

Kviksølvporøsimetri-undersøgelser (MIP)
på Eternitprøver

Svend Viktor Hansen

Juni 1991



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

Forord

Nærværende rapport sammenfatter resultaterne fra et samarbejdsprojekt mellem Dansk Eternit og Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH.

I projektet er der udført kviksølvporøsimetri-undersøgelser (MIP) på 4 pladeprøver af Eternit, idet 2 pladeprøver mærket A er fra en utæt plade og 2 pladeprøver mærket F er fra en tæt plade.

Prøverne er tørret ved 50 °C til vægtkonstans. Derefter er prøverne vacuumumpet 1 uge over silicagel og opbevaret over silicagel indtil MIP-kørsel.

Hver pladeprøve à ca. 2 gram er delt i 2 dele for at kunne komme ned i MIP-cellen. (Pladeprøverne er således ikke knust ned.)

Kurt Kielsgaard Hansen
Projektleder

M I P

Mercury Intrusion Porosimetry (MIP) - Porebestemmelse ved kviksølv indpresning er særlig velegnet til bestemmelse af store porestørrelser ($> 25\text{\AA}$), mens sorption har sin force ved små porestørrelser ($< 800\text{\AA}$). Bemærk, at Hg indpresningen normalt ikke kan udfylde hele porevolumenet, men kun i størrelsesordenen 40-50%.

TEORI.

Den kritiske radius (threshold radius) er af Winslow og Diamond (1970) defineret som den mindste poreradius, som er geometrisk kontinuert igennem hydratiseret cementpasta. Større porer er tilstede, men kan kun blive indpresset ved lavere tryk, hvis de forekommer i overfladen.

Over det kritiske tryk kan store porer med smalle adgangsveje blive indpresset. Det giver en stigning af det indpressede volumen. Denne "flaskehals" giver en overestimering af volumenet, der tilhører de små porer.

Forsøgets udførelse.

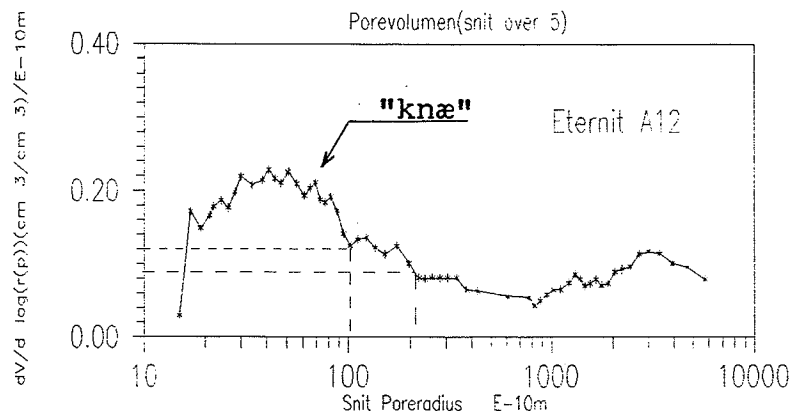
Der blev målt på trykspring på

25 psi	mellem	50 -	500 psi
50 psi	mellem	500 -	850/1400 psi
200 psi	mellem	1400 -	3000 psi
500 psi	mellem	3000 -	10.000 psi
1000 psi	mellem	10.000 -	16.000 psi
2000 psi	mellem	16.000 -	32.000 psi
4000 psi	mellem	32.000 -	48.000 psi
2000 psi	mellem	48.000 -	50.000 psi

Ligevægtskriteriet var, at for tryk over 3000 psi skulle der gå 2 minutter eller mere siden sidste tælling.

Resultater fra forsøget.

Man kan iflg. Eigil V.Sørensen (1980)(se Bilag B12-B13) estimere den kritiske poreradius, r_p , og det tilhørende tryk som begyndelsen af en ret linie, der rører begge sider af det "knæ" som kurven poreradius som funktion af indpresning viser. Se det indtegnede.



Kurver.

For kurverne indeholdende kumuleret indpresset volumen divideret med den gennemsnitlige poreradius er der lavet et gennemsnit over fem tryk. Det er angivet som (snit 0.5).

Side 8 viser sammenhæng mellem r_p og ændring af kumuleret indpresset volumen (snit 0.5) divideret med ændring af logaritmisk poreradius ($\Delta V / \Delta \log r_p$).

Arealet under kurven viser porevolumenet direkte.

Et visuelt skøn over den kritiske radius vil være følgende:

A12	$r_p =$	100 - 210 Å
F12	$r_p =$	100 - 150 Å
A9	$r_p =$	105 Å
F9	$r_p =$	90 - 140 Å

(Cementpasta $r_p = 250-2000\text{Å}$ iflg. Feldman og Beaudoin (1990))

Side 9 - 12 viser de samme kurver i stor forstørrelse.

Side 13 viser alle kurver integreret i samme plot for vurdering af overensstemmelse. Det fremgår at (+)F12 og (Δ)F9 samt ($\square$)A12 og ($\diamond$)A9 parvis ligger tæt på hinanden.

For poreradius over 2500Å er der stor spredning.

Side 14 - 17 viser kurverne hvor der ikke er foretaget noget gennemsnit eller beroligelse. Det er ikke muligt at danne sig et godt billede.

Side 18 viser alle kurverne samtidigt uden gennemsnit, og der ses ren støj. Det viser dog, hvilken nøjagtighed metoden kan fremvise og med hvilken forsigtighed resultaterne bør tolkes.

Side 19 viser sammenhængen mellem tryk og kumuleret volumen for hver enkelt prøve. Det er karakteristiske størrelser for et materiale.

Der er stor usikkerhed for tryk under 100 psi. Man kan heraf se, at der burde have været flere tryktrin for $p < 100\text{psi}$.

Side 20 afbilder tryk og kumuleret volumen for alle prøver. Igen vises, at (+)F12 og (Δ)F9 samt ($\square$)A12 og ($\diamond$)A9 parvis ligger tæt på hinanden.

Side 21 viser procent indpresning i forhold til poreradius. Som før følges (+)F12 og (Δ)F9 samt ($\square$)A12 og ($\diamond$)A9 parvis ad. Bemærk, at 100% indpresset er max muligt indpresset Hg ved max $p = 50.000\text{psi}$. Det betyder ikke, at alle hulrum er fyldt med kviksølv.

Formler

Inden forsøgene kan starte, skal målecellen af glas kalibreres for at finde cellefaktoren. Cellefaktoren har til formål at omsætte en højdeændring i følerens tællinger til indtrykket volumen.

MIP'ens manual angiver at en tælling (count) svarer til 10^{-3} inch = $25,4 \cdot 10^{-3}$ mm.

Beregning af cellefaktor C:

$$C = \frac{(M_{\text{sprøjte+Hg}} - M_{\text{sprøjte}}) / \rho_{\text{Hg}}}{H_{\text{Hg2}} - H_{\text{Hg1}}} \cdot h_{\text{count}}$$

$$\begin{aligned} M &= \text{Masse} \\ H_{\text{Hg2}} - H_{\text{Hg1}} &= \text{Højdemålsforskel i cellerør} \\ \rho_{\text{Hg}} &= 13,546 \text{ g/cm}^3 \\ h_{\text{count}} &= \text{Højde per tælling} \end{aligned}$$

Beregningseksempel:

$$C = \frac{(21,00980 - 18,90966) \text{ g} / 13,546 \text{ g/cm}^3}{(21,84 - 18,23) \text{ mm}} \cdot 25,4 \cdot 10^3 \text{ mm/tælling}$$

$$\Leftrightarrow C = 10,908 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3 / \text{tælling}$$

Inden man kan køre forsøg med prøver, skal der køres en BLANK RUN for at finde Hg's kompressibilitet, idet den skal subtraheres fra prøvens kompressibilitet.

Behandling af data fra forsøg.

Dataene behandles i et SYMPHONY - program, hvor hver søjle repræsenterer inddata eller behandlede data.

1. søjle:

Er det målte tryk i psi. Det er forsøgt at holde faste tryktrin af hensyn til sammenligning med andre forsøg. Hvor det ikke har været muligt, er der interpoleret, se datasiderne med *.

2. søjle:

Er antal tællinger målt ved pågældende tryk.

3. søjle:

Er antal tællinger (anden søjle) subtraheret for BLANK RUN for pågældende celle.

BLANK RUN er udskrevet sidst i bilaget og er inkorporeret i programmet som LOOK UP tabel under data fra forsøget.

4. søjle:

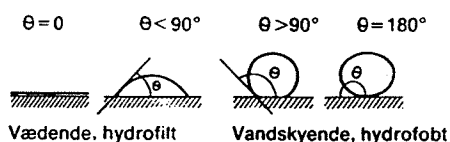
Er beregning af poreradius. Beton-Bogen formel 15 side 177 angiver en trykforskel Δp i væske, som opstår mellem to væskeoverflader med forskellige overfladers hovedkrumningsradier r_1 og r_2 . Radierne regnes positive uden for væsken.

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

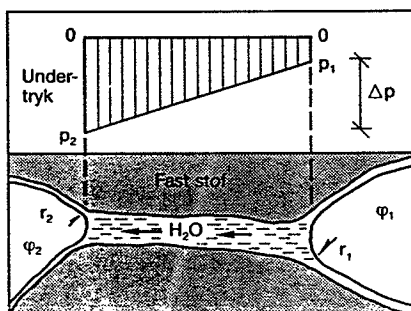
Når kontaktvinklen $\theta > 90^\circ$ (mellem Hg og prøve), fås $r_1 = r_2 = r_p / \cos \theta$, r_p er poreradius i cylindrisk pore og r er radius til overfladen i flydende medium.

Fra Beton-Bogen (1985) haves følgende figurer:

Figur 3.4-8. Forskellige randvinkler θ ved kontakt mellem et fast stof og en væske.

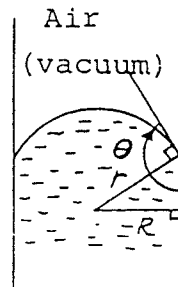


Figur 3.4-9. Snit gennem delvis vandfyldt pore, hvor vandet strømmer fra side 1 til side 2 på grund af forskellen i vandtryk Δp , fremkaldt af forskellene i meniskradier $r_1 > r_2$. Den relative luftfugtighed $\varphi_1 > \varphi_2$.



Fra Eigil Sørensen fås følgende figur:

Fig. II.13. Capillary depression of a non-wetting liquid in a pore.



Dvs.

$$\Delta p = \frac{2 \sigma \cos \theta}{r_p}$$

$$\Delta p = p_{\text{væske}} - p_{\text{luft}}$$

$$\sigma = \text{overfladespænding}$$

$$\sigma_{\text{Hg}} = 0.484 \text{ N/m}$$

Når

$$\begin{aligned} p_{\text{luft}} &\rightarrow 0 \\ \Rightarrow \Delta p &\rightarrow p_{\text{væske}} \end{aligned}$$

Som er lig med det påførte hydrauliske tryk.

Heraf fås:

$$r_p = \frac{2 \sigma \cos \theta}{p_{\text{væske}}}$$

(Ref. Eigil V.Sørensen (1980) side 41)

5. søjle:

Er tællinger korregeret (søjle 3) gange cellefaktoren i cm^3 per tælling divideret med prøvemassen i gram. Resultatet er cm^3 indtrykket for ét gram prøve.

$$V_{\text{Cumuleret/g}} = \text{Tælling} \cdot \text{Cellefaktor} / \text{Masse}$$

6. søjle:

Er $V_{\text{cumuleret/g}}$ (søjle 5) gange densiteten. Resultatet er cm^3 indtrykket for én cm^3 prøve.

$$V_{\text{Cumuleret/cm}^3} = T\ddot{a}lling \cdot Cellefaktor / Masse \cdot \rho_{\text{prøve}}$$

7. søjle er pågældende indtrykkede cm^3 (søjle 6) divideret med max indtrykket volumen fra søjle 6.

$$\% V_{\text{Indtryk}} = \frac{V_{\text{Cum/cm}^3}}{\text{Max}(V_{\text{Cum/cm}^3})}$$

8. søjle:

Er gennemsnit af poreradius taget mellem nuværende og foregående tryk (søjle 4).

$$r_{p \text{ snit}} = (r_{p,i} + r_{p,i-1}) / 2$$

9. søjle:

Er logaritmen af $r_{p \text{ snit}}$ (søjle 8).

10. søjle:

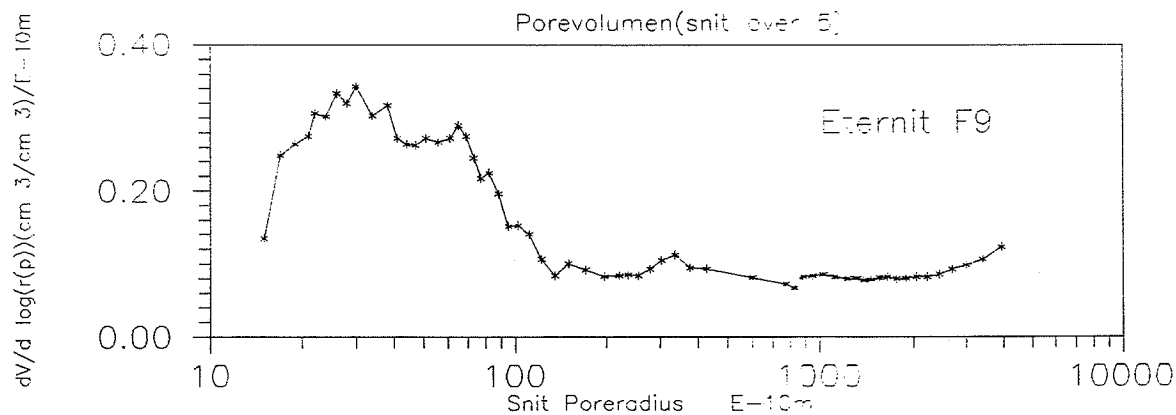
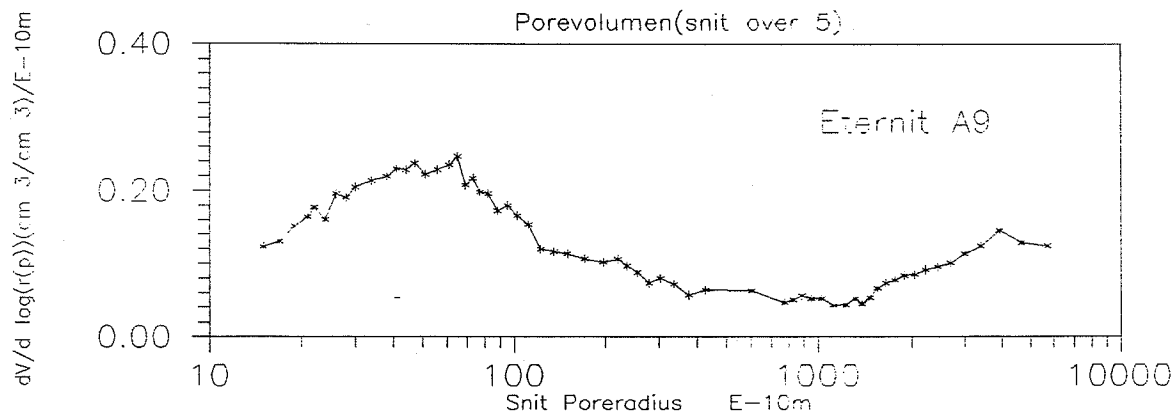
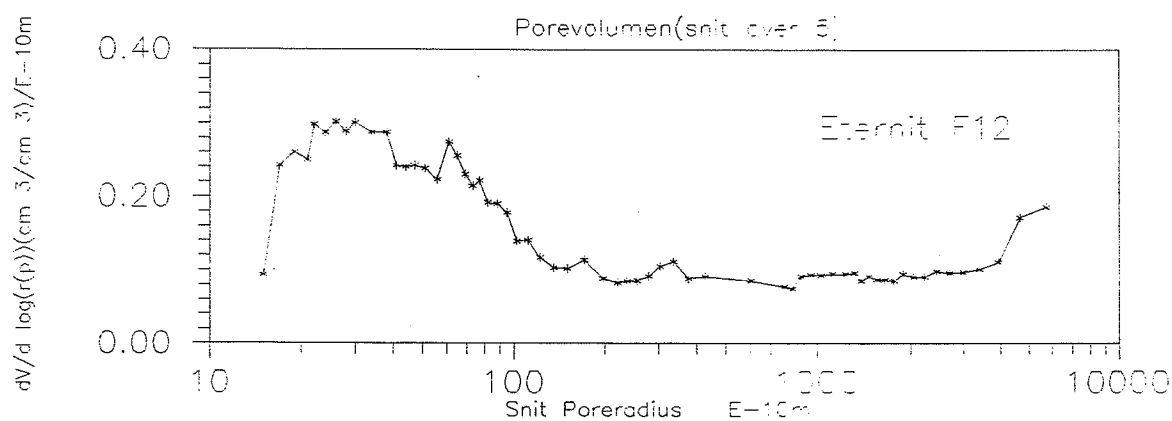
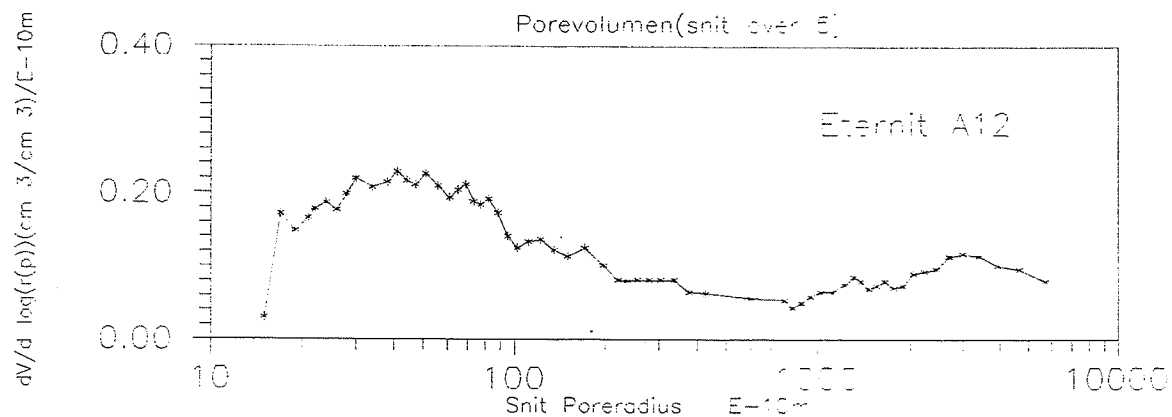
Her sættes det indtrykkede volumen i forhold til differensen mellem logaritmerne til poreradius for stigende tryk. Afbildet på en kurve r_p , $dV/d(\log r_p)$ fås porevolumenet som arealet under kurven.

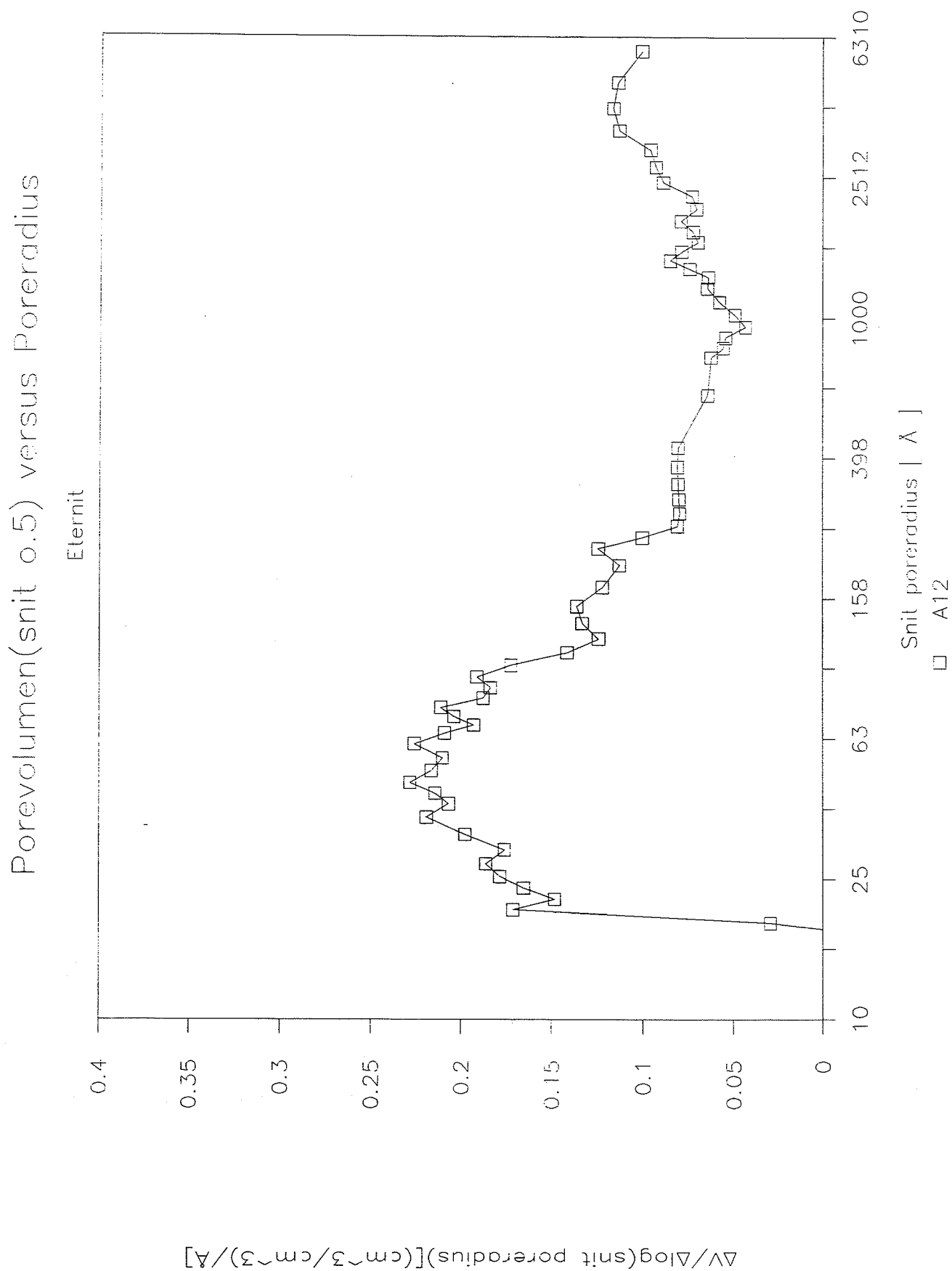
$$V_{\text{pore}} = \int \frac{dV}{d \log r_p}$$

11. søjle:

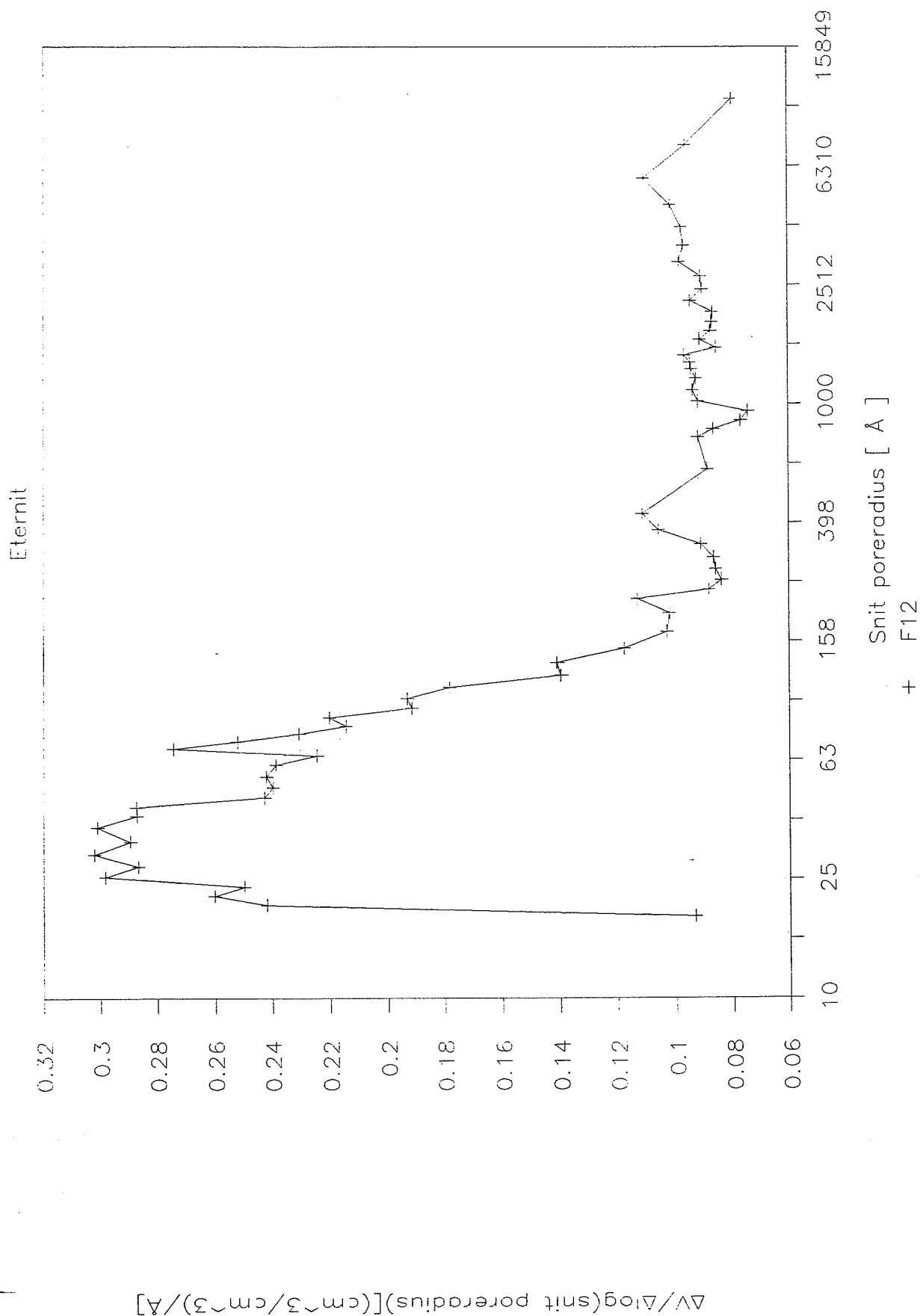
Er udjævning af 5 på hinanden følgende tryktrin (to før, den pågældende og to efter). Udjævningen er nødvendig for at få en trend over de ellers „nervøse“ kurver.

$$Udj\ddot{a}vn = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i-2}^{i+2} \frac{dV_i}{d \log r_{p,i}}$$

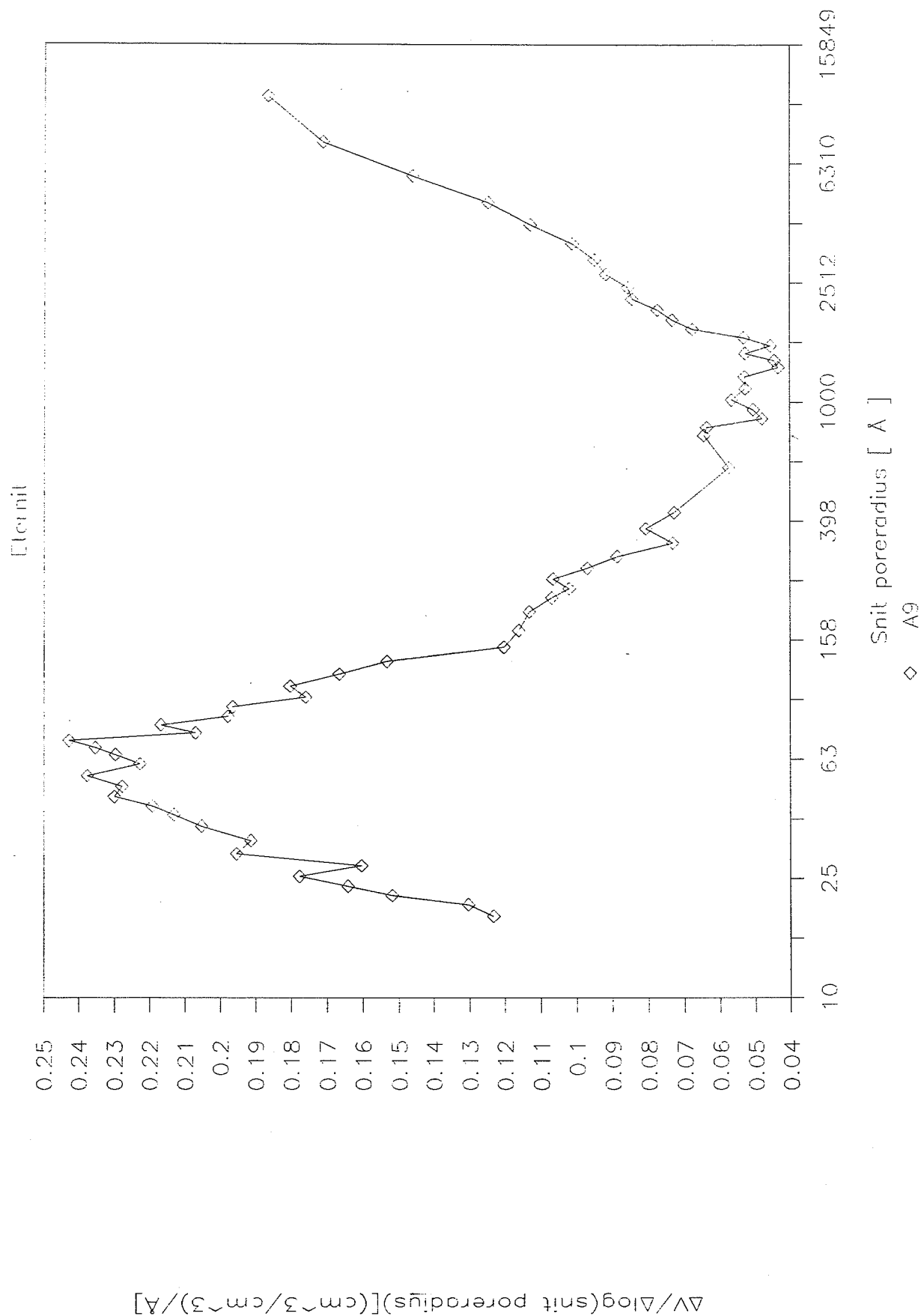


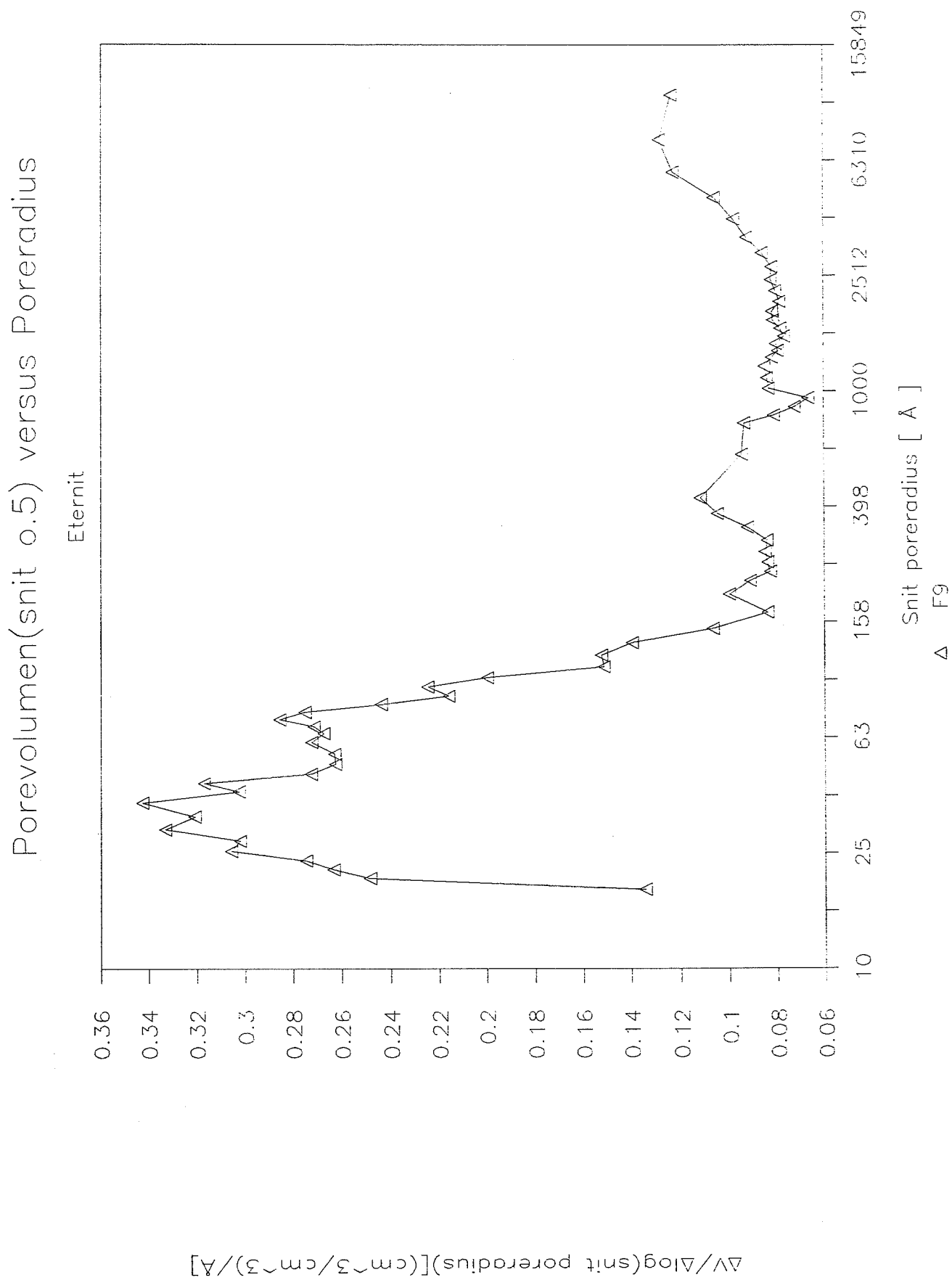


Porevolumen(snit 0.5) versus Poreradius



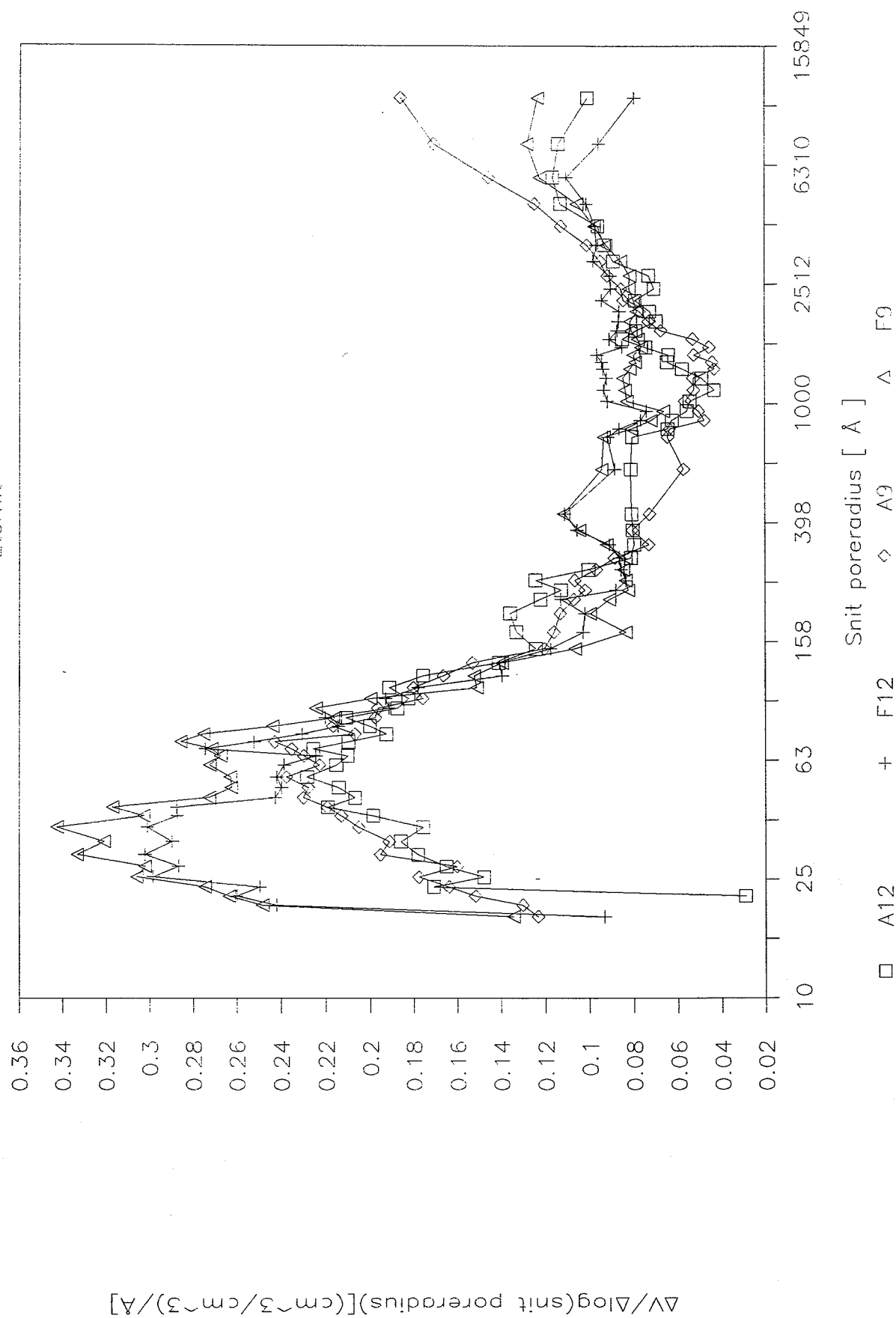
Porevolumen(snit 0.5) versus Poreradius

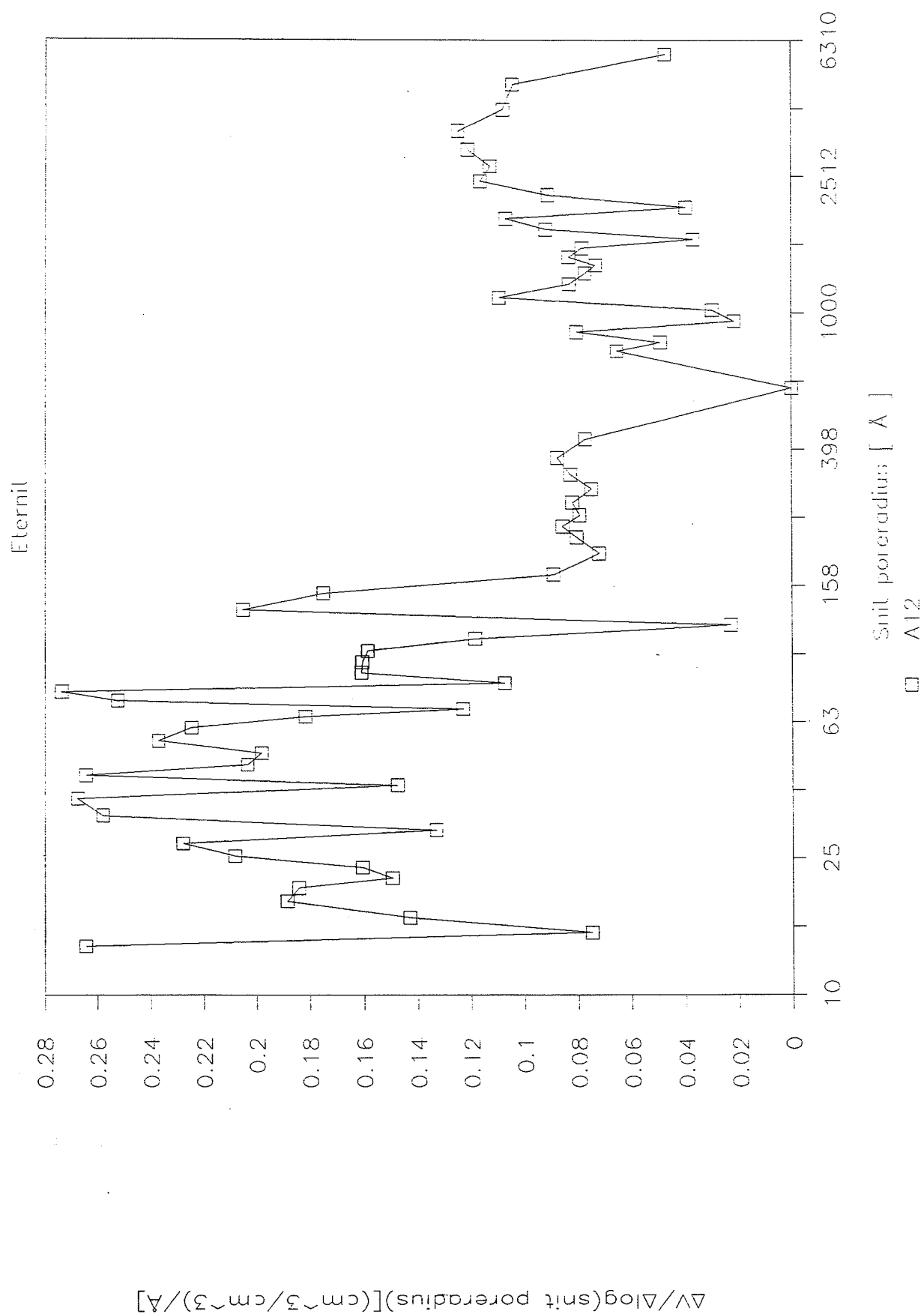


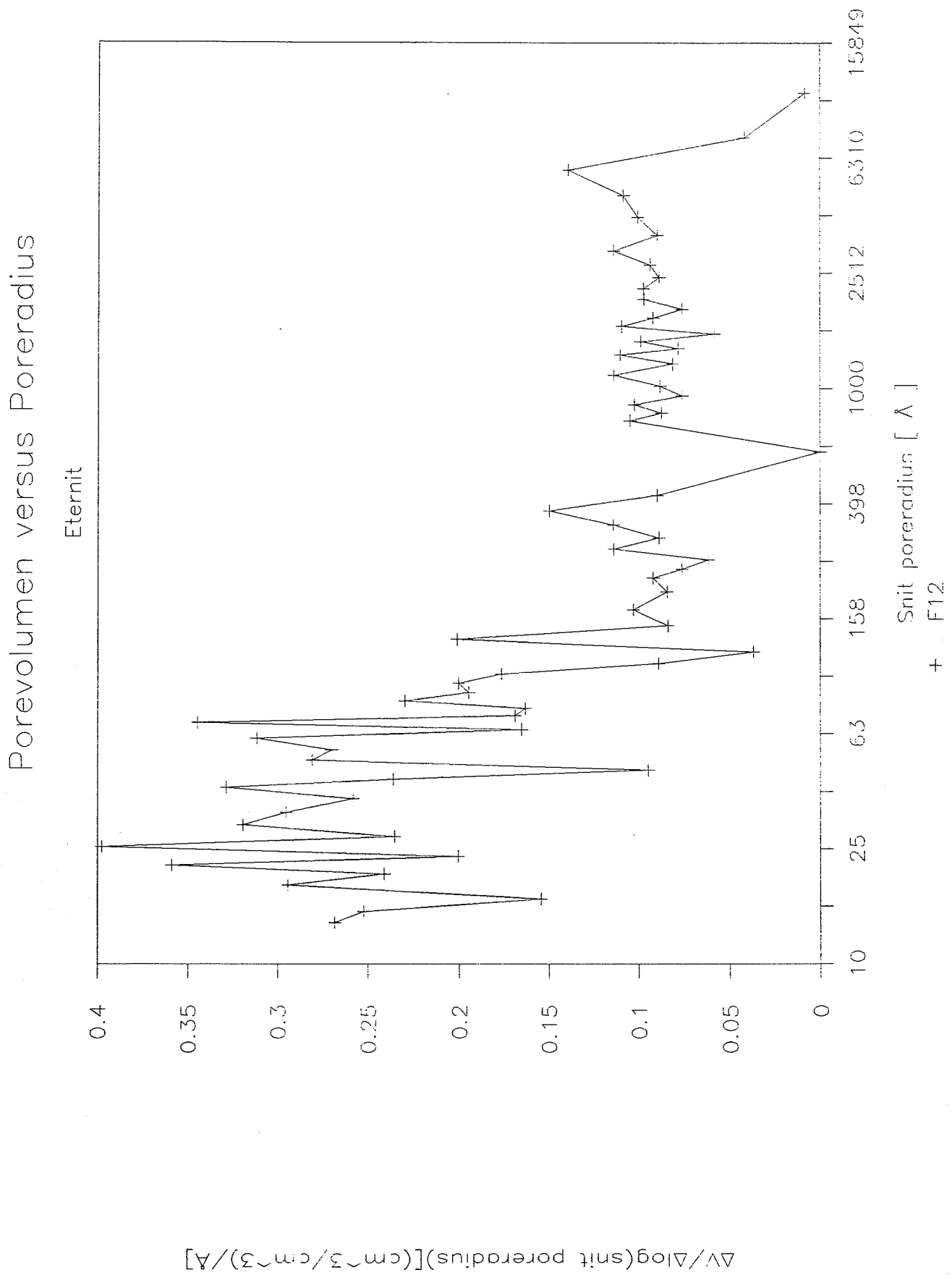


Porevolumen(snit 0.5) versus Poreradius

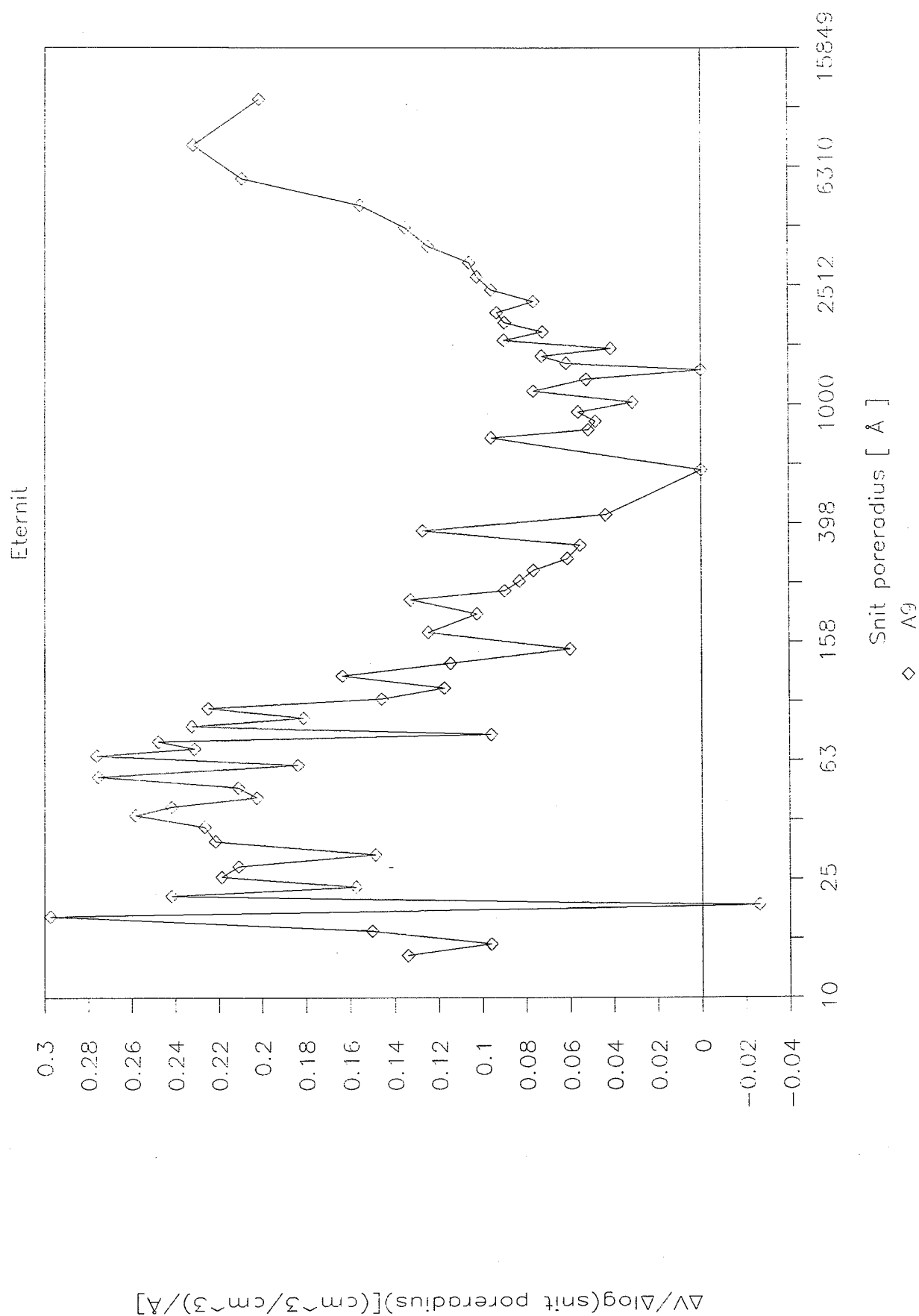
Eternit



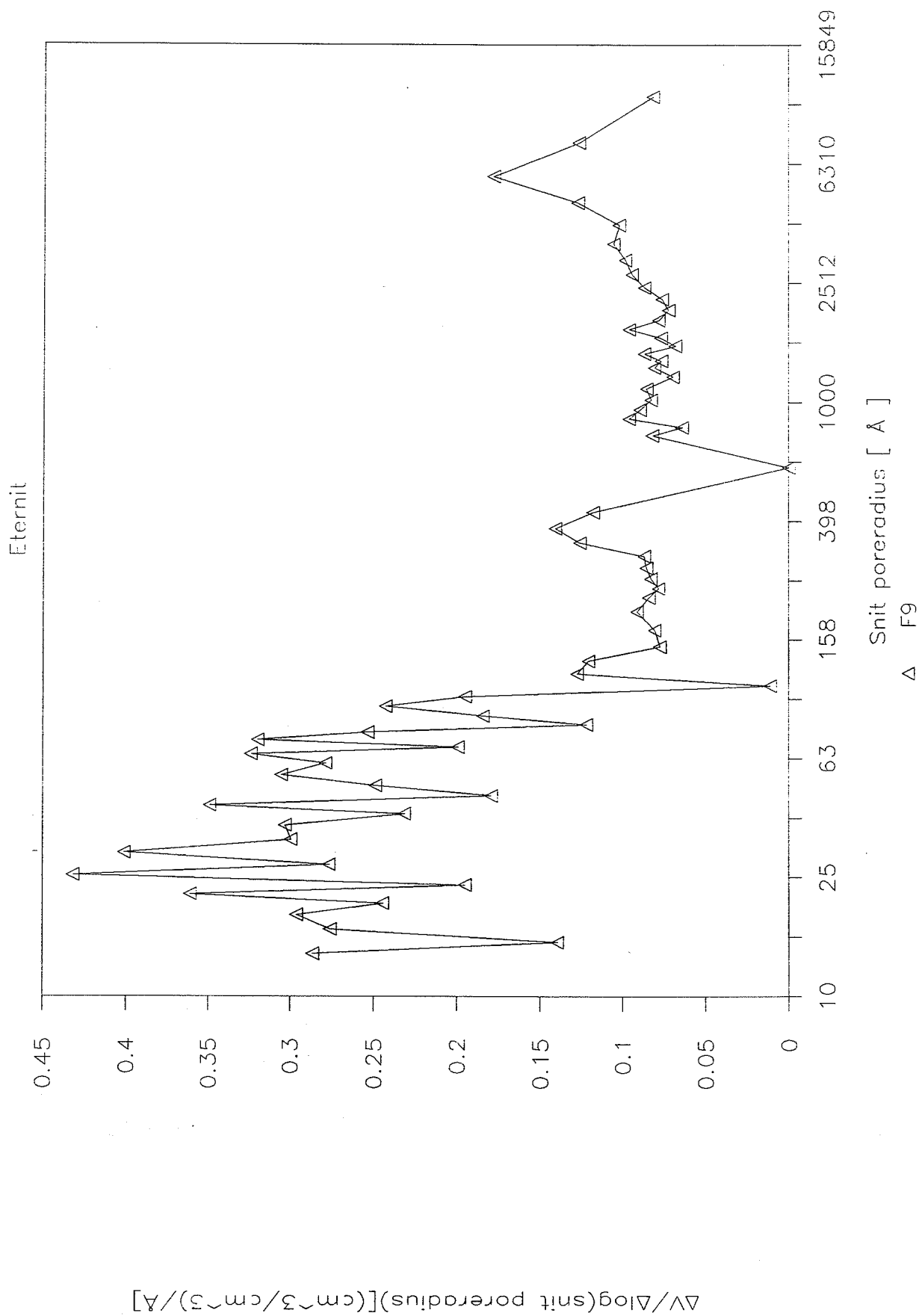




Porevolumen versus Poreradius

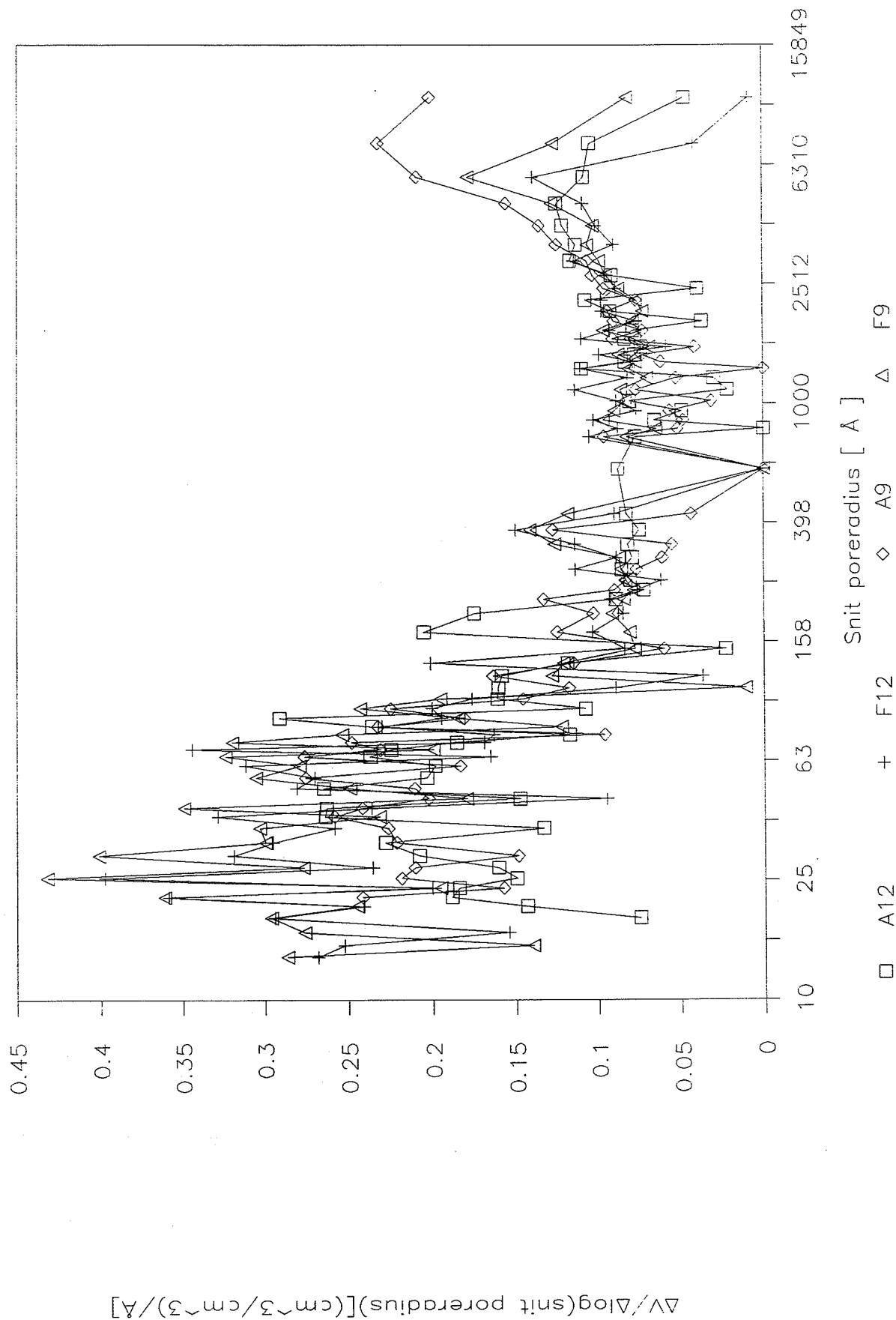


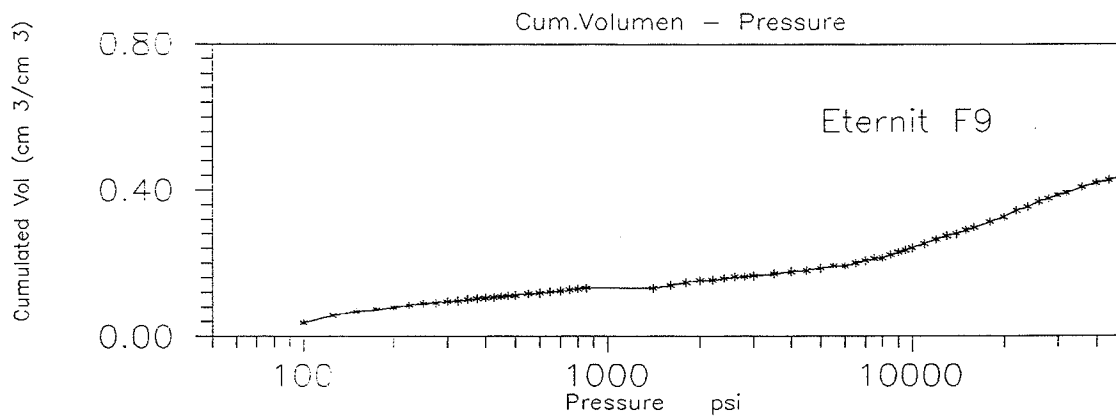
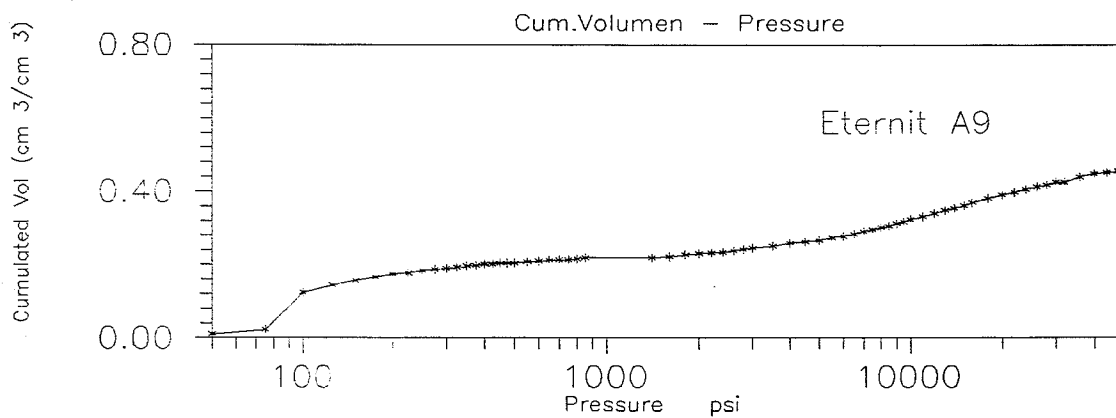
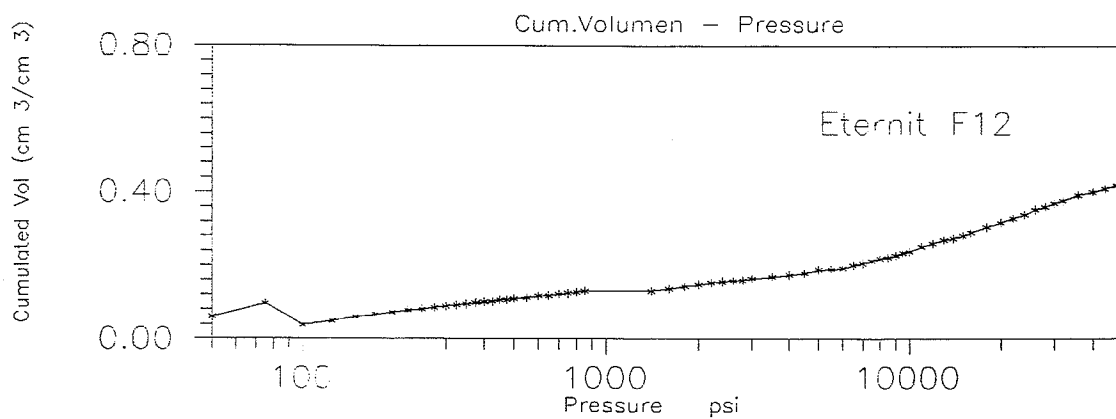
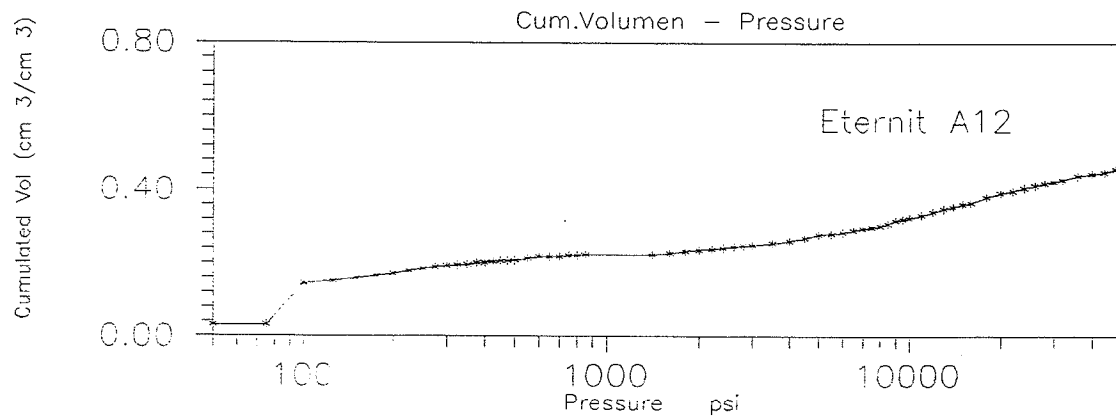
Porevolumen versus Poreradius



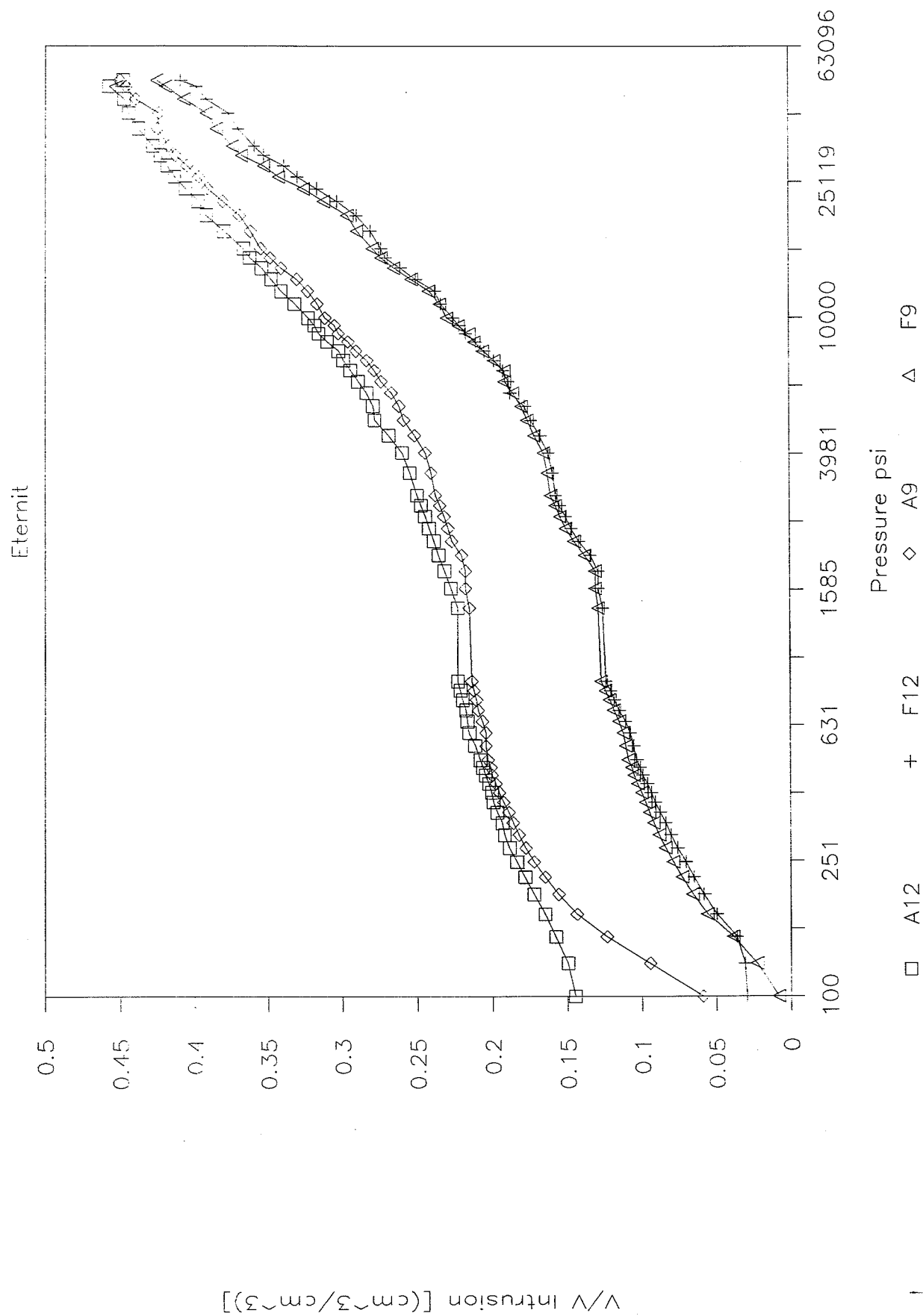
Porevolumen versus Poreradius

Eternit

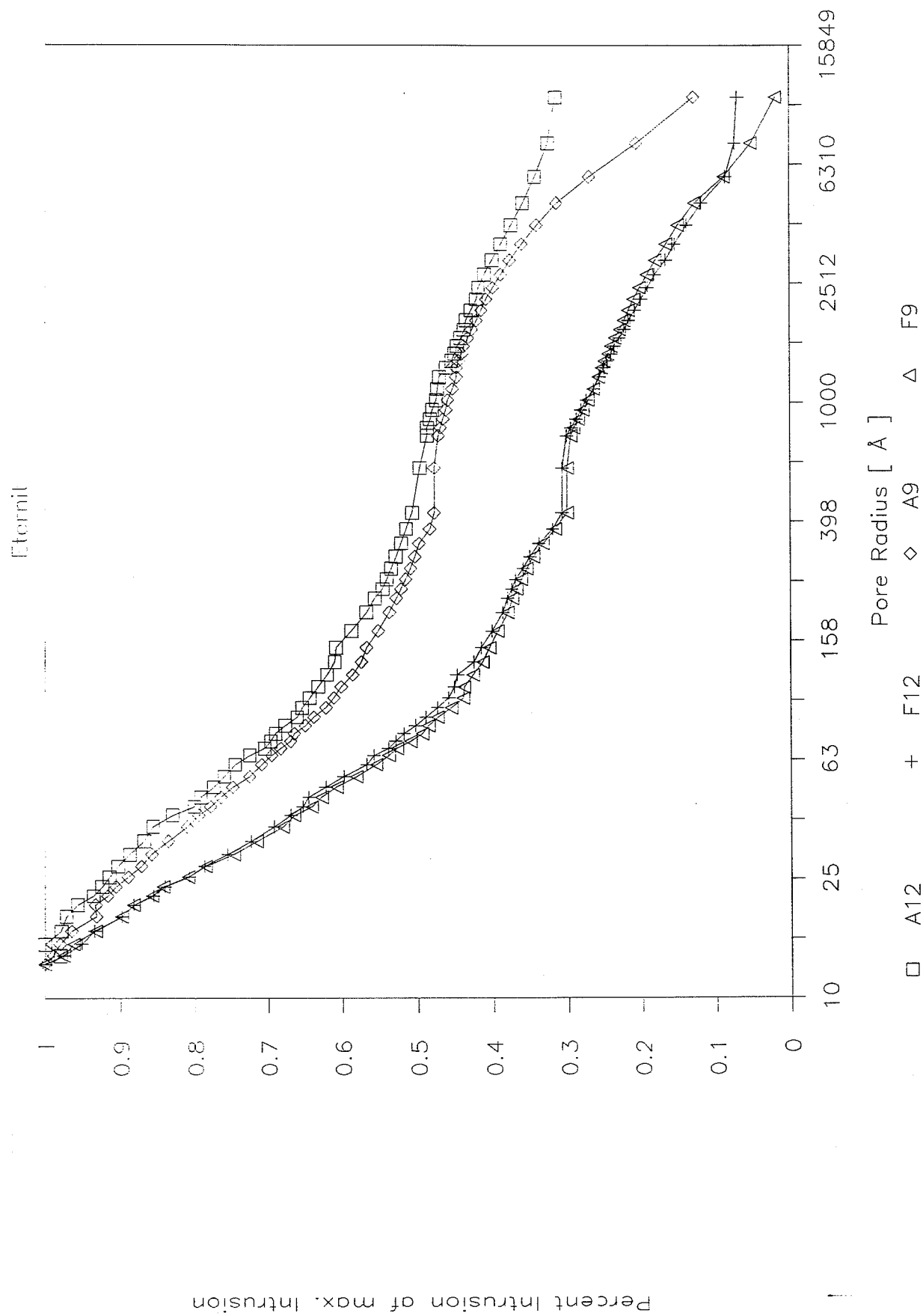




Pressure versus Volumen Intrusion



Percent Penetration of Porevolumen



LITTERATURLISTE

Bager, Dirch H. and Erik J. Sellevold: "Mercury Porosimetry of Hardened Cement Paste: The Influence of Particle Size". Cement and Concrete Research. Vol. 5, pp.171-178, 1975.

"Handbook of Chemistry and Physics". Chemical Rubber Co., the 64th edition. 1983 - 1984.

Feldman, R.F. and Beaudoin, J.J.: "Pretreatment of Hardened Hydrated Cement Pastes for Mercury Intrusion Measurements". Cement and Concrete Research. Vol. 21, pp.297-308, 1991.

Gregg, S.J. and Sing, K.S.W.: "Adsorption, surface area and porosity". 1967.

Herholt, Aa. m.fl.: "Beton-Bogen". Aalborg Portland, 1985.

Micromeritics Instrument Corporation: "Instruction Manual, Model 900/910 series, Mercury Penetration Porosimeter", Rev. 20.04.70

Nielsen, A.M., J. Villadsen and K.K. Hansen: "Vejledning til kviksølvporosimeter." Technical Report 232/91, Building Materials Laboratory, The Technical University of Denmark. 1991.

Scholten, J.J.F.: "Mercury porosimetry and allied techniques". In: R.L. Boud (ed) "Porous Carbon Solids", pp.225-249, 1967.

Sørensen, E.V.: "Water Vapor Permeability of Hardened Cement Paste". Technical Report 83/80, Building Materials Laboratory, The Technical University of Denmark. 1980.

Washburn and Co-workers describes phenomenon of capillary depression. About 1920.

Winslow, D.N., and S. Diamond: "A mercury porosimetry study of the porosity in portland cement". Journal of Materials, JMLSA vol. 5, no. 3, pp. 564-585, 1970.

B I L A G

	Side
1. Forside af Program	B1
2. Eternit Prøve A12	B2 - B3
3. Eternit Prøve F12	B4 - B5
4. Eternit Prøve A9	B6 - B7
5. Eternit Prøve F9	B8 - B9
6. BLANK RUN	B10-B11
7. Eigil V. Sørensen's kurver og teori	B12-B13
8. Kviksølvs kompressibilitet	B14-B15

Almene Forudsætninger:

Hg's

Overfl.spænd.Sigma = 0.484 [N/m]

Kontaktvinkel til :

Cement Theta = 117 [degree] (Eternit, Gasbeton)

Tegl Theta = 140 [degree]

1 psi = 6894.8 [Pa]

Pore radius $r(p) = -[2*\sigma*\cos(\theta)]/p$

Hvis et skævt tryk er målt, så interpoleres ud fra det nærmeste tryk. Hvis $p(i+1)$ er nærmest $p(i)$ så

Count(i)=Count(i+1)-DCount/Dx*x

*: Her er interpolation foretaget, se fgl. datasider

sn: Forkortelse for gennemsnit (mellem foregående og samme linie)

Cum.Int.: Forkortelse for Cumuleret Intruderet

I udtrykket W(ES) betyder 'ES' Evaporable Saturation

dvs. vægt af fordampeligt vand fra fuldt vandmættet prøve.

Korrektion for Hg's kompressibilitet

se LOOKUP TABLE for BLANK RUN nederst

Formler i regneark:

Overskrift	Enheder	Celle	Formel eller Værdi
p	[psi]	B58:	175
Counts Rå		C58:	482
Counts Korr.		D58:	+C58-@VLOOKUP(B58,\$TABLE,1)
r(p) [E-10m]	[Å]	E58:	-2*\$SIGMA*@COS(\$THETA/180*@PI)*10000000000/(B58*\$PSI)
Cum.Int.	[cm^3/g]	F58:	+D58*CELLEFAKTOR/MASSE
Cum.Int [cm^3/	cm^3]	G58:	+F58*TDENS
Pc. Intr.		H58:	+G58/@MAX(G\$53..G\$120)
snit r(p)	[Å]	I58:	(E57+E58)/2
log sn r(p)	[Å]	J58:	@LOG(I58)
DV/ Dlog r(p)	[cm^3/ Å]	K58:	-(G58-G57)/(@LOG(E58)-@LOG(E57))
Udjævne over 5		L58:	@AVG(K56..K60)

Prøve 9143

Dato :17-04-91

Eternit Prøve

A12

Celle # 90
 Cellefaktor = 4.91E-04 [cm³/count]
 Tørdensitet = 1.470 [kg/m³]
 Masse= 2.095 [gram]
 W(ES)= 0.290 [g vand/g tør]

p	Counts	Counts	r(p)	Cum.Int.	Cum.Int.	Pc.	snit	log	DV/	Udjævnet
[psi]	Rå	Korr.	[E-10m]	[cm ³ /g]	[cm ³ /cm ³]	Intr.	r(p)	sn r(p)	Dlog r(p)	over 5
			[Å]				[Å]	[Å]	[cm ³ / Å]	
50										
75										
* 100	422	421	6374	0.098631	0.14499	31.7%				
125	435	434	5099	0.101757	0.14958	32.7%	5736	3.759	0.0474	
150	459	458	4249	0.107384	0.15785	34.5%	4674	3.670	0.1045	
175	482	479	3642	0.112308	0.16509	36.1%	3946	3.596	0.1081	0.101218
200	503	500	3187	0.117232	0.17233	37.7%	3415	3.533	0.1248	0.114331
225	521	518	2833	0.121452	0.17853	39.0%	3010	3.479	0.1213	0.116752
250	536	533	2550	0.124969	0.18370	40.2%	2691	3.430	0.1130	0.113371
275	550	547	2318	0.128251	0.18853	41.2%	2434	3.386	0.1166	0.096341
300	560	557	2125	0.130596	0.19198	42.0%	2221	3.347	0.0912	0.093502
325	564	561	1961	0.131534	0.19335	42.3%	2043	3.310	0.0397	0.089310
350	574	571	1821	0.133878	0.19680	43.0%	1891	3.277	0.1071	0.073373
375	582	579	1700	0.135754	0.19956	43.6%	1760	3.246	0.0920	0.070840
400	585	582	1593	0.136457	0.20059	43.9%	1647	3.217	0.0369	0.079570
425	592	588	1500	0.137864	0.20266	44.3%	1547	3.189	0.0785	0.072830
450	598	594	1416	0.139271	0.20473	44.8%	1458	3.164	0.0833	0.069898
475	603	599	1342	0.140443	0.20645	45.1%	1379	3.140	0.0734	0.079173
500	608	604	1275	0.141616	0.20818	45.5%	1308	3.117	0.0774	0.085354
550	619	614	1159	0.143960	0.21162	46.3%	1217	3.085	0.0833	0.074642
600	631	626	1062	0.146774	0.21576	47.2%	1111	3.046	0.1094	0.064247
650	634	629	981	0.147477	0.21679	47.4%	1021	3.009	0.0297	0.064879
700	636	631	911	0.147946	0.21748	47.6%	946	2.976	0.0214	0.058063
750	643	638	850	0.149587	0.21989	48.1%	880	2.945	0.0805	0.049264
800	648	642	797	0.150525	0.22127	48.4%	823	2.916	0.0492	0.043315
850	653	647	750	0.151698	0.22300	48.8%	773	2.888	0.0655	0.054484
1400	653	647	455	0.151698	0.22300	48.8%	603	2.780	0.0000	0.055898
1600	667	660	398	0.154746	0.22748	49.7%	427	2.630	0.0773	0.062632
1800	681	673	354	0.157794	0.23196	50.7%	376	2.575	0.0876	0.064530
2000	692	684	319	0.160373	0.23575	51.5%	336	2.527	0.0829	0.080947
2200	702	693	290	0.162483	0.23885	52.2%	304	2.483	0.0749	0.081358
2400	711	702	266	0.164593	0.24195	52.9%	278	2.443	0.0821	0.080974
2600	719	710	245	0.166469	0.24471	53.5%	255	2.407	0.0793	0.080507
2800	727	718	228	0.168344	0.24747	54.1%	236	2.374	0.0857	0.079934
3000	734	725	212	0.169986	0.24988	54.6%	220	2.343	0.0805	0.081346
3500	751	739	182	0.173268	0.25470	55.7%	197	2.295	0.0721	0.100520
* 4000	769	754	159	0.176785	0.25987	56.8%	171	2.232	0.0891	0.124437
4500	799	780	142	0.182881	0.26884	58.8%	150	2.178	0.1752	0.112912
* 5000	828	807	127	0.189270	0.27823	60.8%	135	2.129	0.2053	0.122211
* 5500	838	810	116	0.189915	0.27918	61.0%	122	2.085	0.0229	0.136109
6000	858	823	106	0.192963	0.28366	62.0%	111	2.046	0.1186	0.133198
6500	876	839	98	0.196714	0.28917	63.2%	102	2.009	0.1586	0.124355
7000	893	854	91	0.200231	0.29434	64.4%	95	1.976	0.1606	0.141295
7500	910	868	85	0.203514	0.29917	65.4%	88	1.945	0.1610	0.172343
* 8000	921	877	80	0.205565	0.30218	66.1%	82	1.916	0.1076	0.191128
8500	947	898	75	0.210470	0.30939	67.6%	77	1.888	0.2738	0.183640

Prøve 9143

Dato :17-04-91

Eternit Prøve

A12

Celle # 90
Cellefaktor = 4.91E-04 [cm³/count]
Tørdensitet = 1.470 [kg/m³]
Masse= 2.095 [gram]
W(ES)= 0.290 [g vand/g tør]

p	Counts	Counts	r(p)	Cum.Int.	Cum.Int.	Pc.	snit	log	DV/	Udjævnet
	Rå	Korr.	[E-10m]	[cm ³ /g]	[cm ³ /Intr.		r(p)	sn r(p)	Dlog r(p)	over 5
[psia]			[Å]		cm ³]		[Å]	[Å]	[cm ³ / Å]	
9000	966	916	71	0.2147346	0.31566	69.0%	73	1.863	0.2526	0.187791
9500	976	924	67	0.2167024	0.31855	69.6%	69	1.839	0.1232	0.211236
10000	992	936	64	0.2194573	0.32260	70.5%	65	1.816	0.1818	0.203902
11000	1022	963	58	0.2257878	0.33191	72.6%	61	1.784	0.2248	0.193048
12000	1050	989	53	0.2318839	0.34087	74.5%	56	1.745	0.2371	0.209103
13000	1076	1009	49	0.2365731	0.34776	76.0%	51	1.708	0.1983	0.225657
14000	1103	1028	46	0.2410279	0.35431	77.5%	47	1.675	0.2035	0.210205
15000	1130	1051	42	0.2464206	0.36224	79.2%	44	1.644	0.2646	0.216313
16000	1145	1063	40	0.2492341	0.36637	80.1%	41	1.615	0.1476	0.228284
18000	1192	1103	35	0.2585487	0.38007	83.1%	38	1.575	0.2677	0.214236
20000	1233	1137	32	0.2665844	0.39188	85.7%	34	1.527	0.2582	0.206927
22000	1263	1153	29	0.2703358	0.39739	86.9%	30	1.483	0.1332	0.219057
24000	1295	1178	27	0.2761974	0.40601	88.8%	28	1.443	0.2280	0.197648
26000	1322	1199	25	0.2811211	0.41325	90.4%	26	1.407	0.2082	0.175925
28000	1349	1214	23	0.2846380	0.41842	91.5%	24	1.374	0.1606	0.186169
30000	1368	1227	21	0.2876861	0.42290	92.5%	22	1.343	0.1495	0.178298
32000	1394	1242	20	0.2912030	0.42807	93.6%	21	1.313	0.1845	0.165278
36000	1432	1270	18	0.2977680	0.43772	95.7%	19	1.274	0.1887	0.148140
40000	1462	1289	16	0.3022228	0.44427	97.1%	17	1.226	0.1431	0.171133
44000	1493	1298	14	0.3043329	0.44737	97.8%	15	1.182	0.0749	0.029263
48000	1536	1327	13	0.3111324	0.45736	100.0%	14	1.142	0.2645	-0.06181
50000	1540	1300	13	0.3048019	0.44806	98.0%	13	1.114	-0.5249	

Prøve 9144

Dato :18-04-91

Eternit Prøve

F12

Celle # 90
 Cellefaktor = 4.91E-04 [cm³/count]
 Tærdensitet = 1.480 [kg/m³]
 Masse= 2.367 [gram]
 W(ES)= 0.280 [g vand/g tør]

	p	Counts	Counts	r(p)	Cum.Int.	Cum.Int.	Pc.	snit	log	DV/	Udjævnet
		Rå	Korr.	[E-10m]	[cm ³ /g]	[cm ³ /cm ³]	Intr.	r(p)	sn r(p)	Dlog r(p)	over 5
	[psi]			[Å]				[Å]	[Å]	[cm ³ / Å]	
*	50	97	96	12748	0.019921	0.02948	7.0%				
	75	102	101	8498	0.020959	0.03102	7.4%	10623	4.026	0.0087	
	100	119	118	6374	0.024487	0.03624	8.6%	7436	3.871	0.0418	
	125	163	162	5099	0.033618	0.04976	11.9%	5736	3.759	0.1394	0.079898
	150	191	190	4249	0.039428	0.05835	13.9%	4674	3.670	0.1086	0.096160
	175	215	212	3642	0.043994	0.06511	15.5%	3946	3.596	0.1009	0.110618
	200	232	229	3187	0.047522	0.07033	16.8%	3415	3.533	0.0900	0.101523
	225	251	248	2833	0.051464	0.07617	18.2%	3010	3.479	0.1141	0.097610
	250	265	262	2550	0.054370	0.08047	19.2%	2691	3.430	0.0940	0.096930
	275	277	274	2318	0.056860	0.08415	20.1%	2434	3.386	0.0890	0.098361
	300	289	286	2125	0.059350	0.08784	20.9%	2221	3.347	0.0975	0.090813
	325	300	297	1961	0.061633	0.09122	21.7%	2043	3.310	0.0972	0.090470
	350	308	305	1821	0.063293	0.09367	22.3%	1891	3.277	0.0763	0.094577
	375	317	314	1700	0.065161	0.09644	23.0%	1760	3.246	0.0923	0.086736
	400	327	324	1593	0.067236	0.09951	23.7%	1647	3.217	0.1096	0.087095
	425	333	329	1500	0.068274	0.10105	24.1%	1547	3.189	0.0583	0.087522
	450	341	337	1416	0.069934	0.10350	24.7%	1458	3.164	0.0990	0.091131
	475	347	343	1342	0.071179	0.10535	25.1%	1379	3.140	0.0785	0.085540
	500	355	351	1275	0.072839	0.10780	25.7%	1308	3.117	0.1103	0.096632
	550	367	362	1159	0.075122	0.11118	26.5%	1217	3.085	0.0816	0.094506
	600	381	376	1062	0.078027	0.11548	27.5%	1111	3.046	0.1138	0.094079
	650	391	386	981	0.080102	0.11855	28.3%	1021	3.009	0.0884	0.092520
	700	399	394	911	0.081762	0.12101	28.8%	946	2.976	0.0763	0.093728
	750	409	404	850	0.083838	0.12408	29.6%	880	2.945	0.1025	0.091968
	800	418	412	797	0.085498	0.12654	30.2%	823	2.916	0.0877	0.074298
	850	427	421	750	0.087365	0.12930	30.8%	773	2.888	0.1050	0.077036
	1400	427	421	455	0.087365	0.12930	30.8%	603	2.780	0.0000	0.086557
	1600	445	438	398	0.090893	0.13452	32.1%	427	2.630	0.0900	0.091846
	1800	471	463	354	0.096081	0.14220	33.9%	376	2.575	0.1501	0.088656
	2000	488	480	319	0.099609	0.14742	35.1%	336	2.527	0.1141	0.111413
	2200	501	492	290	0.102099	0.15111	36.0%	304	2.483	0.0890	0.105776
	2400	515	506	266	0.105005	0.15541	37.0%	278	2.443	0.1138	0.091023
	2600	522	513	245	0.106457	0.15756	37.6%	255	2.407	0.0618	0.086653
	2800	530	521	228	0.108117	0.16001	38.1%	236	2.374	0.0763	0.085819
	3000	539	530	212	0.109985	0.16278	38.8%	220	2.343	0.0923	0.083717
*	3500	561	549	182	0.113824	0.16846	40.2%	197	2.295	0.0849	0.088159
	4000	583	568	159	0.117871	0.17445	41.6%	171	2.232	0.1033	0.113163
	4500	601	582	142	0.120776	0.17875	42.6%	150	2.178	0.0841	0.102133
	5000	633	612	127	0.127002	0.18796	44.8%	135	2.129	0.2014	0.103039
	5500	645	617	116	0.128039	0.18950	45.2%	122	2.085	0.0371	0.117725
	6000	663	628	106	0.130322	0.19288	46.0%	111	2.046	0.0894	0.140993
	6500	685	648	98	0.134473	0.19902	47.4%	102	2.009	0.1767	0.139671
	7000	708	669	91	0.138830	0.20547	49.0%	95	1.976	0.2004	0.178273
	7500	730	688	85	0.142773	0.21131	50.4%	88	1.945	0.1948	0.189944
	8000	753	709	80	0.147131	0.21775	51.9%	82	1.916	0.2301	0.191368
	8500	771	722	75	0.149760	0.22165	52.8%	77	1.888	0.1478	0.221203

Prøve 9144

Dato :18-04-91

Eternit Prøve

F12

Celle # 90
 Cellefaktor = 4.91E-04 [cm³/count]
 Tørdensitet = 1.480 [kg/m³]
 Masse= 2.367 [gram]
 W(ES)= 0.280 [g vand/g tør]

p	Counts	Counts	r(p)	Cum.Int.	Cum.Int.	Pc.	snit	log	DV/	Udjævnet
[psia]	Rå	Korr.	[E-10m]	[cm ³ /g]	[cm ³ /cm ³]	Intr.	r(p)	sn r(p)	Dlog r(p)	over 5
			[Å]				[Å]	[Å]	[cm ³ / Å]	
* 9000	787	737	71	0.152843	0.22621	53.9%	73	1.863	0.1838	0.214652
9500	815	763	67	0.158389	0.23442	55.9%	69	1.839	0.3496	0.230957
10000	831	775	64	0.160828	0.23803	56.7%	65	1.816	0.1620	0.255409
11000	876	817	58	0.169543	0.25092	59.8%	61	1.784	0.3116	0.274797
* 12000	911	850	53	0.176438	0.26113	62.2%	56	1.745	0.2700	0.223856
13000	949	882	49	0.183032	0.27089	64.6%	51	1.708	0.2808	0.238727
* 14000	967	892	46	0.185095	0.27394	65.3%	47	1.675	0.0949	0.242146
15000	994	915	42	0.189880	0.28102	67.0%	44	1.644	0.2364	0.240652
16000	1027	945	40	0.196106	0.29024	69.2%	41	1.615	0.3287	0.242590
18000	1078	989	35	0.205180	0.30367	72.4%	38	1.575	0.2625	0.287428
20000	1128	1032	32	0.214160	0.31696	75.5%	34	1.527	0.2905	0.287296
22000	1185	1075	29	0.223084	0.33016	78.7%	30	1.483	0.3191	0.301067
24000	1221	1104	27	0.229102	0.33907	80.8%	28	1.443	0.2357	0.288637
26000	1272	1149	25	0.238440	0.35289	84.1%	26	1.407	0.3976	0.302298
28000	1305	1170	23	0.242798	0.35934	85.7%	24	1.374	0.2004	0.286701
30000	1346	1205	21	0.250061	0.37009	88.2%	22	1.343	0.3588	0.298402
32000	1379	1227	20	0.254627	0.37685	89.8%	21	1.313	0.2411	0.249761
36000	1438	1276	18	0.264795	0.39190	93.4%	19	1.274	0.2942	0.260137
40000	1472	1299	16	0.269568	0.39896	95.1%	17	1.226	0.1544	0.242028
44000	1528	1333	14	0.276624	0.40940	97.6%	15	1.182	0.2523	0.093336
48000	1575	1366	13	0.283472	0.41954	100.0%	14	1.142	0.2682	0.006032
50000	1577	1337	13	0.277454	0.41063	97.9%	13	1.114	-0.5024	

Prøve 9145

Dato :19-04-91

Eternit Prøve

A9

Celle # 90
 Cellefaktor = 4.91E-04 [cm³/count]
 Tørdensitet = 1.440 [kg/m³]
 Masse= 1.954 [gram]
 W(ES)= 0.300 [g vand/g tør]

p	Counts	Counts	r(p)	Cum.Int.	Cum.Int.	Pc.	snit	log	DV/	Udjævnet
[psi]	Rå	Korr.	[E-10m]	[cm ³ /g]	[cm ³ /Intr.		r(p)	sn r(p)	Dlog r(p)	over 5
			[Å]	[cm ³ /g]	cm ³]		[Å]	[Å]	[cm ³ / Å]	
50	164	163	12748	0.040975	0.05900	13.0%				
75	262	261	8498	0.065610	0.09448	20.7%	10623	4.026	0.2015	
100	342	341	6374	0.085721	0.12344	27.1%	7436	3.871	0.2318	
125	398	397	5099	0.099798	0.14371	31.6%	5736	3.759	0.2092	0.186607
150	432	431	4249	0.108345	0.15602	34.3%	4674	3.670	0.1554	0.171284
175	459	456	3642	0.114630	0.16507	36.2%	3946	3.596	0.1352	0.146156
200	479	476	3187	0.119657	0.17231	37.8%	3415	3.533	0.1248	0.124889
225	494	491	2833	0.123428	0.17774	39.0%	3010	3.479	0.1062	0.113042
250	507	504	2550	0.126696	0.18244	40.1%	2691	3.430	0.1028	0.101333
275	518	515	2318	0.129461	0.18642	40.9%	2434	3.386	0.0962	0.095109
300	526	523	2125	0.131472	0.18932	41.6%	2221	3.347	0.0766	0.091874
325	535	532	1961	0.133735	0.19258	42.3%	2043	3.310	0.0937	0.085803
350	543	540	1821	0.135746	0.19547	42.9%	1891	3.277	0.0900	0.084644
375	549	546	1700	0.137254	0.19765	43.4%	1760	3.246	0.0725	0.077567
400	556	553	1593	0.139014	0.20018	44.0%	1647	3.217	0.0904	0.073405
425	560	556	1500	0.139768	0.20127	44.2%	1547	3.189	0.0412	0.067743
450	565	561	1416	0.141025	0.20308	44.6%	1458	3.164	0.0729	0.053245
475	569	565	1342	0.142030	0.20452	44.9%	1379	3.140	0.0617	0.045659
500	569	565	1275	0.142030	0.20452	44.9%	1308	3.117	0.0000	0.052736
550	576	571	1159	0.143538	0.20670	45.4%	1217	3.085	0.0525	0.044402
600	584	579	1062	0.145550	0.20959	46.0%	1111	3.046	0.0766	0.043316
650	587	582	981	0.146304	0.21068	46.3%	1021	3.009	0.0312	0.052981
700	592	587	911	0.147561	0.21249	46.7%	946	2.976	0.0562	0.052819
750	596	591	850	0.148566	0.21394	47.0%	880	2.945	0.0483	0.056740
800	601	595	797	0.149572	0.21538	47.3%	823	2.916	0.0517	0.050492
850	608	602	750	0.151331	0.21792	47.9%	773	2.888	0.0962	0.047984
1400	608	602	455	0.151331	0.21792	47.9%	603	2.780	0.0000	0.063795
1600	616	609	398	0.153091	0.22045	48.4%	427	2.630	0.0437	0.064538
1800	635	627	354	0.157616	0.22697	49.8%	376	2.575	0.1274	0.057533
2000	642	634	319	0.159376	0.22950	50.4%	336	2.527	0.0554	0.072860
2200	650	641	290	0.161135	0.23204	51.0%	304	2.483	0.0612	0.080783
2400	658	649	266	0.163146	0.23493	51.6%	278	2.443	0.0766	0.073302
2600	666	657	245	0.165157	0.23783	52.2%	255	2.407	0.0833	0.088805
2800	674	665	228	0.167168	0.24072	52.9%	236	2.374	0.0900	0.097109
3000	685	676	212	0.169934	0.24471	53.7%	220	2.343	0.1329	0.106750
3500	707	695	182	0.174710	0.25158	55.2%	197	2.295	0.1027	0.102119
4000	730	715	159	0.179737	0.25882	56.8%	171	2.232	0.1248	0.107066
* 4500	743	724	142	0.181874	0.26190	57.5%	150	2.178	0.0602	0.113220
* 5000	759	738	127	0.185519	0.26715	58.7%	135	2.129	0.1147	0.116210
* 5500	785	757	116	0.190224	0.27392	60.2%	122	2.085	0.1637	0.120399
6000	804	769	106	0.193312	0.27837	61.1%	111	2.046	0.1177	0.153358
* 6500	820	783	98	0.196831	0.28344	62.2%	102	2.009	0.1458	0.166659
7000	842	803	91	0.201859	0.29068	63.8%	95	1.976	0.2249	0.180421
7500	860	818	85	0.205630	0.29611	65.0%	88	1.945	0.1812	0.172465
* 8000	880	836	80	0.210155	0.30262	66.5%	82	1.916	0.2325	0.196360
8500	891	842	75	0.211579	0.30467	66.9%	77	1.888	0.0779	0.198831