

RESULTAT AF FUGTTRANSPORTMÅLINGER MED
KOPMETODEN FOR TRÆFIBERPLADE, TJÆREPAP
OG POLYETHYLENFOLIE

Kurt Kielsgaard Hansen



THE TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BUILDING MATERIALS LABORATORY

RESULTAT AF FUGTTRANSPORTMÅLINGER MED
KOPMETODEN FOR TRÆFIBERPLADE, TJÆREPAP
OG POLYETHYLENFOLIE

Kurt Kielsgaard Hansen

Resultat af fugttransportmålinger med kopmetoden for træfiberplade, tjærepap og polyethylenfolie.

RESUME

I rapporten præsenteres resultater fra kopforsøg for træfiberplade, tjærepap (vindpap) og polyethylenfolie (PE-folie) for to måleserier (vådkop) udført efter renovering af udstyret. De to måleserier sammenlignes dels med måleresultater fra to måleserier udført af LBM i 1985 og dels med måleresultater fra andre nordiske institutter i en samkalibrering af kopmetoden i 1985. Alle målingerne er udført på de materialer, der indgik i samkalibreringen.

INDLEDNING

Renoveringen af LBM's udstyr til kopforsøg har omfattet nyt styrepanel, ny eksponeringssskivemotor, ny vægt samt nyt registreringsudstyr. Det renoverede udstyr er beskrevet i /1/.

Registreringsudstyret er et PC-baseret dataloggerstystem, der under forsøget måler 14 temperaturer rundt om i udstyret samt relativ luftfugtighed (RF) og vindhastighed over kopperne. Desuden overføres vægtens vejerresultater automatisk til PC-en, hvor de målte værdier gemmes til senere efterbehandling. Registreringsudstyrets anvendelse er nærmere beskrevet i /2/.

Efterbehandlingen sker med programmet KOPLYSE, der foruden optegning af sammenhørende værdier af masse og måletid for de enkelte kopper kan udregne fugtdiffusionskoefficienten. I udregningen indgår lineær regression, beregning af korrelationskoefficient og beregning af residualer, dvs. afvigelsen mellem måleværdi og den ved lineær regression fundne rette linie. Residualerne testes for tilfældighed. Programmet har også en facilitet til at finde måleværdier, som med en vis sandsynlighed er behæftet med en grov målefejl. Programmet er nærmere beskrevet i /3/.

Formålet med de to måleserier udført efter renoveringen har dels været at gennemprøve udstyr, metoder og programmer, og dels checke at resultaterne stemmer overens med tidligere fundne resultater for samme materialer.

DE TO MÅLESERIER (1988)

Materialerne i de to måleserier har været træfiberplade, tjærepap (vindpap) og PE-folie, og det er de samme materialer, som LBM målte på i 1985 /4/ i forbindelse med den nordiske samkalibrering af kopmetoder i 1985 /5,6/. Materialernes tykkelser m.v. fremgår af tabel 1.

For måleserie 1 er den målte relative fugtighed og den målte temperatur i målekammeret under forsøget vist på figur 1. Det ses her tydeligt, at der er stillet på anlægget i time 28 og 48; men derudover er der ikke stillet på anlægget. Det vandafgivende materiale i koppen var demineraliseret vand. Der er rapporteret dug på PE-foliens underside gennem forsøget, og det skyldes, at målekammerets bund under forsøget var uisoleret mod eksponeringssskivemotoren. Den totale måletid har i alt været 356 timer.

For måleserie 2 er den målte relative fugtighed og den målte temperatur i målekammeret under forsøget vist på figur 2. Under denne måleserie er der stillet på anlægget bl.a. i time 115 og 148. Det vandafgivende materiale i koppen var KNO_3 . Den totale måletid har i alt været 431 timer.

Middelværdier for de målte klimadata i målekammeret i forsøgsserierne er vist i tabel 1.

RESULTATER

De registrerede data er efterbehandlede med KOPLYSE-programmet. På figurerne 3,4 og 5 er vist et eksempel for hvert materiale på optegningen af sammenhørende værdier af masseændring og måletid. På figurerne er desuden indlagt den bedste rette linie gennem det betragtede antal punkter mærket med \blacktriangle . Det totale antal punkter er markeret med \blacksquare . Den rette linie er desuden angivet ved hældningskoefficient 100a og afskæring b i gram/minut.

På figurerne er yderligere korrelationskoefficienten $KorrKoeff$ og fugtmodstandstallet \bar{Z}_p angivet.

I tabel 1 er angivet \bar{Z}_p for de to aktuelle måleserier, serie 1 og 2, foruden måleresultater for to måleserier, serie I og II, udført af LBM i 1985.

På figurerne 6,7 og 8 er for hvert materiale vist målte middelværdier \bar{Z}_p som funktion af RF-niveau for de deltagende institutter i den nordiske samkalibrering af kopmetoder 1985. På figurerne er ligeledes indsat de aktuelle middelværdier \bar{Z}_p som funktion af RF-niveau for serie 1 og 2.

DISKUSSION

De indsatte punkter på figurerne 6,7 og 8 viser dels en god overensstemmelse med samkalibreringens øvrige resultater og dels en god gentagelseeffekt.

De viste masseændringer for træfiberpladen på figur 3 har i starten et karakteristisk krumt indsvingningsforløb, der skyldes fugtfordelingen i prøveemnet ved forsøgets start. Når fugtstrømmen er blevet konstant fås det retlinjede forløb. Tjære-pappen (vindpappen) på figur 4 viser ikke noget indsvingningsforløb, og det skyldes den lille tykkelse. Det er derimod uforklarligt, hvorfor PE-folien på figur 5 ikke har noget vægttab ved vejningerne nr. 3 - 6. Det er dog kun fordi der er foretaget mange vejninger i starten af forsøgsserie 1, at indsvingningsforløbene kan optegnes.

Ved måleserie 1's afslutning (time 275) steg den relative fugtighed fra ca. 49,8 %RF til ca. 50,8 %RF, jf. figur 1, og holdt sig på denne værdi igennem 25 timer, hvorefter den langsomt faldt tilbage gennem resten af måleperioden. For alle tre prøveemner af PE-folie, jf. figur 5, betød det en større ændring på vægtændringskurven end med konstant relativ fugtighed. Dette bør undersøges nærmere.

De gennemførte måleserier har også vist, at der ikke må ændres på indstillingerne under forsøgets afvikling.

KONKLUSION

De gennemførte måleserier 1 og 2 udført efter renoveringen af udstyret viser dels god overensstemmelse med den nordiske samkalibrering og dels en god gentagelseeffekt. Det er hermed vist dels, at udstyr, metoder og programmer er godt gennemprøvet, og dels at resultaterne stemmer overens med tidligere fundne resultater for samme materialer.

LITTERATUR

- /1/ West, Gert Pl. og Hansen, Kurt Kielsgaard: Kopudstyr til måling af fugttransport. Laboratoriet for Bygningsmaterialer, Danmarks Tekniske Højskole. Teknisk Rapport 179/88, 1988.
- /2/ West, Gert Pl. og Hansen, Kurt Kielsgaard: Anvendelse af KOPLOG. Dataopsamlingsprogram til kopudstyr. Laboratoriet for Bygningsmaterialer, Danmarks Tekniske Højskole. Teknisk Rapport 180/88, 1988.
- /3/ West, Gert Pl. og Hansen, Kurt Kielsgaard: KOPANALYSE. Program til analyse af data opsamlet i KOP-udstyr. Laboratoriet for Bygningsmaterialer, Danmarks Tekniske Højskole, 1988.
- /4/ Hansen, Kurt Kielsgaard: Resultat af fugttransportmålinger med kopmetoden. Præsenteret ved Nordtest-workshop "Fugttransport målt med kopmetoder II", Køge, 26.11-27.11 1985.
- /5/ Bertelsen, Niels Haldor: Fugttransport målt med kopmetoder - samkalibrering af usikkerheder. Byggeteknik, Teknologisk Institut. Udkast, november 1987.
- /6/ Hansen, Kurt Kielsgaard and Bertelsen, Niels Haldor: Results of a Water Vapor Transmission Round Robin Test using Cup Methods. Presented at ASTM Symposium "Mechanisms and Measurements of Water Vapor and Liquid Water Movement through Materials", Bal Harbour, Florida. December 10, 1987.

Tabel 1. Måleresultater fra kopforsøg for serie 1 og 2 i 1988 og I og II i 1985

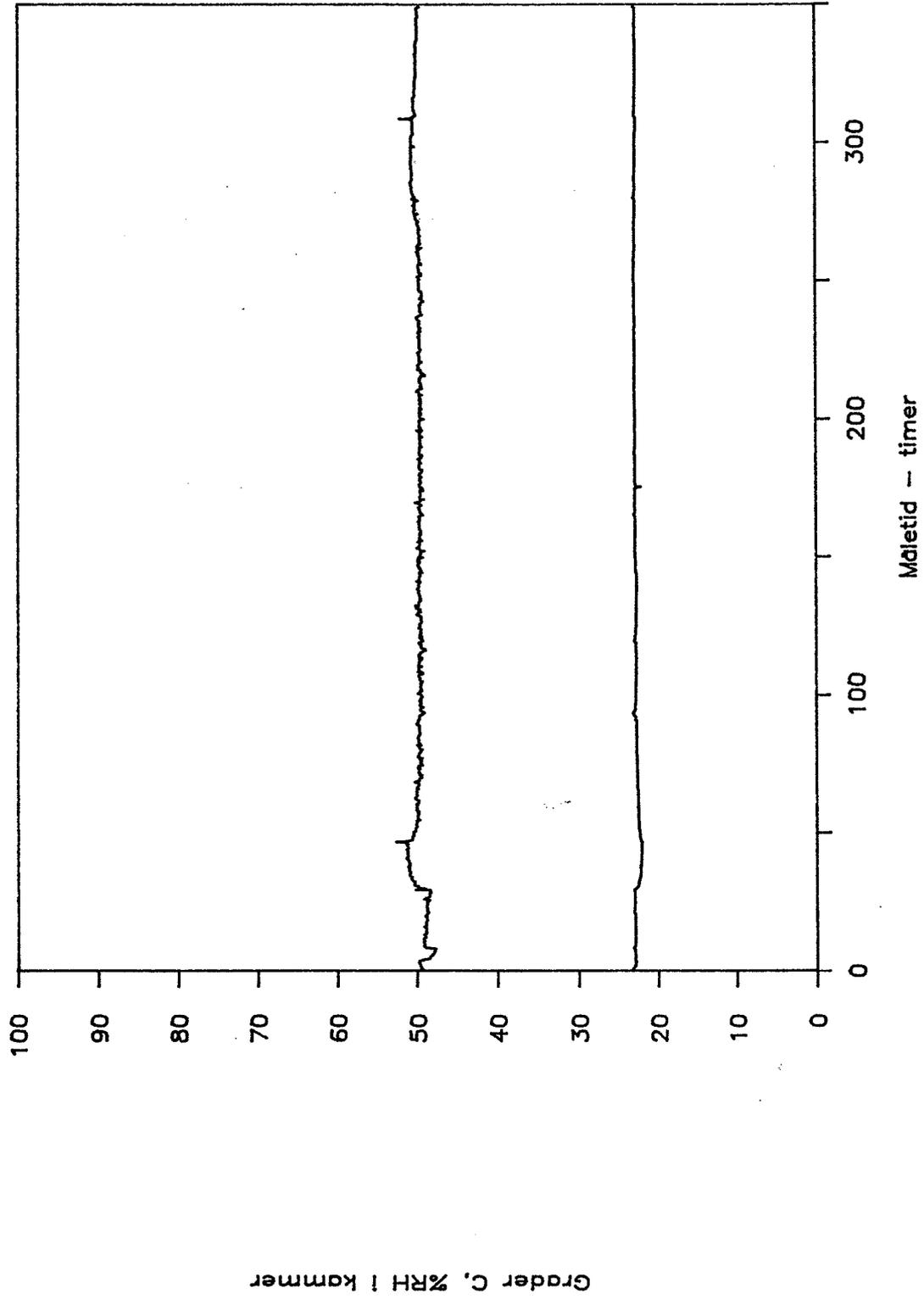
	1988		1985	
	Serie 1	Serie 2	Serie I	Serie II
Total måletid	356	431	257	186
Temperatur	22,9	23,0	23,1	24,3
Vindhastighed	4,5	4,2	4,1	4,3
RF i kammer	49,8	49,4	50,0	50,0
RF i kop	100,0	94,0	100,0	100,0
RF-niveau	74,9	71,7	75,0	75,0
	timer			
	°C			
	m/s			
	%			
	%			
	%			
Materiale	tykkelse	\bar{Z}_p i GPa · s · m ² / kg		
	mm			
Træfiberplade ¹	11,6	1,6	1,3	1,4
Træfiberplade ¹	11,6	1,5	1,4	1,4
Træfiberplade ¹	11,6	1,6		
Træfiberplade ¹	11,6	1,3		
		$\bar{Z}_p =$	1,0	1,4
Tjærepap (vindpap)	0,8	5,7	3,9	5,1
Tjærepap (vindpap)	0,8	5,8	5,2	4,3
Tjærepap (vindpap)	0,8	10,3		
		$\bar{Z}_p =$	2,1	4,6
Polyethylenfolie	0,04	86,8	43,8	70,1
Polyethylenfolie	0,04	91,9	87,5	34,2
Polyethylenfolie	0,04	86,2		
		$\bar{Z}_p =$	85,9	58,9
Træfiberplade ²				
				0,4

Note:

1) Karlitplade, halvård, densitet = 600 kg/m³

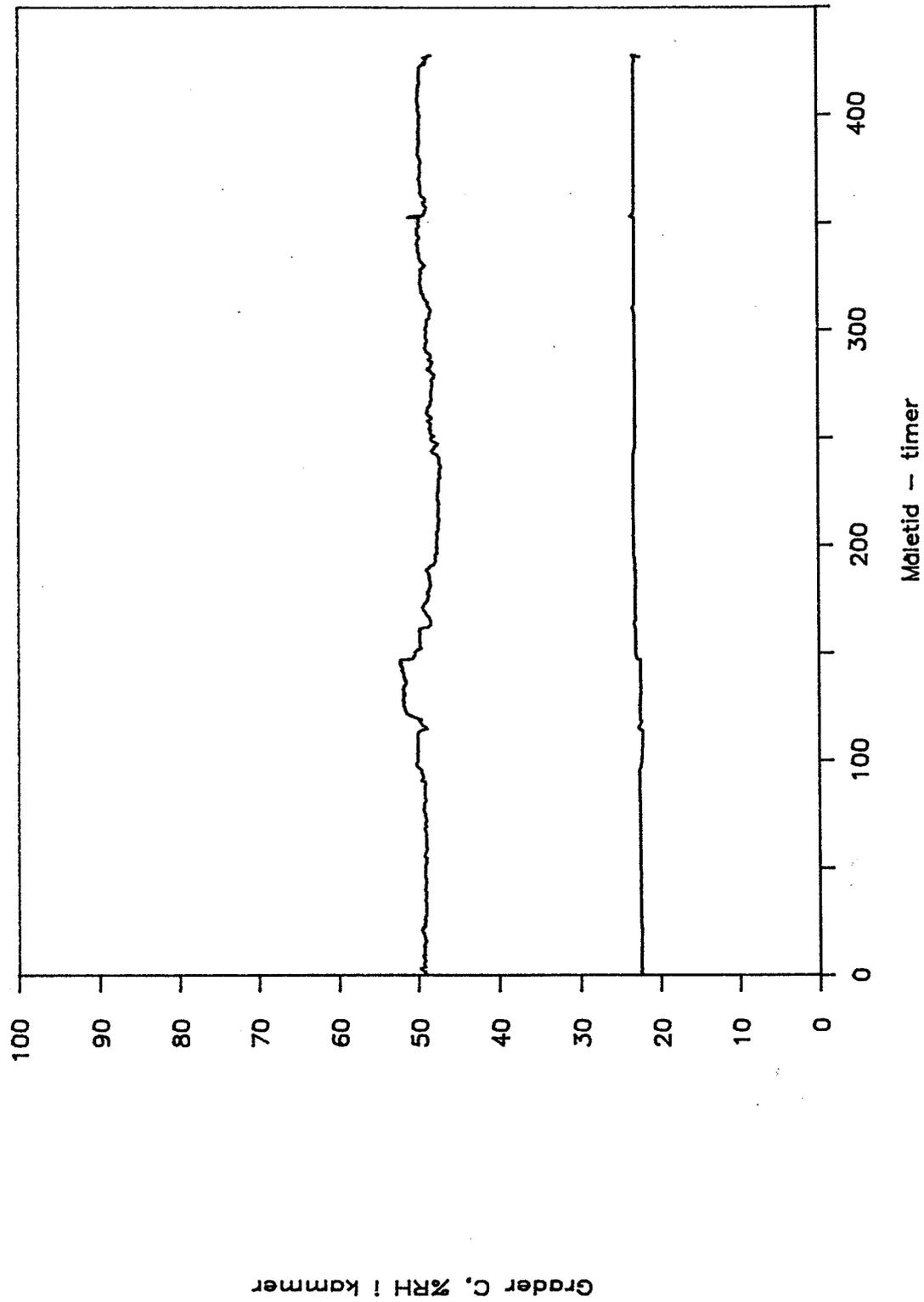
2) Porøs, densitet = 300 kg/m³

serie 1

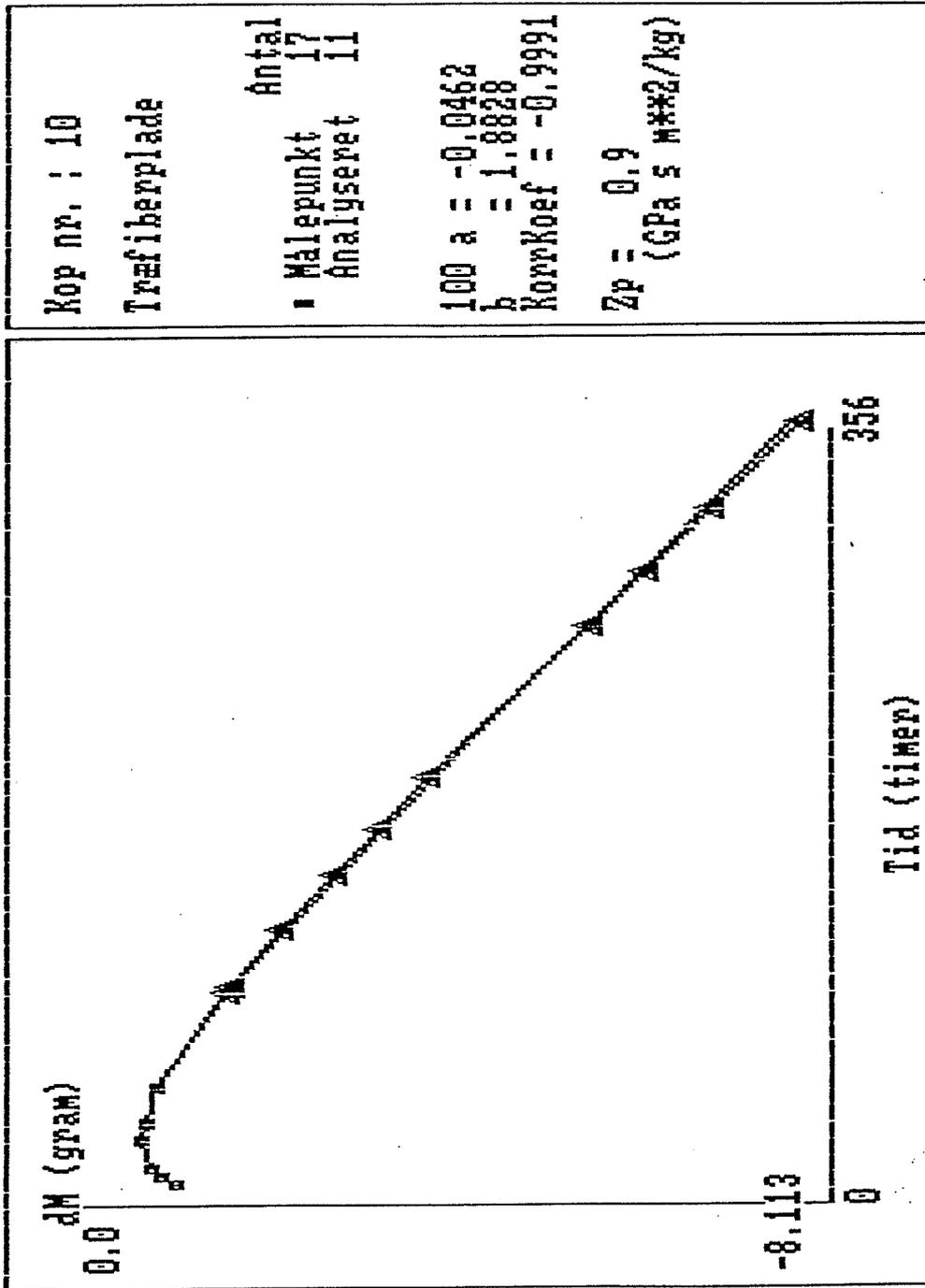


Figur 1. Temperatur og relativ fugtighed i målekammeret under forsøgs-
serie 1.

serie 2

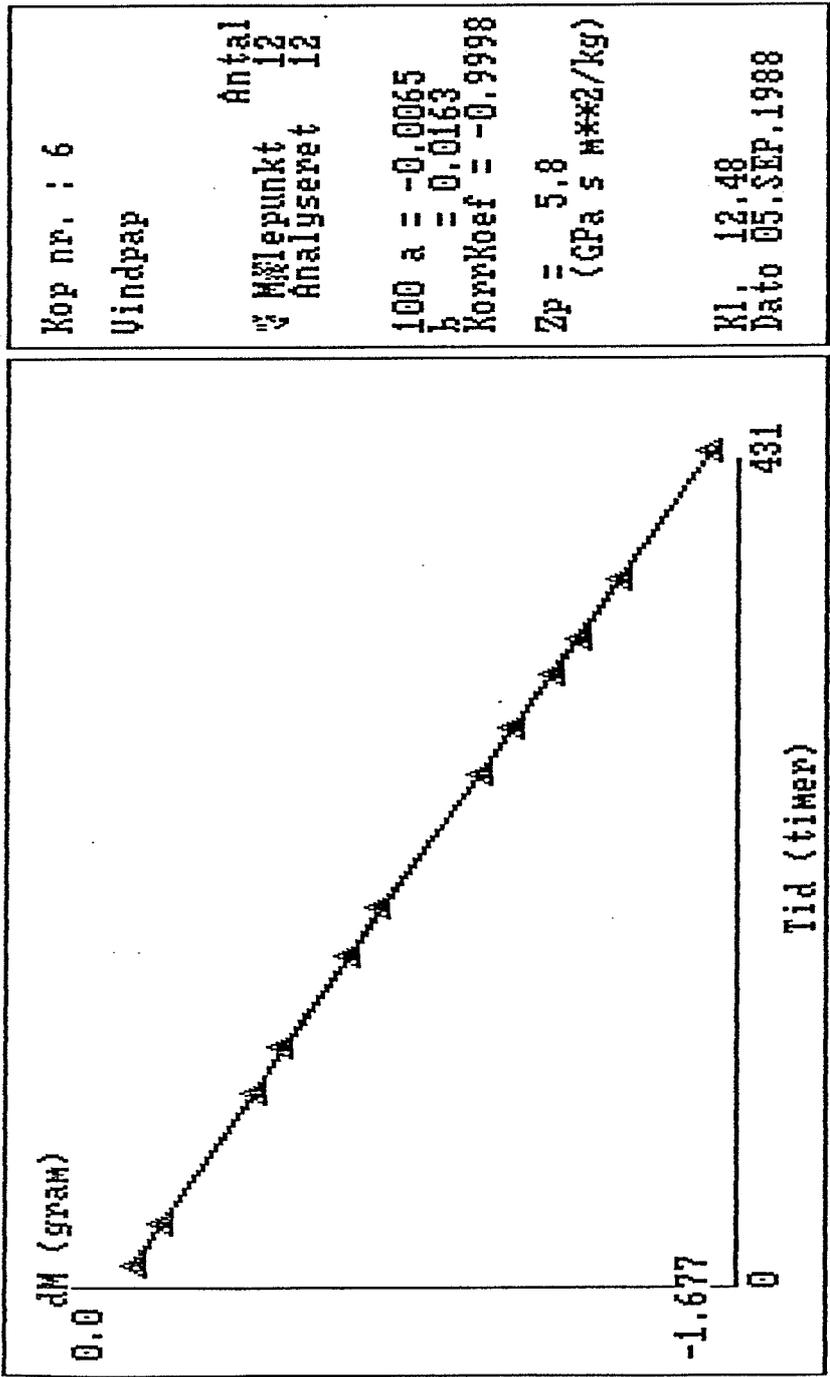


Figur 2. Temperatur og relativ fugtighed i målekammeret under forsøgs-
serie 2.



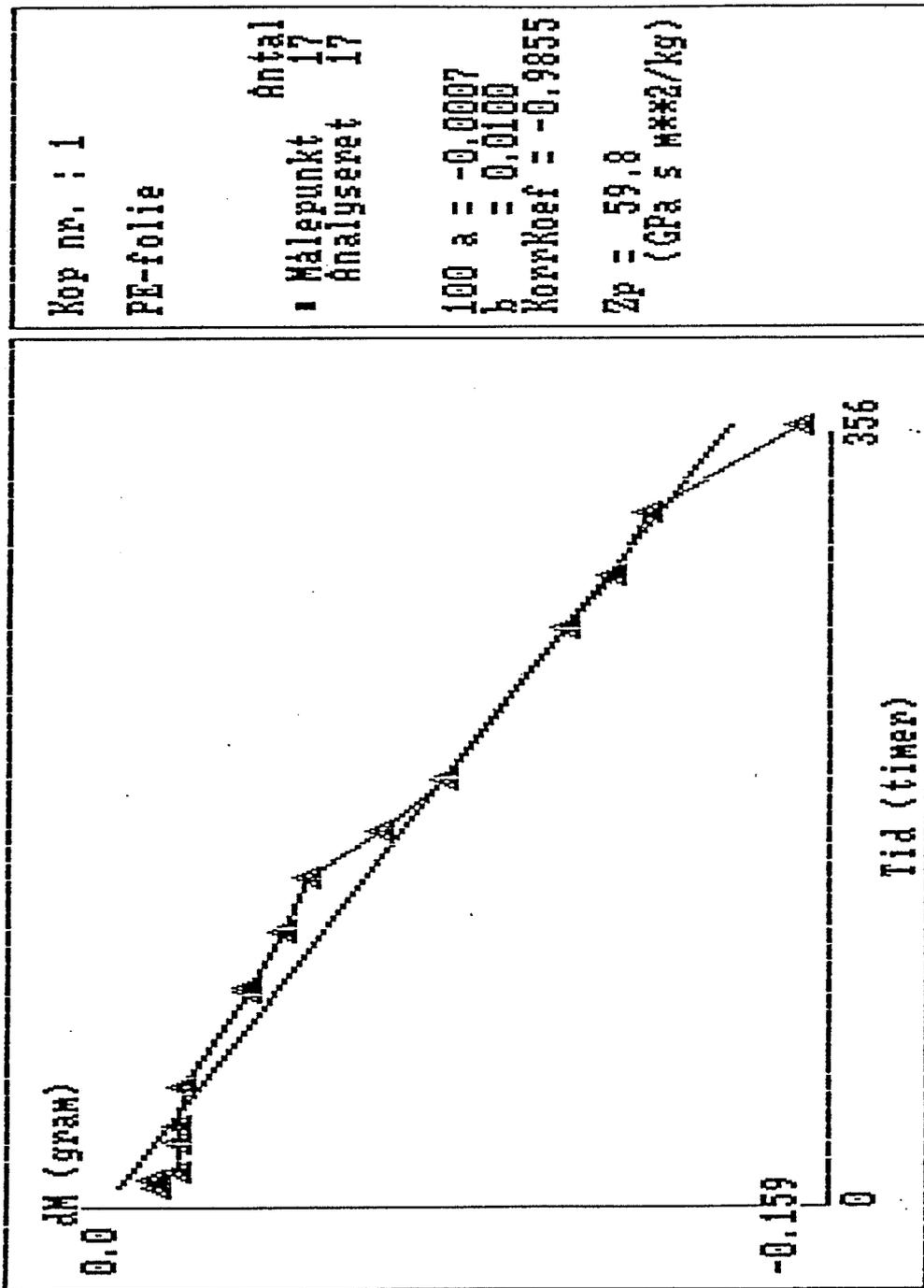
Prøt Ser: Udskriv billedet på printer F6: Returner

Figur 3. Træfiberplade, måleserie 1. Sammenhørende værdier af masseændring og måletid til beregning af fugtmodstandstallet Z_p .



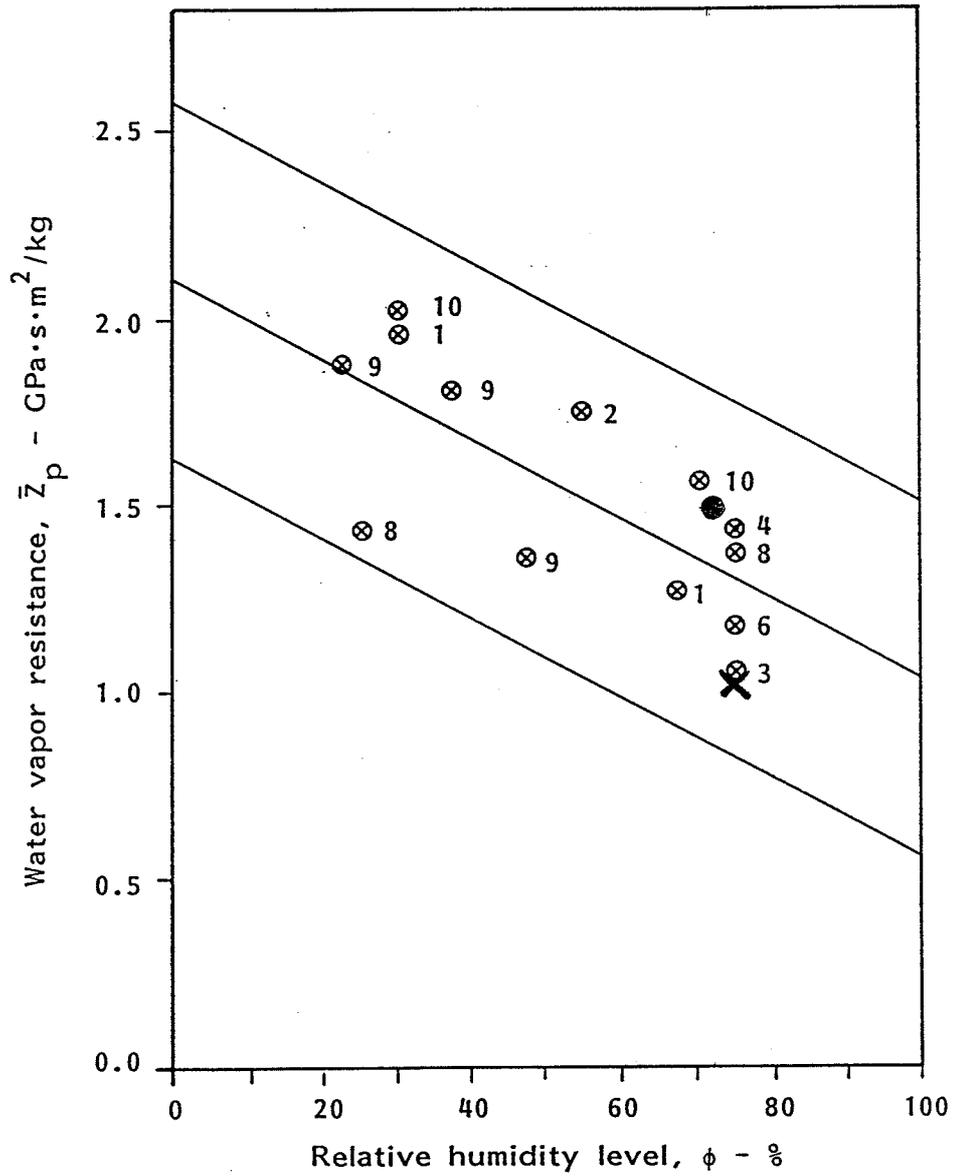
Prt Ser: Udskriv billedet på printer F6: Returner

Figur 4. Tjærepap (vindpap), måleserie 2. Sammenhørende værdier af masseændring og måletid til beregning af fugtmodstandstallet Z_p .



Print Ser: Udskriv billedet på printer F6: Returner

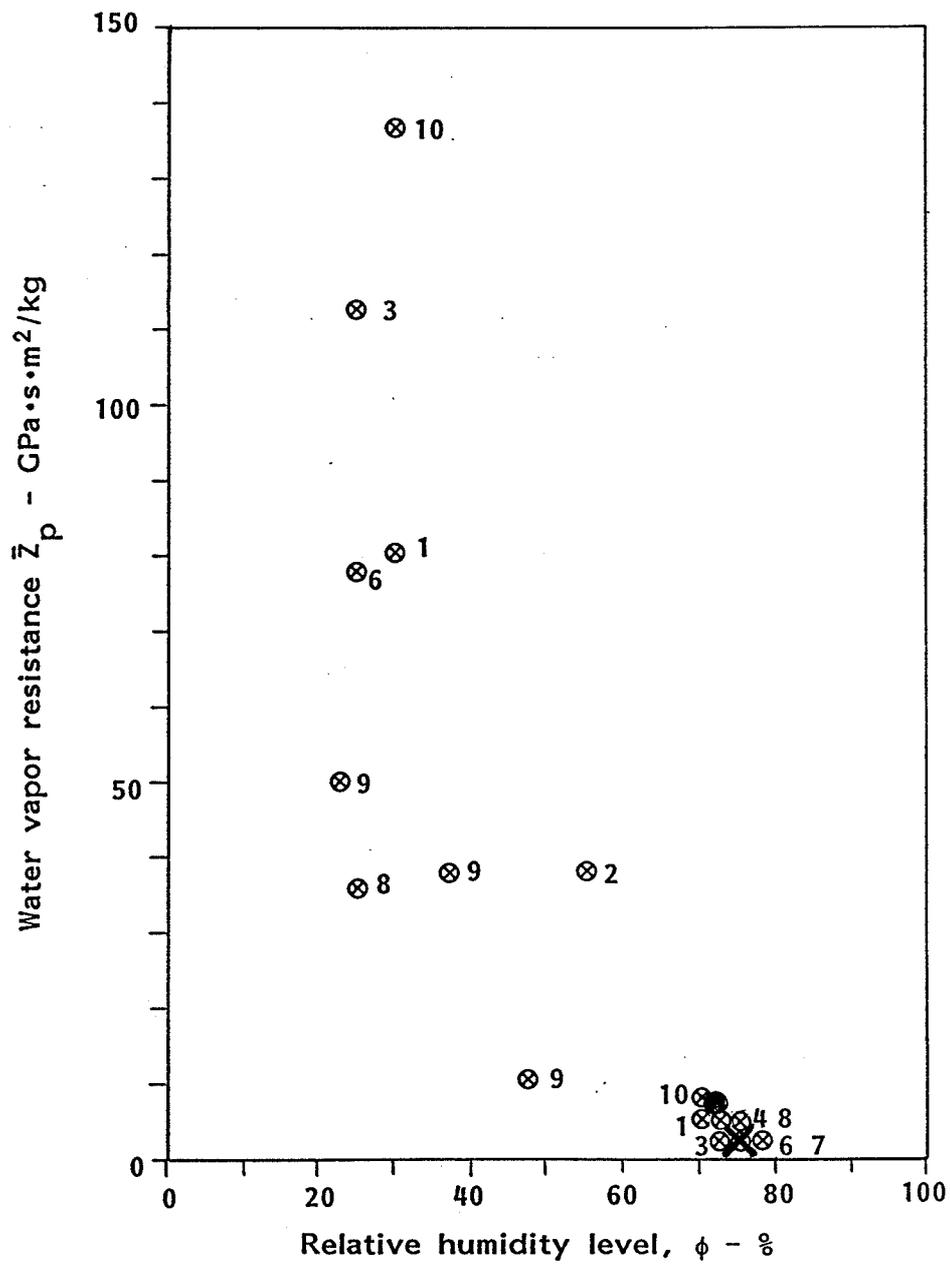
Figur 5. Polyethylenfolie (PE-folie), måleserie 1. Sammenhørende værdier af masseændring og måletid til beregning af fugtmodstandstallet Z_p .



Note:

- ⊗ : LBM, 1988 Serie 1
- : LBM, 1988 Serie 2
- ⊗ 8 : LBM, 1985 Serie I og II

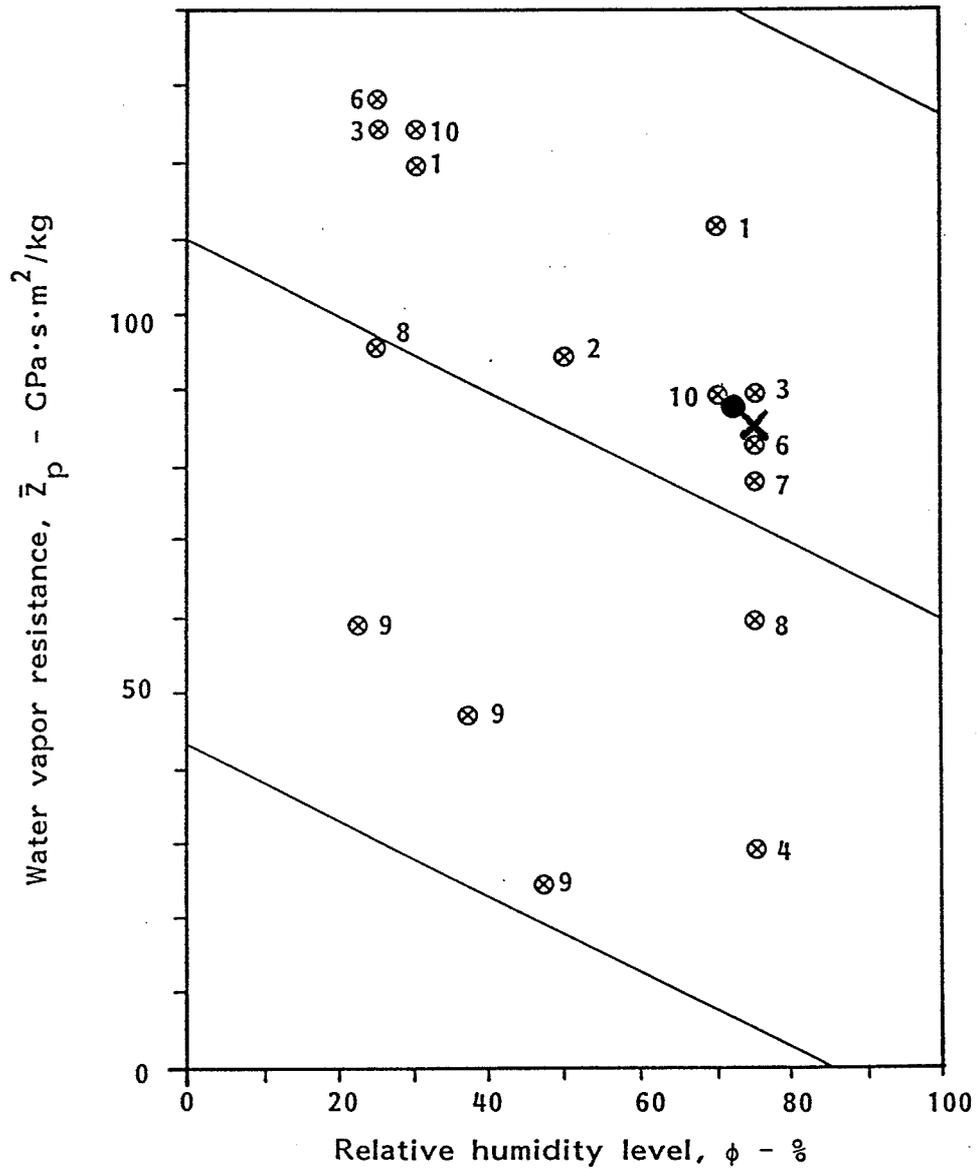
Figure 6. Water vapor resistance \bar{Z}_p for the 12 mm porous board. The mean \bar{Z}_p at the different RH levels. The numbers refer to laboratories. Reference /6/.



Note:

- ⊗ : LBM, 1988 Serie 1
- : LBM, 1988 Serie 2
- ⊗ 8 : LBM, 1985 Serie I og II

Figure 7. Water vapor resistance \bar{Z}_p for the 0,8 mm tarred paper. The mean \bar{Z}_p at the different RH levels. The numbers refer to laboratories. Reference /6/.



Note:

- × : LBM, 1988 Serie 1
- : LBM, 1988 Serie 2
- ⊗ 8 : LBM, 1985 Serie I og II

Figure 8. Water vapor resistance \bar{Z}_p for the 40 μ m polyethylene foil. The mean \bar{Z}_p at the different RH levels. The numbers refer to laboratories. Reference /6/.