



# LUND UNIVERSITY

## Fukttransportkoefficienter för några byggnadsmaterial : preliminär

Hedenblad, Göran; Roszak, Wojtec

1991

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Hedenblad, G., & Roszak, W. (1991). *Fukttransportkoefficienter för några byggnadsmaterial : preliminär*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7057). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

*Total number of authors:*

2

### 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



TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

---

Byggnadsmaterial

**FUKTTRANSPORTKOEFFICIENTER  
FÖR  
NÅGRA BYGGNADSMATERIAL  
PRELIMINÄR**

**Göran Hedenblad**

**Wojciech Roszak**

RAPPORT TVBM-7057

---

Lund 1991

## INLEDNING

Det finns numera en- och tvådimensionella datorberäkningsprogram för fuktberäkningar. Dessa program kan räkna med variabla fukttransportkoefficienter, där fukttransportkoefficienten beror på relativa fuktigheten (RF) i materialet. Dock saknas det idag i stor utsträckning data över fuktdiffusionskoefficienten och dess fuktberoende för ett flertal av de mest använda moderna byggnads-materialen.

Avsikten med undersökningen har varit att experimentellt bestämma fukttransportkoefficientens fukt- och temperaturberoende för fyra byggnadsmaterial samt studera spridningen i fukttransportdata.

Preliminära resultat föreligger nu för tre temperaturnivåer (+28, +20 och +10 °C) för material under uppfuktning (absorption). Andra resultat än de nu föreliggande erhålles troligtvis för material under uttorkning.

## METODIK

Fukttransportkoefficientens variation med fuktnivån i hela området ca 50 % RF till ca 100 % RF har tagits fram med den metodik som utvecklats av Lars-Olof Nilsson för koppmetoden. RF-klimatet på utsidan av mätkopparna har varit ca 35 %. Inne i mätkopparna har man haft olika saltlösningar som ger olika RF (ca 60, 75, 82, 85, 90, 94, 98 och 100 %). Mätkoppens utseende framgår av FIG 1.

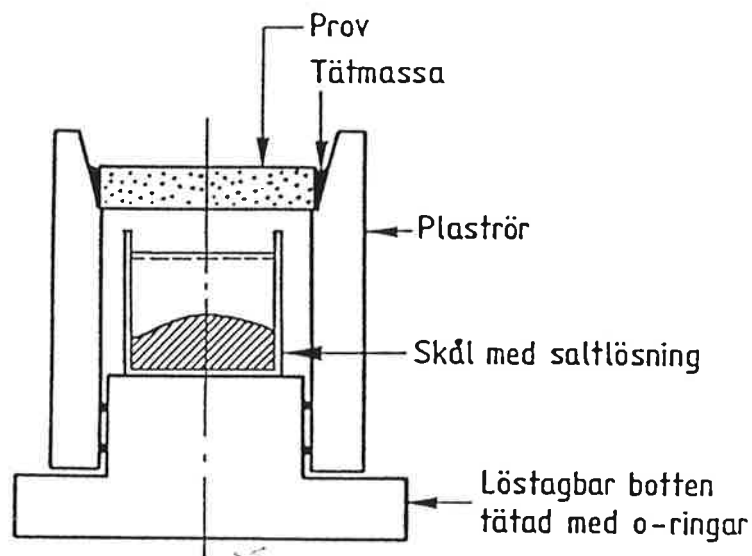


FIG 1 Mätkopp.

Genom att botten är löstagbar kan vätska fyllas på i skålen med saltlösning. Härigenom kan vätskenivån hållas nästan konstant och nära provets undersida (ca 7 mm). Detta är viktigt då det gäller öppna material. Om avståndet mellan vätskeyta och prov ökas så blir luftspaltens diffusionsmotstånd stort i förhållande till materialprovet och RF på provets undersida kan bli helt annan än den avsedda. Vid utvärderingen har hänsyn tagits till luftspaltens diffusionsmotstånd.

Som avslutning på undersökningen kommer jämviktfuktkurvan, öppen och sluten porositet samt densitet att bestämmas för de olika provkropparna.

#### TEORI

Fukttransport i material tecknas normalt som

$$g = -D_{\theta} * \delta\theta/\delta x \quad ( 1 )$$

$g$  är fuktflödet i  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ .

$\theta$  är en potential som kan vara ånghalt ( $v$ ), ångtryck ( $p$ ) eller relativ fuktighet (RF) mm.

$x$  är längdaxel.

$D_{\theta}$  är en transportkoefficient som kan variera med fukttillståndet.

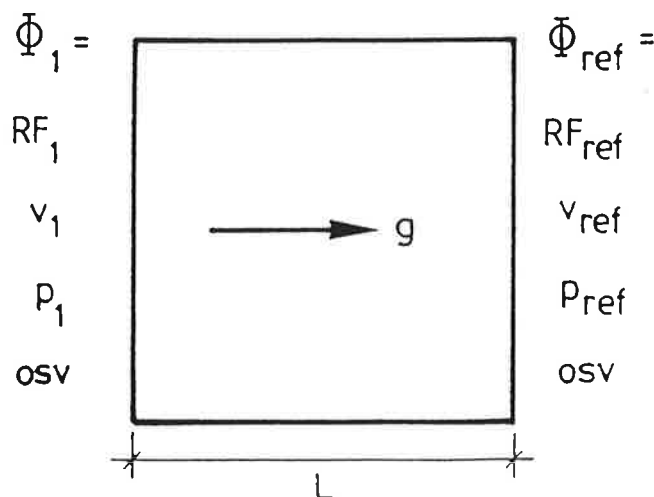


FIG 2 Åskådliggörande av ekvation ( 1 ).

I denna rapport användes ånghalt som potential. Ekv (1) omskrives enligt Claesson (1987) till  $\int g * \delta x = - \int D_v * \delta v$  där varje led integreras var för sig. Om stationärt tillstånd förutsättes så är  $g$  konstant och man kan skriva

$$g * \int_0^L \delta x = - \int_{v_1}^{v_{ref}} D_v * \delta v$$

$$g * L = \int_{v_{ref}}^{v_1} D_v * \delta v \quad (2)$$

Integralen i ekv (2) kallas av Claesson (1987) för fundamentalpotentialen ( $\Psi$ ). Denna potential användes i datorberäkningsprogrammen Jam-1 och Jam-2 av Jesper Arfvidsson.

Klimatet på ovansidan av mätkopparna är konstant (dvs  $v_{ref}$ ). På undersidan av mätkopparna är det olika klimat (olika saltlösningar). Vid varje klimat får fuktflödet komma i jämvikt. Ett samband mellan fuktflöde och ånghalt erhålles då enligt FIG 3. Tjockleken hos provkropparna är konstant.

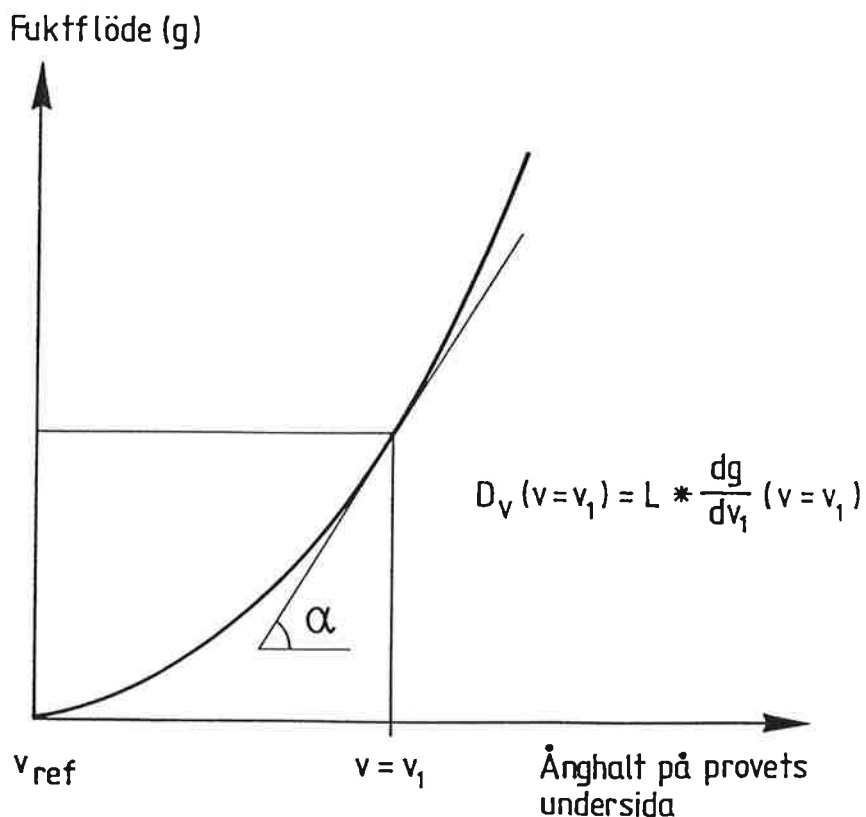


FIG 3 Samband mellan fuktflöde och ånghalt.

Ekv (2) kan nu deriveras med avseende på den variabla ånghalten ( $v_1$ ), se Fagerlund (1990).

$$\delta g / \delta v_1 * L = \delta / \delta v_1 \int_{v_{ref}}^{v_1} D_v * \delta v = D_v(v_1) \quad (3)$$

Dvs fuktdiffusionskoefficienten ( $D_v$ ) erhålles genom att bestämma kurvans lutning i FIG 3 för olika punkter på ånghalten ( $v_1$ ). Då temperaturen för en provning är konstant så är mätnadsånghalten konstant. RF = ånghalten / mätnadsånghalten. Dvs i FIG 3 kan det lika gärna stå RF på X-axeln i stället för ånghalt.

#### TEMPERATURINVERKAN

Enligt Fagerlund (1990) har det visat sig att diffusionsförlopp följer ett temperaturberoende enligt Arrhenius ekvation

$$K = A * \exp(-E_a / (RT)) \quad (4)$$

- K är den "specifika reaktionshastigheten" (1/s).  
 A är en konstant vars storlek beror på vilken reaktion som äger rum (1/s).  
 $E_a$  är aktiveringsenergin, som är konstant (J/mol).  
 $R$  är allmänna gaskonstanten (8.314 J/(K \* mol)).  
 T är absoluta temperaturen (K).

Om man känner diffusionskonstanten vid några olika temperaturnivåer så kan  $E_a$  i ekv (4) beräknas.

$$\frac{D_{v1}}{D_{vo}} = \frac{A * e^{-\frac{E_a}{RT_1}}}{A * e^{-\frac{E_a}{RT_0}}} = \exp\left(\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1}\right)\right) \quad (5)$$

Ekv (5) logaritmeras

$$\ln D_{v1} - \ln D_{vo} = E_a / R * (1/T_0 - 1/T_1) \quad (6)$$

$$\frac{E_a}{R} = \frac{\ln D_{v1} - \ln D_{vo}}{\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1}\right)} \quad (7)$$

Om några värden på  $D_v$  och  $1/T$  plottas i ett  $\ln - \ln$  diagram så kan  $E_a/R$  utvärderas som  $\tan \alpha$ , se de sista figurerna i denna rapport.

Enligt Powers (1960) så är medelaktiveringsenergin för vattenflöde under normala omständigheter ca 4490 cal/mol, dvs  $4490 * 4.19 = \text{ca } 18810 \text{ J/mol}$ .

#### REFERENSER

- Claesson, J, 1987, Intern kommunikation, se även Arfvidsson, J, 1987, Datormodell för endimensionell fukttransport, Manual för Jam-1, Byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola.
- Fagerlund, G, 1990, Kompendium i byggnadsmateriallära FK. Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola.
- Powers, T C, 1960, Proceedings of the Fourth International Symposium on the Chemistry of Cement, Paper V-1.

Flöde \* tjocklek

# CELLPLAST (F20)

28 °C

Absorption  
PRELIMINÄR

$\psi$   
 $10^{-9} \frac{\text{kg}}{\text{ms}}$

• medelvärde

25  
20  
15  
10  
5  
0

"Max"  
"Medel"  
"Min"

$$D_V^{\text{"max"}} = 1.75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$
$$D_V^{\text{"medel"}} = 1.56 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$
$$D_V^{\text{"min"}} = 1.20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$



Flöde \* tjocklek

# CELLPLAST (F20)

20 °C

absorption

PRELIMINÄR

$\psi$   
 $\frac{kg}{m \cdot s}$   
 $\times 10^{-9}$   
25

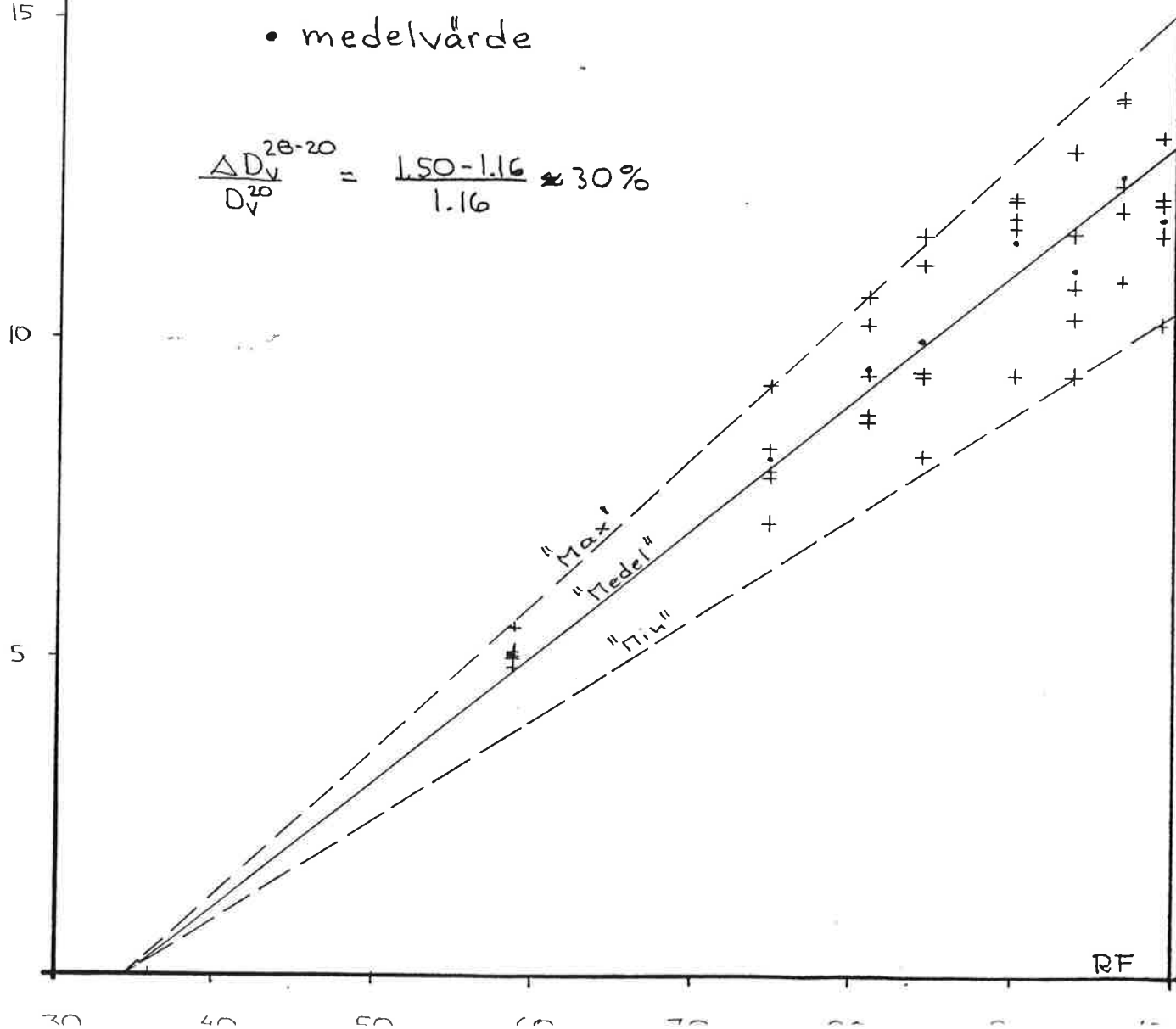
$$D_v^{Max} = 1.35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_v^{Medel} = 1.16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_v^{Min} = 0.94 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

• medelvärde

$$\frac{\Delta D_v^{20-20}}{D_v^{20}} = \frac{1.50 - 1.16}{1.16} \approx 30\%$$



Flöde \* tjocklek

CELLPLAST (F20)

10 °C

absorption

PRELIMINÄR

$\psi$   
 $\cdot 10^{-9}$   
 $\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})}$

$$\frac{\Delta D_v^{20-10}}{D_v^{10}} = \frac{1.16 - 0.86}{0.86} \approx 35\%$$

$$D_v^{\text{max}} = 0.99 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_v^{\text{medel}} = 0.86 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_v^{\text{min}} = 0.72 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

RF

30

40

50

60

70

80

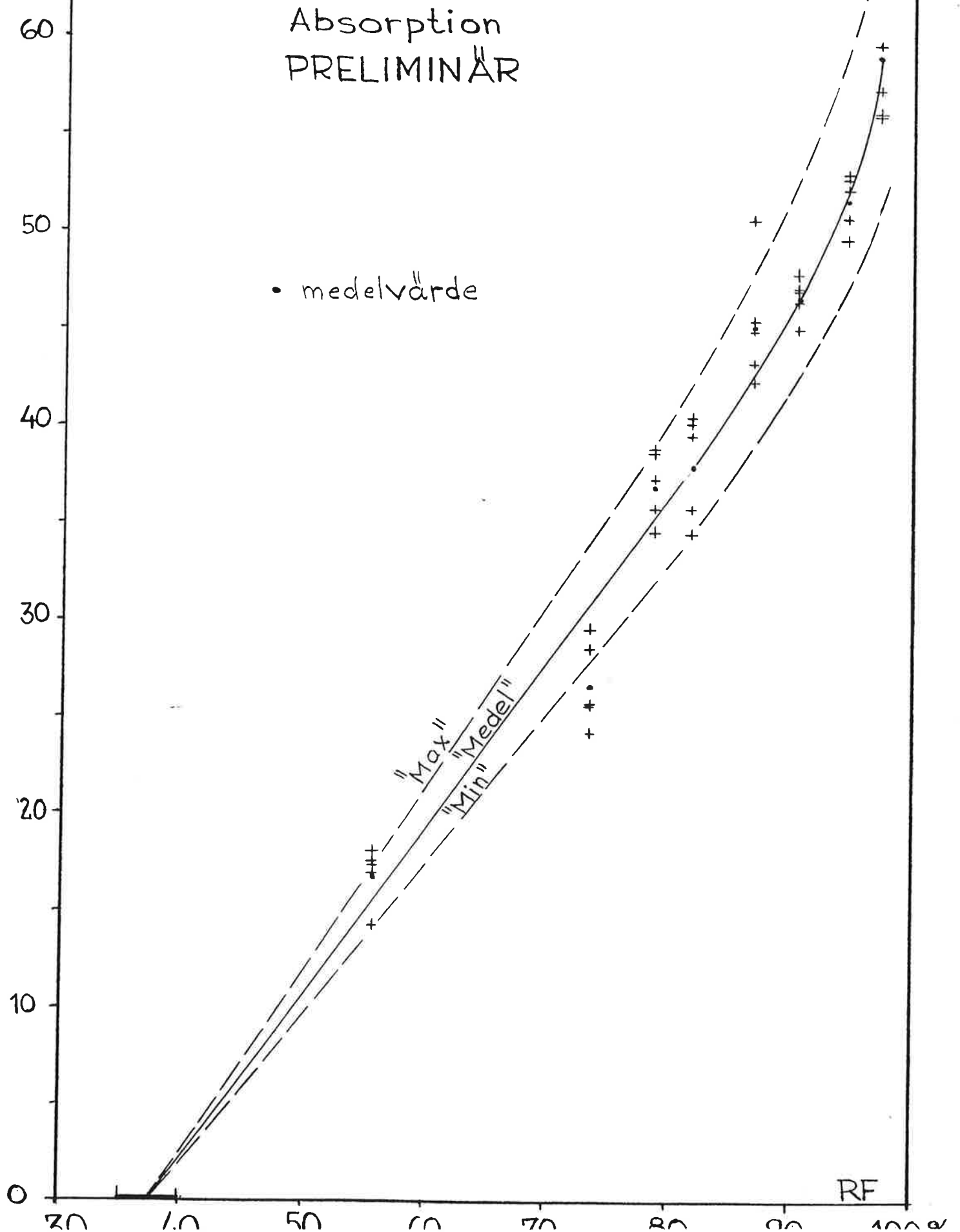
90

100 (%)

$\Psi$   
 $\cdot 10^{-9}$  Kg/(ms)  
Flöde \*  
tjocklek

LÄTTBETONG  
Kvalité 500  
T = 28 °C  
Absorption  
PRELIMINÄR

• medelvärde



Flöde \* tjocklek

# LÄTTBETONG

Kvalité 500

T = 20 °C

Absorption

PRELIMINÄR

$\Psi$   
 $\cdot 10^{-9} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$

60

50

40

30

20

10

• medelvärde



# LÄTTBETONG

Kvalité 500

T = 10 °C

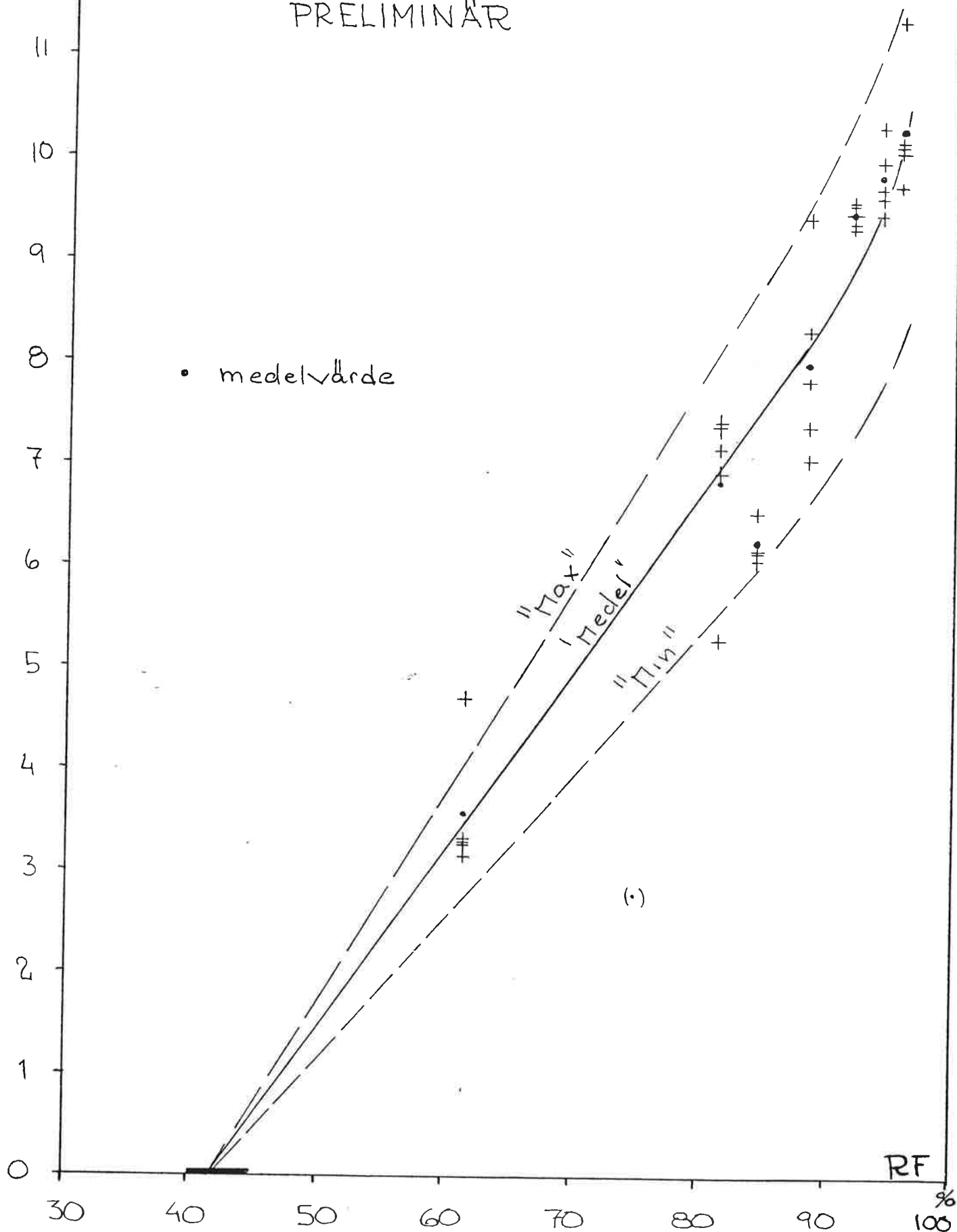
Absorption

PRELIMINÄR

Flöde \* tjocklek

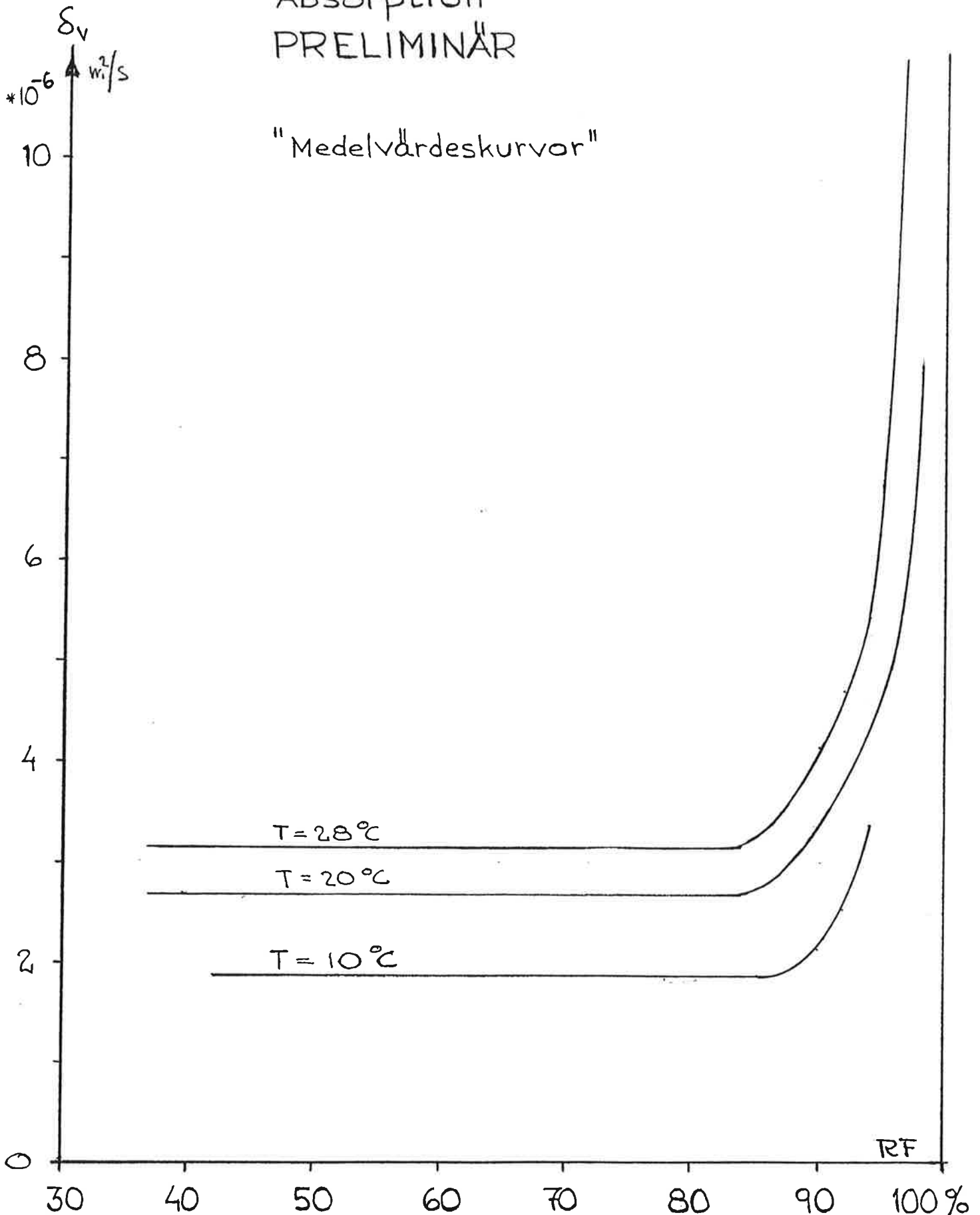
$\psi$

$\cdot 10^{-9}$   
kg  
(ms)



LÄTTBETONG  
Kvalité. 500  
Absorption  
PRELIMINÄR

"Medelvärdeskurvor"

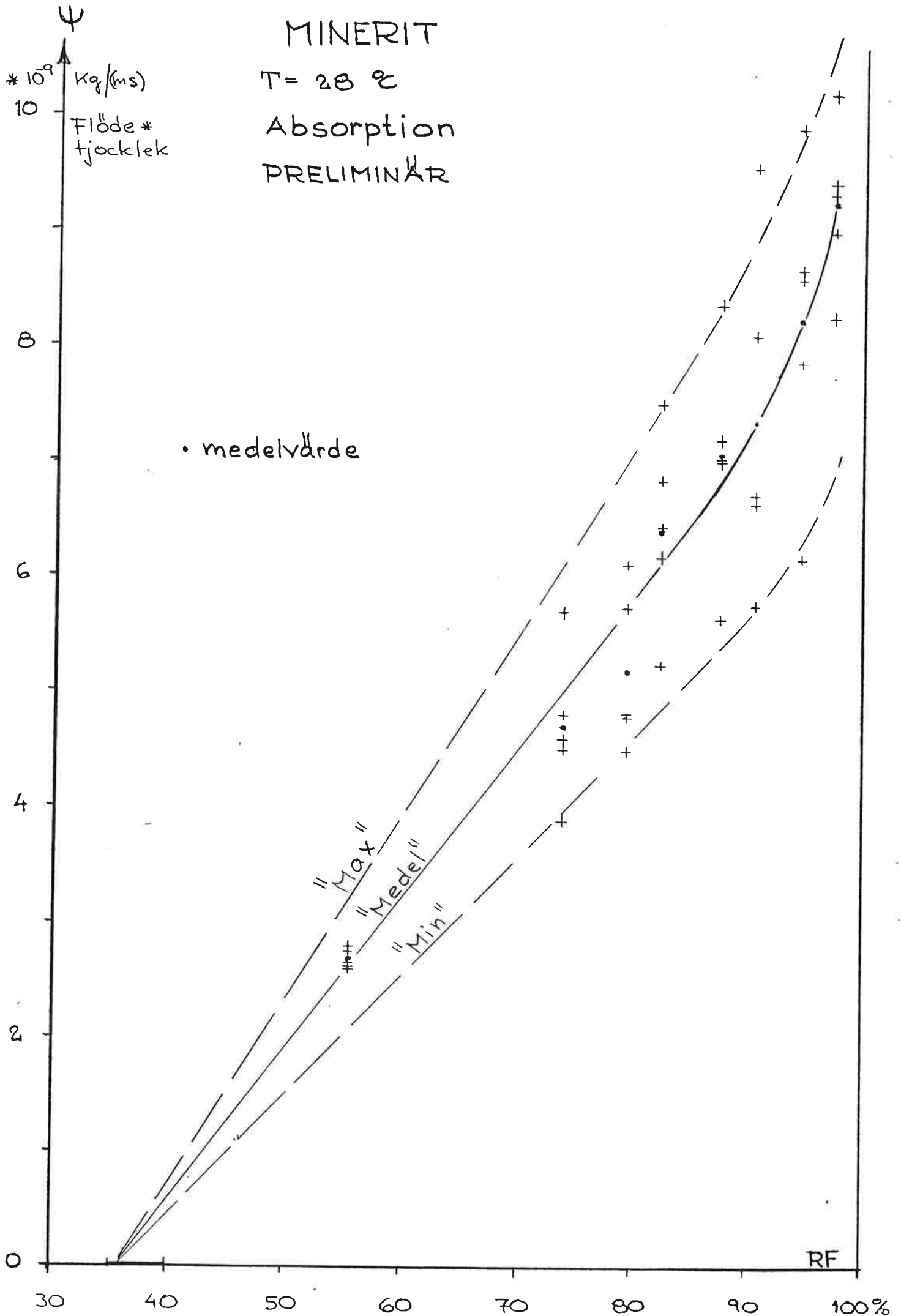


# MINERIT

T = 28 °C

Absorption

PRELIMINÄR



# MINERIT

$T = 20^\circ\text{C}$

Absorption

PRELIMINÄR

$\psi$   
 $\times 10^9$  kg/(ms)  
Flöde \*  
tjocklek

8

• medelvärde

6

4

2

0

30

40

50

60

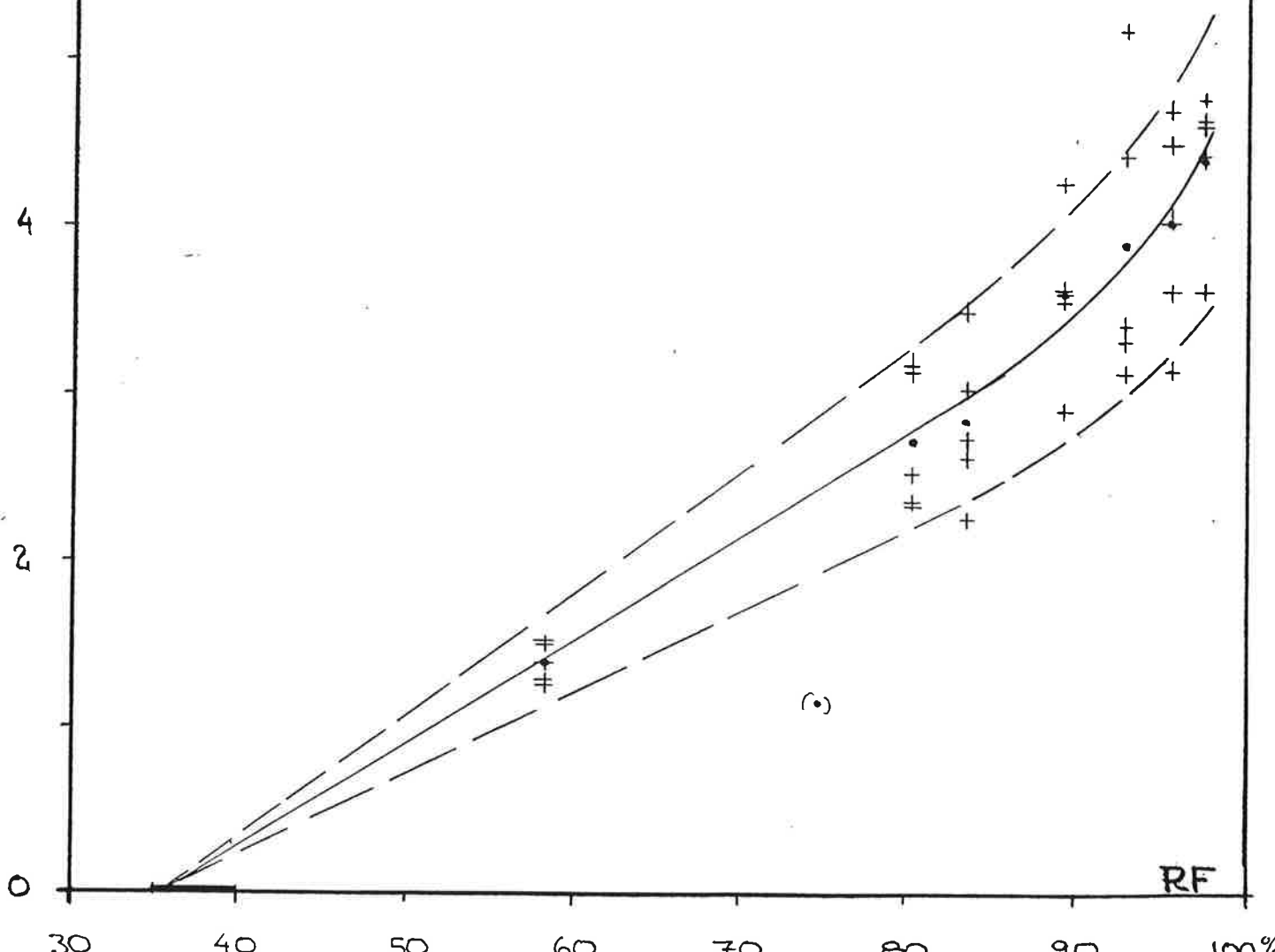
70

80

90

100%

RF



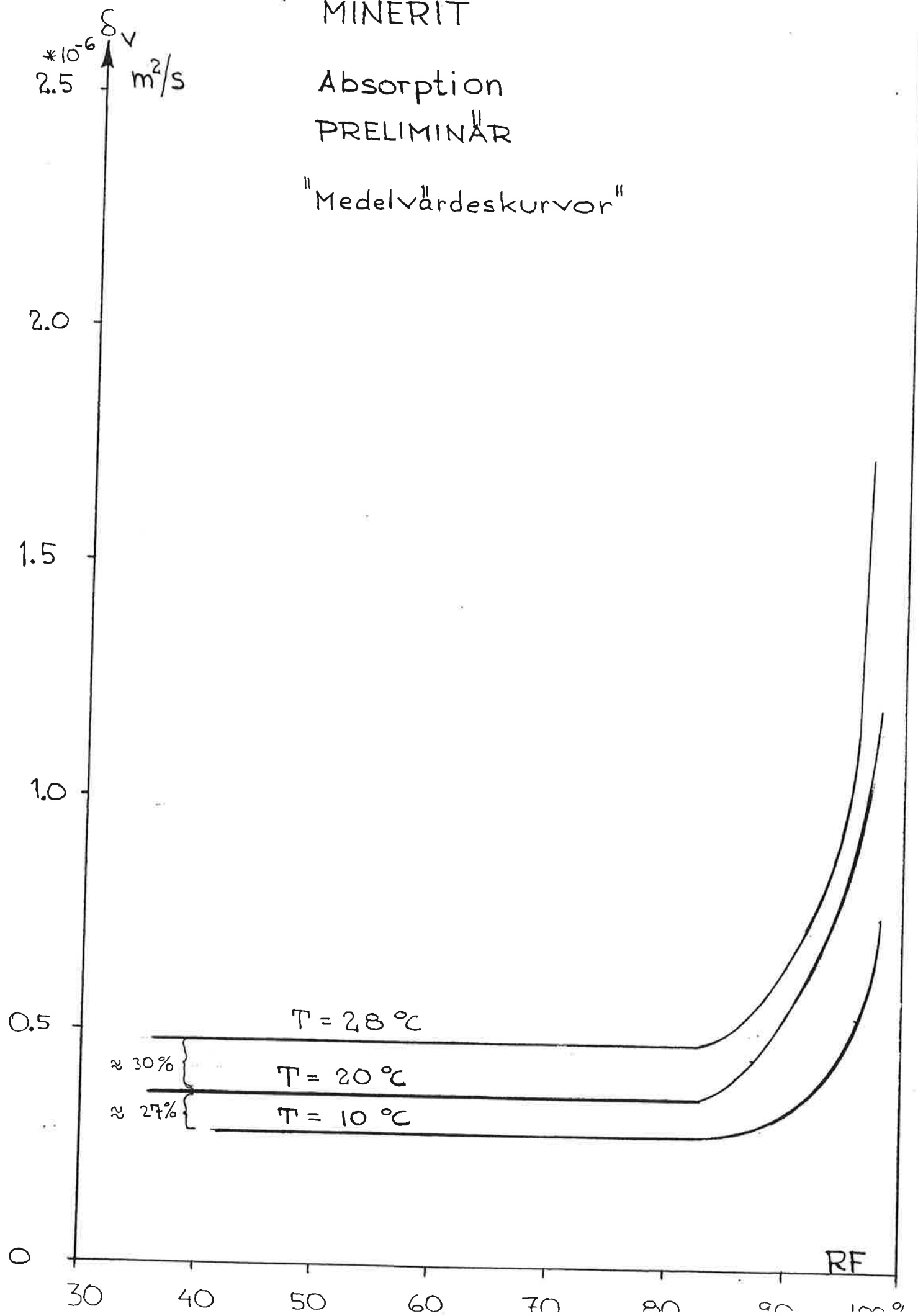




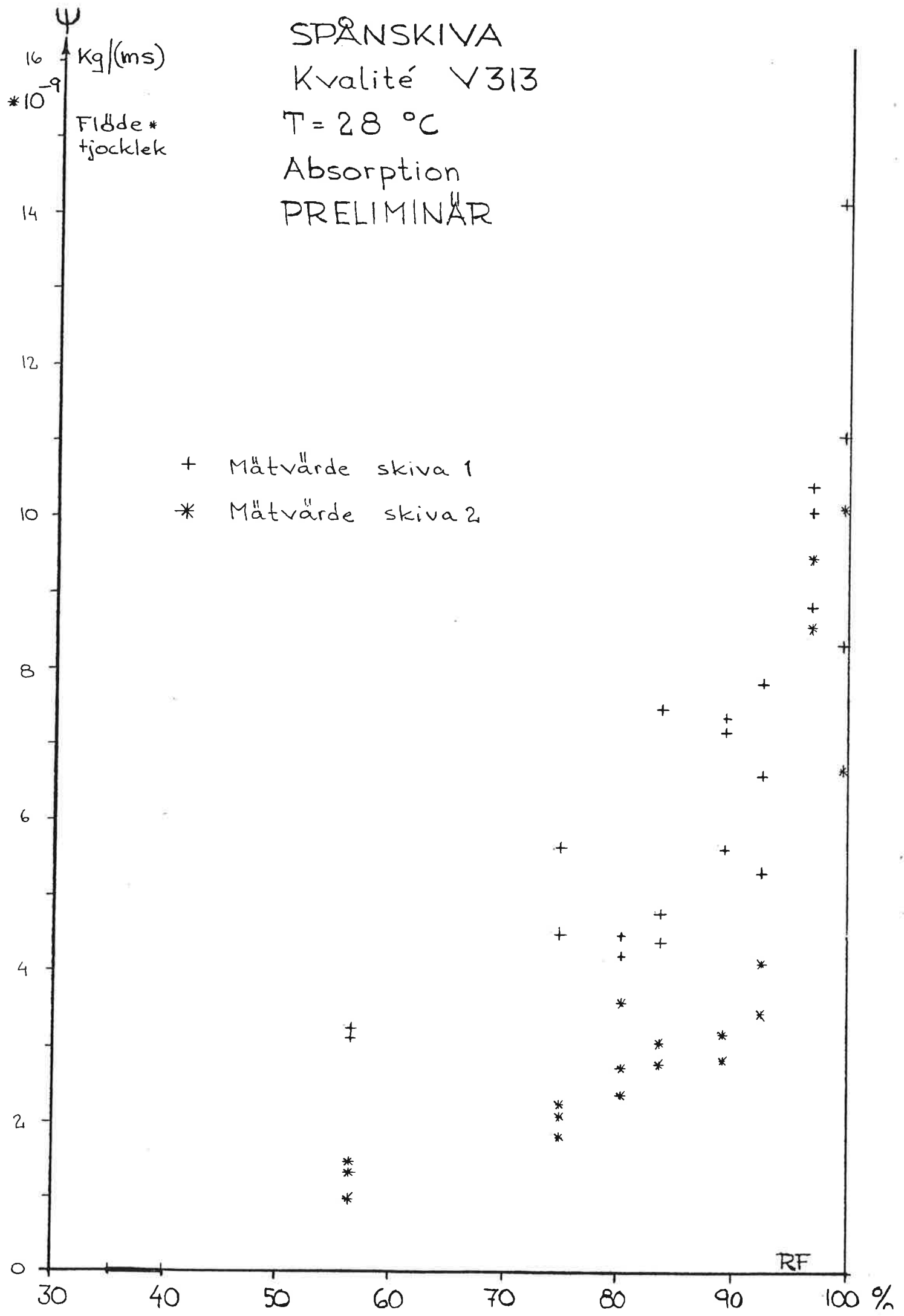
# MINERIT

Absorption  
PRELIMINÄR

"Medelvärdeskurvor"



SPÅNSKIVA  
 Kvalité V313  
 T = 28 °C  
 Absorption  
 PRELIMINÄR



Flöde \* tjocklek

SPÅNSKIVA

Kvalité V 313

T = 20 °C

Absorption

PRELIMINÄR

$\psi$   
\*10<sup>-9</sup> kg/(ms)

14

12

10

8

6

4

2

+ Mätvärde skiva 1

\* Mätvärde skiva 2

30

40

50

60

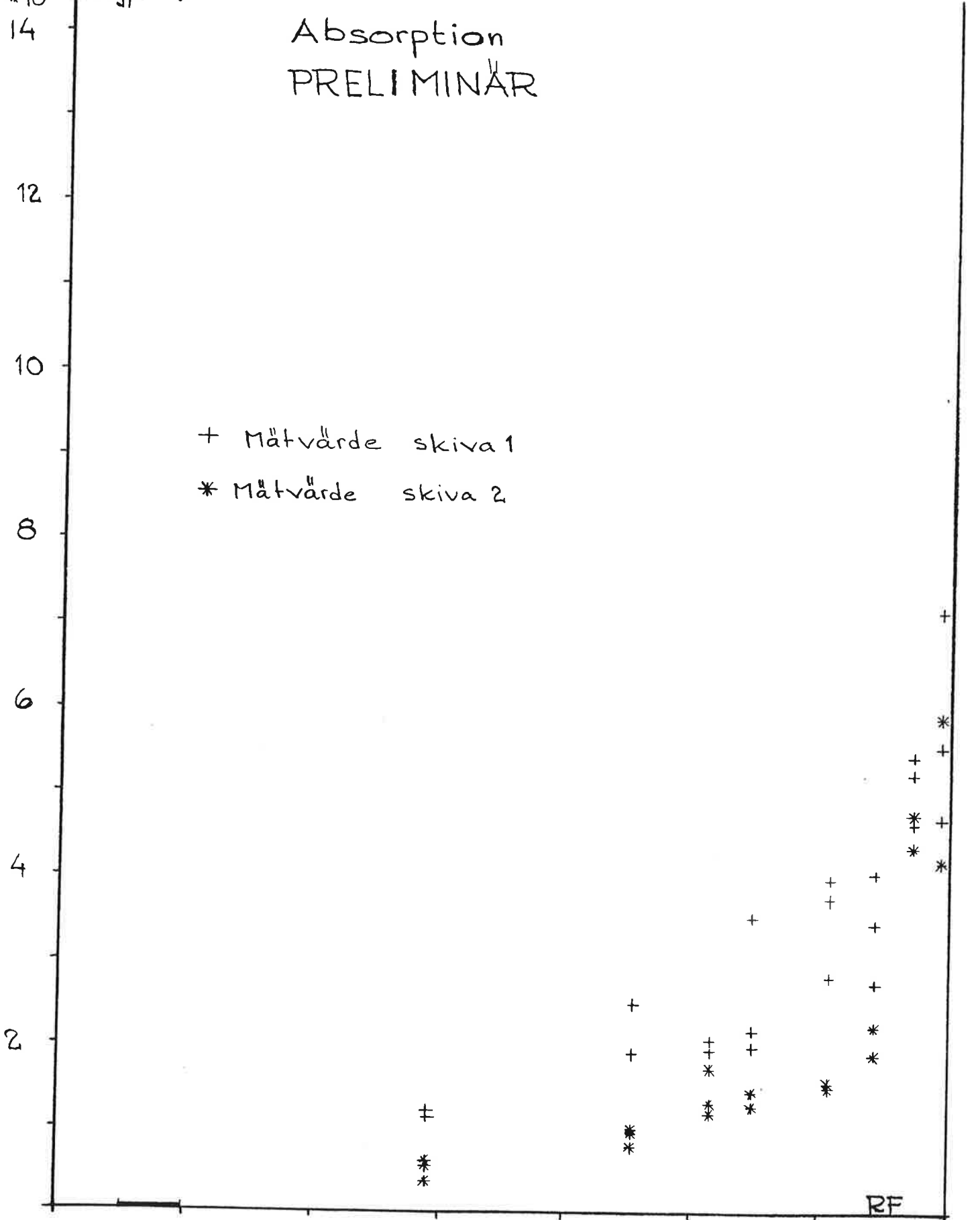
70

80

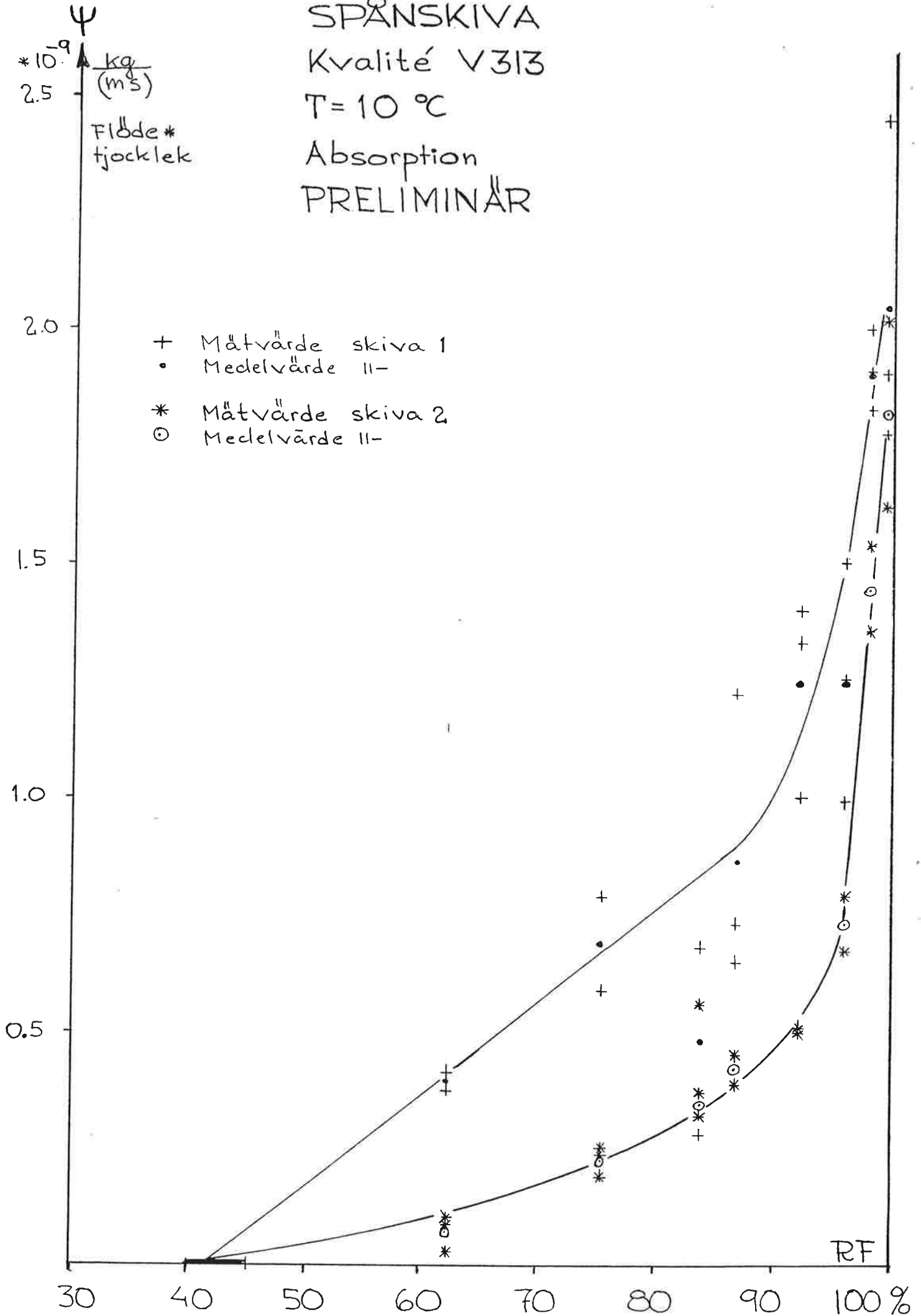
90

100%

RF

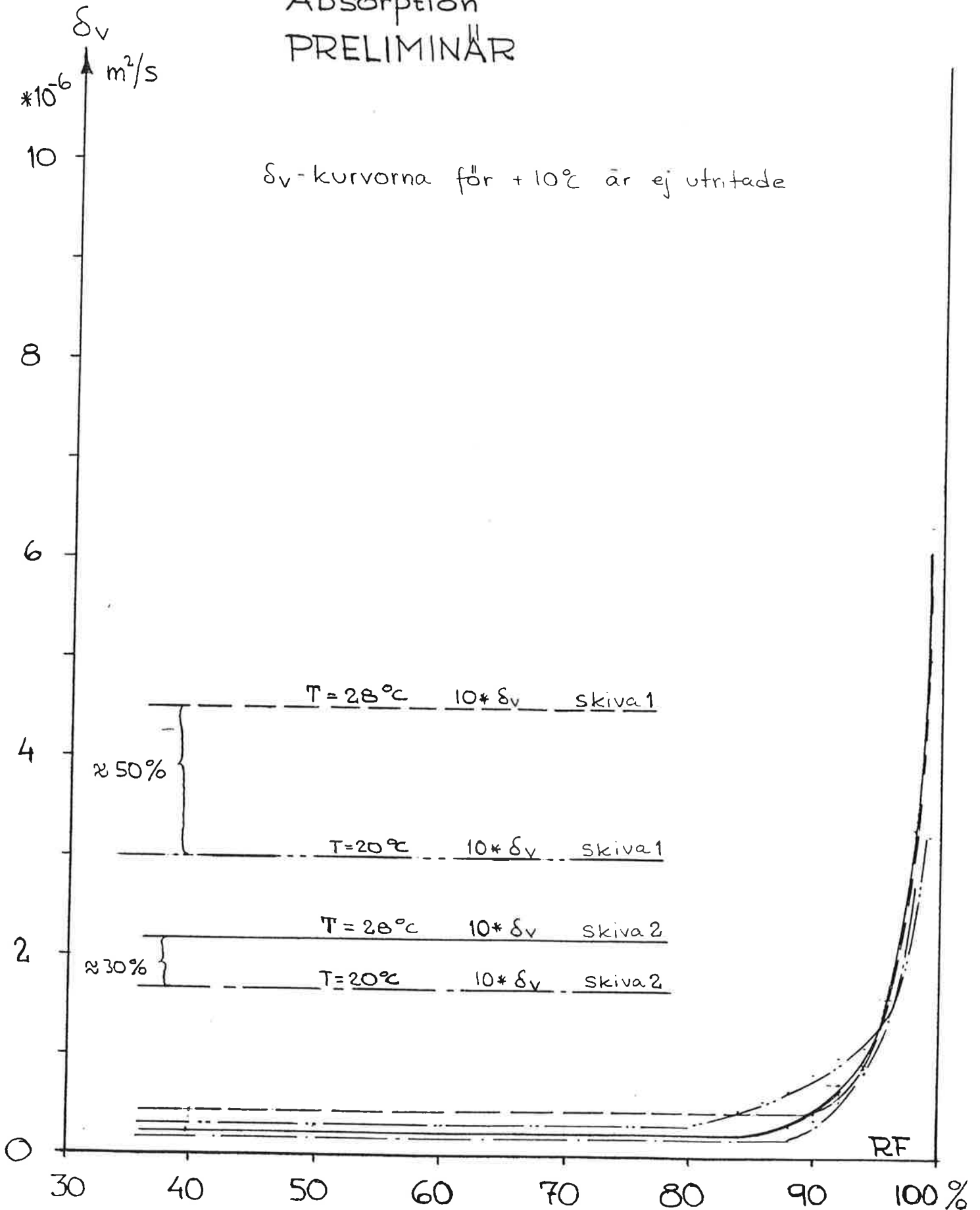


SPÅNSKIVA  
 Kvalité V313  
 T=10 °C  
 Absorption  
 PRELIMINÄR

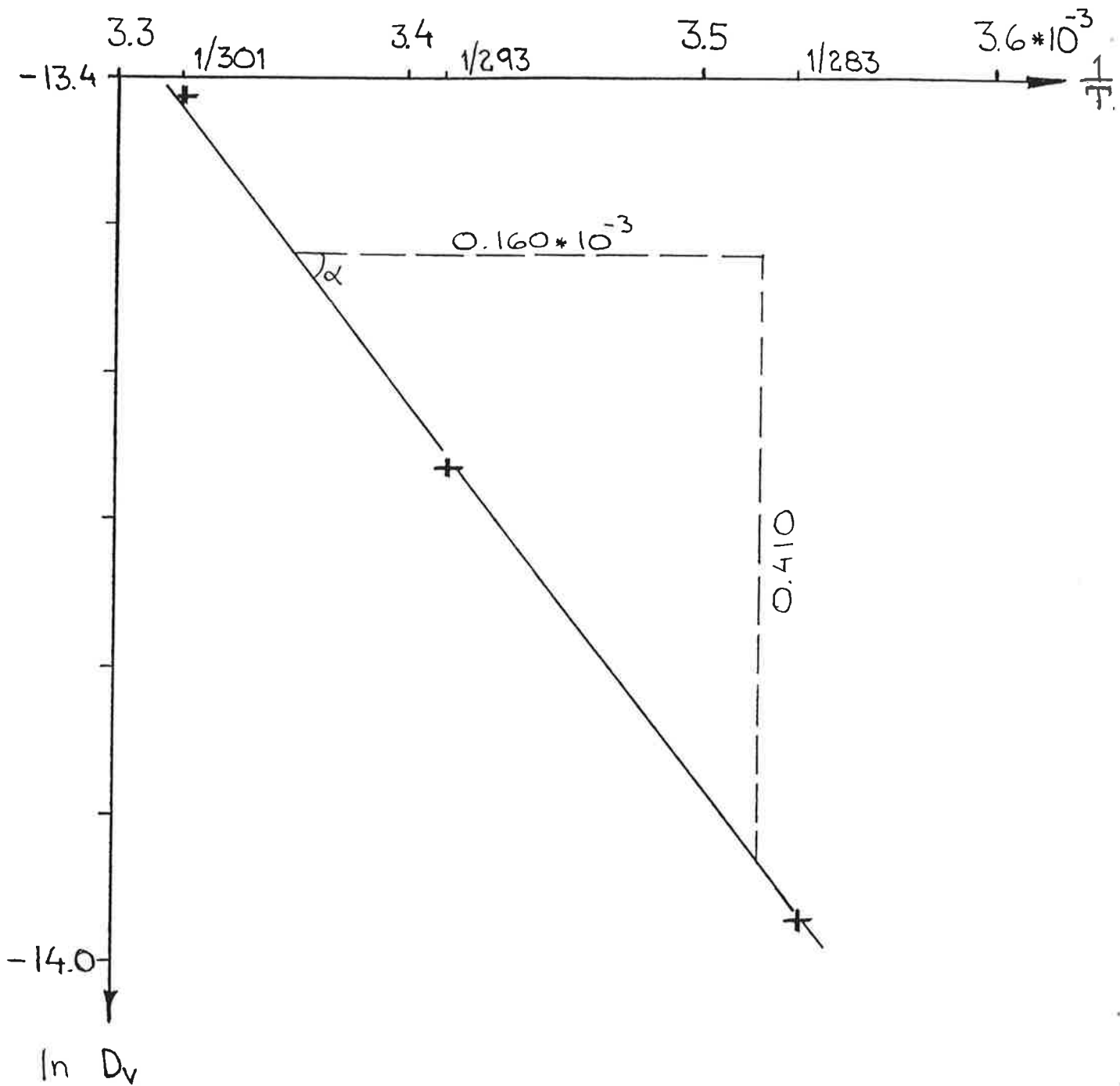


SPÅNSKIIVA  
 Kvalité V 313  
 Absorption  
 PRELIMINÄR

$\delta_v$ -kurvorna för +10° är ej utritade



# CELLPLAST



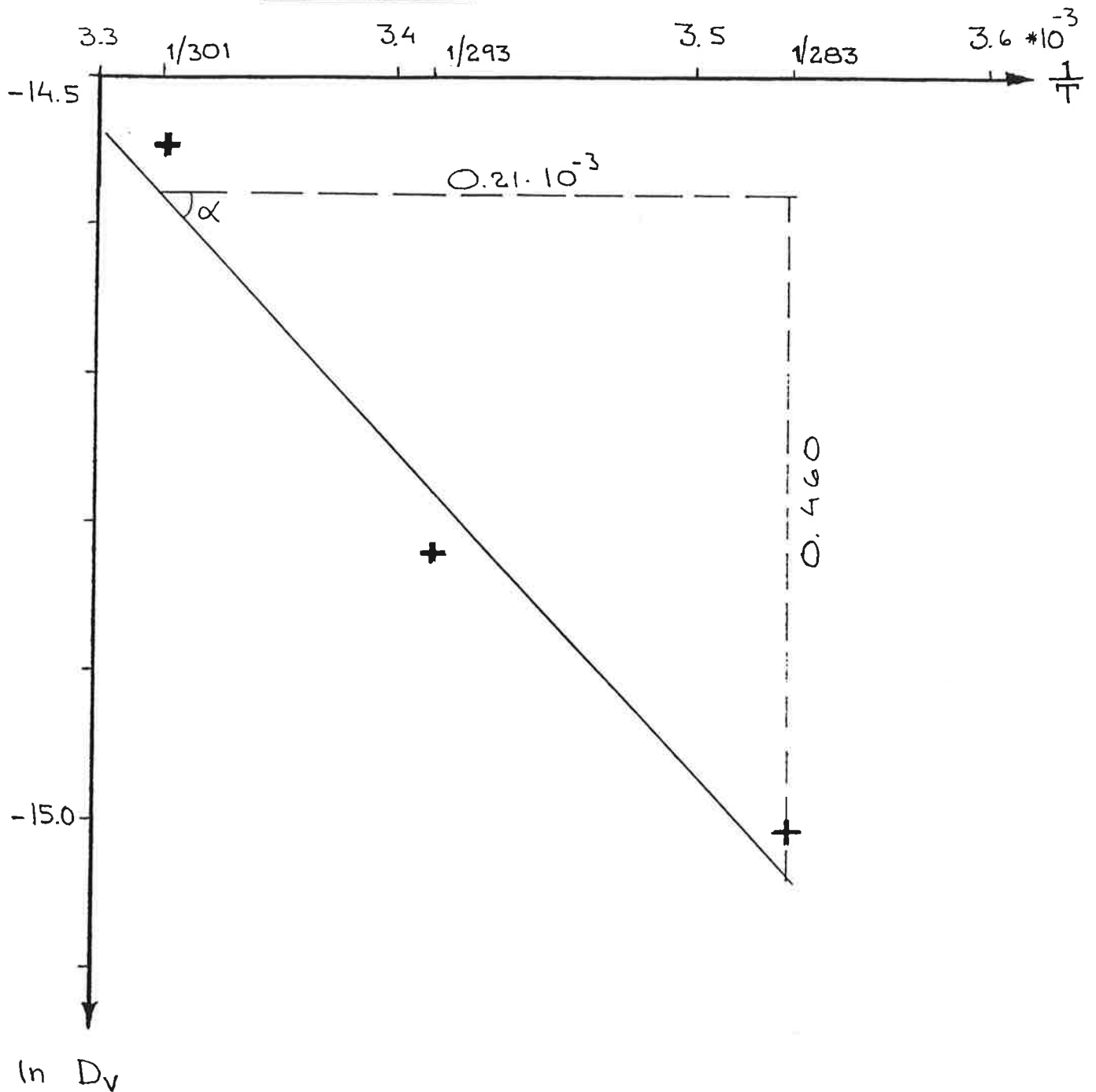
$$\tan \alpha = \frac{E}{R}$$

$$\tan \alpha = 0.410 / 0.160 \cdot 10^{-3} = 2563$$

$$R = 8.314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$$

$$E = 2563 \cdot 8.314 = 21300 \text{ J/mol}$$

# MINERIT



$$\tan \alpha = \frac{E}{R}$$

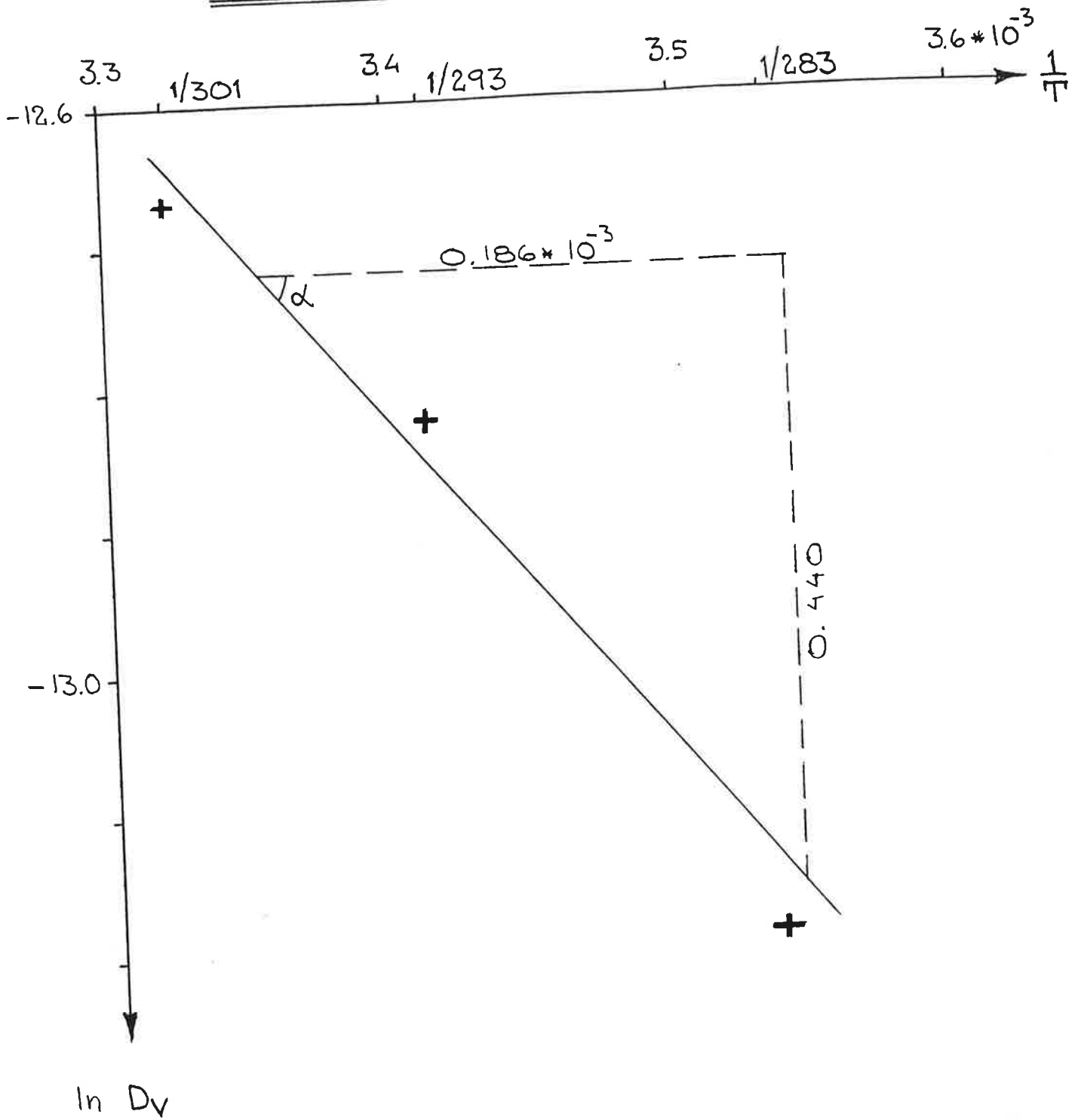
$$\tan \alpha = 0.460 / 0.21 \cdot 10^{-3} = 2190$$

$$R = 8.314 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$$

$$E = 2190 \cdot 8.314 = 18200 \text{ J/mol}$$



# LÄTTBETONG



$$\tan \alpha = \frac{E}{R}$$

$$\tan \alpha = 0.44 / 0.186 \cdot 10^{-3} = 2366$$

$$R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$$

$$E = 19700 \text{ J/mol}$$