



LUND UNIVERSITY

Uttorkning av betongfukt - byggfukt : delrapport

Hedenblad, Göran

1993

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Hedenblad, G. (1993). *Uttorkning av betongfukt - byggfukt : delrapport*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7041). 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



BYGGNADSMATERIAL

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

DELRAPPORT FRÅN PROJEKTET:

Uttorkning av betongfukt - byggfukt

Göran Hedenblad

Rapport TVBM-7041

Lund 1993

Delrapport från projektet

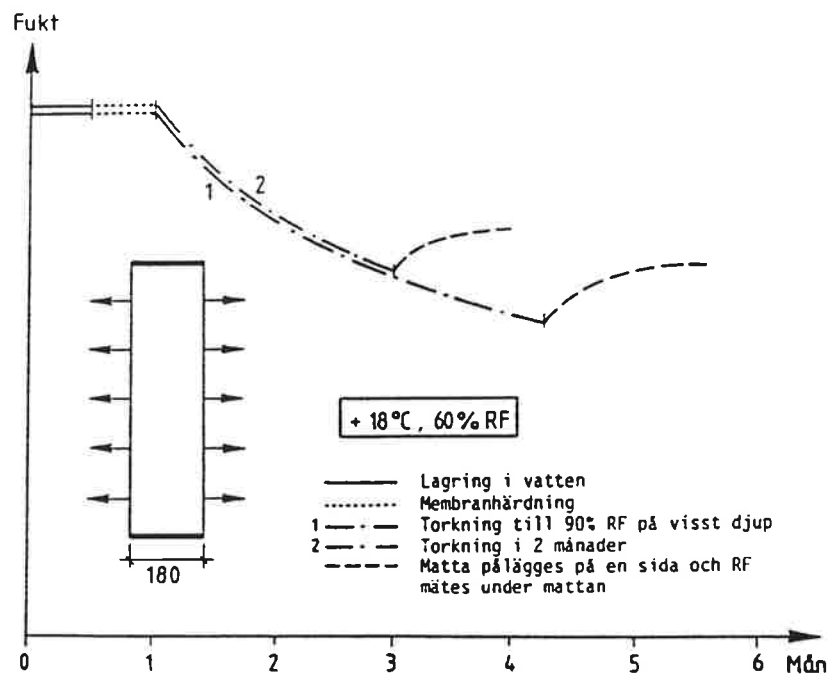
Uttorkning av betongfukt - byggfukt

Bakgrund

Siab Bygg i Helsingborg och Byggnadsmaterial, Tekniska Högskolan i Lund har av SBUF fått projektanslag för rubricerade projekt. Laboratordelen av projektet utföres på LTH. Laboratieförsöken skall efterlikna de fuktförhållanden som råder för bjälklag, väggar och platta på mark under uttorkningsfasen och efter det att betongen belagts målats etc.

Genomförande

Planeringen har utgått ifrån att vi i laboratoriet skall efterlikna två typfall. Dessa är vägg-bjälklag och platta på mark. Under dessa två typfall skall sedan olika faktors inverkan studeras i olika delförsök. Ur försöken för vägg-bjälklag skall man kunna få så mycket information att det går att beräkna uttorkningsförloppet för de flesta fall med platta på mark. Nedan redovisas typfallet för vägg-bjälklag.



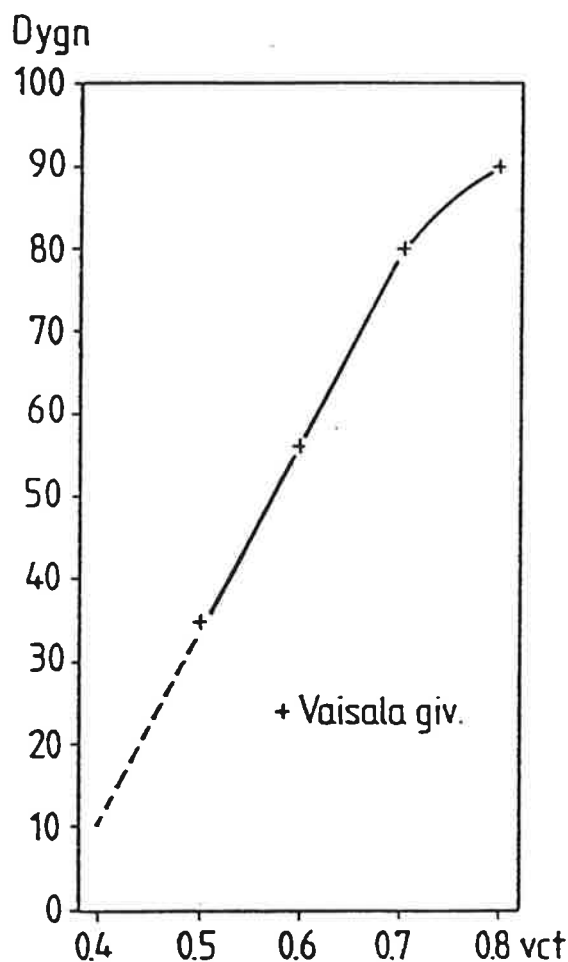
Figur 1 Huvudserie för vägg-bjälklag

Figur 1 redovisar huvudserien för vägg-bjälklag. Det är 180 mm tjocka provkroppar, som torkar på två håll. De första 14 dagarna lagras provkropparna i vatten, det skall motsvara att det regnar på betongen. Därefter membranhärdas de under 14 dagar, det skall motsvara att det är så fuktigt i omgivningen att betongen inte kan torka. I varje serie ingår två provkroppar; en som torkar under fix tid (två månader) och en som torkar till till visst fukttinnehåll på visst djup (90 % RF på 20 % av tjockleken). Torkklimatet är + 18 °C och 60 % RF. Efter uttorkningen belägges ena sidan av provkropparna med tät plastmatta och RF mätes bl a direkt under mattan. Mer detaljer om olika delar i försöksplaneringen framgår av BILAGA A.

Några resultat

Nedan redovisas några resultat som har erhållits. Resultaten är preliminära och kan komma att justeras något vid den slutliga genomgången av samtliga resultat.

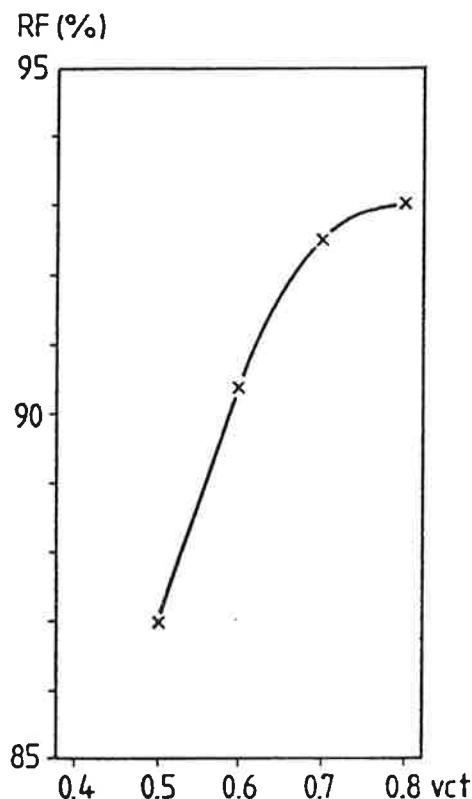
I Figur 2 redovisas inverkan av vattencementtalet (vct) på uttorkningstiden på 20 % av tjockleken för provkroppar i huvudserien. Betongen är utan tillsatser och är tillverkad med Standardcement. Vct anges i stället för hållfasthet ty betong med viss hållfasthet kan hos olika betongtillverkare tillverkas med olika vct. Vct kan naturligtvis omvandlas till hållfasthet.



Figur 2 Inverkan av vattencementtal (vct) på uttorkningstiden för 180 mm tjocka provkroppar som torkat tvåsidigt. Uttorkningsklimat +18°C, 60 % RF.

I Figur 2 framgår vilken väsentlig parameter vct är. Vid vct 0.4 är uttorkningstiden, räknat från det att membranhärdningen avbryts, ca 12 dygn medan den för vct 0.8 är ca 90 dygn. En betong i K25 har ett vct på ca 0.7-0.8.

I Figur 3 redovisas den RF som har erhållits på 20 % av tjockleken för 180 mm:s provkroppar som har torkat tvåsidigt under ca 2 månader. Uttorkningsklimatet har varit +18 °C och 60 % RF. Betongen är tillverkad av Standardcement utan några tillsatser.



Figur 3 Erhållen RF som funktion av vattencementtalet (vct) för 180 mm tjocka provkroppar som torkat tvåsidigt under ca 2 månader. Uttorkningsklimat +18°C och 60 % RF

Då Figur 3 jämförs med Figur 2 så framgår att i bägge fallen erhålles 90 % RF efter två månader för vct 0.6. För vct 0.8 är RF efter två månader ca 93 %.

För betong med 10 % silika har några resultat utvärderats. Man kan generellt säga att för vct 0.4, 0.5, 0.6 och 0.7 har kortare uttorkningstider erhållits än de som redovisas i Figur 2. För vct 0.7 kan tiden i Figur 2 multipliceras med ca 0.6. För vct 0.4 kan tiden i Figur 2 multipliceras med ca 0.8. Dessa resultat gäller för 180 mm :s provkroppar som torkar tvåsidigt.

För betong med vct 0.4 har även resultat erhållits för olika tjocka provkroppar. Nämnas bör att en 250 mm tjock provkropp som torkade ensidigt så hade 90 % RF erhållits i hela provkroppen efter ca 25 dygns torkning i 60 % RF och + 18 °C.

Resultat har erhållits för betong med flyttillsats och betong med ca 5 % luft. Några av dessa resultat håller dock på att kontrolleras med ytterligare försök, varför vi avvaktar med resultatredovisningen.

Bilaga C visar foto från klimatrum och upplagsrum.

Pågående arbete

Laboratoriearbetet för fallet vägg-bjälklag är till stora delar genomfört, det som kvarstår är i princip delserierna med inverkan av olika uttorkningsklimat. Utvärdering av dessa genomförda försök pågår.

Nu har vi påbörjat en studie betr snabbtorkande betong - byggfuktfri betong. Målsättningen för denna studie är att utreda mest ekonomiska betongtyp för att klara byggfuktproblem i 3 olika typmiljöer. Typmiljöerna är

- * *Miljö 1* Normala förhållanden (samma som i huvudförsöket); 2 veckor vattenlagring + 2 veckor fuktisolerat + torkning i 18 °C, 60 % RF.
- * *Miljö 2* Normala förhållanden första tiden men sedan mycket fuktigt; 2 veckor vattenlagring + 2 veckor fuktisolerat + 1 månad torkning i 18 °C, 60 % RF + återuppfuktning med ena sidan i vatten under 2 veckor samt därefter torkning i 18 °C, 60 % RF.
- * *Miljö 3* Extremt fuktigt; ena sidan i vatten under 2 månader. Därefter torkning i 18 °C, 60 % RF.

Proverna är samma som i huvudförsöket, dvs 18 cm tjocka betongskivor i grova plaströr. Sammanlagt undersöks 15 olika betongtyper. Vattenbindemedelstalet (vbt) varierar mellan 0.31 och 0.49. Betongtyper och antal prover framgår av BILAGA B.

Bilaga A

Bilaga A (Bilaga 1 till Bilaga 8) nedan visar det preliminära försöksprogrammet. Detta har sedan ändrats så att vi i stor utsträckning skall göra beräkningar för fallet platta på mark. Dock skall vissa verifieringsförsök utföras.

Antal prov i de olika försökserierna för vägg-bjälklag har modifierats i förhållande till det preliminära försöksprogrammet. I huvudserien har samliga betongtyper, enligt Bilaga 8, frånsett betongtyp 24 provats.



Lund 1991-08-21

Byggnadsmaterial

UTTORKNING AV BETONGFUKT

Vi har inom Fuktgruppen haft ett möte där vi har diskuterat rubricerade projekt. Vi fick många synpunkter och direkt efter mötet gjorde Göran Fagerlund nedanstående skiss till provningsprogram, bilaga 1 till 8. Därefter har synpunkter och kompletteringar getts av Olof Adler.

BILAGA 1

Denna bilaga redovisar huvudserien. Det är 180 mm tjocka provkroppar, som torkar på två håll. De första 14 dagarna lagras provkropparna i vatten, därefter membranhärddas de under 14 dagar. I varje serie ingår två provkroppar; en som torkar under fix tid (två månader) och en som torkar till visst fuktinnehåll på visst djup (90 % RF på 20 % av tjockleken). Torkklimatet är $+18^{\circ}\text{C}$ och 60 % RF. Efter uttorkningen belägges ena sidan av provkropparna med "tät" plastmatta och RF mätes bl a direkt under mattan. Av denna serie göres 48 provkroppar.

De göres av alla betongsammansättningar som redovisas på bilaga 8.

BILAGA 2

Figur 1

Redovisar inverkan av olika tjocklekar på uttorkningen. Två tjocklekar undersöks 100 och 250 mm. I övrigt lika bilaga 1. Av denna serie tillverkas 16 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 2

Redovisar inverkan av olika härdning (membran- och fukthärdning) under den första månaden. Provkroppstjockleken är 180 mm. Av denna serie tillverkas 16 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 3

Redovisar inverkan av olika klimat under uttorkningsskedet. Fyra olika klimat undersöks ($+18^{\circ}\text{C}$ 50 % RF, $+18^{\circ}\text{C}$ 80 % RF, $+10^{\circ}\text{C}$ 60 % RF samt $+25^{\circ}\text{C}$ 40 % RF). Av denna serie tillverkas 32 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 4

Redovisar inverkan av olika tidig torkstart ("0", 1/2 och 2 månader) efter gjutning. Totalt tillverkas 24 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 5

Redovisar inverkan av ensidig uttorkning för tjocka konstruktioner (tex kvarsittande plattform). 4 provkroppar tillverkas av 4 olika betongtyper.

Figur 6

Redovisar inverkan av temperaturgradient under uttorkningen. Två fall undersökes. Det ena fallet är tvåsidig uttorkning med en temperaturdifferens på 10°C. Anghalten i luften på ömse sidor om provkroppen bör vara lika. Fallet skall bli efterlikna en yttervägg som torkar ut ex under höst eller vår. Det andra fallet är ensidig uttorkning med en temperaturskillnad på 10°C. Den "kalla" sidan har en tät beläggning som förhindrar uttorkning. Fallet skall bli efterlikna ett betongbjälklag över ut ex ett pannrum, undercentral och dylikt med högre temperatur.

BILAGA 3

Figur 7

Redovisar inverkan av flytspackel. Provkroppar som har torkat ned till 90 % RF på 20 % av djupet belägges med flytspackel. Frågeställningen är; Hur många dygn förlänger flytspackling uttorkningen till 90 % RF? Två flytspackel undersökes. Totalt tillverkas 8 provkroppar.

Figur 8

Redovisar inverkan av olika ballast. Vidhäftningen mellan cementpasta och ballast är olika för olika typer av ballast. Ev sker en del av fukttransporten i betong i fasgränsområdet mellan cementpasta och ballast. Då vidhäftningen är olika för olika typer av ballast så är kanske även fukttransporten i detta fasgränsområde olika. Totalt provas 8 provkroppar.

BILAGA 4

Figuren redovisar normalfallet för platta på mark. Det är en 90 mm tjock betongplatta med underliggande isolering. Två isoleringstyper undersökes nämligen mineralull och extruderad cellplast. Dessa isoleringstyper är extremer på skalan öppen - tät. Tjockleken är 70 mm. Under isoleringen finns en sandbädd (dränerande) som hålles våt med hjälp av

en "ankmatare" som håller konstant vätskenivå i sanden. Under de första 14 dygnen "vatten lagras" överytan (våta fiberdukar eller dylikt). Därefter membranhärddas överytan under 14 dygn.

I var serie ingår en provkropp, som torkar till visst fukttinnehåll på visst djup (90 % RF på 40 % av djupet) innan den belägges med "tät" plastmatta. Torkklimatet är $+18^{\circ}\text{C}$ och 60 % RF. Av denna serie göres 48 provkroppar av 24 olika betongtyper.

BILAGA 5

Denna bilaga redovisar de kompletterande serierna till normalfallet för platta på mark. Av tydlighetsskäl har i figurerna ej inritats isolering och grusskiktet, som framgick av normalfallet för platta på mark, men dessa skikt ingår i samtliga fall.

Figur 21

Figuren redovisar inverkan av olika tjocklek på betongplattan (70 och 125 mm). Totalt provas 8 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 22

Redovisar inverkan av olika härdning (membran- och fukthärdning) under den första månaden. Provkroppstjockleken är 90 mm. Av denna serie tillverks 8 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 23

Redovisar inverkan av olika klimat under uttorkningsskedet. Fyra olika klimat undersöks ($+18^{\circ}\text{C}$ 50 % RF, $+18^{\circ}\text{C}$ 80 % RF, $+10^{\circ}\text{C}$ 60 % RF samt $+25^{\circ}\text{C}$ 40 % RF). Av denna serie tillverkas 16 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 24

Redovisar inverkan av olika tidig torkstart ("0", 1/2 och 2 månader) efter gjutning. Totalt tillverkas 12 provkroppar av 4 olika betongtyper.

Figur 25

Redovisar inverkan av en temperaturskillnad på ca 3°C över isoleringen. Mineralull, extruderad cellplast samt våt mineralull undersöks.

Figur 26

Redovisar inverkan av olika isolering (expanderad cellplast och lättklinker). Av denna serietillverkas 8 provkroppar av 4 betongtyper.

BILAGA 6

Figur 27

Redovisar inverkan av flytspackel. Provkroppar som har torkat ned till 90 % RF på 40 % av höjden belägges med flytspackel. Frågeställningen är; Hur många dagar förlänger flytspacklingen uttorkningen till 90 % RF? Två flytspackel undersökes. Totalt tillverkas 8 provkroppar.

BILAGA 7

I denna bilaga redovisas de olika serierna som angetts i bilaga 1 t o m 6. Totala antalet prov blir 292 st. Den totala mängden provkroppar blir stor. Eventuellt kan antalet provkroppar minska om det tex visar sig att flyttillsatser ej har någon inverkan på uttorkningen. Antalet klimat som är tänkt att undersökas är 4 st. Ev kan vi ej åstadkomma alla dessa klimat i våra klimatrum. De skall renoveras och när renoveringen är klar vet vi ännu inte.

BILAGA 8

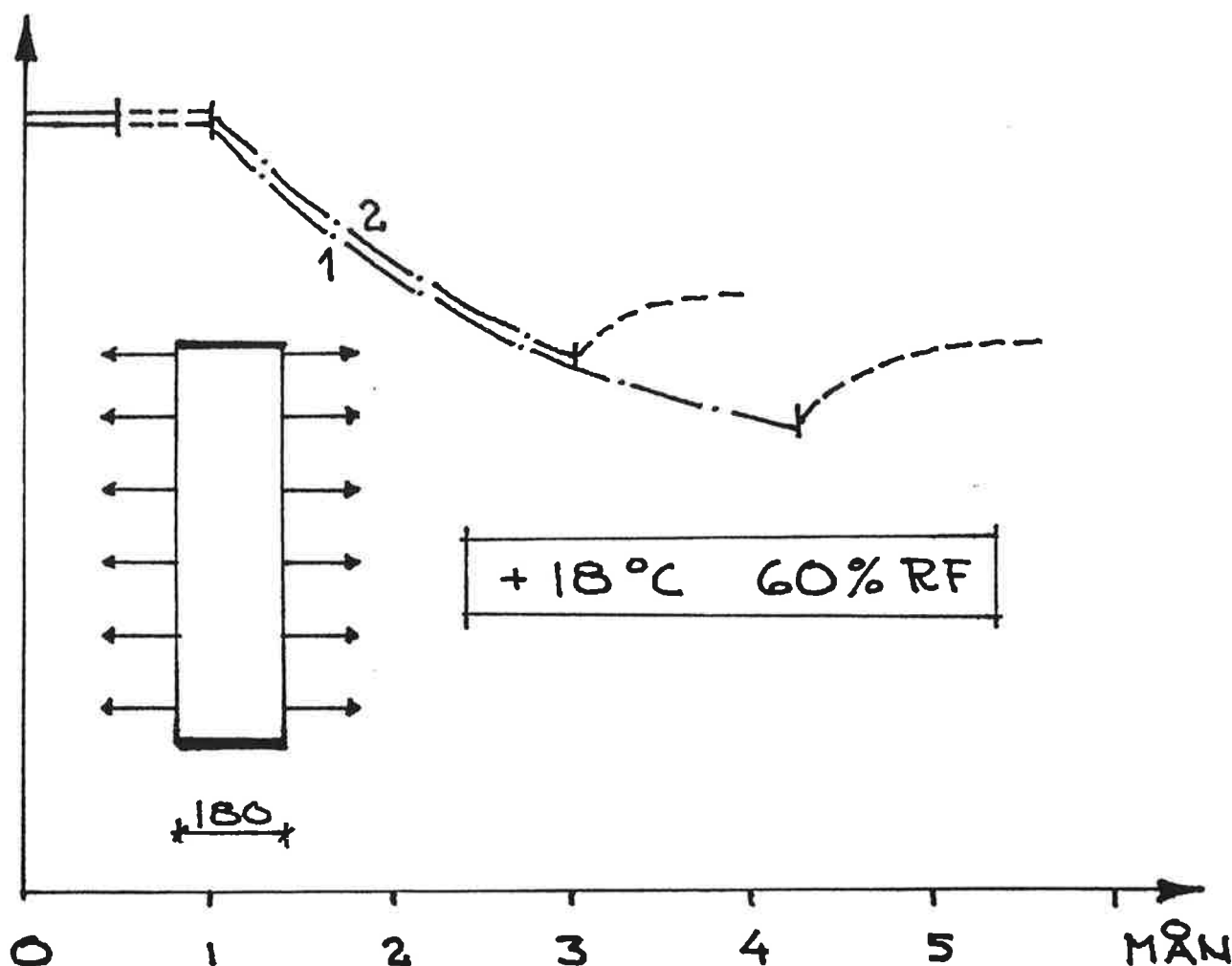
I denna bilaga redovisas de preliminära betongtyperna som kommer att användas. Betongtyperna är klassificerade av sitt vct och ej av hållfasthetsklass. Härigenom får vi ett mera generellt resultat, som naturligtvis kan omvandlas till hållfasthetsklasser.

För betongtyper utan tillsatser är den eftersträvade konsistensen vid vct 0.8, 0.7 och 0.6 lättflytande (sättnått 100 - 150 mm.). Vid vct 0.5 och 0.4 är den eftersträvade konsistensen trögflytande (sättnått 50 - 90 mm.).

VÄGG - BJÄLKLAG

Huvudserie

FUKT



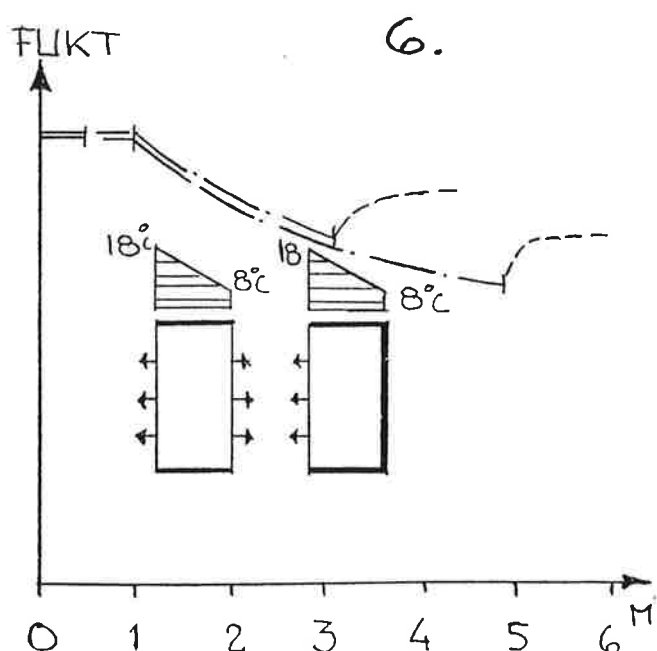
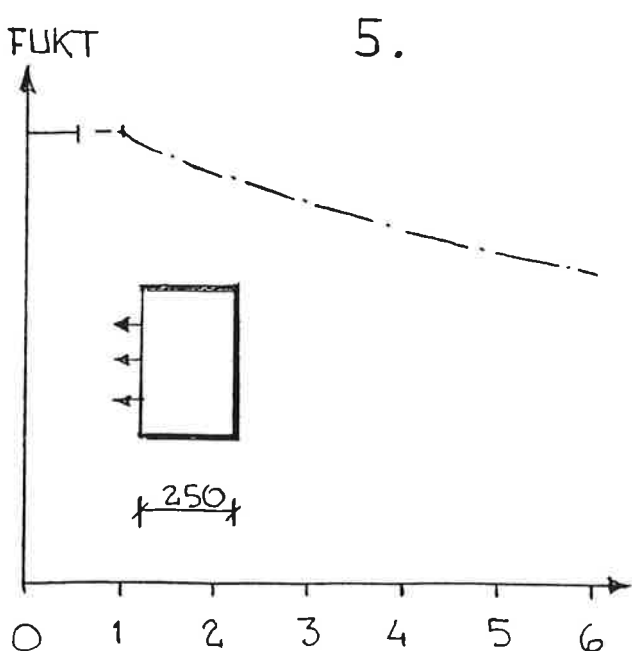
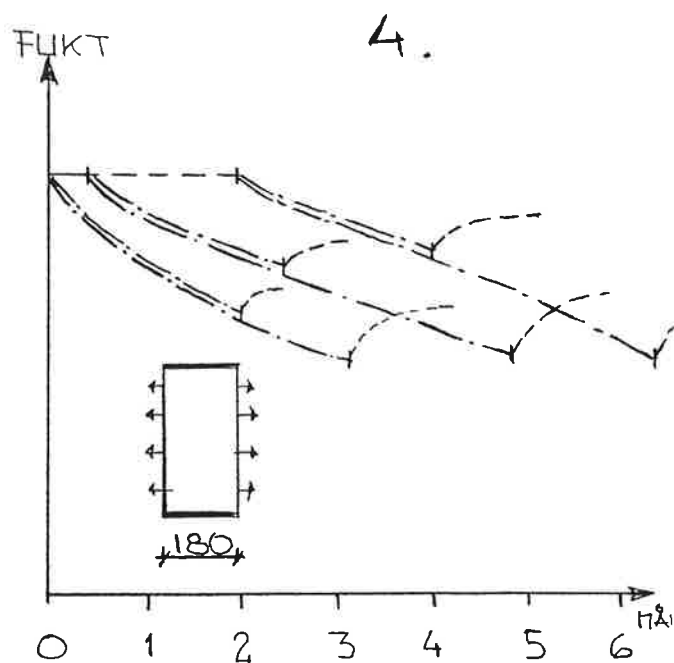
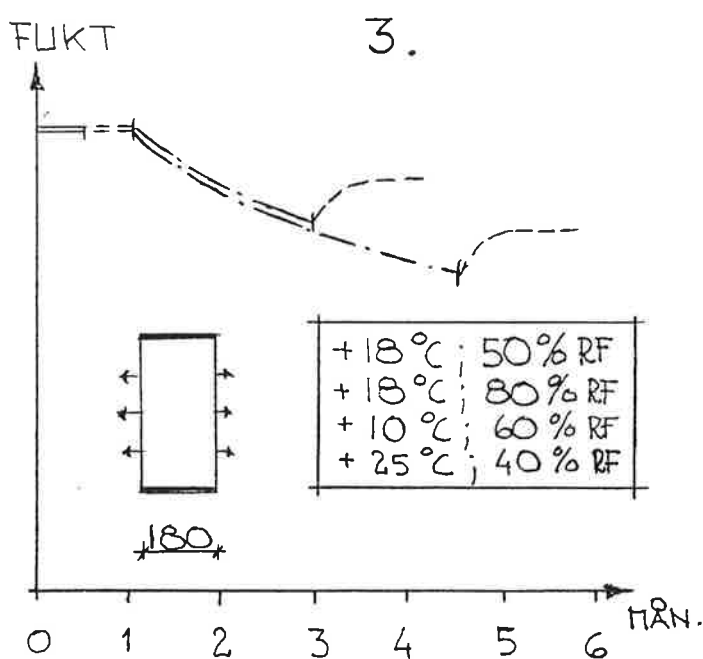
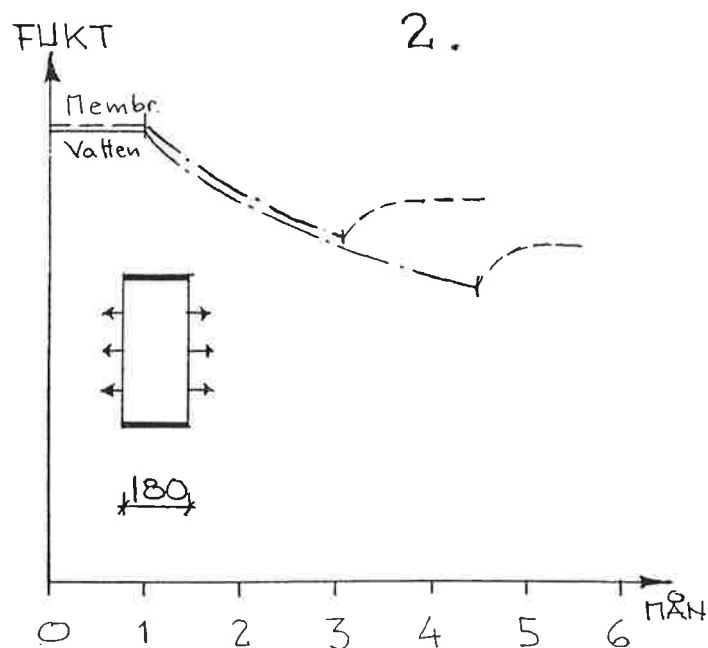
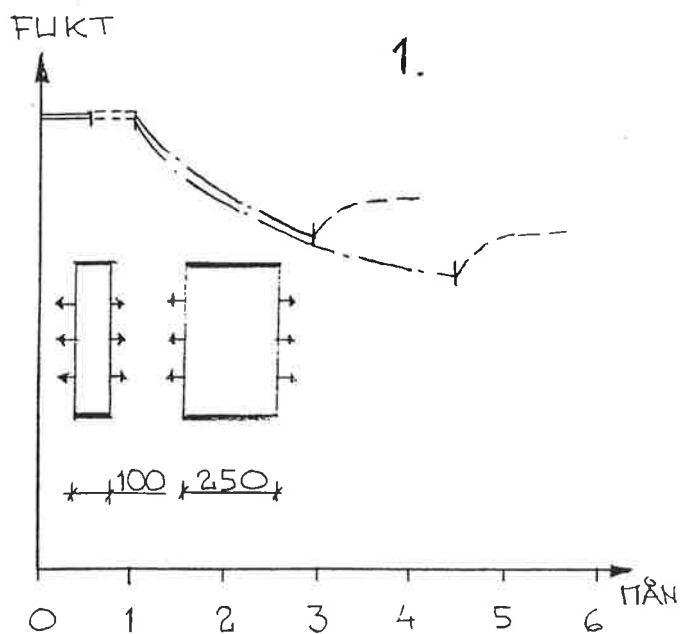
— LAGRING I VATTEN.

---- MEMBRANHÄRDNING.

1 -.- TORKNING TILL 90% RH PÅ VISST DJUP.

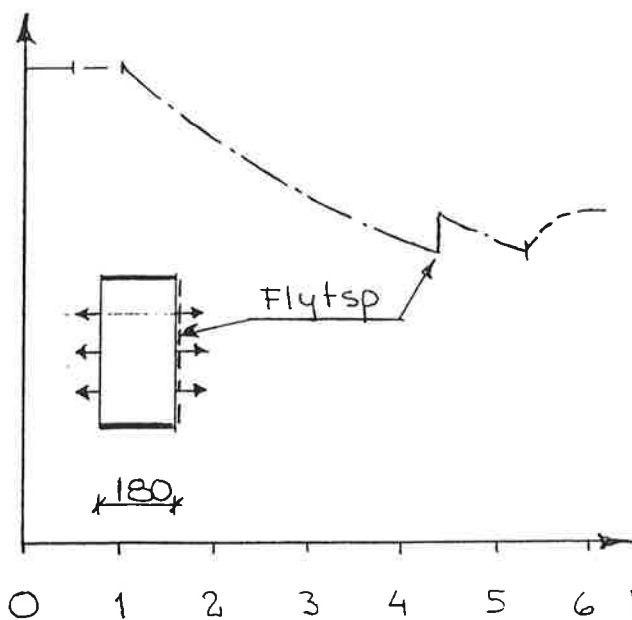
2 -.- TORKNING I 2 MÅN.

--- MATTA PÅLÄGGES PÅ EN SIDA OCH RF MÄTES UNDER MATTAN.



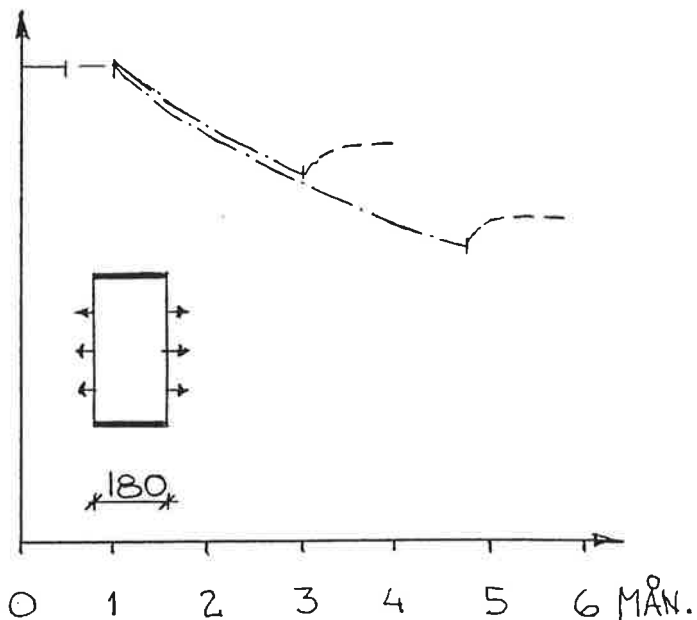
FUKT

7

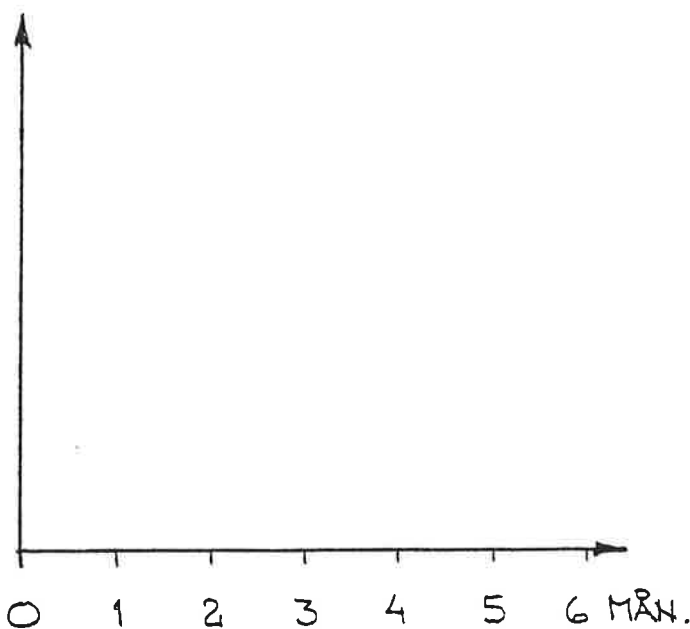


FUKT

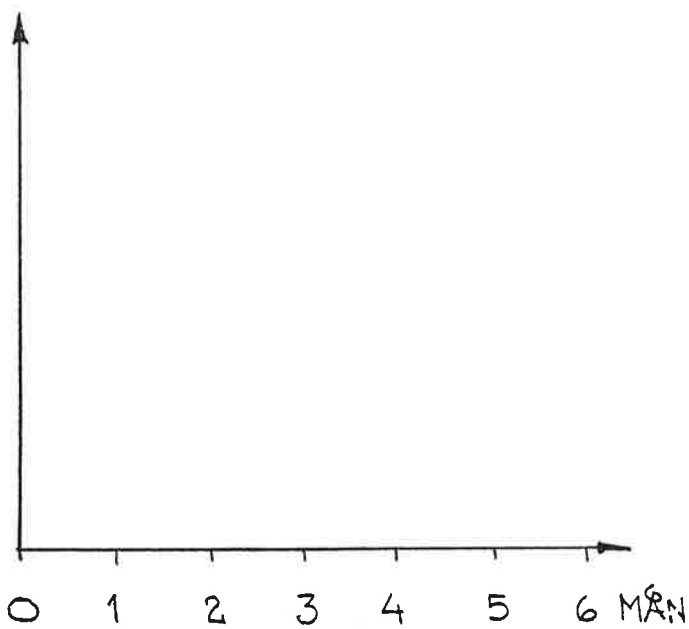
8



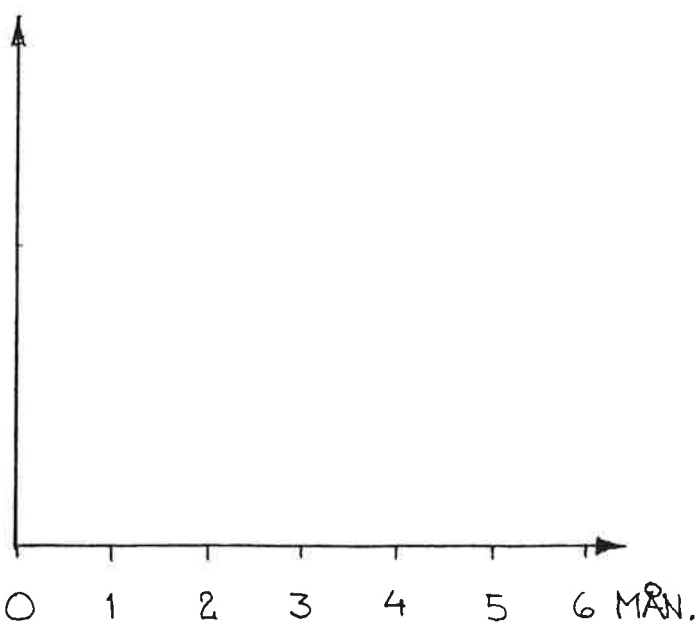
FUKT



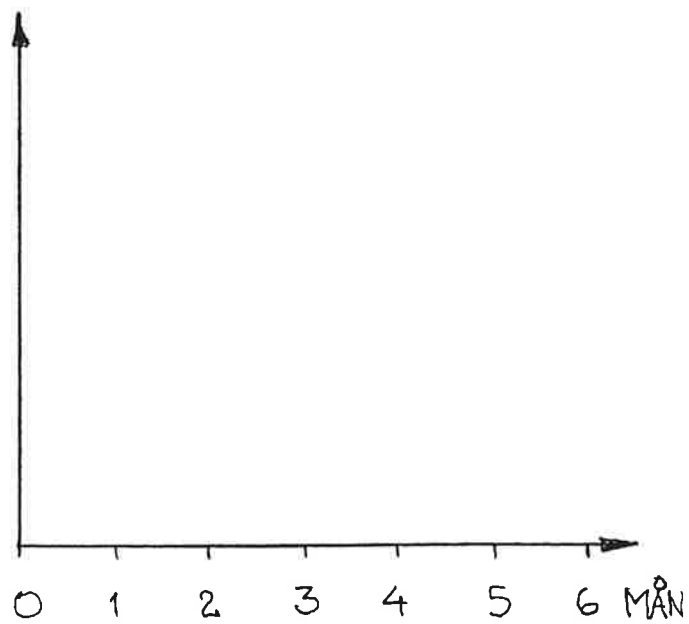
FUKT



FUKT



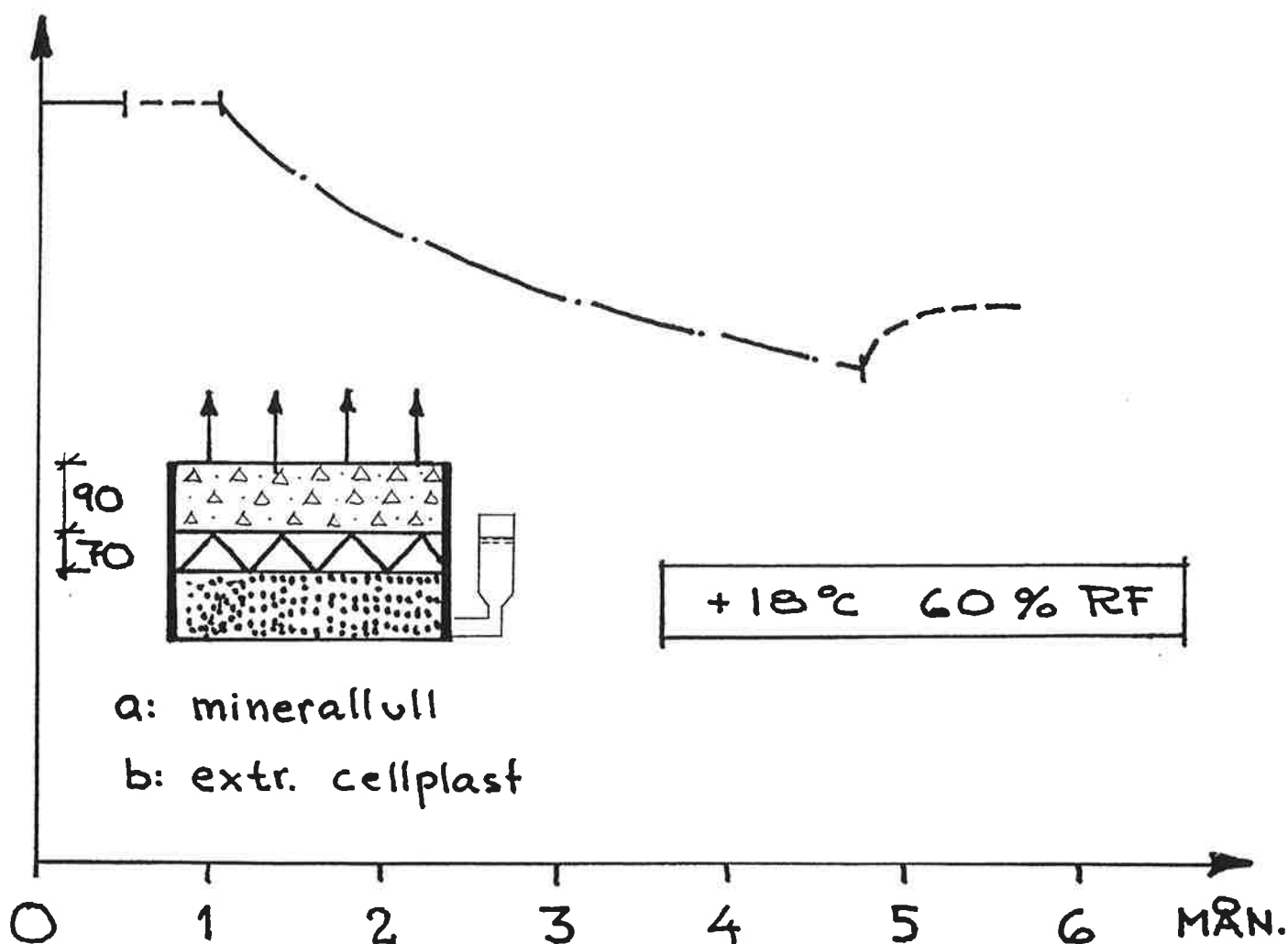
FUKT



PLATTA PÅ MARK

Normalfall

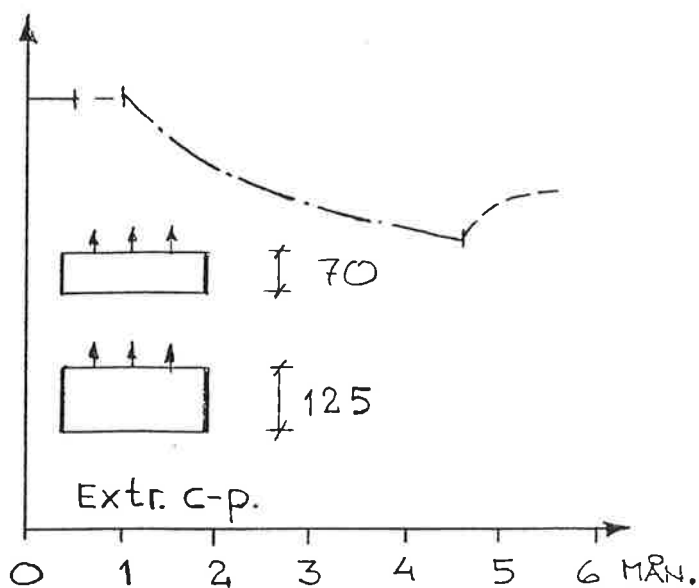
FLUKT



- LAGRING I VATTEN.
- MEMBRANHÄRDNING.
- .- TORKNING TILL 90% RF PÅ VISST DJUP.
- MATTA PÅLÄGGES OCH RF MÄTES UNDER MATTAN.

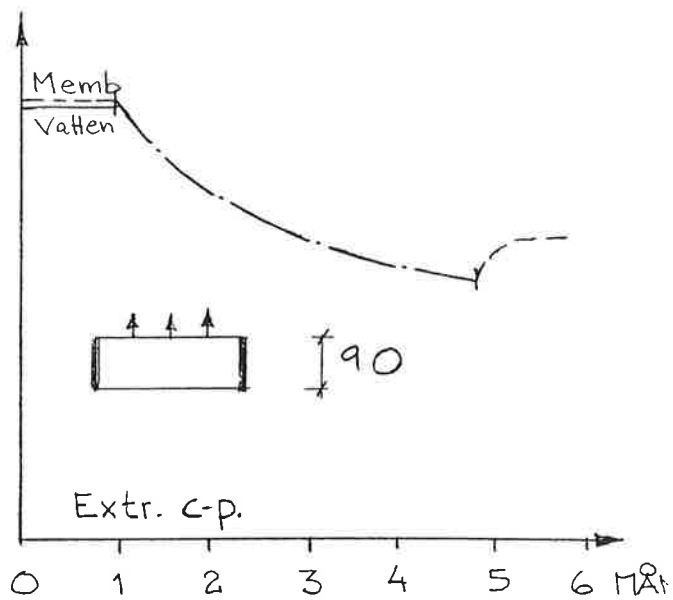
FUKT

21



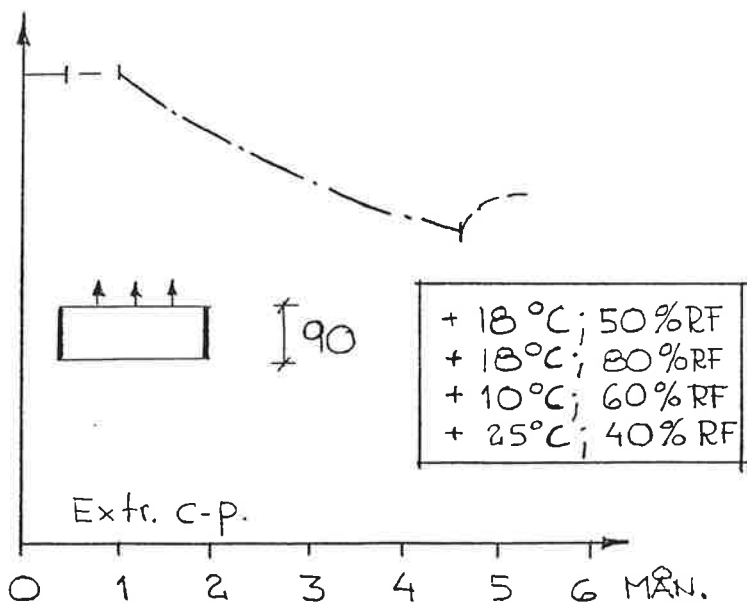
FUKT

22



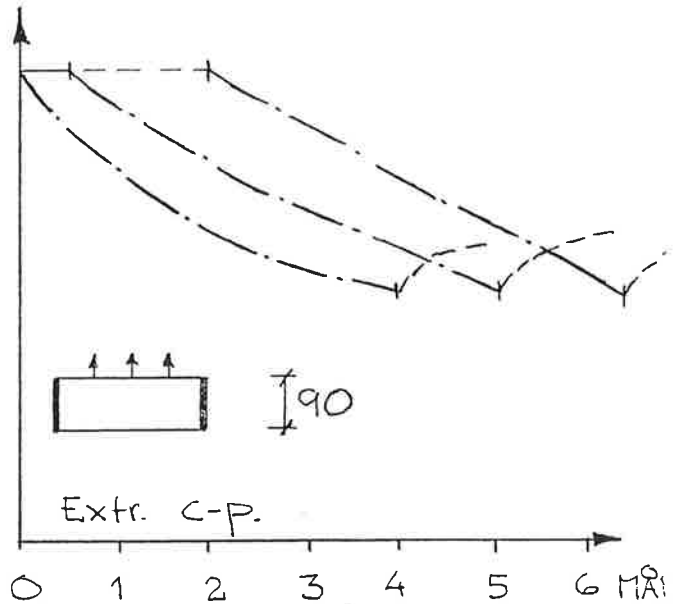
FUKT

23



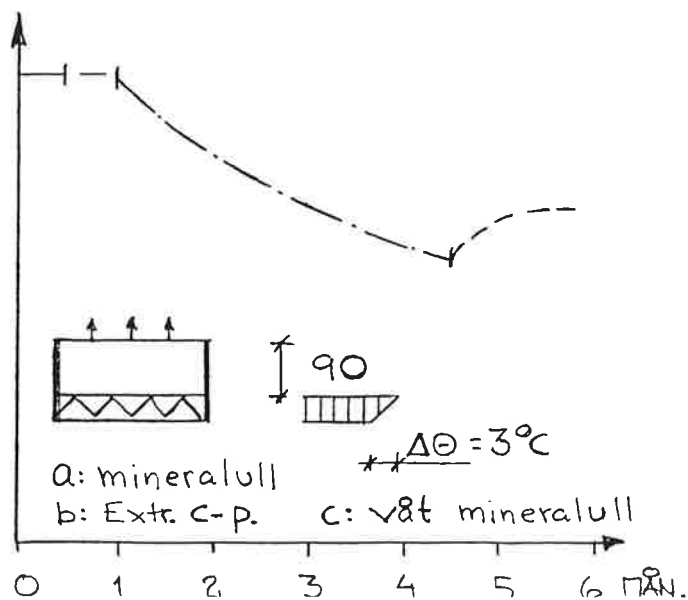
FUKT

24



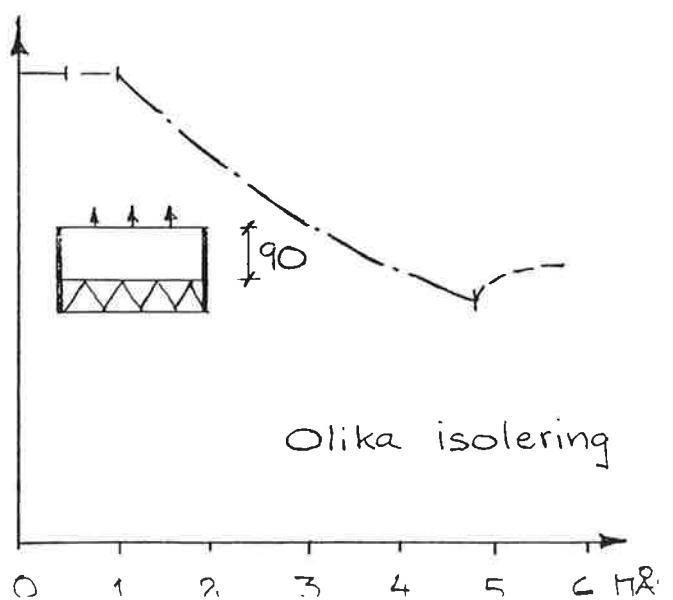
FUKT

25



FUKT

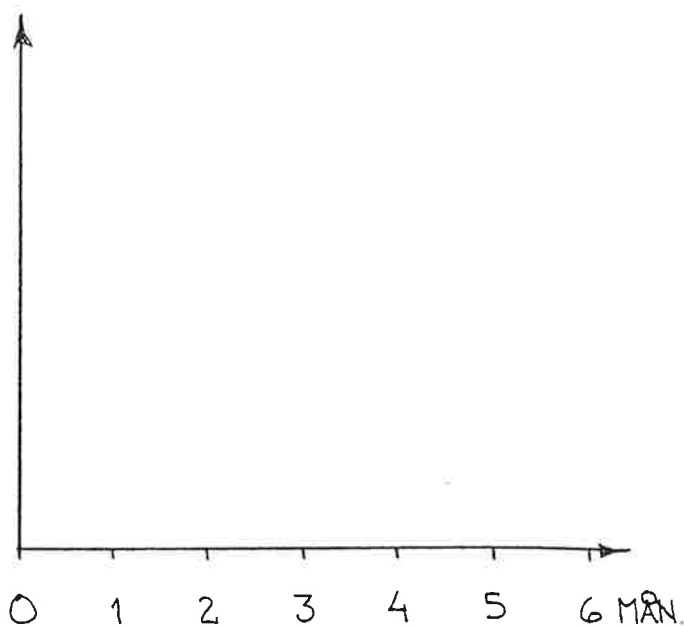
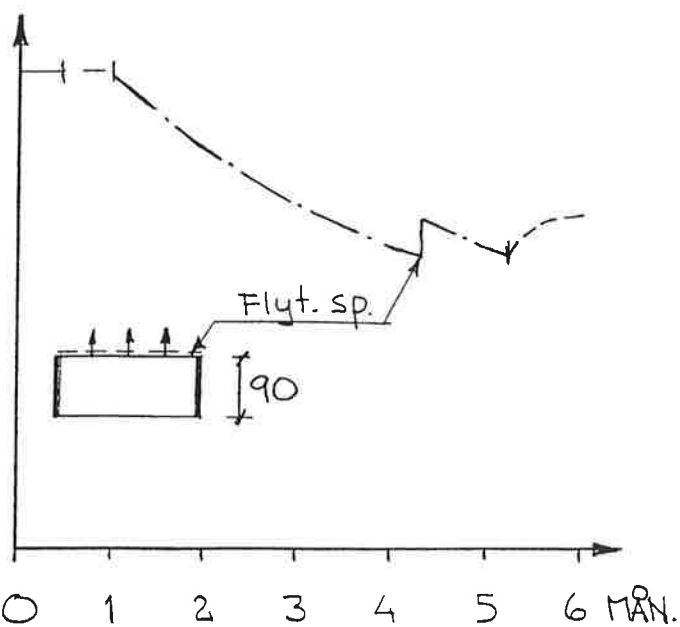
26



FLUKT

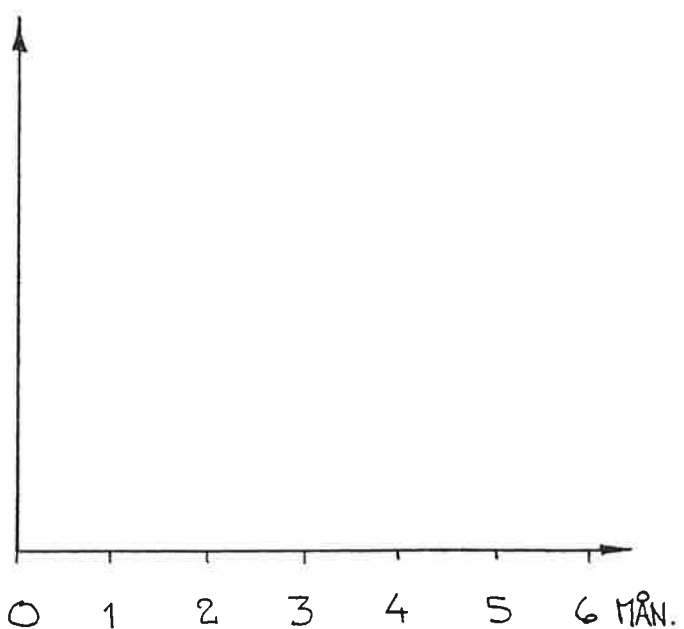
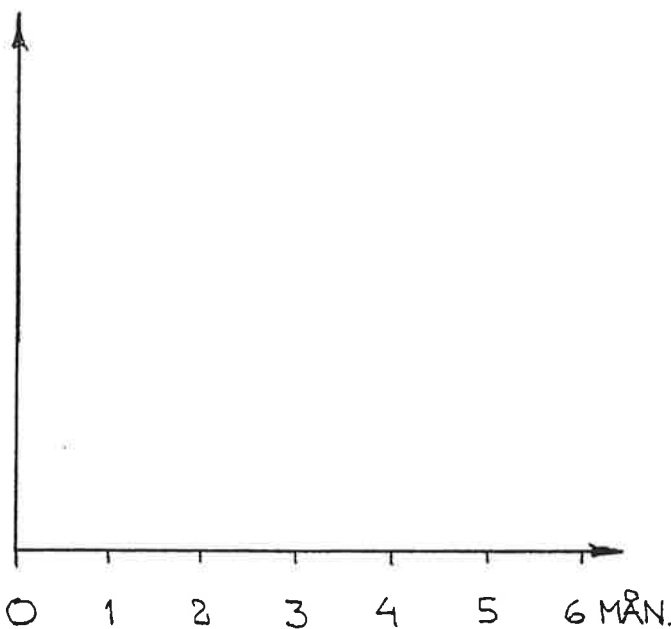
27

FLUKT



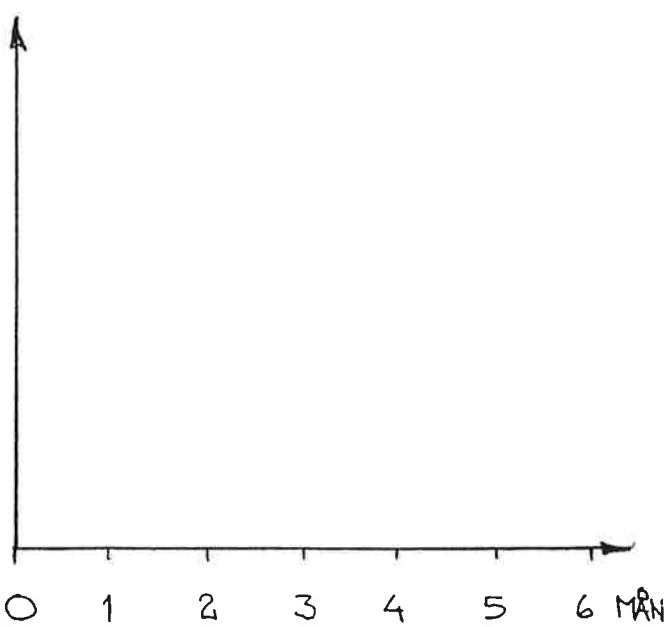
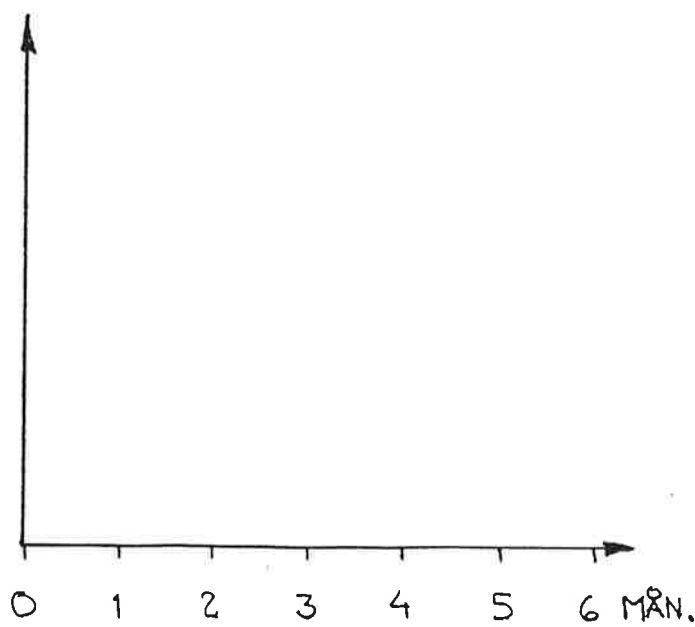
FLUKT

FLUKT



FLUKT

FLUKT



Huvudserie

	24 olika betongbl. $24 \times 2 = 48$	
Serie 1	Vct 0.6 , $4 \times 2 \times 2 = 16$	
2	- , $4 \times 2 \times 2 = 16$	
3	- , $4 \times 4 \times 2 = 32$	
4	- , $4 \times 3 \times 2 = 24$	
5	- , $4 \times 1 \times 1 = 4$	
6	- , $4 \times 2 \times 2 = 16 ?$	
7	- , $4 \times 2 \times 1 = 8$	
8	- , $4 \times 1 \times 2 = 8$	
9		
10		
11		
12		

172

PPM Normalfall

	24 olika betongbl. $24 \times 2 = 48$	
Serie 21	Vct 0.6 , $4 \times 2 \times 1 = 8$	
22	- , $4 \times 2 \times 1 = 8$	
23	- , $4 \times 4 \times 1 = 16$	
24	- , $4 \times 3 \times 1 = 12$	
25	- , $4 \times 3 \times 1 = 12 ?$	
26	- , $4 \times 2 \times 1 = 8$	
27	- , $4 \times 2 \times 1 = 8$	
28		
29		
30		
31		
32		

120 $\Sigma \Sigma$

392

PROVINGSPLAN

Bilaga B

	VCT	KONS	W ₀	SILIKA	LUFT	CEMENT	FLYT
1	0.8	85	195	-	-	std	-
2		(HF)	(195)	-	-	std	1.2 %
3	0.7	75	195	-	-	std	-
4		(LL)	(195)	-	5%	std	-
5		(L)	(195)	10%	-	std	1%
6		(L)	(195)	-	-	SH	-
7		(HF)	(195)	-	-	std	1.2 %
8	0.6	85	195	-	-	std	-
9		100	180	-	6.6%	std	-
10		(L)	(195)	10 %	-	std	1%
11		500	195	-	-	std	1.2 %
12	0.5	70	192	-	-	std	-
13		(L)	(192)	-	5%	std	-
14		(T)	(192)	10%	-	std	1%
15		(T)	(192)	-	-	SH	-
16		(HF)	(192)	-	-	std	1.2 %
17	0.4	(T)	(190)	-	-	std	-
18		(L)	(190)	-	5%	std	-
19		(T)	(190)	10%	-	std	1%
20		(L)	(190)	-	-	std	1.2 %
21	0.35			-		Anl	≈ 3%
22				10 %		Anl	≈ 3%
23	0.30			10 %		Anl	≈ 3%
24	0.25			10 %		Anl	≈ 5%

Bilaga B

Snabbtorkande betong - byggfuktfri betong

Betongtyper och antal prov

Betongtyper och antal prover

Litt	vbt	silika (%)	cement- sort	prisnivå (kr/m3)	antal prov
1	0,49	5	Std	240	2
2		5	SH	270	2
3	0,46	10	Std	250	2
4		5	Std	255	2
5	0,43	5	Std	275	2
6	0,40	5	Std	300	3
7	0,37	0	Std	345	3
8		0	A-cem	380	2
9	0,34	5	Std	370	2
10		5	A-cem	400	2
11	0,31	0	A-cem	470	2
12		5	Std	460	2
13	0,31	5	A-cem	485	2
14		0	A-cem	550	1
15		5	A-cem	550	1

Antal: 30 prover

Bilaga C

Foto från klimatrum och upplagrums

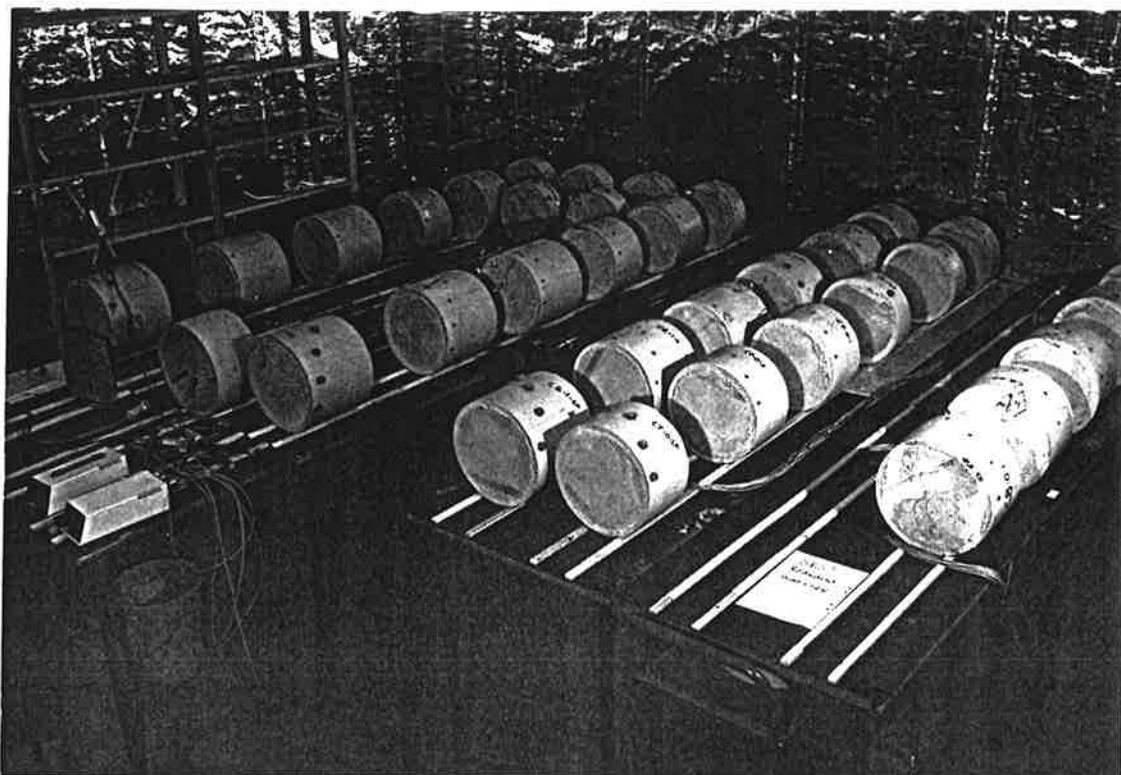


Foto från klimatrum



Foto från upplagsrum