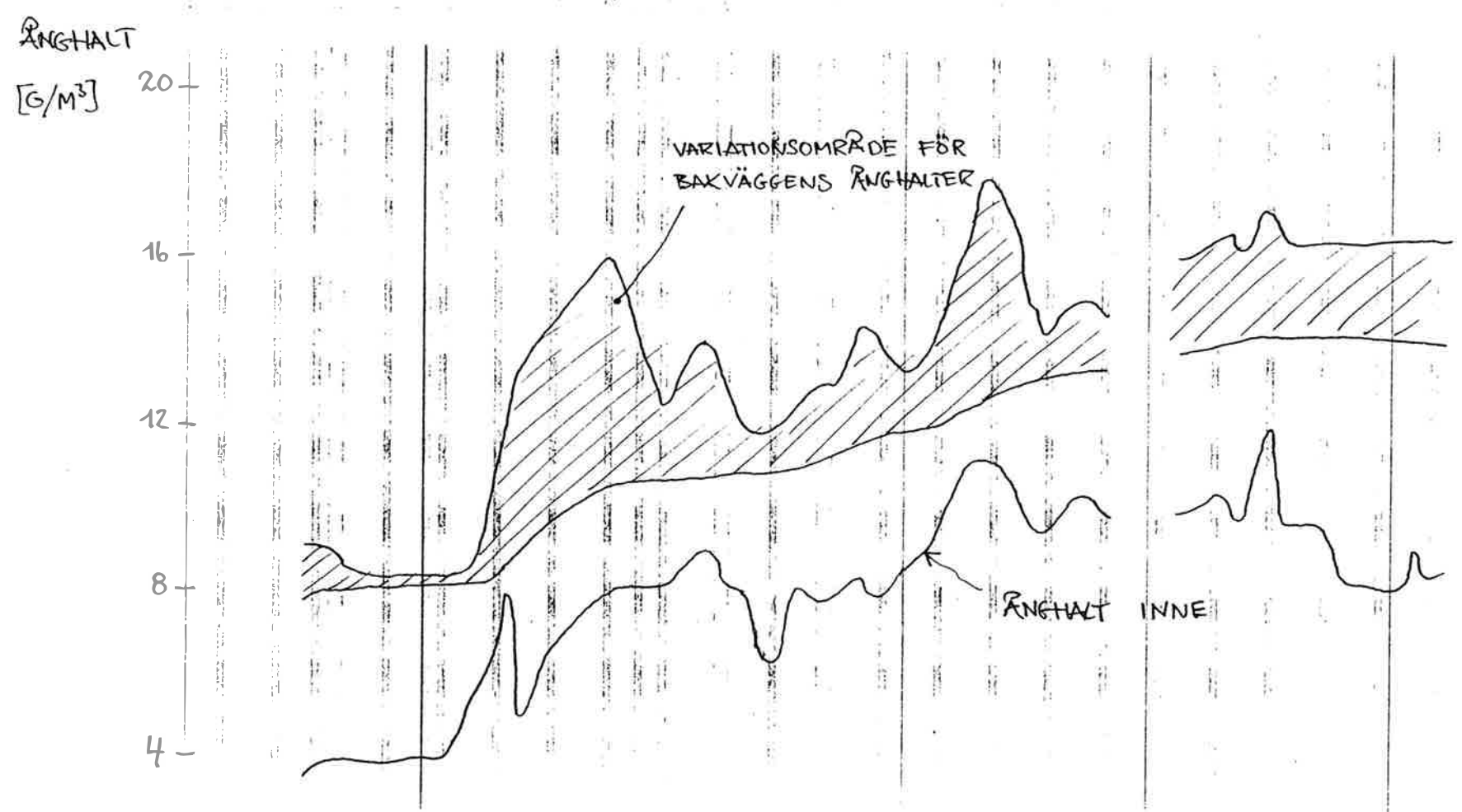


A		M			J			J			A			S		
1	20	1	11	15	18	1	8	1	10	15	20	14	1	10	15	18
2	15	2	4	12	15	2	9	2	16	1	20	30	7	11	14	15
3	11	3	11	9	12	3	10	3	10	24	24	15	5	17	19	20
4	8	4	11	11	23	4	11	4	11	15	17	5	15	16	23	1
5	17	5	14	11	15	5	11	5	11	15	15	3	10	12	14	1
6	19	6	15	11	15	6	11	6	11	20	1	1	14	17	19	1
7	19	7	10	17	19	7	14	7	14	21	5	28	5	12	19	26
8	20	8	10	17	19	8	14	8	14	21	5	28	8	12	19	26
9	20	9	10	17	19	9	14	9	14	21	5	28	9	16	23	30
10	20	10	13	20	27	10	13	10	13	20	27	5	13	20	27	5



BEDÖMNING AV KONDENSRIK AV INNELUFTEN

A	M	J	J	A	S
10	11	12	13	14	15
11	12	13	14	15	16
12	13	14	15	16	17
13	14	15	16	17	18
14	15	16	17	18	19
15	16	17	18	19	20
16	17	18	19	20	21
17	18	19	20	21	22
18	19	20	21	22	23
19	20	21	22	23	24
20	21	22	23	24	25



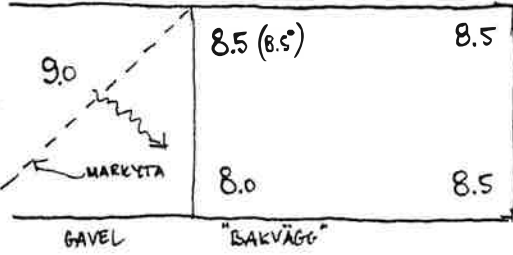
ÅNGHALTSSKILLNAD BAKVÄGG - INNELUFTEN

ÄNGHALTER & YTEMPERATURER I LUFTSPALTEN VID OLIKA TIDPUNKTER (MÅNADSMEDELVÄRDEN).

ÄNGHALTER [G/M³] (& DAGGPUNKT [°C])

YTEMPERATURER [°C] (2 INNETEMP)

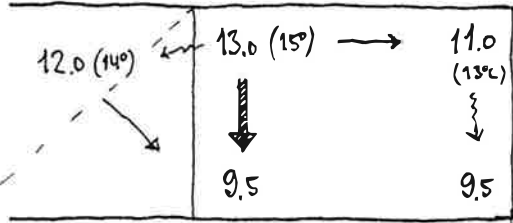
APRIL:
(SLUTET)



12	12	9	9	8
	9	9	9	8
9	7	6	8	8

(16-17)

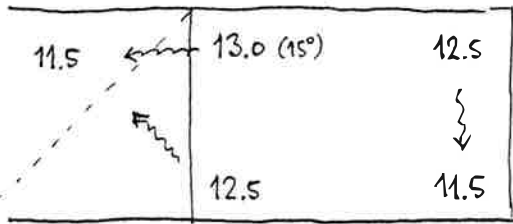
MAJ:



20	19	15	13	13
	14	13	11	11
13	10	8	10	10

(18-20)

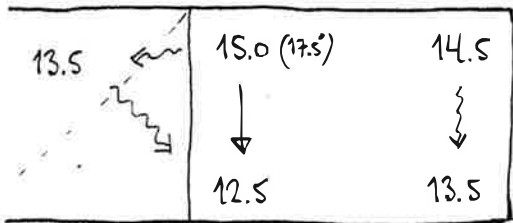
JUNI:



18	19	16	15	15
	15	13	14	13
14	12	11	12	13

(19)

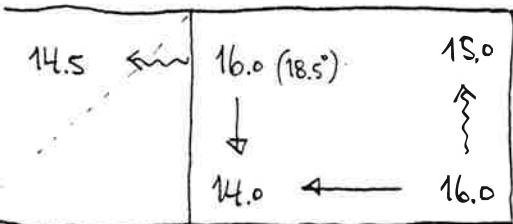
JULI:



19	20	19	17	17
	18	16	16	16
16	14	13	14	16

(21.5)

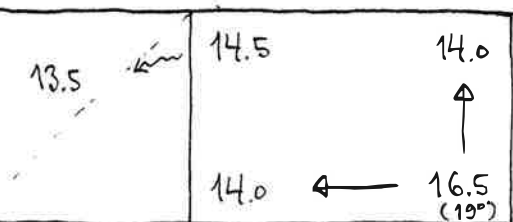
AUG:



22	20	19	17	17
	19	17	16	16
17	16	15	15	16

(22.5)

SEPT:
(BÖRAN)



19	20	17	16	16
	18	16	16	15
16	16	15	15	15

(22)

ÄNGHALTSSKILLNAD ≥ 3 G/M³ ≥ 2 G/M³ ≥ 1 G/M³

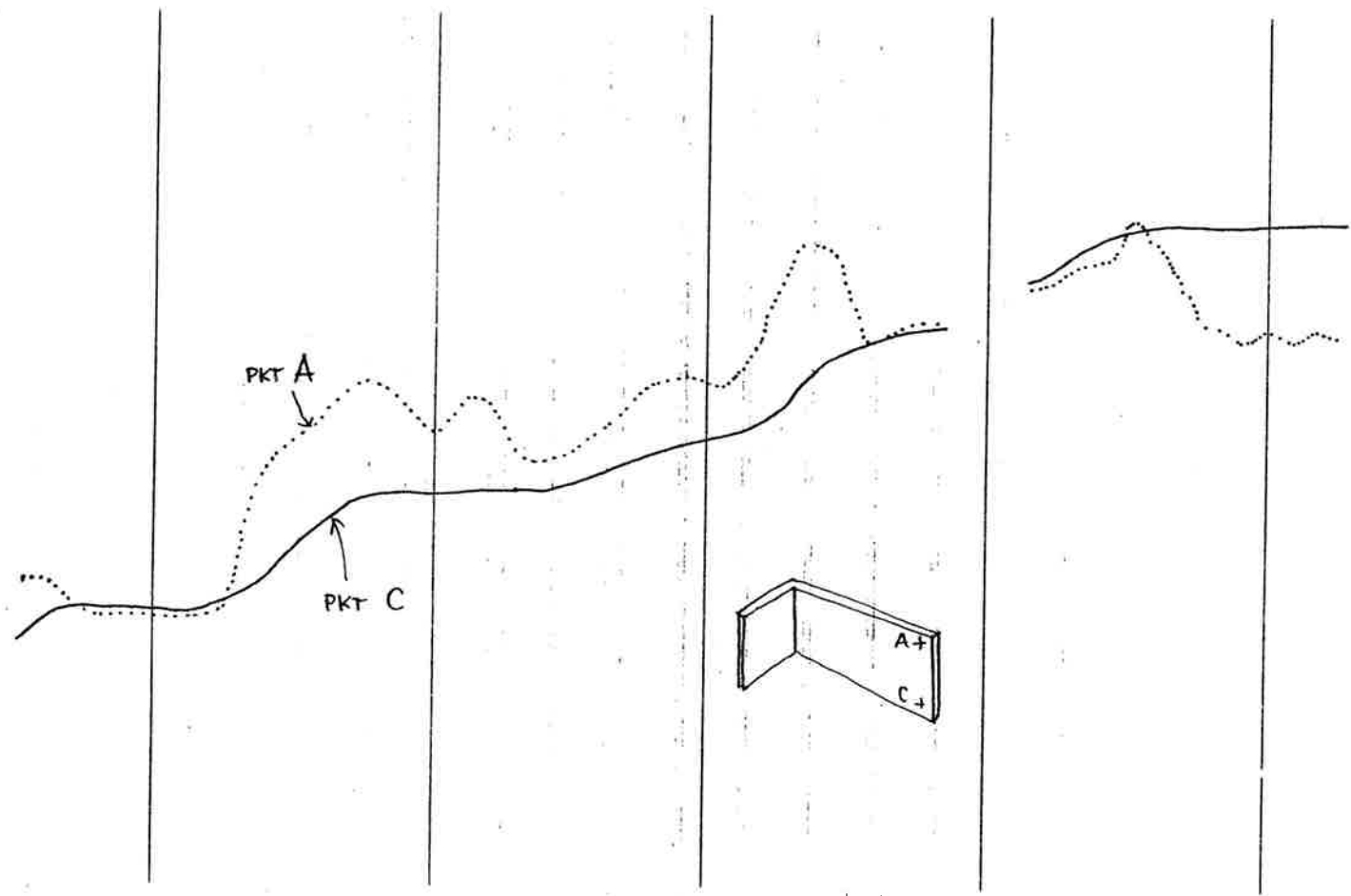
A	M			J	J	A	S
20				8			
17			24				
13	10	17	21 5 11	7	14	21 5 28	5
						17	19
						26	5 2
							9
							16
							23 5 30
							6
							13
							20
							27
							S

ÅNGHALT
[G/M³]

16

12

8



ÅNGHALTSSKILLNAD I VERTIKALLED ~ 3 M FRÅN HÖRN

A

M

J

J

A

S

ÄNGHALT
[G/M³]

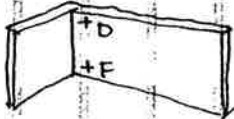
16

12

8

PKT D

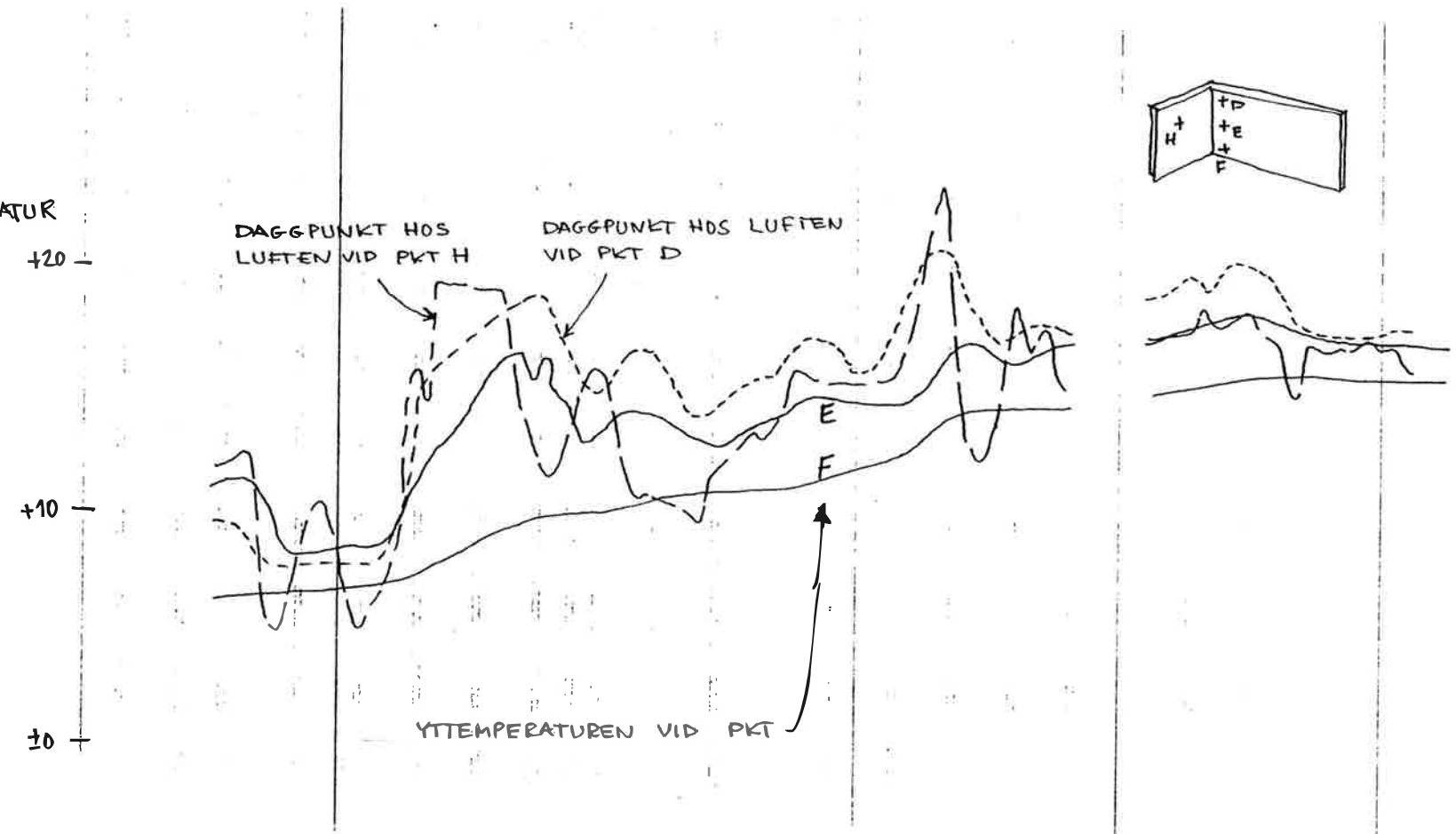
PKT F



ÄNGHALTSSKILLNAD I VERTIKALLED INVID HÖRN

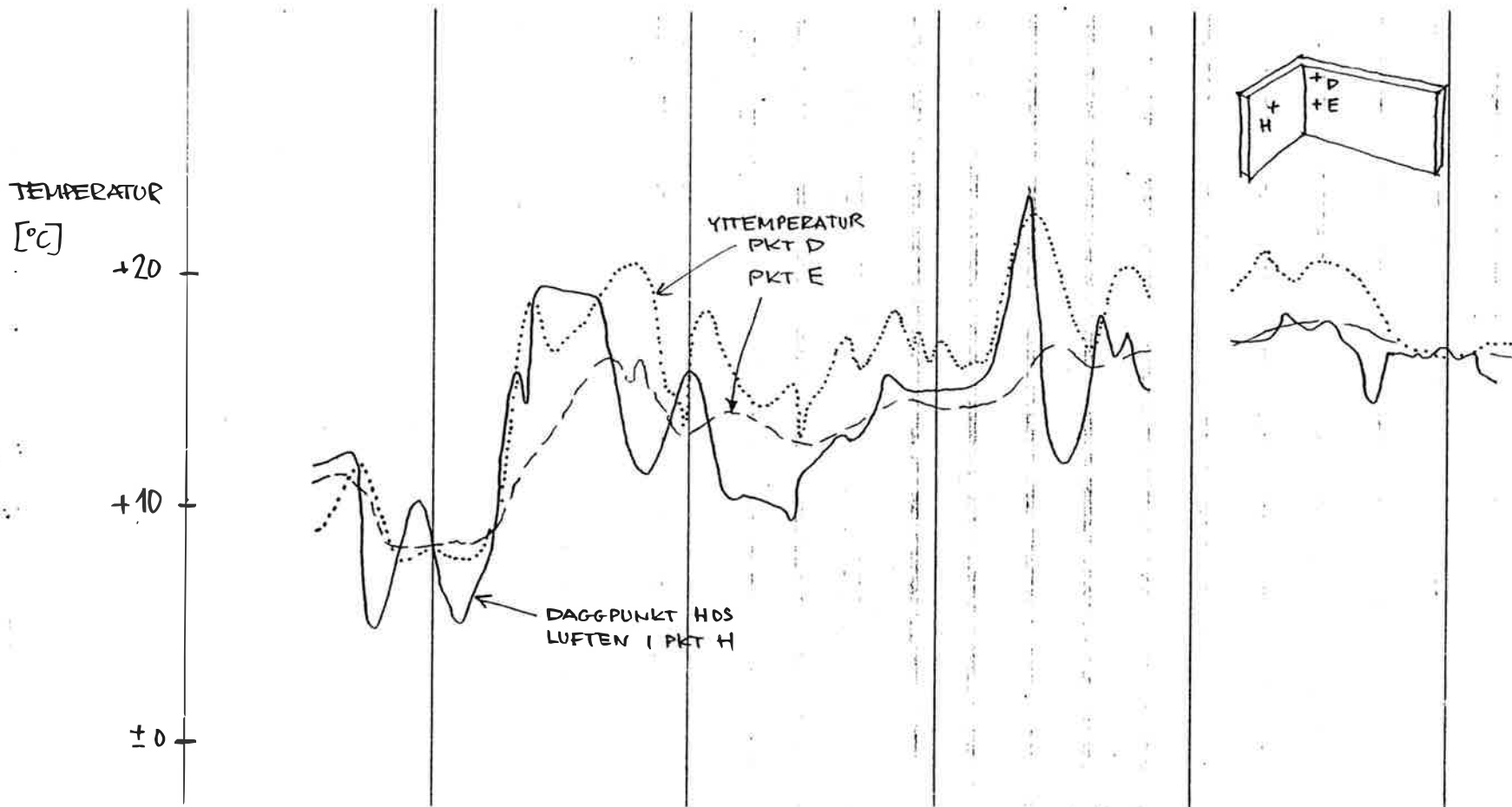
	A	M	J	J	A	S
1	10	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10	10
3	10	10	10	10	10	10
4	10	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10	10
7	10	10	10	10	10	10
8	10	10	10	10	10	10
9	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
11	10	10	10	10	10	10
12	10	10	10	10	10	10
13	10	10	10	10	10	10
14	10	10	10	10	10	10
15	10	10	10	10	10	10
16	10	10	10	10	10	10
17	10	10	10	10	10	10
18	10	10	10	10	10	10
19	10	10	10	10	10	10
20	10	10	10	10	10	10
21	10	10	10	10	10	10
22	10	10	10	10	10	10
23	10	10	10	10	10	10
24	10	10	10	10	10	10
25	10	10	10	10	10	10
26	10	10	10	10	10	10
27	10	10	10	10	10	10
28	10	10	10	10	10	10
29	10	10	10	10	10	10
30	10	10	10	10	10	10
31	10	10	10	10	10	10
32	10	10	10	10	10	10
33	10	10	10	10	10	10
34	10	10	10	10	10	10
35	10	10	10	10	10	10
36	10	10	10	10	10	10
37	10	10	10	10	10	10
38	10	10	10	10	10	10
39	10	10	10	10	10	10
40	10	10	10	10	10	10

TEMPERATUR
[°C]



BEDÖMNING AV KONDENSRIK AV LUFTEN I LUFTSPAUTEN

A		M			J			J			A			S			
1	20	1	11	1	20	8	15	20	29	6	1	29	10	10	10	24	13
2		2	12	2	19	9	16	1	30	7	14	24	1	9	1	23	14
3		3	13	3	18	10	17	0	1	8	15	22	0	20	5	12	19
4		4	14	4	17	11	18	1	2	9	16	23	1	30	6	13	20
5	17	5	15	5	16	12	19	1	3	10	17	24	1	21	7	14	21
6		6	16	6	15	13	20	1	4	11	18	25	1	1	8	15	22
7	19	7	17	7	14	14	21	5	28	5	12	19	26	S	2	9	16



BEDÖMNING AV RISK FÖR KONDENS AV LUFTEN I LUFTSPALTEN I GAVELN.

6.2 Möjliga fuktkällor

Av gjorda observationer och mätningar kan de olika tänkbara fuktkällorna värderas på följande sätt:

Kvarvarande byggfukt. Överskottet av byggfukt i betongkonstruktionen har säkerligen torkats ut under byggtiden, eftersom detta överskott inte varit speciellt stort; betongväggen i denna typ av konstruktion är och förblir fuktig.

Vattentryck utifrån marken har inte observerats någon gång och skadebilden är en helt annan än vad stående vatten utanför skulle ge.

Markfukt utifrån i vätskefas och ångfas tillföres väggen då den är helt obehandlad och också saknar ett kapillärbrytande material utvändigt. Dessa tillförda mängder är förhållandevis små och en ren betongkonstruktion skulle se torr ut invändigt, dvs betongytan skulle hållas torr av invändig avdunstning. Det är naturligtvis detta som godtas av Svensk Byggnorm. Med en invändig ångspärr, som nu är fallet, blir emellertid denna lilla fukttillförsel fullt tillräcklig för att hålla betongväggen fuktig. Ångmotståndet hos betongväggen är ca 200×10^3 s/m medan den invändiga ångspärren har ett ångmotstånd av kanske 2.000×10^3 s/m. Betongytan kan därför inte, även om kapillärsugning inte äger rum, bli mycket torrare än 95 % RF.

Markfukt underifrån tillföres betonggolvet, säkert kapillärt, där underliggande värmeisolering saknas och grundplattan ligger på en grusbädd. Grundvattenytan ligger här mycket nära grundplattan. Tillförelsen av fukt till luftspalten denna väg är troligen av mindre betydelse, men kan ske under vinterhalvåret då fukt från väggens nedre del ansamlas högst upp.

Kondens från inneluft har tidigare bedömts vara helt uteslutet p g a att ångspärren skulle vara tillräckligt tät även om den har "normala" otätheter. De erhållna resultaten styrker detta.

Läckage uppifrån träregelväggen med panel borde framförallt ha samband med nederbörd och måste uteslutas eftersom så inte är fallet.

Kondens i bjälklagsanslutning där ångspärr eventuellt saknas borde vara möjlig men inte ge de mängder som det här är fråga om. Istället skulle detta kondensat torka ut under sommarhalvåret.

Fuktkonvektion i luftspalten är uppenbarligen den sannolika orsaken till de aktuella problemen. Då fuktiga delar av betongkonstruktionen värmas upp flyttas fukt härifrån till andra kallare delar via luftspalten och

kondenserar där om temperaturen är tillräckligt låg. Den huvudsakliga transportriktningen bedömes vara i vertikalled, eftersom luftspalten är störst i denna riktning och de stora ånghaltsskillnaderna finns i denna riktning.

7. Sannolikt orsakssammanhang

Det sannolika händelseförloppet kan, med ledning av det ovanstående, sammanfattas på följande sätt.

Betongkonstruktionen är, på delarna under mark, fuktig året om. Konstruktionen kan inte torka utan förblir fuktig. Inåt hindrar ångspärren uttorkning och utåt finns ingen temperaturskillnad mellan marken och betongen och därför inte heller någon möjlighet för betongen att bli torrare än marken. Den lilla fukttillförrel som behövs för att verkligen hålla betongen konstant fuktig, fås därför lätt i första hand från marken utanför betongväggen i form av ångtransport och intermitterent kapillärsugning av vatten som dräneras bort i dräneringslagret. Något vattentryck mot väggen är det inte fråga om, nödvändigtvis.

Dessa förhållanden innebär en hög fuktbelastning på träkonstruktionen, men skulle i sig själv inte ge upphov till fritt vatten på betongytan, vilket ibland rinner ut på golvet. Orsaken till detta är istället fukttransport i luftspalten, som ren diffusion men huvudsakligen fuktkonvektion, så att fukt transporteras från varma delar av betongväggen till kallare. Om denna uppvärmning av gavel och övre delen av hörnet sker snabbt och till hög temperatur, som under en värmebölja, kondenserar fukten nedtill på väggen och rinner därifrån ut på golvet i extrema fall. Under mätperioden april-september har detta hänt i maj månad, men då inte i sådan omfattning att vatten runnit ut på golvet.

Under hela sommaren pågår denna fukttransport nedåt så att betongväggen blir blöt nedtill. På sensommaren börjar sedan denna fukttransport vända på de inre delarna av "bakväggen" så att dessa så småningom torkar något. Under vinterperioden vänder fukttransporten även för delarna närmast hörnen, så att dessa också är torra nedtill på senvintern. Fuktöverskottet har under vintern ansamlats upptill i konstruktionen där det då är kallt, och kommer sedan att börja vandra nedåt igen när det åter blir varmt. Detta kretslopp fortsätter därefter på samma sätt år efter år.

8. Möjliga åtgärder - åtgärdsförslag

Som framgår ovan är de utlösande faktorerna till aktuella problem i huvudsak två:

- Betongväggen är fuktig och kan inte torka.
- Temperaturskillnader i betongkonstruktionen ger fukttransport i luftspalten och kondens på kallare delar.

För att eliminera de förekommande problemen är det dessa faktorer som skall påverkas. Man bör dock gå ett steg längre och se till att betongkonstruktionen blir så torr att regelkonstruktionen inte kan utsättas för svampangrepp i framtiden.

Olika typer av åtgärder är tänkbara och några har prövats. Typen av åtgärd man kan välja bestäms dock i sista hand av vilka krav man ställer på väggens funktion och utseende. Några alternativ diskuteras nedan.

En ur fuktsynpunkt tänkbar åtgärd är att helt enkelt avlägsna träkonstruktionen. Betongytan kommer då att kunna torka och får därför inte behandlas med något tätt material. För att minska kondensrisken vintertid på de övre delarna av betongväggen och gavlarna, isoleras dessa över mark och en bit ner i mark. Därvid minskas också energiförlusterna. Åtgärden har dock vissa estetiska nackdelar, speciellt vid anslutning mellan vägg och mellanbjälklag men också vid mellanväggsanslutningar.

Önskar man behålla träkonstruktionen måste ångspärren avlägsnas. Därvid uppkommande kondensrisk vintertid elimineras med utvändig värmeisolering p s s som ovan. Denna erfordras dock inte hela vägen ned till grundplattan. Denna åtgärd blir bättre ju mer värmeisolering som läggs utvändigt och isoleringen mellan reglarna kan med fördel avlägsnas. Åtgärden bör kombineras med uttorkning av betongväggen, kontroll av regelverket och avskiljande av bottensyllen från betonggolvet.

Begränsade åtgärder såsom att täta luftspalt, ta bort invändig isolering delvis, enbart isolera gavlar utvändigt eller ventilera luftspalt bedömes vara otillräckliga. Möjligen kan man med någon av dessa åtgärder förhindra att fritt vatten uppkommer på betongytan, men konstruktionen blir fortfarande fuktigare än vad som kan rekommenderas för en träkonstruktion. En del av dessa metoder har prövats, men där detta gjorts återstår ordentliga besiktningar av effekten.

Enbart en åtgärd med utvändig värmeisolering, och då av mineralull, bör ge en fungerande konstruktion på sikt; betongväggen kan då torka ut utåt. Det

krävs dock då isolering ända ned till grundplattan. Åtgärden innebär emellertid att torktiden för betongväggen blir lång, storleksordningen år; med cellplast blir den mångdubbelt längre. (Avlägsnas den invändiga ångspärren går det betydligt fortare). Åtgärden har prövats i ett par hus och en säker bedömning fås om dessa besiktigas ordentligt, vilket inte gjorts ännu.

Problemen med fukt i golvet närmast väggen mot mark åtgärdas lämpligen genom ett val av fuktökänslig, fuktgenomsläpplig eller fuktspärrad golvbeläggning om enbart en omläggning visar sig olämplig.

(OBS! Där det ovan anges avlägsnande av ångspärren som en åtgärd, gäller detta naturligtvis även täta väggbeklädnader.)