



STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Optimering av avslavling genom kalkstensinsprutning i eldstad vid rosteldning i Kalmar

Jan Åbom

Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning

Projekt B4-421

Optimering av avsvavling genom kalkstensinsprutning i eldstad vid rosteldning i Kalmar

Slutrapport

Sammanställd av Generator AB och Jan Åbom,
Institutionen för maskinsystem, Chalmers
Tekniska Högskola

Göteborg juni 1987

FÖRORD

Försöken har genomförts med anslag från VÄRMEFORSK av Jan Åbom, CTH, Kenneth Sandelin, Tarber Trading Nordic AB och Per Edenholm, Generator AB.

Insprutningsmekanismen har konstruerats och provats vid Avd för Kraft- och Värmeanläggningars Systemteknik, Chalmers Tekniska Högskola sedan 1975.

Professor Jan Stefenson har välvilligt ställt institutionens laboratorium till förfogande vid montering och provkörning av insprutningsmekanismen.

På uppdrag av direktör Bengt G Törnqvist, Tarber Trading Nordic AB, Stockholm, har en insprutningsmekanism för olika absorptionsmedel utvecklats. Den har använts vid försöken i hetvattencentralen Draken, Kalmar Energiverk.

Generator AB, som levererat pannan till Kalmar Energiverk, har ekonomiskt stött och varit oss behjälpliga vid försöken.

Personalen vid hetvattencentralen Draken har assisterat oss under de tre veckor försöken pågått. Ett varmt tack riktas till driftchefen Bo Carlsson och övrig personal.

Miljökonsulterna Studsvik har utfört:

Oxidationsgrad av bildad kalciumförening SO_2 -, NO_x och CO_2 -halt i rökgaserna samt i samarbete med Fläkt Industri AB: Stofthalt i rökgaserna.

Statens Energiverk har ekonomiskt stött utvecklingen av insprutningsmekanismen, projekt nr 377 041.

Ernströms Mineral AB, Örebro, har ställt dolomit till förfogande för försöken. Ett varmt tack riktas till civilingenjör Jan-Willy Gustafsson.

Göteborg i januari 1987

Jan Åbom

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid

Sammanfattning	1
Summary	2
Bakgrund och målsättning	3
Förutsättningar	3
Val av kalkkvalitet	4
Lämpligaste kalcineringsstemperatur	5
Kalkbränning	6
Lämpligaste uppehållstid för kalci- nering och upptagning av SO ₂	8
Injiceringspunkter	10
Utförande	13
Försöksresultat	14
Jämförelse med tidigare försök	29
Restprodukter vid insprutning av dolomit	31
Korrosionsminskning vid dolomitinjicering	31
Försöksosäkerheten	32
Litteraturförteckning	33

BILAGOR

Miljökonsulterna Studsvik, rapport bilaga 1	1-5
Miljökonsulterna Studsvik, rapport bilaga 2	1-25
jämte underlag för rapport	1-11
Svenskt Stål, kolanalys, bilaga 3	1
Fläkt Industri AB, protokoll bilaga 4	1-2
Förstudie av insprutningsmekanismen för pulver, bilaga 5	1-10

SAMMANFATTNING

Avsvavlingsförsök har genomförts i en rosteldad hetvattenpanna på 40 MW, ägd av Kalmar Energiverk.

Undersökningarna visade att genom inblåsning av finmald dolomit i eldstaden med en speciell inmatningsutrustning, kan man reducera SO_2 -halten i rökgaserna avsevärt.

Med ett Ca/S-förhållande på 1,67 avskildes 65% av SO_2 . Det kol som då eldades hade en svavelhalt på 0,55%.

Den provade inmatningsmekanismen är speciellt lämplig därför att den förmår separera de enskilda partiklarna och vidmakthålla denna separation under transporten in i eldstaden. Genom detta kan finkornt material med stor specifik yta utnyttjas mycket effektivt.

Emissionen av NO_x påverkades ytterst obetydligt av dolomitinblåsningen. Stoftemissionen minskade trots den ökade stoftmängd som tillfördes de elektrostatiska stoftavskiljarna.

Ordinarie sotblåsare höll värmeytorna tillfredsställande rena under proven.

Totalkostnaden för utrustning, energi och absorbent blir ca 1,4 öre/kWh med ovan angivna data på kol. Kostnaden är starkt beroende av priset på dolomit och kolets svavelhalt.

Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning har finansierat detta arbete.

SUMMARY

Tests have been carried out with regard to drydesulphurization in grate-fired hot water boiler of 40 MW, owned by Kalmar Energiverk.

The investigations showed that a considerable reduction of the SO₂-content in the flue gases could be made by a special injection mechanism with injections of finely ground dolomite in the furnace. With a Ca/S-proportion of 1,67, 65% SO₂ was separated. The coal had a sulphur content of 0,55%.

The tested injection-mechanism is especially suitable because of its capacity to separate the isolated particles and maintain this separation during transportation to the furnace. Through this, small-grained material with large specific surface can be exploited very efficiently.

The emission of NO_x was insignificantly influenced by the dolomite injection. The dust emission was reduced in spite of the increased dust quantity that was fed to the electrostatic dust separators.

Ordinary soot blowers kept the heat surfaces sufficiently clean during the tests.

The total cost for equipment, energy and absorbent is about SEK 0,014 /kWh with the above stated data for coal. The cost depends very much on the price for dolomite and the coal's sulphur-content.

Stiftelsen Värmeteknisk Forskning has financed this work.

Keywords:

Drydesulphurization
Injectionmechanism
Limestone
Dolomite
Combustioncleaning
Sulphurreduction
NO_x-reduction

BAKGRUND OCH MÅLSÄTTNING

Försök med inblåsning av olika kalksorter har tidigare utförts i koleldade wanderrostpannors eldstäder. Reduktion av svaveldioxidutsläppen med 25-50% har erhållits.

En speciell insprutningsutrustning som kan dosera och fördela finkornig kalk har tagits fram på CTH. Vid prov i mindre anläggningar har den givit bra resultat.

Avsikten med detta prov var att prova insprutningsutrustningen i fullstor skala och att kunna jämföra med tidigare utförda prov.

Förutsättningar

För att en god avsvavling skall ske vid torrinjicering av kalk i en eldstad, måste följande beaktas:

- 1 Kalk av tillräckligt fin kornstorleksfördelning skall användas.
- 2 De enskilda kalkpartiklarna måste separeras från varandra för att erhålla god kalcinering samt för att en stor yta skall erhållas för SO₂-upptagning.
- 3 Injicering bör ske så att hela gasströmmen i pannan tillförs kalk.
- 4 Injicering måste ske i den del av pannan som har den mest lämpliga kalcineringstemperaturen.
- 5 Tiden för kalcinering och tiden för upptagning av SO₂ måste vara tillräcklig.

Val av kalkkvalitet

Ju finkornigare pulver, desto snabbare kalcinering och bättre absorption.

Det är därför naturligt att välja Myanit 0 - 10 μ och Myanit 0 - 30 μ från Ernström Mineral AB, eftersom de har den på marknaden minsta förekommande kornstorleksfördelningen.

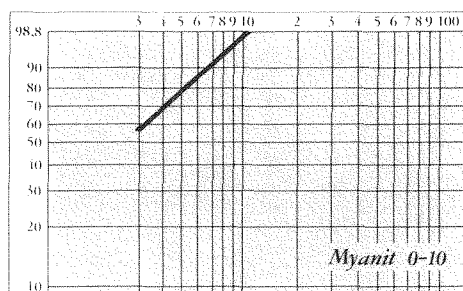
Fig 1 visar kornstorleksfördelningen hos de båda sorterna

KEMISK ANALYS DOLOMIT MYANIT

SiO ₂	2,9 %
Al ₂ O ₃	0,3 %
Fe ₂ O ₃	0,4 %
MgCO ₃	43,9 %
CaCO ₃	52,5 %

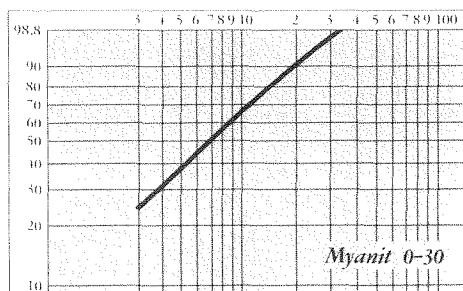
Glödningsförlust	44,8 %
Fukt	0,3 %

Med denna analys åtgår teoretiskt 5,95 kg dolomit för att absorbera 1 kg svavel



Method of analysis: Andreasen's pipette method

Particle size	Weight per cent through
20 microns	100
10 microns	98
5 microns	78
3 microns	56



Method of analysis: Andreasen's pipette method

Particle size	Weight per cent through
50 microns	100
30 microns	98
20 microns	91
10 microns	64
5 microns	37
3 microns	24

Fig 1 Kornstorleksfördelning
Dolomit Myanit 0-10 μ och 0-30 μ

Fig 1 Disposition of grain size
Dolomit Myanit 0-10 μ och 0-30 μ

Lämpligaste kalcineringsstemperatur

Ett flertal erkända experter har behandlat denna fråga (1).

Från I Bjerle (2) har nedanstående figur tagits.

I fig 2 visas de möjliga temperaturområdena för aktuella kalkbaserade rökgasreningsprocesser. Alla processer med undantag av torrinjektion vid 400°C är kommersiella.

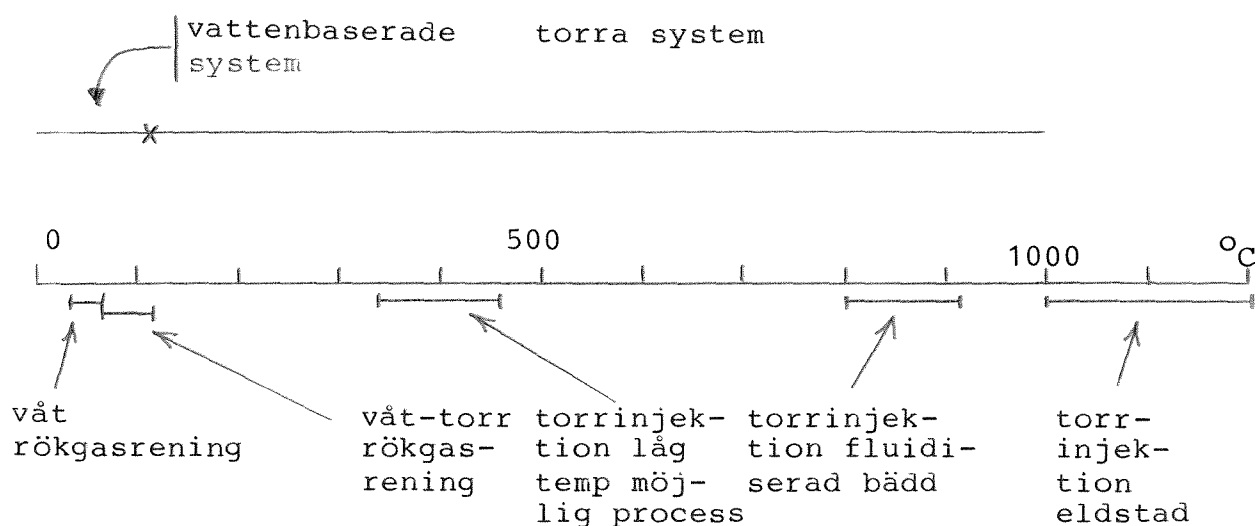


Fig 2 Processer för kalkstensbaserad rökgasrening

Fig 2 Processes for flue gas cleaning based on limestone

Från Jan-Willy Gustafsson (3) har nedanstående kapitel tagits.

Kalkbränning

Som de flesta karbonatföreningar sönderdelas kalksten och dolomit vid upphettning i respektive metalloxider under avgivande av gasformig koldioxid. Enkelt kan sägas att stenen vid försiktig bränning förlorar cirka hälften av sin vikt utan att dess yttervolym förändras. Detta kallas kalcinering.

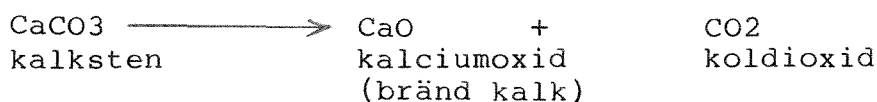
Vid kalcineringen bildas porer och sprickor i stenen där koldioxiden från det inre av partikeln letar sig ut och kvarlämnar en partikel med stor, inre yta.

Vid temperaturer högt över sönderdelningstemperaturen börjar materialet att sintra - densiteten ökar. Förutom temperaturen påverkas sintringen av uppehållstid och eventuella föroreningar, exempelvis hög järnhalt, påskyndar sintringen.

Sintringsprocessen börjar på partikelns yta och fortsätter in mot mitten. En snabb sintring gör att partikelns inre yta avskärmas mot omgivningen då porerna täpps till.

Kalkbränning

900°C



Kalksläckning



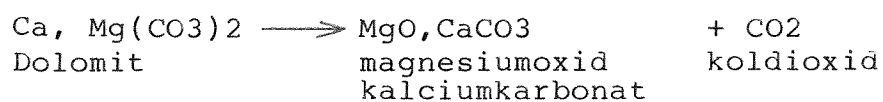
Återkarbonatisering



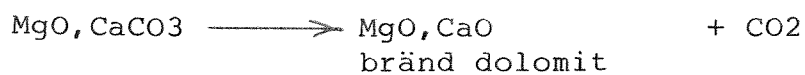
Den sista reaktionen utnyttjas exempelvis när kalk används som oorganiskt bindemedel i puts.

Bränning av dolomit sker på likartat sätt men med koldioxidavgång i två steg:

700°C



900°C



Dolomit avger mer koldioxid per viktenhet än kalksten.

Walter Hübner (4) har visat att magnesiumoxiden bidrar obetydligt till dolomitens avsvavlingsförmåga.

Lämplig uppehållstid för kalcinering och upptagning av SO₂

I referens (1) finns nedanstående diagram, fig 3, över beräknade kalcinerings tiden för finporig kalksten, som funktion av temperatur och kornstorlek, utfört av B Vosteen (5).

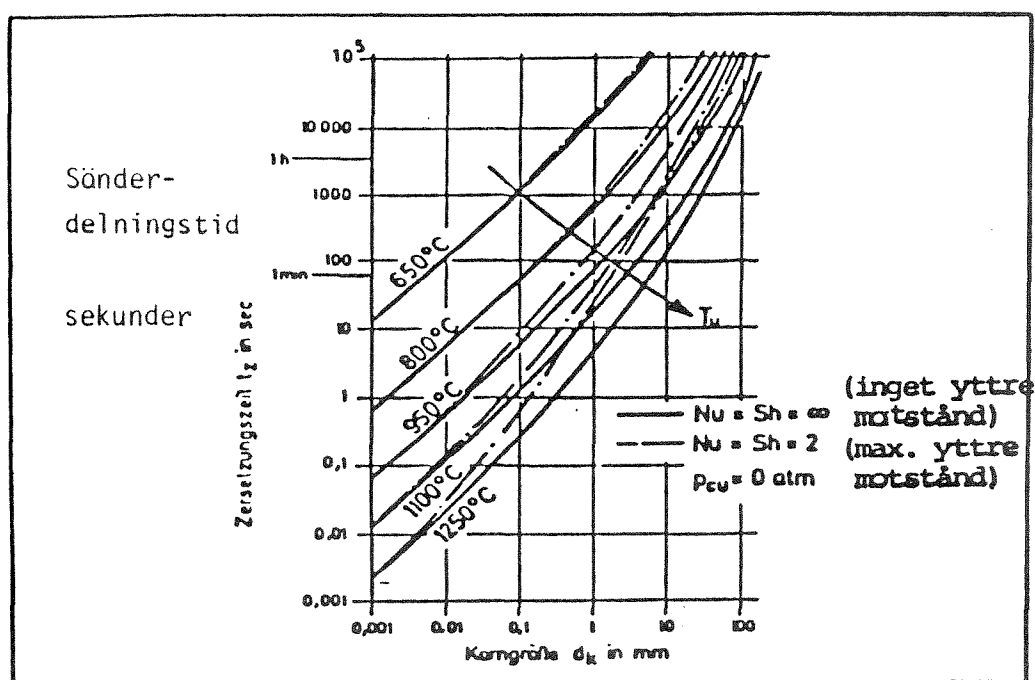


Fig 3 Beräknade kalcinerings tider för finporig kalksten som funktion av temperatur och kornstorlek

Fig 3 Calculated time for calcination of fine pored limestone as function of temperature and grain size

(Vosteen, B, Dissertation TU, Braunschweig 1980)

Som framgår av detta diagram kalcineras en 10 μ partikel på ca 0,5 sekunder vid 1000°C. Borgwardt och Lurgi uppger att en 10 μ partikel kalcineras på tiondelar av en sekund vid samma temperatur (1).

Uppehållstiden från injektionspunkten till inträde i konvektionsdelen, där gastemperaturen är ca 900°C vid 30 MW, beräknas till 0,7 sekunder under försöken i Kalmar-pannan.

Kemiska reaktioner för kalcinering och sulfit/sulfateringsprocesserna ger som resultat nedanstående formler enligt (6).

Kalcineringen av kalkstenen innebär att koldioxid avges.



Dehydratiseringen innebär att släckt kalk avger vatten.



Sulfit/sulfateringsprocessen sker enligt:



Formlerna 1 och 2 är värmekrävande (endoterma).

Formlerna 3,4 och 5 är värmeavgivande (exoterma).

Erhålls hög sulfateringsgrad kan detta medföra värmestegring i pannans konvektionsdel.

Injiceringspunkter

Vid Kalmar-försöken injicerades dolomiten i pannan genom de sex befintliga hålen som fanns upptagna i panntaket, se fig 4.

Hålen sitter med en delning av 756 mm. Injiceringslansarnas innerdiameter var 30 mm.

Förmodligen hade ett större antal hål, med mindre diameter, placerade ovanför tändvalvet, varit att föredra. Härigenom hade dolomitpartiklarnas uppehållstid i pannan förlängs samt en bättre täckning av gasströmmen erhållits.

Ovanför tändvalvet är temperaturen även mer gynnsam ur kalcineringsynpunkt, se fig 5.

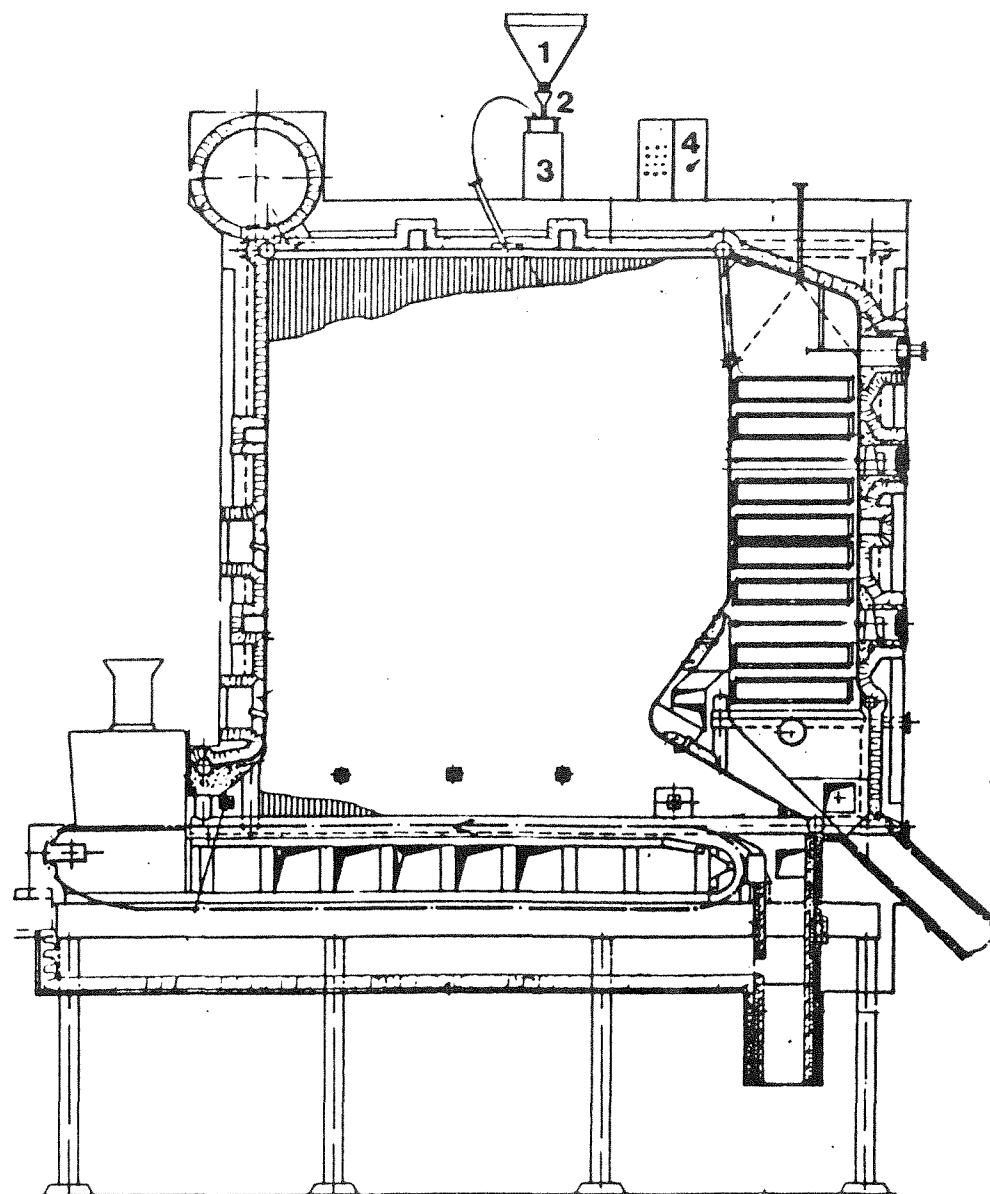


Fig 4 Insprutningsmekanismens placering

- 1 Volymetrisk doserenhet
- 2 Stenavskiljare
- 3 Insprutningsmekanism AS1000
- 4 Reglerutrustning

Fig 4 Position of the injection mechanism

- 1 Volumetric measuring device
- 2 Stone separator
- 3 Injection mechanism AS1000
- 4 Regulation equipment

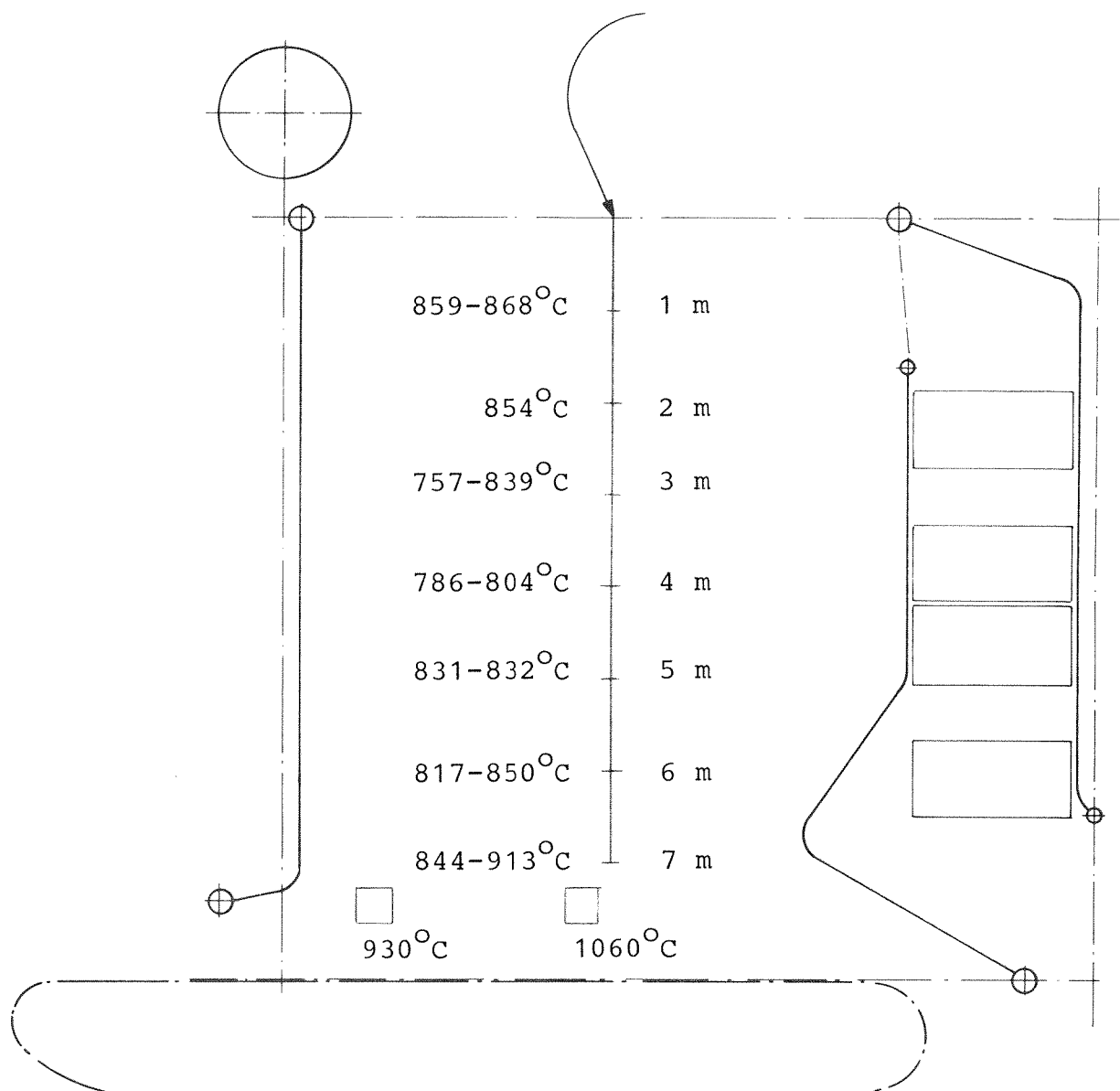


Fig 5 Temperaturmätningar vid 30 MW
Vid de nedersta mätpunkterna finns synglas

Fig 5 Temperature measurements at 30 MW
By the measuring points at the bottom
are sight glasses

Utförande

Efter en intrimningsperiod på två veckor kördes prov den 11 och 12 nov 1986.

Pannan kördes med konstanta förhållanden på ca 30 MW.

Mängden dolomit som injicerats med hjälp av insprutningsmekanismen kunde bestämmas med stor noggrannhet. Säckarna med de olika Myanitkvaliteterna vägde 25 ± 1 kg.

Klockslaget för påfyllning av varje enskild säck noterades.

Vakuumfiltret avskiljer dolomit från den luft som lämnar insprutningsmekanismen och strömmar vidare till vakuumpumpen.

Beroende på den insprutade dolomitmängden, fylldes vakuumfiltret med olika hastigheter. Då filtret var helt fullt, tömdes detsamma.

De anläggningar som kommer att säljas är försedda med ett automatiskt tömningssystem av vakuumfiltret.

Tömning av filtret noterades och mängden frånräknades den till pannan tillförda mängden.

Samtliga resultat räknas om till 10% CO₂ tg så att direkt inverkan av variation i luftöverskott elimineras.

Varje försöksserie inleddes med ett referensprov då ingen dolomit tillsattes. Medelvärdet av SO₂-halten i rökgaserna under detta prov utgör sedan referensvärde från vilket SO₂-reduktionen beräknas.

Vid kalibrering av mätinstrumenten har använts kalibreringsgas med sammansättning 283 ± 30 ppm SO₂ resp $9,95 \pm 0,20\%$ CO₂.

Kalibrering har skett före resp efter varje provserie varför noggrannheten av relationsvärdena är stor.

Även inverkan på grund av skiktning i gaskanalen vid provstället bör vara litet för relativa värden.

Försöksresultat

Från datalistorna över körningarna den 11 och 12 nov 1986 ur bilaga 1 har tabellerna nr 1 t o m 10 sammanställts.

I tabell 11 har medelvärden av mätresultaten sammanställts, varvid mätvärden inom 15 minuter efter störningar ej har tagits med.

Vid studium av tabellerna 2 t o m 10, noterar man här den mycket snabba sänkningen av SO₂-halten i rökgasen.

Vid injicering av Myanit 0 - 30 μ och Myanit 0 - 10 μ , erhålls stabila värden redan efter cirka 15 minuter.

Då vakuumfiltret tömdes, ökade genast SO₂-halten, trots att endast 5 minuter åtgick för denna operation.

Svavelmängden vid beräkning av Ca/S baseras på uppmätt SO₂-halt i referensprovet och uppmätt gasflöde (bil 2 sid 10). För att teoretiskt absorbera 1 kg svavel åtgår 5,95 kg dolomit.

Fig 7 sid 27 visar ett diagram över verklig SO₂-reduktion procent i rökgaserna som funktion av injicerad dolomit kg/MW.

Fig 8 sid 28 visar ett diagram över verklig SO₂-reduktion procent som funktion av dolomitzkostnad exkl frakt, januari 1987, SEK MWh.

Observera att vi i diagrammen, fig 7 och 8, har räknat med den i pannan avgivna värmemängden.

Vid beräkning av kostnader, fig 8, har använts 1,00 kr/kg för 0-10 μ Myanit och 0,65 kr/kg för 0-30 μ Myanit.

Datum 1986-11-11

Absorbent: Inget

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 %	SO2 re- duktion % CO2	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
----	-----	----------	-----------	---------------	---------------	---	--------------------------------	-------------------	------------------	------------------------	------------

143	13:36	11.2	206	1033	922						
144	13:41	10.8	209	933	864						
145	13:46	11	213	1012	920						
146	13:51	11.2	204	1054	941						
147	13:56	10.8	225	1002	928						
148	14:1	11	211	1025	932						
149	14:6	11	211	1013	921						
150	14:11	11.6	202	1083	934						
151	14:16	11.2	215	1037	926						
152	14:21	10.7	220	987	922						
153	14:26	10.9	235	1020	936						
154	14:32	10.5	214	980	933						
155	14:37	11.8	225	1135	962						
156	14:42	11.6	225	1094	943						
157	14:47	11.4	219	1074	942						
158	14:52	11.8	212	1145	970						
159	14:57	11.1	205	1051	947						
160	15:2	11	240	1034	940						
161	15:7	11.3	227	1079	955						
162	15:12	10.8	213	994	920			0	0	1.0	
163	15:17	11.6	199	1100	948			0	0	1.0	
164	15:22	12.2	195	1180	967			0	0	1.0	
165	15:27	11.2	223	1046	934			0	0	1.0	

Kl 14:37 till 15:07
är medelvärde 951 mg/nm3
tg vid 10% CO2 vilket an-
vänds vid reduktionsberäk-
ningarna av SO2 tom prov
243 - S 28,50 kg/h.

Kl 15:10 startas insprut-
ningsmekanismen, kvarlig-
gande dolomit lämnar
stenavskiljaren

Tabell 1

Datum 1986-11-11

Absorbent: Myanit 0-30 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 %	SO2 re- duktion % CO2	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
166	15:32	10.6	230	979	924			0	0	1.0	
167	15:37	10.6	233	978	923			0	0	1.0	
168	15:42	11.1	233	1035	932			0	0	1.0	Panneffekt 29,1 MW
169	15:47	8.7	144	842	968			0	0	1.0	
170	15:52	11.3	208	1020	903			0	0	1.0	
171	15:57	11.4	211	1055	925			0	0	1.0	
172	16:2	11	206	910	827	124	13.0	20	200	1.0	Kl 16:00 påbörjas dolomitin-
173	16:7	10.3	216	609	591	360	37.8	20	200	1.0	sprutningen 0-30 my, varvtal
174	16:12	10.4	228	602	579	372	39.1	20	200	1.0	240 rpm, renstryck 3,5 bar
175	17:17	11.1	217	643	579	372	39.1	20	200	1.0	Strömstyrka 3 amp
176	16:22	11.2	206	657	587	364	38.3	20	200	1.0	
177	16:27	10.6	221	586	553	398	41.9	20	200	1.0	
178	16:32	11.2	217	640	571	380	39.9	20	200	1.0	
179	16:37	11.4	207	654	574	377	39.7	20	200	1.0	Kl 16:40 dosering 30 Hertz
180	16:42	11.5	196	681	592	359	37.7	30	200	1.0	
181	16:47	11	220	556	505	446	46.9	30	270	1.0	
182	65:52	10.8	235	538	498	453	47.6	30	270	1.0	
183	16:58	10.8	246	513	475	476	50.1	30	270	1.0	
184	17:3	11.4	213	525	461	490	51.6	30	270	1.0	Kl 17:07 till 17:12 tömning av
185	17:8	11.9	188	723	607	343	36.1	0	0	1.0	vacuumfilter, panneffekt 28,8 MW
186	17:13	11.8	188	567	481	470	49.5	30	270	1.0	
187	17:18	11.2	182	533	476	475	50.0	30	270	1.0	
188	17:23	10.5	211	477	454	497	52.2	30	270	1.0	

Tabell 2

Datum 1986-11-11

Absorbent: Myanit 0-30 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 %	SO2 re- duktion % CO2	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
189	17:28	9.9	227	433	437	514	54.0	30	270	1.0	
190	17:33	10.8	228	501	464	487	51.2	30	270	1.0	
191	17:38	11.3	201	508	450	501	52.7	30	270	1.0	
192	17:44	11.6	189	513	442	509	53.5	30	270	1.0	
193	17:49	11.5	197	521	453	498	52.4	30	270	1.0	
194	17:54	10.6	223	453	427	524	55.1	30	270	1.0	
195	17:59	9.9	242	429	433	518	54.4	30	270	1.0	
196	18:4	10.8	249	463	429	522	54.9	30	270	1.0	
197	18:9	11.2	210	623	556	395	41.5	0	0	1.0	Kl 18:10 stoppas insprutnings- mekanismen. De 6 injicerings- sonderna utdrages
198	18:14	12	195	956	797	154	16.2	0	0	0	
199	18:19	11.9	199	1003	843	108	11.4	0	0	0	
200	18:24	10.9	208	924	848	103	10.9	0	0	0	
201	18:30	10.6	197	900	849	102	10.7	0	0	0	
202	18:35	11.4	45	1006	882	69	7.2	0	0	0	
203	18:40	11.7	0	985	842	109	11.5	0	0	0	
204	18:45	12.2	0	1105	906	-	-	0	0	0	Obs den kraftiga höjningen av SO2-halten
205	18:50	12.4	0	1096	884	-	-	0	0	0	
206	18:55	12.1	0	1104	912	-	-	0	0	0	
207	19:0	10.6	0	967	912	-	-	0	0	0	
208	19:5	10.3	0	936	909	-	-	0	0	0	
209	19:11	11.2	0	1043	931	-	-	0	0	1.0	Kl 19:15 startas insprutnings- mekanismen. Kvarliggande dolom lämnar stenvaskiljaren
210	19:16	11.2	0	1017	908	-	-	0	0	1.0	
211	19:21	11.1	41	1009	909	-	-	0	0	1.0	

Tabell 3

Datum 1986-11-11

Absorbent: Myanit 0-30 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 %	SO2 re- duktion %	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
212	19:26	10.7	182	980	916	-	-	0	0	1.0	
213	19:31	10.7	216	982	918	-	-	0	0	1.0	
214	19:36	10	239	903	903	48	5.1	40	450	1.0	
215	19:41	10.5	251	590	562	389	40.9	40	450	1.0	
216	19:46	11.3	219	493	436	515	54.1	40	450	1.0	
217	19:51	11.6	215	437	377	574	60.4	40	450	1.0	
218	19:57	11.3	221	403	357	594	62.5	40	450	1.0	
219	20:2	11.5	244	462	402	549	57.7	40	450	1.0	
220	20:7	11.3	207	413	365	585	61.6	40	450	1.0	
221	20:12	10.6	225	373	352	599	63.0	40	450	1.0	
222	20:17	11.3	230	614	543	408	42.9	40	450	1.0	
223	20:22	11.3	203	380	336	615	64.4	40	450	1.0	
224	20:27	11.7	191	407	348	603	63.4	40	450	1.0	
225	20:32	11.2	203	374	334	617	64.9	40	450	1.0	
226	20:37	11.3	205	373	330	621	65.3	40	450	1.0	
227	20:43	10.8	205	360	333	618	64.9	40	450	1.0	
228	20:48	10.9	208	374	343	607	63.9	40	450	1.0	
229	20:53	11.1	201	401	361	590	62.0	40	450	1.0	
230	20:58	11.3	189	511	452	499	52.4	40	450	1.0	
231	21:3	11	207	582	529	422	44.4	40	450	1.0	

Kl 19:35 påbörjas dolomitin-
sprutningen 0-30 my, varvtal
240 rpm, renstryck 3,5 bar
Strömstyrka 4 amp

Kl 20:15 till 20:17 tömning av
vacuumfilter, panneffekt 29,0 M

Kl 20:55 till 21:00 tömning av
vacuumfilter. Vacuumfiltret
fylldes snabbare vid hög
dosering

Tabell 4

Datum 1986-11-11

Absorbent: Myanit 0-30 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 %	SO2 re- duktion % CO2	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
232	21:8	10.8	229	507	469	482	50.6	10	100	1.0	K1 21:05 minskas doseringen til 10 Hertz, varvtal 240 rpm, rens tryck 3,5 bar, strömstyrka 4,5 amp, panneffekt 29,1 MW
233	21:13	10.2	226	594	582	369	38.8	10	100	1.0	
234	21:18	10.5	229	662	630	321	33.7	10	100	1.0	
235	21:24	10.6	227	683	644	307	32.2	10	100	1.0	
236	21:29	11	227	709	645	306	32.2	10	100	1.0	
237	21:34	11.1	234	749	675	276	29.0	10	100	1.0	
238	21:39	11.3	225	768	680	271	28.5	10	100	1.0	
239	21:44	10.5	232	699	666	285	30.0	10	100	1.0	
240	21:49	11.1	236	734	661	290	30.5	10	100	1.0	
241	21:54	10.6	224	697	658	293	30.9	10	100	1.0	
242	21:59	11.4	219	780	684	267	28.1	10	100	1.0	
243	22:5	.1	4	19	1900	-	-	-	-	-	

Tabell 5

Datum 1986-11-12

Absorbent: Myanit 0-10 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 % CO2	SO2 re- duktion %	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
287	9:35	11.5	206	1075	935						Kl 9:35 till 11:25 insprutnings- mekanismen står stilla - de sex injiceringssonderna utdragna
288	9:40	11.2	200	1036	925						
289	9:45	11	203	1000	909						
290	9:50	10.9	208	995	913						
291	9:55	11.2	201	1039	928						
292	10:0	10.8	211	985	912						
293	10:5	10.8	203	988	915						
294	10:10	11.8	182	1119	948						
295	10:15	11	199	997	906						
296	10:21	11.4	187	1069	938						
297	10:26	11	186	1005	914						Kl 11:07 till 11:22 är medelvär- det 927 mg/nm3 tg vid 10% CO2 vilket används vid reduktions- beräkningarna av SO2 tom prov 318 S = 27,84 kg/h.
298	10:31	10.9	188	1000	917						
299	10:36	10.7	194	967	904						
300	10:41	10.5	199	937	892						
301	10:46	10.9	199	1007	924						
302	10:51	11.1	192	1007	907						
303	10:56	10.5	203	947	902						
304	11:1	10.6	217	950	896						
305	11:7	11:2	213	1036	925						
306	11:12	11.4	197	1052	923						
307	11:17	11.4	202	1061	931						
308	11:22	11.2	194	1041	929						

Tabell 6

Datum 1986-11- 12

Absorbent: Myanit 0-10 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3	SO2 re- duktion %	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
					tg vid 10 % CO2						
309	11:27	10.8	200	977	905					1.0	Kl 11:25 startas insprutnings- mekanismen. Kvarliggande dolomit lämnar stenvaskiljaren
310	11:32	11	209	993	903					1.0	
311	11:37	10.9	187	994	912					1.0	
312	11:42	10.5	200	938	893	58	6.1	10	100	1.0	
313	11:48	10.6	199	808	762	189	19.8	10	100	1.0	Kl 11:40 påbörjas dolomitinspru- ningen 0-10 my, varvtal 240 rpm Renstryck 3,5 bar, strömstyrka 4 amp, panneffekt 29,5 MW
314	11:53	11.2	203	859	767	184	19.4	10	100	1.0	
315	11:58	11.6	197	833	718	233	24.5	10	100	1.0	
316	12:3	11.2	191	807	721	230	24.2	10	100	1.0	
317	12:8	10.7	202	741	693	258	27.2	10	100	1.0	Kl 12:16 kompressorn ur funktion
318	12:13	10.4	208	729	701	250	26.3	10	100	1.0	
319	12:18	10.8	209	806	746						
320	12:23	11.3	191	872	772						
321	12:28	11	195	839	763						Kl 12:54 till 14:11 är medelvär- det 920 mg/nm3 tg vid 10% CO2 vilket används vid reduktions- beräkningarna av SO2 tom prov 385 S = 27,63 kg/h.
322	12:34	10.8	204	835	773						
323	12:39	11.2	199	1002	895						
324	12:44	10	201	899	899						
325	12:49	10.4	234	933	897						
326	12:54	11.1	211	1031	929						
327	12:59	11.6	182	1076	928						
328	13:4	11.4	192	1045	917						
329	13:9	11.4	194	1057	927						
330	13:14	11.1	196	1025	923						
331	13:20	10.5	216	954	909						

Tabell 7

Datum 1986-11-12

Absorbent: Myanit 0-10 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 % CO2	SO2 re- duktion %	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
332	13:25	10.6	233	991	935						
333	13:30	11	213	1014	922						
334	13:35	11.8	208	1123	952						
335	13:40	12.4	193	1157	933						
336	13:45	12.3	175	1148	933						
337	13:50	10.9	205	982	901						
338	13:55	10.9	240	993	911						
339	14:0	11.3	229	1034	915						
340	14:6	11.1	186	990	892						
341	14:11	11.7	188	1047	895					1.0	
342	14:16	10.9	193	925	849					1.0	Kl 14:15 startas insprutnings- mekanismen. Kvarliggande dolomit lämnar stenavskiljaren
343	14:23	10.2	208	892	875						
344	14:28	10.1	222	903	894						
345	14:33	10.7	226	777	726	194	21.1	20	150	1.0	
346	14:38	11	215	692	629	291	31.6	20	150	1.0	
347	14:43	11.6	196	629	542	378	41.1	20	150	1.0	
348	14:48	11.6	188	614	529	391	42.5	20	150	1.0	
349	14:53	11	200	589	535	385	41.8	20	150	1.0	
350	14:59	10.8	207	580	537	383	41.6	20	150	1.0	
351	15:4	10.5	213	560	533	387	42.0	20	150	1.0	
352	15:9	10.8	199	596	552	368	40.0	20	150	1.0	
353	15:14	11.2	180	628	561	359	39.1	20	150	1.0	Kl 15:05 till 15:18 tömning av vacuumfilter

Tabell 8

Datum 1986-11-12

Absorbent: Myanit 0-10 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 % CO2	SO2 re- duktion %	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
354	15:19	11.7	179	657	562	358	39.0	30	190	1.0	Kl 15:20 ökas doseringen till 30 Hertz, panneffekt 29,1 MW
355	15:24	10.9	185	500	459	461	50.1	30	190	1.0	
356	15:29	10.7	194	473	442	478	52.0	30	190	1.0	
357	15:34	10.5	194	471	449	471	51.2	30	190	1.0	
358	15:39	10.6	198	512	483	437	47.5	30	190	1.0	
359	15:45	10.8	187	509	471	449	48.8	30	190	1.0	
360	15:50	10.9	186	494	453	467	50.7	30	190	1.0	Kl 16:00 stopp för sotning
361	15:55	10.5	208	452	430	490	53.2	30	190	1.0	
362	16:0	10.6	210	487	459	461	50.1	30	190	1.0	
363	16:5	10.5	213	620	590			0	0	1.0	
364	16:10	11.1	20	877	790			0	0	1.0	
365	16:15	11.9	220	935	786			0	0	1.0	
366	16:20	11:6	211	964	831			0	0	1.0	Kl 16:30 påbörjas dolomitinspru- ningen 0-10 my, varvtal 240 rpm Renstryck 3,5 bar Panneffekt 29,5 MW
367	16:26	10.7	227	921	861			0	0	1.0	
368	16:31	11.3	207	890	788	132	14.4	40	275	1.0	
369	16:36	11.5	183	780	678	242	26.3	40	275	1.0	
370	16:41	11.2	190	615	549	371	40.3	40	275	1.0	
371	16:46	11	195	377	343	584	63.0	40	275	1.0	
372	16:51	10.8	206	344	318	608	65.6	40	275	1.0	
373	16:56	10.3	215	326	316	610	65.8	40	275	1.0	
374	17:1	11.1	211	373	336	590	63.7	40	275	1.0	
375	17:6	11.6	176	374	322	604	65.2	40	275	1.0	
376	17:12	11.7	188	363	310	616	66.5	40	275	1.0	

Tabell 9

Datum 1986-11-12

Absorbent: Myanit 0-10 my

Nr	Tid	CO2 %	NOx tg	SO2 mg/nm3	SO2 mg/nm3	SO2 re- duktion mg/nm3 tg vid 10 %	SO2 re- duktion %	Dosering Hertz	Dosering kg/h	Matnings- tryck bar	Noteringar
377	17:17	11.6	196	358	309	618	66.7	40	275	1.0	
378	17:22	10.3	209	305	296	630	68.0	40	275	1.0	
379	17:27	10.3	221	337	327	600	64.7	40	275	1.0	
380	17:32	10.8	207	303	286	646	69.7	40	275	1.0	
381	17:37	11.1	201	331	298	629	67.8	40	275	1.0	
382	17:42	11.1	203	361	325	602	64.9	40	275	1.0	
383	17:47	11.1	211	344	310	617	66.5	40	275	1.0	
384	17:53	10.8	211	323	299	628	67.7	40	275	1.0	
385	17:58	11.3	206	357	316	611	65.9	40	275	1.0	

Tabell 10

Sammanfattning av mätresultaten

HZ	S kg/h	Myanit kg/h	Ca/s	SO2 reduk- tion mg/nm3 tg vid 10% CO2	SO2-reduk- tion %	Panneffekt MW	Dolomit- åtgång kg/MWh	Dolomit- kostnad kr/MWh
0 - 30 my:								
10	28.5	100	0.58	287	30.2	29.1	3.44	2.24
20	28.5	200	1.17	378	39.8	29.1	6.87	4.47
30	28.5	270	1.58	504	53.0	28.8	9.38	6.10
40	28.5	450	2.64	595	62.6	29.0	15.52	10.09
0 - 10 my:								
10	27.8	100	0.60	243	25.6	29.5	3.40	3.40
20	27.6	150	0.91	386	42.0	29.5	5.08	5.08
30	27.6	190	1.15	462	50.2	29.1	6.53	6.53
40	27.6	275	1.67	613	66.1	29.5	9.32	9.32

Tabell 11

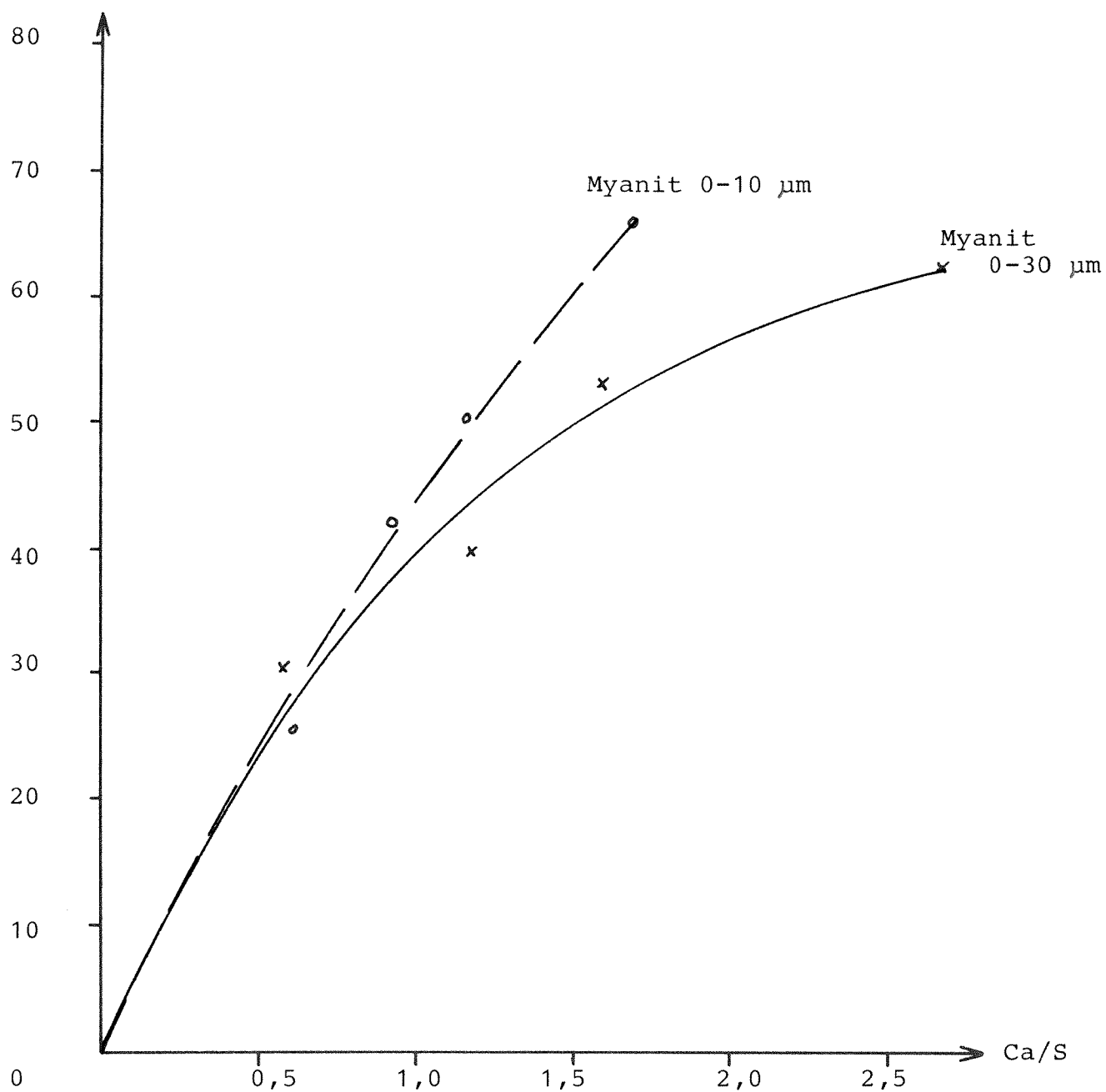
SO₂-reduktion %

Fig 6 Verklig svavelreduktion, baserad på uppmätt SO₂-halt i rökgaserna

Actual sulphur reduction based on measured SO₂-content in flue gases

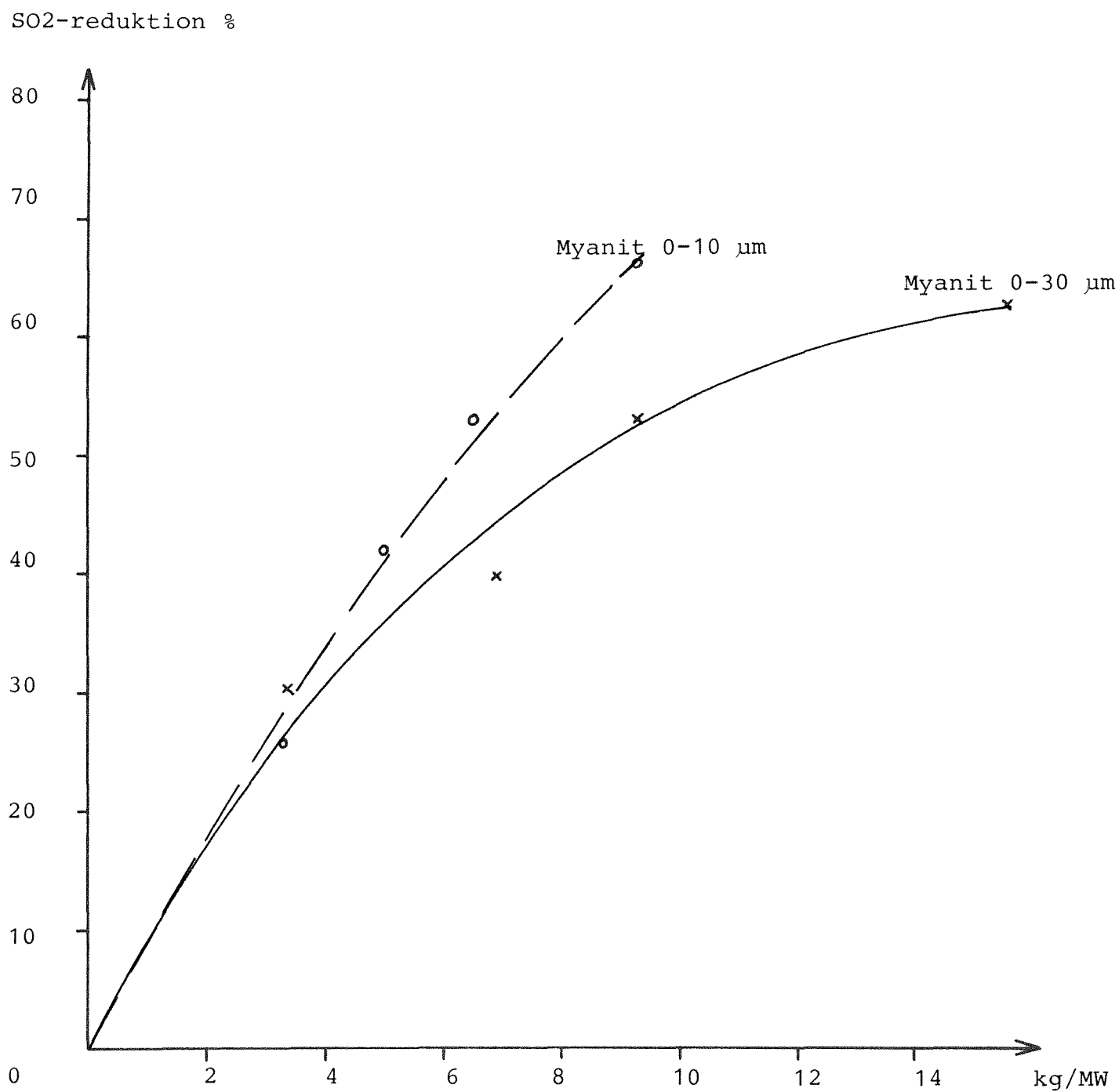


Fig 7 Verklig svavelreduktion baserad på uppmätt SO₂-halt i rökgas

Actual sulphur reduction based on measured SO₂-content in flue gases

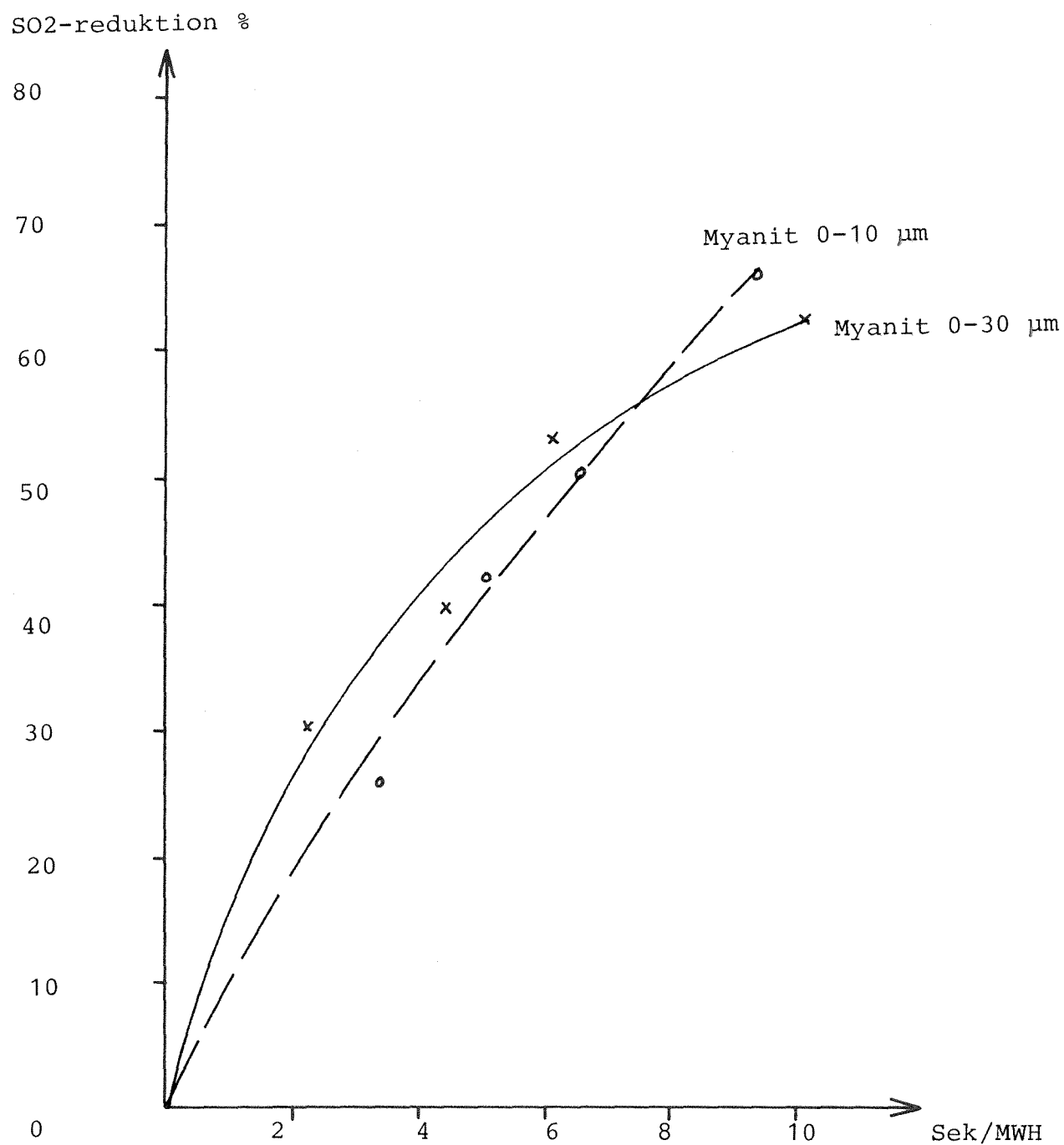


Fig 8 Verklig svavelreduktion i rökgaserna, som funktion av dolomitkostnad exkl frakt, januari 1987

Actual sulphur reduction in flue gases, as function of the dolomite cost excluding freight, January 1987

Jämförelse med tidigare försök

Kurvan 0 - 80 μm är omräknad så att Ca/S beräknas på utgående svavelmängd ur pannan, detsamma gäller även svavelreduktionen.

Vid omräkning av mätvärdena har använts ett konstant värde på egenabsorptionen på 5,9% (7).

Proverna är körda vid olika svavelhalt i kolen och effekter. 0 - 80 μm (våren 1985) hade en S-halt på 0,66% och en last på 35 MW, medan proven 0 - 10 μm och 0 - 30 μm (hösten 1986) hade en S-halt på 0,55% och 30 MW last.

SO₂-reduktion %

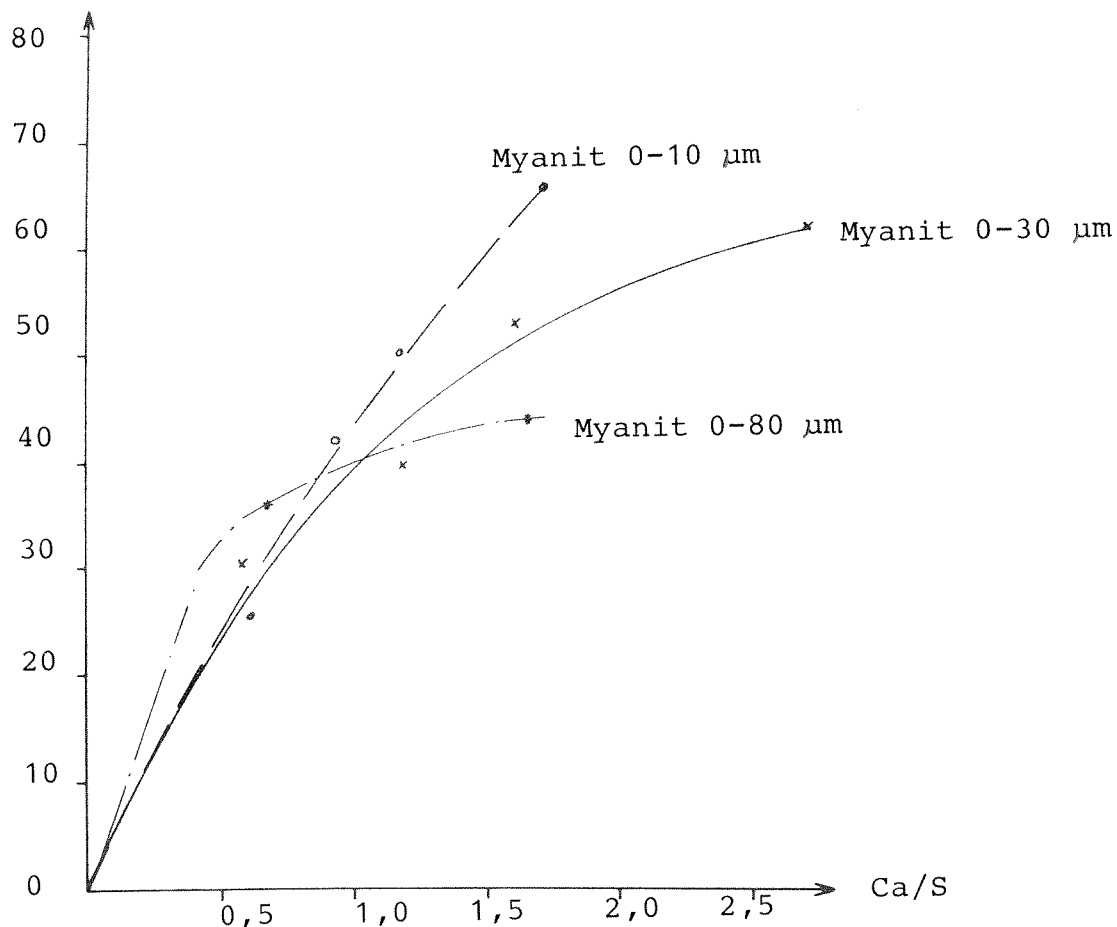


Fig 9 Verklig svavelreduktion baserad på S-halt i bränslet

Actual sulphur reduction based on S-content in the fuel

Primär- och sekundärluftsfordelningen har troligtvis varit olika mellan de två proven, vilket kan resultera i att temperaturen i insprutningszonen kan ha varit olika.

Restprodukter vid insprutning av dolomit

Kalmar-försöken visade att restprodukterna av dolomiten efter SO₂-upptagningen blandade sig väl med flygaskan.

Ett lätt rinnande pulver med 0 - 5 mm kornstorlek bildades.

Några svårigheter att avskilja den ökade stoftmängden kunde inte påvisas av närvarande experter från Fläkt Industri AB som tillverkat filtret. Fläkts rapport, se bilaga 4.

En av de tre enheterna kunde t o m stängas av under försöken.

Genom att Ca/S-förhållandet är så lågt som 1,67 vid en avsvavlingsgrad av ca 65%, ökar stoftmängden endast med ca 50 viktprocent och ca 30 volymprocent vid 0,55% svavel i kolet.

Frakt- och hanteringskostnader för tillförsel av dolomit till pannan samt borttransport av restprodukter reduceras avsevärt vid användandet av insprutningsmekanismen.

Askan blir basisk av dolomiten.

Lakvatten från deponerad aska från förbränningen kommer således ej att försura grundvattnet.

Korrosionsminskning vid dolomitinjicering

Vid dolomitinjicering i pannan sänks SO₂-halten i rökgaserna. Detta, jämte att en beläggning av dolomit bildas på värmeöverförande ytor, reducerar korrosionen starkt i pannan.

Förhållandet gäller naturligtvis speciellt i luftförvärmare och ekonomiser, där temperaturen är låg.

Även stoftavskiljare och skorsten får en reducerad korrosion.

Livslängden på pannanläggningen kommer därför att avsevärt förlängas.

Livslängdsökningen betalar en stor del av kapitalkostnaden för insprutningsmekanismen samt energi- och dolomitkostnaderna.

Försöksosäkerheten

Kolanalys:	Svavelhalten i kolet $0,55 \pm 0,02\%$
SO ₂ -analys	Osäkerhet föreligger dels i instrumentet men även i kalibrergas Instrument $\pm 2\%$ av mätområde (500 ppm) Kalibrergas 283 ± 30 ppm
O ₂ -analys	Instrument $\pm 2\%$ av mätområde 0-25%
CO ₂ -analys	Kalibrergas $9,95 \pm 0,20\%$
Kalkförbrukning	Tillförd kalkmängd $\pm 4\%$
SO ₂ -avskiljning i filter	Stofthalten efter rökgasrening är låg, avskiljning i analysystemets filter kan därför försummas

LITTERATURFÖRTECKNING

- 1 Gunnar Svedberg, Daniel Simonsson - Reduktion av svavelemission genom kalkinjektion i förbränningsanläggningens eldstad, Värmeforsk rapport 166, okt 1984
- 2 Ingemar Bjerle, LTH - Mekanismer för kalciumbaserad rökavsvavling 1986, ASEA's Energidagar 1986
- 3 Jan-Willy Gustafsson - Kalk som svavelabsorbent, definitioner och egenskaper, Temadag rökgasrening 1986
- 4 Walter Hübner - Växelterkan med askmineraler vid "in-flame" avsvavling med kalciumsorbent, Värmeforsk rapport 223, april 1986
- 5 B Vosteen - Dissertation TU, Braunschweig 1980
- 6 Handbook of Chemistry and Physics, 56th Edt 75-76
- 7 Anders Wahlgren - Optimering av avsvavling genom kalkstensinblåsning i eldstad vid rosteldning, Värmeforsk rapport 230, maj 1986

MKS

MILJÖKONSULTERNA

Handläggare - Matter handled by
Bengt Björner

Bil 1:1

Datum - Date
1986-12-16

Ert datum - Your date

Var referens - Our referens
BBj/LJ

Er referens - You reference

Tarber Trading Nordic AB
Box 30021
104 25 STOCKHOLM

Avsvavlingsförsök - Kalmar Energiverk

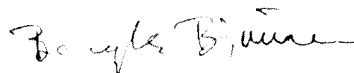
Härmed översändes vår slutrapport MKS-86/96
avseende rubricerade försök.

Bilaggt finns även, enligt önskemål från Jan Åbom,
datalistor över diverse gasparametrar.

Kopia av rapporten har även tillställts Jan Åbom.

Vi ser fram mot kommande samarbete.

Med vänlig hälsning
MILJÖKONSULTERNA



Bengt Björner

Bil.

Ett företag i Studsviks gruppen - A company in the Studsvik Group

Postadress - Postal address
MKS Miljökonsulterna
i Studsvik AB
S-611 82 NYKÖPING
SWEDEN

Telefon - Phone

Telex

Telefax

Bankgiro - Banking account

Postgiro - Postal account

Nat 0155-~~800 00~~
Int +46155 ~~800 00~~

64013
studs s

Nat 0155-63044
Int + 46155 630 44

434-9544

37 77 99 - 2

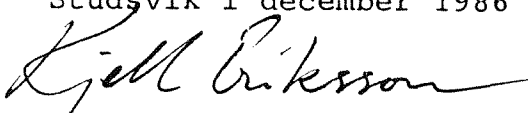
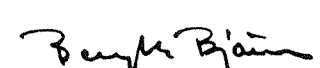
	DAT	TID	CO2 %	SO2 mg/nm3	NOx tg
143	1111	13 : 36	11.2	1033	206
144	1111	13 : 41	10.8	993	209
145	1111	13 : 46	11	1012	213
146	1111	13 : 51	11.2	1054	204
147	1111	13 : 56	10.8	1002	225
148	1111	14 : 1	11	1025	211
149	1111	14 : 6	11	1013	211
150	1111	14 : 11	11.6	1083	202
151	1111	14 : 16	11.2	1037	215
152	1111	14 : 21	10.7	987	220
153	1111	14 : 26	10.9	1020	235
154	1111	14 : 32	10.5	980	214
155	1111	14 : 37	11.8	1135	225
156	1111	14 : 42	11.6	1094	225
157	1111	14 : 47	11.4	1074	219
158	1111	14 : 52	11.8	1145	212
159	1111	14 : 57	11.1	1051	205
160	1111	15 : 2	11	1034	240
161	1111	15 : 7	11.3	1079	227
162	1111	15 : 12	10.8	994	213
163	1111	15 : 17	11.6	1100	199
164	1111	15 : 22	12.2	1180	195
165	1111	15 : 27	11.2	1046	223
166	1111	15 : 32	10.6	979	230
167	1111	15 : 37	10.6	978	233
168	1111	15 : 42	11.1	1035	233
169	1111	15 : 47	8.7	842	144
170	1111	15 : 52	11.3	1020	208
171	1111	15 : 57	11.4	1055	211
172	1111	16 : 2	11	910	206
173	1111	16 : 7	10.3	609	216
174	1111	16 : 12	10.4	602	228
175	1111	16 : 17	11.1	643	217
176	1111	16 : 22	11.2	657	206
177	1111	16 : 27	10.6	586	221
178	1111	16 : 32	11.2	640	217
179	1111	16 : 37	11.4	654	207
180	1111	16 : 42	11.5	681	196
181	1111	16 : 47	11	556	220
182	1111	16 : 52	10.8	538	235
183	1111	16 : 58	10.8	513	246
184	1111	17 : 3	11.4	525	213
185	1111	17 : 8	11.9	723	188
186	1111	17 : 13	11.8	567	188
187	1111	17 : 18	11.2	533	182
188	1111	17 : 23	10.5	477	211
189	1111	17 : 28	9.9	433	227
190	1111	17 : 33	10.8	501	228
191	1111	17 : 38	11.3	508	201
192	1111	17 : 44	11.6	513	189
193	1111	17 : 49	11.5	521	197
194	1111	17 : 54	10.6	453	223
195	1111	17 : 59	9.9	429	242
196	1111	18 : 4	10.8	463	249
197	1111	18 : 9	11.2	623	210
198	1111	18 : 14	12	956	195
199	1111	18 : 19	11.9	1003	199
200	1111	18 : 24	10.9	924	208

DAT		TID	CO2 %	SO2 mg/nm3	NOx tg
201	1111	18 : 30	10.6	900	197
202	1111	18 : 35	11.4	1006	45
203	1111	18 : 40	11.7	985	~~0~~
204	1111	18 : 45	12.2	1105	~~0~~
205	1111	18 : 50	12.4	1096	~~0~~
206	1111	18 : 55	12.1	1104	~~0~~
207	1111	19 : 0	10.6	967	~~0~~
208	1111	19 : 5	10.3	936	~~0~~
209	1111	19 : 11	11.2	1043	~~0~~
210	1111	19 : 16	11.2	1017	~~0~~
211	1111	19 : 21	11.1	1009	41
212	1111	19 : 26	10.7	980	182
213	1111	19 : 31	10.7	982	216
214	1111	19 : 36	10	903	239
215	1111	19 : 41	10.5	590	251
216	1111	19 : 46	11.3	493	219
217	1111	19 : 51	11.6	437	215
218	1111	19 : 57	11.3	403	221
219	1111	20 : 2	11.5	462	244
220	1111	20 : 7	11.3	413	207
221	1111	20 : 12	10.6	373	225
222	1111	20 : 17	11.3	614	230
223	1111	20 : 22	11.3	380	203
224	1111	20 : 27	11.7	407	191
225	1111	20 : 32	11.2	374	203
226	1111	20 : 37	11.3	373	205
227	1111	20 : 43	10.8	360	205
228	1111	20 : 48	10.9	374	208
229	1111	20 : 53	11.1	401	201
230	1111	20 : 58	11.3	511	189
231	1111	21 : 3	11	582	207
232	1111	21 : 8	10.8	507	229
233	1111	21 : 13	10.2	594	226
234	1111	21 : 18	10.5	662	229
235	1111	21 : 24	10.6	683	227
236	1111	21 : 29	11	709	227
237	1111	21 : 34	11.1	749	234
238	1111	21 : 39	11.3	768	225
239	1111	21 : 44	10.5	699	232
240	1111	21 : 49	11.1	734	236
241	1111	21 : 54	10.6	697	224
242	1111	21 : 59	11.4	780	219
243	1111	22 : 5	.1	19	4

	DAT	TID	CO2 %	SO2 mg/nm3	NOx tg
287	1112	9 : 35	11.5	1075	206
288	1112	9 : 40	11.2	1036	200
289	1112	9 : 45	11	1000	203
290	1112	9 : 50	10.9	995	208
291	1112	9 : 55	11.2	1039	201
292	1112	10 : 0	10.8	985	211
293	1112	10 : 5	10.8	988	203
294	1112	10 : 10	11.8	1119	182
295	1112	10 : 15	11	997	199
296	1112	10 : 21	11.4	1069	187
297	1112	10 : 26	11	1005	186
298	1112	10 : 31	10.9	1000	188
299	1112	10 : 36	10.7	967	194
300	1112	10 : 41	10.5	937	199
301	1112	10 : 46	10.9	1007	199
302	1112	10 : 51	11.1	1007	192
303	1112	10 : 56	10.5	947	203
304	1112	11 : 1	10.6	950	217
305	1112	11 : 7	11.2	1036	213
306	1112	11 : 12	11.4	1052	197
307	1112	11 : 17	11.4	1061	202
308	1112	11 : 22	11.2	1041	194
309	1112	11 : 27	10.8	977	200
310	1112	11 : 32	11	993	209
311	1112	11 : 37	10.9	994	187
312	1112	11 : 42	10.5	938	200
313	1112	11 : 48	10.6	808	199
314	1112	11 : 53	11.2	859	203
315	1112	11 : 58	11.6	833	197
316	1112	12 : 3	11.2	807	191
317	1112	12 : 8	10.7	741	202
318	1112	12 : 13	10.4	729	208
319	1112	12 : 18	10.8	806	209
320	1112	12 : 23	11.3	872	191
321	1112	12 : 28	11	839	195
322	1112	12 : 34	10.8	835	204
323	1112	12 : 39	11.2	1002	199
324	1112	12 : 44	10	899	201
325	1112	12 : 49	10.4	933	234
326	1112	12 : 54	11.1	1031	211
327	1112	12 : 59	11.6	1076	182
328	1112	13 : 4	11.4	1045	192
329	1112	13 : 9	11.4	1057	194
330	1112	13 : 14	11.1	1025	196
331	1112	13 : 20	10.5	954	216
332	1112	13 : 25	10.6	991	233
333	1112	13 : 30	11	1014	213
334	1112	13 : 35	11.8	1123	208
335	1112	13 : 40	12.4	1157	193
336	1112	13 : 45	12.3	1148	175
337	1112	13 : 50	10.9	982	205
338	1112	13 : 55	10.9	993	240
339	1112	14 : 0	11.3	1034	229
340	1112	14 : 6	11.1	990	186

	DAT	TID	CO2 %	SO2 mg/nm3	NOx tg
341	1112	14 : 11	11.7	1047	188
342	1112	14 : 16	10.9	925	193
343	1112	14 : 23	10.2	892	208
344	1112	14 : 28	10.1	903	222
345	1112	14 : 33	10.7	777	226
346	1112	14 : 38	11	692	215
347	1112	14 : 43	11.6	629	196
348	1112	14 : 48	11.6	614	188
349	1112	14 : 53	11	589	200
350	1112	14 : 59	10.8	580	207
351	1112	15 : 4	10.5	560	213
352	1112	15 : 9	10.8	596	199
353	1112	15 : 14	11.2	628	180
354	1112	15 : 19	11.7	657	179
355	1112	15 : 24	10.9	500	185
356	1112	15 : 29	10.7	473	194
357	1112	15 : 34	10.5	471	194
358	1112	15 : 39	10.6	512	198
359	1112	15 : 45	10.8	509	187
360	1112	15 : 50	10.9	494	186
361	1112	15 : 55	10.5	452	208
362	1112	16 : 0	10.6	487	210
363	1112	16 : 5	10.5	620	213
364	1112	16 : 10	11.1	877	220
365	1112	16 : 15	11.9	935	220
366	1112	16 : 20	11.6	964	211
367	1112	16 : 26	10.7	921	227
368	1112	16 : 31	11.3	890	207
369	1112	16 : 36	11.5	780	183
370	1112	16 : 41	11.2	615	190
371	1112	16 : 46	11	377	195
372	1112	16 : 51	10.8	344	206
373	1112	16 : 56	10.3	326	215
374	1112	17 : 1	11.1	373	211
375	1112	17 : 6	11.6	374	176
376	1112	17 : 12	11.7	363	188
377	1112	17 : 17	11.6	358	196
378	1112	17 : 22	10.3	305	209
379	1112	17 : 27	10.3	337	221
380	1112	17 : 32	10.8	303	207
381	1112	17 : 37	11.1	331	201
382	1112	17 : 42	11.1	361	203
383	1112	17 : 47	11.1	344	211
384	1112	17 : 53	10.8	323	211
385	1112	17 : 58	11.3	357	206

Teknisk rapport

Uppdrag	Identifikation	Datum	Rapport nr
P285A		86-12-01	MKS-86/96
Titel och författare			
ORIENTERANDE FÖRSÖK MED KALKINBLÄSNING VID KALMAR ENERGIVERK v 646 Bengt Björner, Lars-Erik Pettersson			
SAMMANFATTNING			
På uppdrag av Tarber Trading Nordic AB har Miljökonsulterna genomfört orienterande mätning av stoft och rökgassammansättning i samband med kalkinblåsningsförsök vid Wanderrostpanna, Kalmar Energiverk. Försöken genomfördes med två olika kalkkvaliteter och vid fyra olika kalkdosering. Resultaten från mätningarna redovisas i föreliggande rapport.			
Studsvik i december 1986			
 Kjell Eriksson			
			

BL 4866 10.000 84-10 Nockeby Tr. 43671/9/114

INNEHÅLL

	<u>Sid</u>
1 INLEDNING	3
2 ANLÄGGNINGEN	4
3 GENOMFÖRDA FÖRSÖK	5
4 MÄTNINGAR	8
4.1 Rökgassammansättning	8
4.2 Rökgasflöde	8
4.3 Stoft och vattenhalt i rengasen	8
5 RESULTAT	10
6 DISKUSSION	14
7 SAMMANFATTNING	15

Figurer

1986-12-01

1 INLEDNING

På uppdrag av Tarber Trading Nordic AB har Miljökonsulternas under vecka 646 genomfört orienterande mätningar av rökgasens sammansättning i samband med insprutning av kalk i den koleldade Wanderrostpannan vid Kalmar Energiverk.

1986-12-01

2 ANLÄGGNINGEN

Den provade anläggningen, panna 4, består av en Wanderrostpanna på 40 MW och levererad av Generator år 1984.

Rökgasreningsutrustningen består av ett elektrofilter typ FAA 3x37 med 3 elektriska fält och en sammanlagd utfällningsarea av 2 205 m³.

Rökgaserna avleds via två rökrör genom en 58 m hög skorsten.

Under proven var pannan kompletterad med en av beställaren konstruerad utrustning för dosering/inblåsning av kalk till toppen av pannan.

Kalken blåstes in genom två rader av sex munstycken som var placerade tvärs över rosten.

1986-12-01

3 GENOMFÖRDA FÖRSÖK

Proven genomfördes 1986-11-11--12 vid normallast på pannan, vilket motsvarade ca 30 MW.

Två kalkkvaliteter provades. Bägge kalksorterna var levererade av Ernström Mineral. Kvalitet A var "Myanit 0-30 μ " som håller 21.0% Ca och 12.6% Mg. Kvalitet B utgjordes av "Myanit 0-10 μ " och håller enligt leverantörens produktblad samma halt Ca och Mg. Kalkdoseringen varierades genom att frekvensen på mataranordningen varierades från 0 till 40 Hertz. Detta innebar att kalkkvalitet A enligt uppgift kom att doseras i mängd från 0 till 450 kg/h under det att kvalitet B doserades i mängd från 0 till 275 kg/h.

I Tabell 1 återfinns provtider och uppgiven dosering.

Tabell 1

Provprogram

Datum	Tid	Prov	Kalk	Kalkdosering, kg/h
1986-11-11	13.36 - 15.38	1	A	0
"	16.12 - 16.50	2	A	200
"	16.50 - 18.10	3	A	270
"	19.45 - 21.05	4	A	450
"	21.29 - 22.00	5	A	100
1986-11-12	09.30 - 11.00	6	B	0
"	11.40 - 12.30	7	B	100
"	14.30 - 15.20	8	B	150
"	15.20 - 16.00	9	B	190
"	16.47 - 18.00	10	B	275

1986-12-01

Under proven bestämdes efter elektrofiltret
rökgasens halt av

- CO₂
- SO₂
- NO_x

Därjämte registrerades rökgasflöde och rökgas-
temperatur.

Parametrarna registrerades med hjälp av en
datalogger, typ Hewlett-Packard 3412A och
värdena lagrades som 5-minutersmedelvärden.

Under provdagarna bestämdes även rengasens halt
av stoft vid fem tillfällen. Provtagnings tiden
framgår av Tabell 2. Vid stoftproven, 1986-11-11,
bestämdes stofthalten i bägge rökgaspiporna
under det att 1986-11-12 halten endast bestämdes
i den ena pipan.

Tabell 2

Stoftprovtagning

Datum	Tid	Prov	Kalk- dosering kg/h	Anm
1986-11-11	13.45 - 15.05	1	0	1
"	16.50 - 18.10	3	270	1
"	19.45 - 21.05	4	450	1
1986-11-12	09.30 - 11.00	6	0	2
"	16.30 - 18.00	10	275	2

- 1 Stoftprovtagning i bägge piporna
- 2 Stoftprovtagning i en pipa. Fläkt
dragit ned på elektrofiltreffektiviteten

1986-12-01

Var dag uttogs även stickprov på slagg och
avskild elfilteraska. Proven togs under perioden
med den högsta kalkdoseringen.

1986-12-01

4 MÄTNINGAR

4.1 Rök-gassammansättning

En delgasström ur rök-gaskanalen avsögs via ett termostaterat stoftfilter och ett snabbkylsystem till en delningspunkt varifrån varje instrument tog sitt provgasflöde medan överskottet avleddes över ett bubbelrör med vatten.

CO_2 och SO_2 i rök-gaserna analyserades kontinuerligt med separata IR-instrument, typ Binos respektive UNOR 6. Dessa instrument mätte på torra rök-gaser.

NO_x i rök-gaserna analyserades kontinuerligt med ett kemiluminiscensinstrument av fabrikat Bendix.

Instrumenten kalibrerades före och efter provperioderna med testgaser av känd halt.

Gaskoncentrationerna registrerades kontinuerligt med linjeskrivare och datalogger.

4.2 Rök-gasflöde

Rök-gasflödet mättes med ett fast monterat prandtlrör i rök-gaskanalen efter rök-gasreningen. Till detta anslöts en elektrisk mikromanometer och signalen registrerades kontinuerligt på datalogger.

Temperaturen vid prandtlröret mättes med ett termoelement typ K, även detta var anslutet till dataloggern och signalen registrerades kontinuerligt.

4.3 Stoft- och vattenhalt i rengas

Stoftprov uttogs ur avgaskanalen efter elektrofiltret. Proven uttogs isokinetiskt d v s utsugningshastigheten av rök-gas var lika stor

1986-12-01

som hastigheten i kanalen. Detta för att få en representativ stofthalt.

Provgasen sögs genom en uppvärmd sond till ett absolutfilter. Temperaturen i filtret var ca 175°C. Detta för att motverka kondensation.

Stofthalten bestämdes genom att det absolutfilter som användes för att ta ut stoftprovet vägdes före och efter provet. Den genomsugna gasmängden mättes med ett gasur. Vid gasuret mättes även tryck och temperatur på provgasen.

Gasmängden räknades sedan om till normaliserad volym (1 bar, 0°C). Ur detta beräknades stofthalten i mg/nm³ torr gas.

Vattenhalten mättes på följande sätt: Den utsugna gasvolymen leddes igenom en kylare, där största delen av vattnet kondenserades ner i en behållare. Därefter leddes gasen igenom en behållare med torkmedel (blågel).

Den utkondenserade vattenvolymen mättes i ett mätglas och torkmedlet vägdes före och efter provet.

Efter provet summerades vattenmängderna och denna relaterades till den utsugna gasvolymen.

1986-12-01

5 RESULTAT

Gassammansättningen under proven (beteckning och tider enligt Tabell 1) framgår av Tabell 3.

I Diagram 1 - 6 redovisas CO_2 , SO_2 och NO_x som funktion av tiden. I Diagram 7 och 8 har SO_2 plottats enbart över de i Tabell 1 angivna provtiderna.

I Diagram 9 har de uppgivna kalibreringskurvorna för de två kalksorterna angivits.

I Diagram 10 har medelvärdet av SO_2 enligt Tabell 3 för respektive dosering avsatts mot tillförd mängd dolomitkalk uttryckt i mol Ca/mol S.

Härvid har rökgasflödet - vilket för de två piporna uppmättes till ca 60 000 nm^3/h tg 10 % CO_2 - antagits lika vid samtliga prov.

I Tabell 4 redovisas de uppmätta stoft- och fukthalterna.

I Tabell 5 återfinns resultatet av ask- och stoftanalyserna.

I Tabell 6 har svavelreduktion och stökiometrisk faktor angetts för de genomförda proven.

Tabell 3

Rökgasammansättning

Datum	Prov	Kalk	Dosering	CO ₂				SO ₂				NO _x				Temp °C
				mg/nm ³ tg				ppm tg vid 10 % CO ₂				ppm tg vid 10 % CO ₂				
				$\bar{x}$	S dev	Min	Max	$\bar{x}$	S dev	Min	Max	$\bar{x}$	S dev	Min	Max	
1986-11-11	1	A	0	11.2	.4	10.5	12.2	332	5	325	344	96	7	79	109	133
"-	2	"	20	11.0	.4	10.4	11.5	201	10	179	210	96	8	84	108	134
"-	3	"	30	11.0	.6	9.9	11.9	167	17	152	215	97	14	78	120	134
"-	4	"	40	11.2	.3	10.6	11.7	138	25	118	193	93	7	81	105	134
"-	5	"	10	11.0	.3	10.5	11.4	237	5	229	242	102	5	94	108	134
1986-11-12	6	B	0	11.0	.3	10.5	11.8	325	5	318	337	89	6	76	101	133
"-	7	"	10	11.0	.4	10.4	11.6	262	10	246	273	90	6	83	98	133
"-	8	"	20	11.1	.4	10.5	11.7	202	22	188	257	89	10	75	104	132
"-	9	"	30	10.6	.2	10.5	10.9	162	6	153	172	81	5	84	98	133
"-	10	"	40	11.0	.5	10.3	11.7	111	5	99	119	92	9	75	106	133

1986-12-01

Tabell 4

Stoft och fukthalt

Datum	Prov	Stoft mg/nm ³ tg 10 % CO ₂	H ₂ O vol %
1986-11-11	1	1	3.8
"	3	1	5.4
"	4	1	6.2
1986-11-12	6	3	5.0
"	10	5	4.9

Tabell 5

Restproduktanalyser

Prov	Fukt %	CaO %	SO ₄ %
<u>1986-11-11</u>			
Flygaska	<0.1	7.4	4.2
Slagg	25.1	1.1	<0.1
<u>1986-11-12</u>			
Flygaska	<0.1	4.2	4.3
Slagg	28.6	0.9	0.1

Anm: CaO och SO₄ avser labtorrt prov

1986-12-01

Tabell 6

Svavelreduktion

Kalk Kg/h	Stökiometrisk faktor mol/mol (Ca/S)	S-reduktion %
<u>1986-11-11</u>		
0	0	0
100	0.6	29
200	1.2	40
270	1.6	50
450	2.7	58
<u>1986-11-12</u>		
0	0	0
100	0.6	19
150	0.9	38
190	1.2	50
275	1.7	66

1986-12-01

6

DISKUSSION

Den genomförda provserien kan endast betraktas som orienterande. Tiden mellan var omställning var för kort för att jämvikt med säkerhet kan anses ha inträtt. Detta framgår även av Diagram 3 - 4.

Att de reologiska egenskaperna hos kalk A och B kan vara olika är inte osannolikt men konstateras kan att doseranordningens kalibreringskurva (se Diagram 9) för de två kalksorter ändock uppvisar ett något oregelbundet förlopp

Följande ansats till slutsatser kan dock göras:

Av Tabell 6 framgår att svavelreduktionen vid försöken som mest uppgått till ca 65 %.

Skillnader mellan de två kalksorterna vid låg dosering kan förklaras av den osäkerhet som föreligger bl a pga de korta omställnings- och provtiderna. Vid högre dosering synes den finkornigare kalksorten vara effektivare.

De erhållna värdena kan jämföras med vad som rapporterats (KHM) för rosteldning vid inblandning av kalk i bädden där man vid ett molförhållande Ca/S av 3.5 uppmätt 50 - 60 % svavelinfångning och vid Ca/S = 7 omkring 70 % infångning.

De uppmätta stofthalterna i rengasen är låga och har inte påverkats av kalktillsatsen. Under den andra provdagen har halten stigit något. Detta beroende av att ett fält ställts av kl 09.00 den andra provdagen.

1986-12-01

7 SAMMANFATTNING

Vid tillsats av dolomitkalk har vid ett beräknat Ca/S-molförhållande av 1.7 uppnåtts en svavelreduktion om ca 65 %.

Den finkornigare kalkkvaliteten synes effektivare.

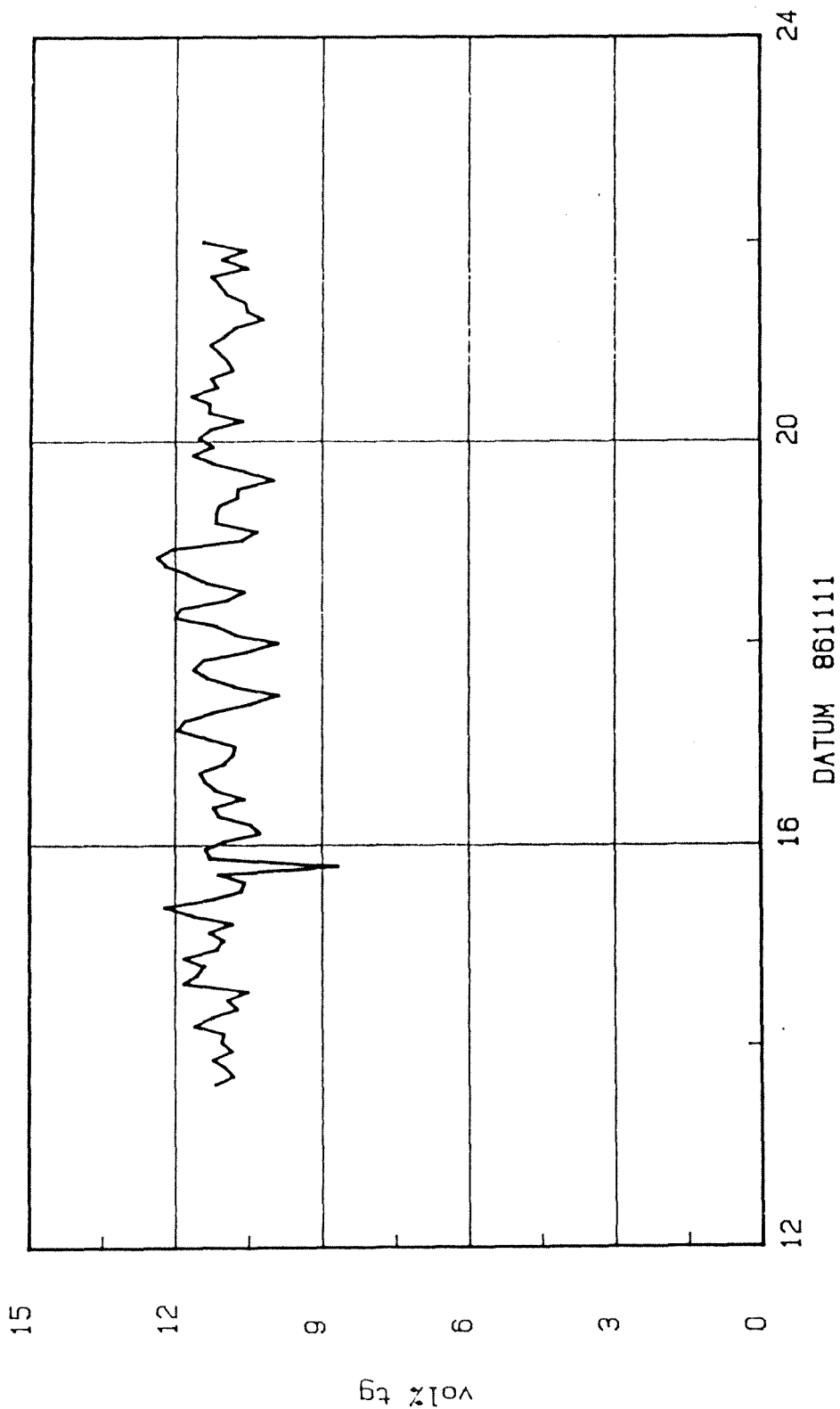
Stofthalten har inte ökat vid kalktillsatsen.

P g a de korta omställningstiderna och de korta provperioderna är angivna värden behäftade med relativt stor osäkerhet.

1986-12-01

KALMAR

— CO2

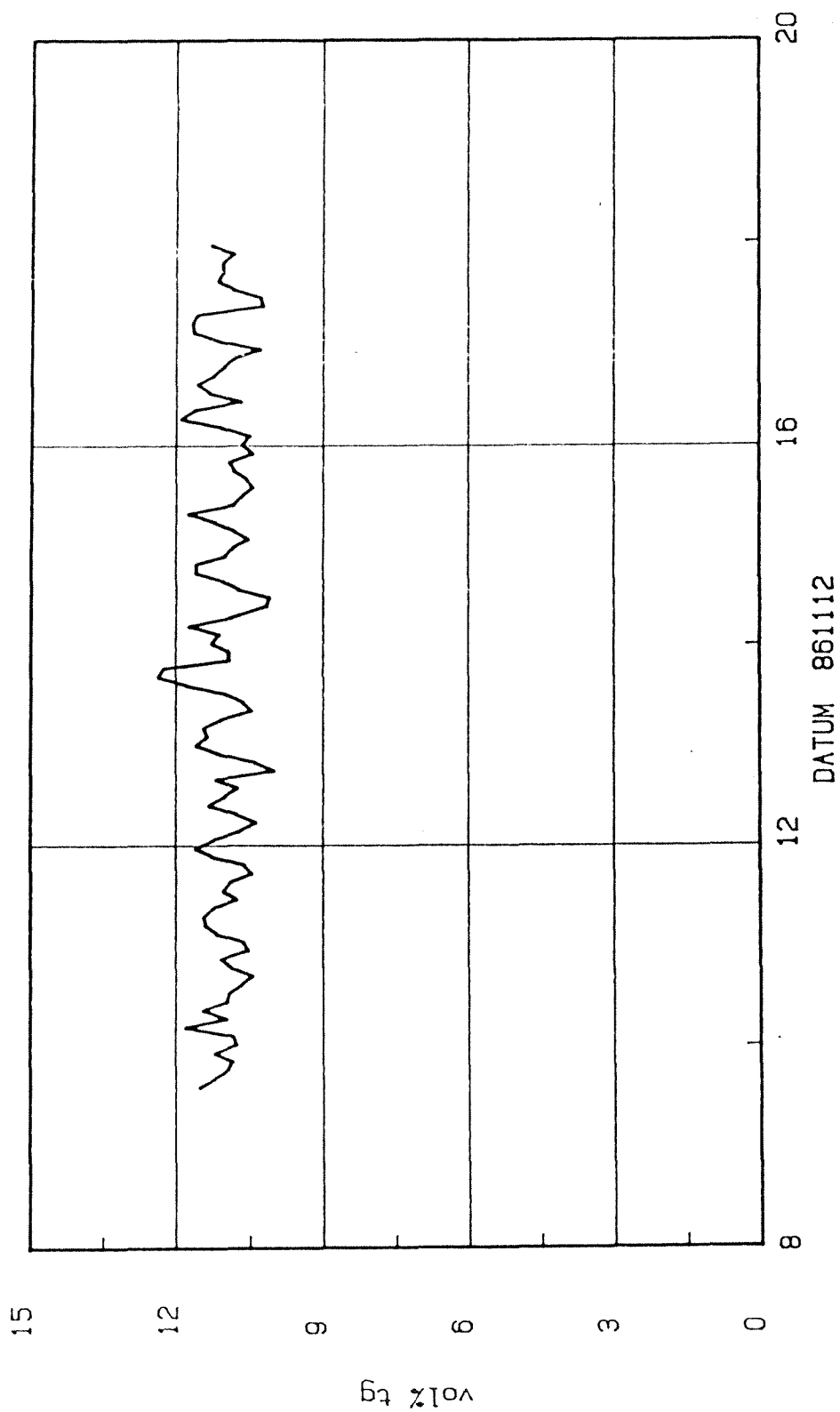


Figur 1

1986-12-01

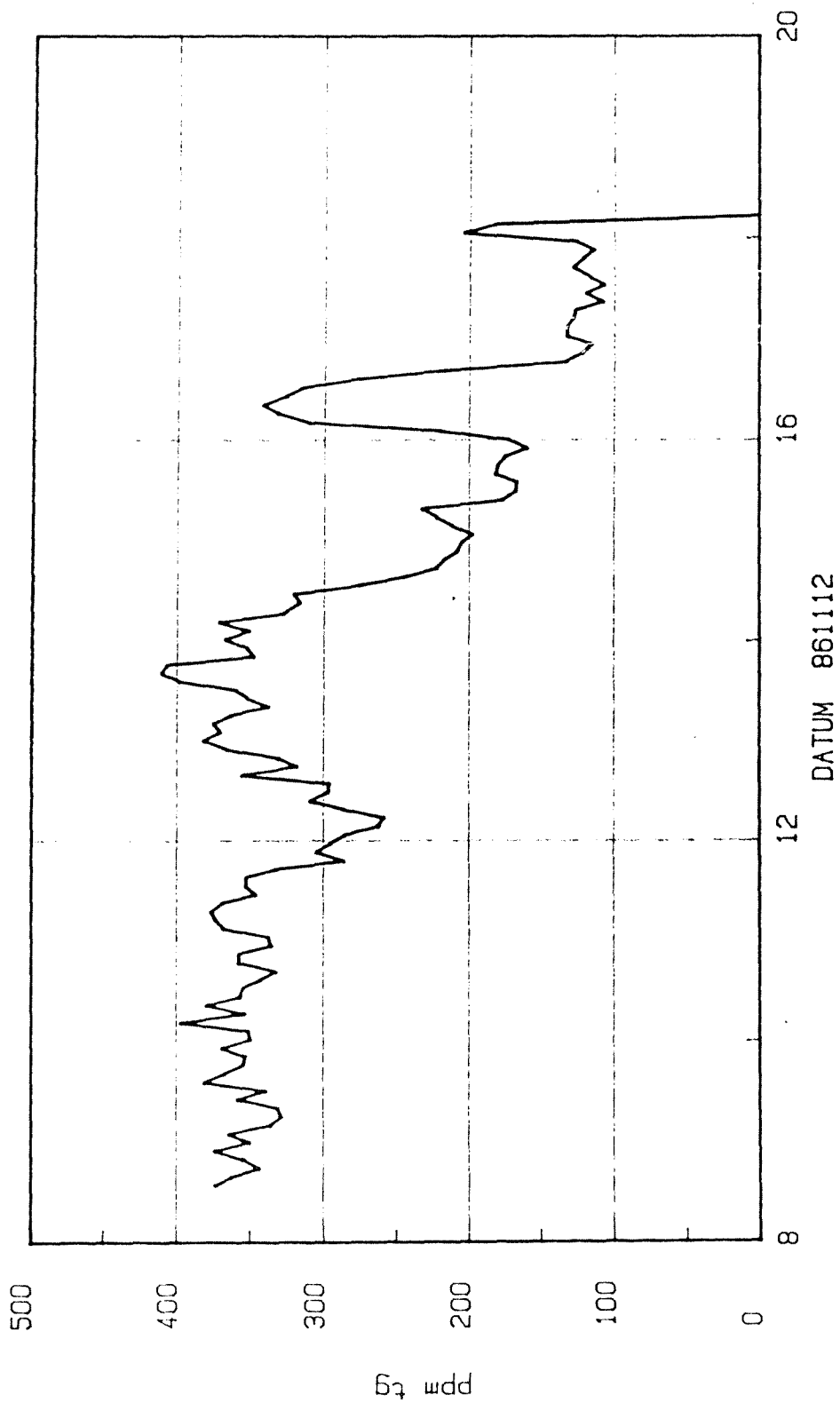
KALMAR

— CO2

Figur 2

1986-12-01

KALMAR

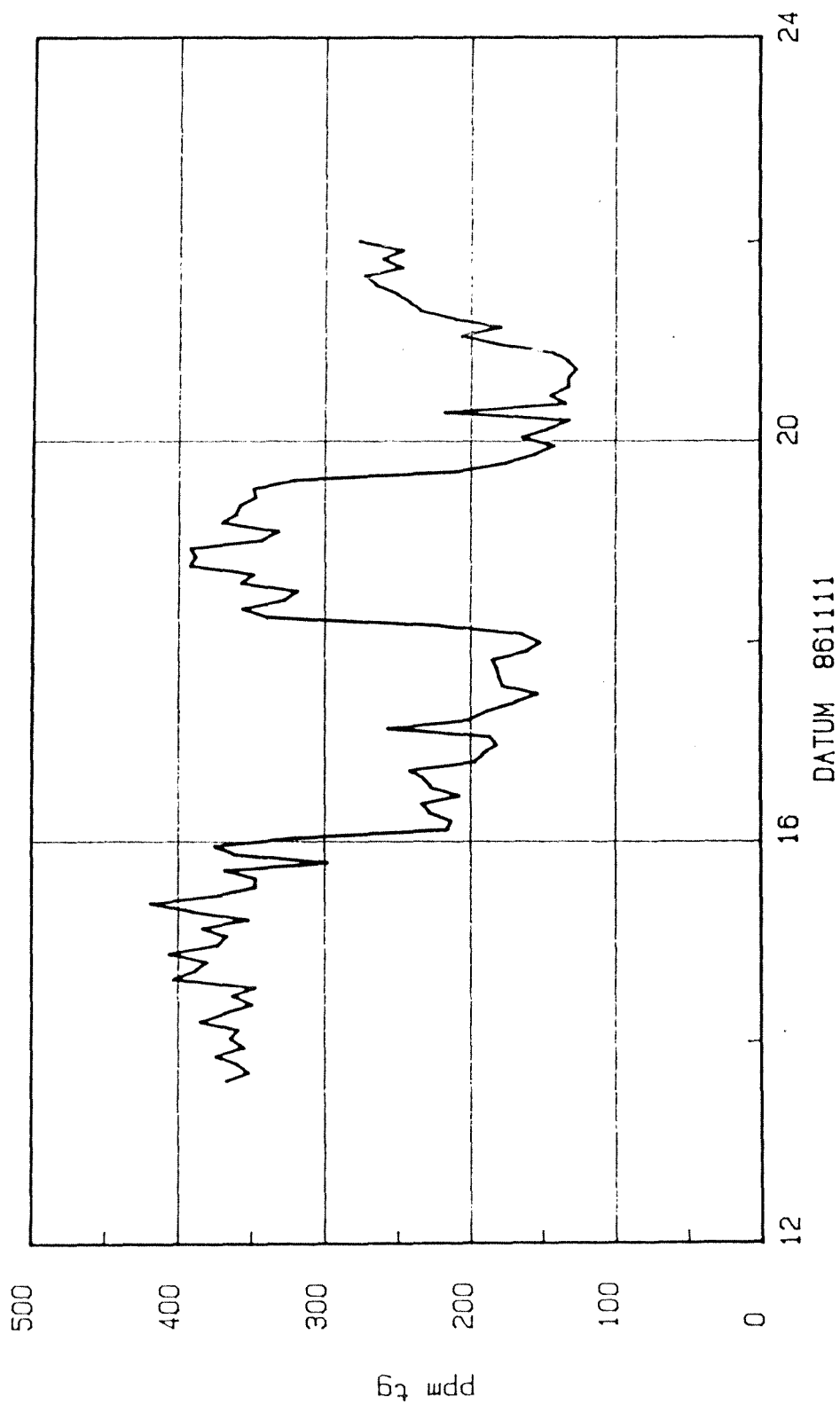
SO₂

Figur 3

1986-12-01

KALMAR

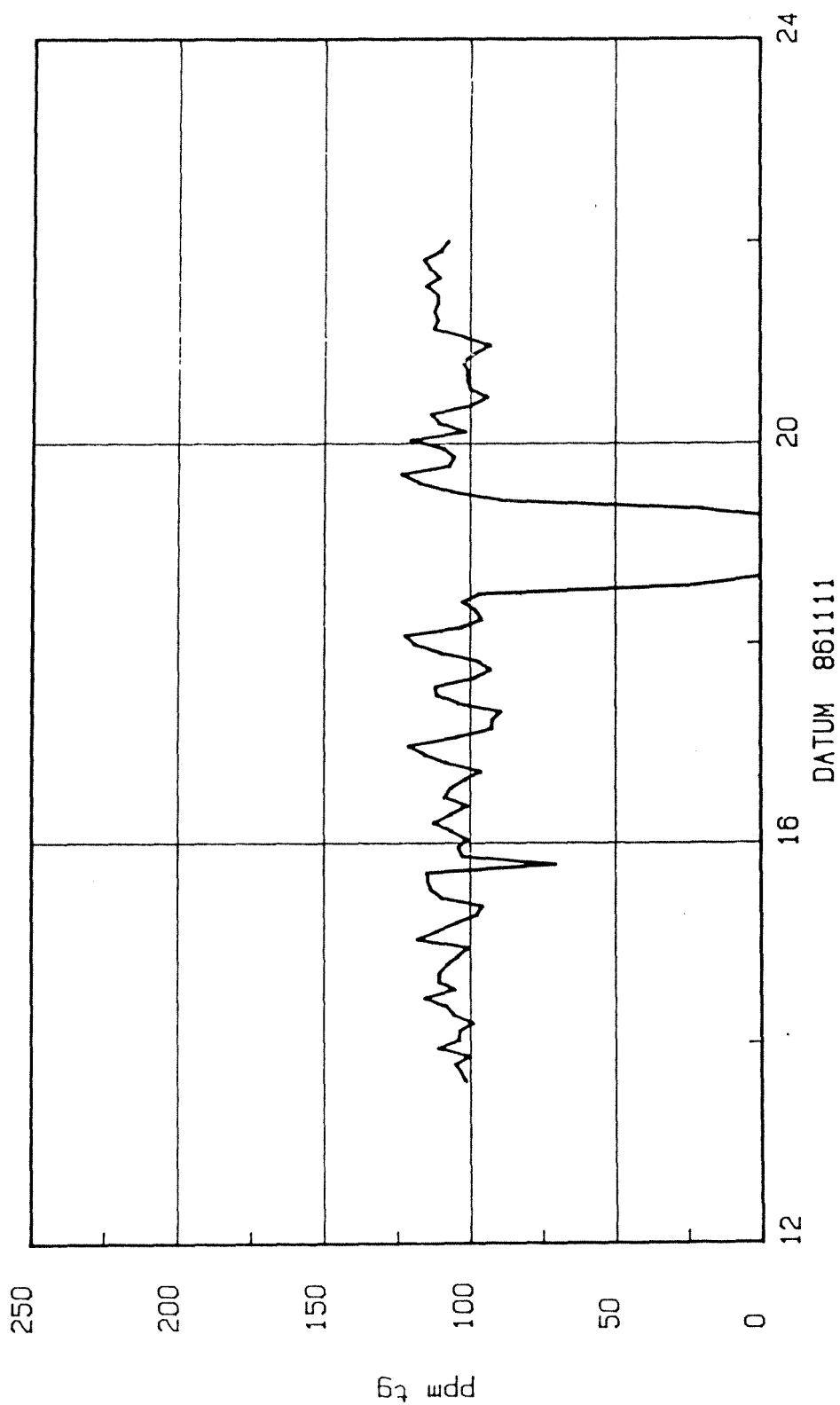
— S02



Figur 4

KALMAR

— NOx

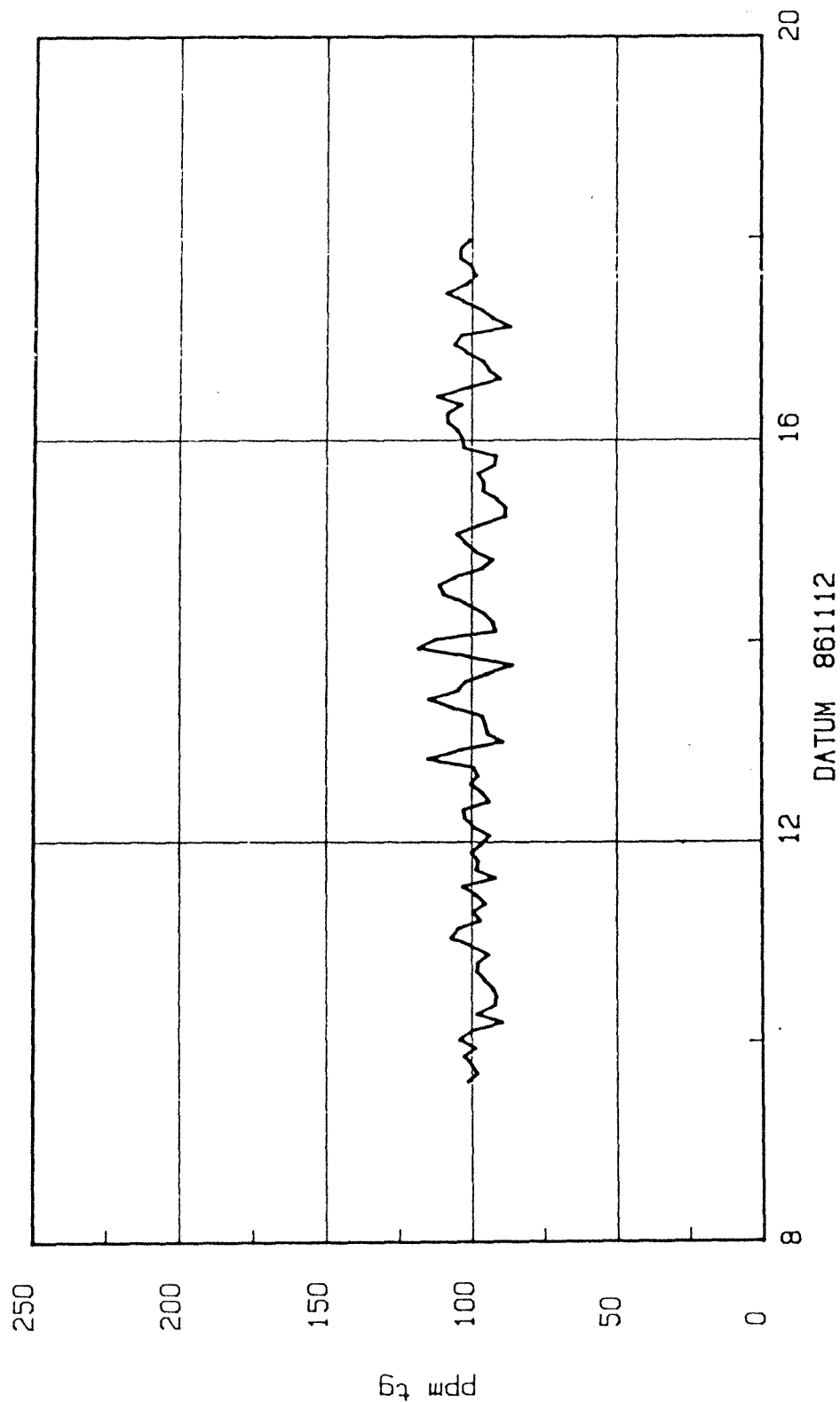


Figur 5

1986-12-01

KALMAR

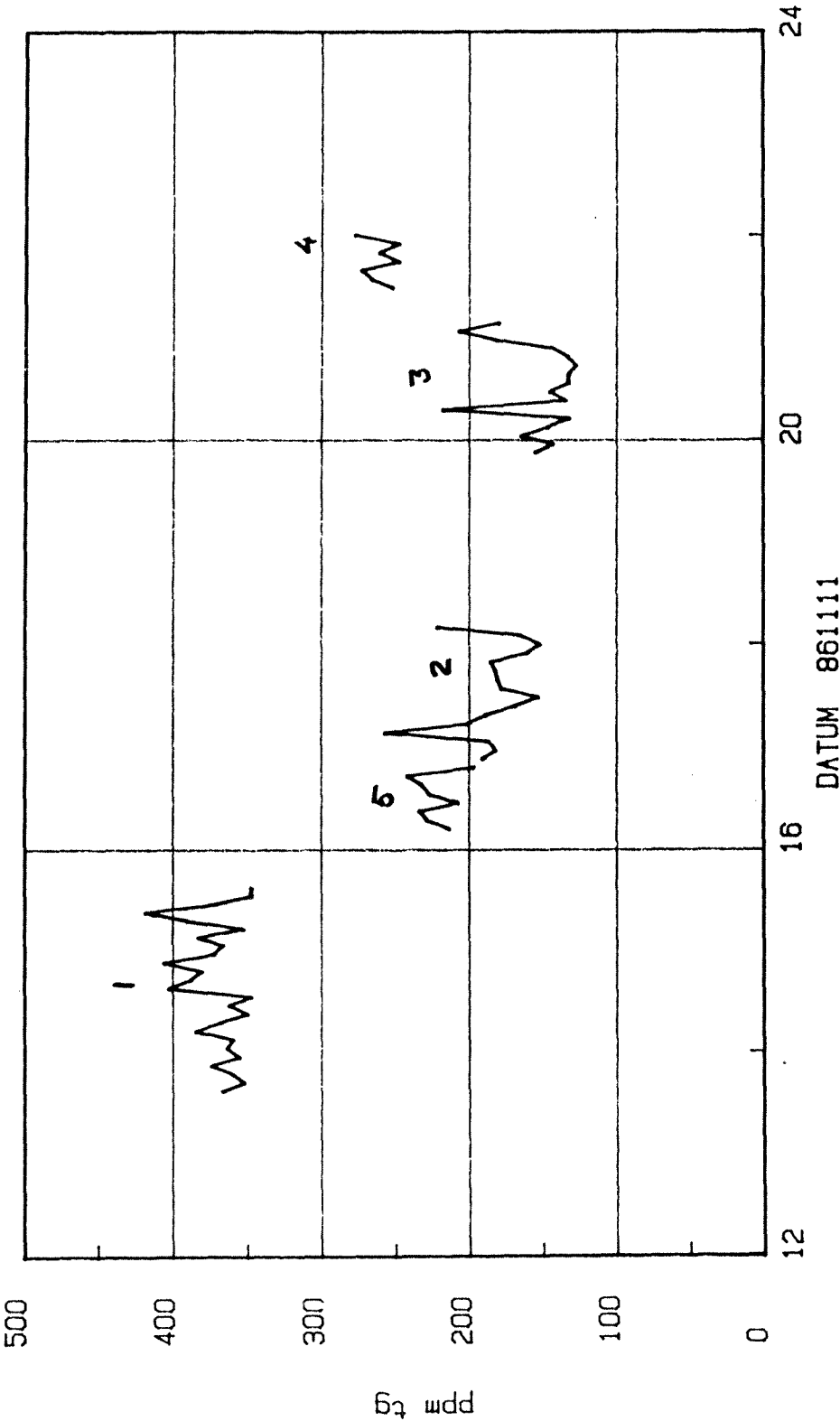
— NOx



Figur 6

KALMAR

— S02

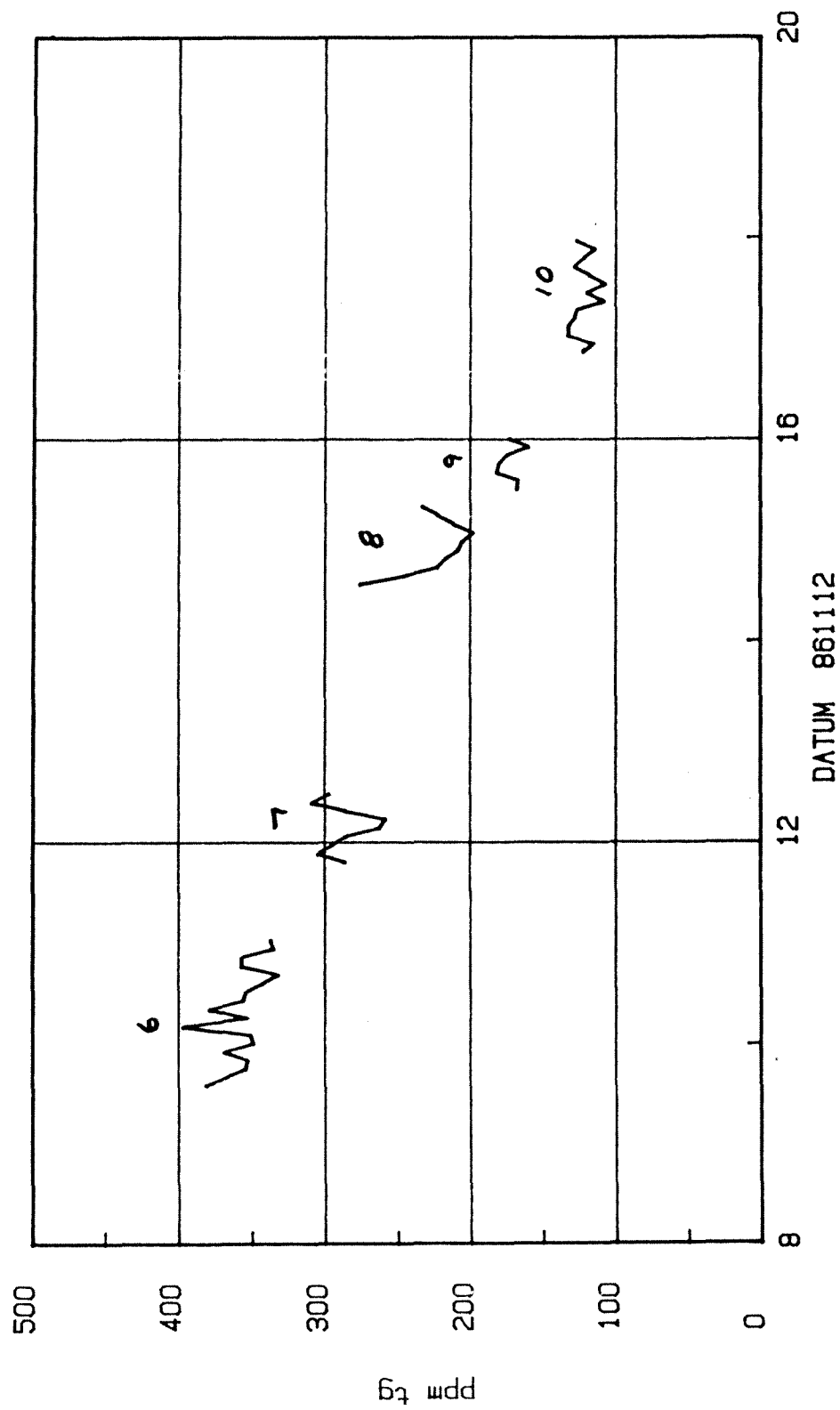


Figur 7

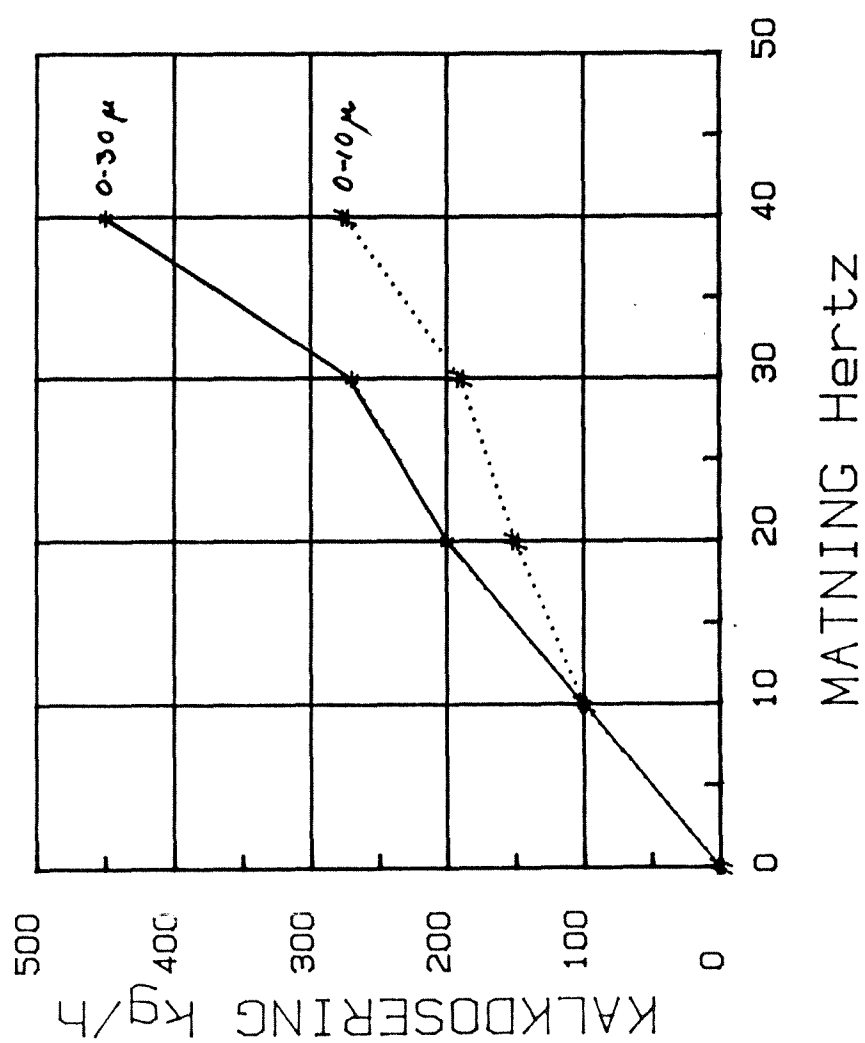
1986-12-01

KALMAR

— S02

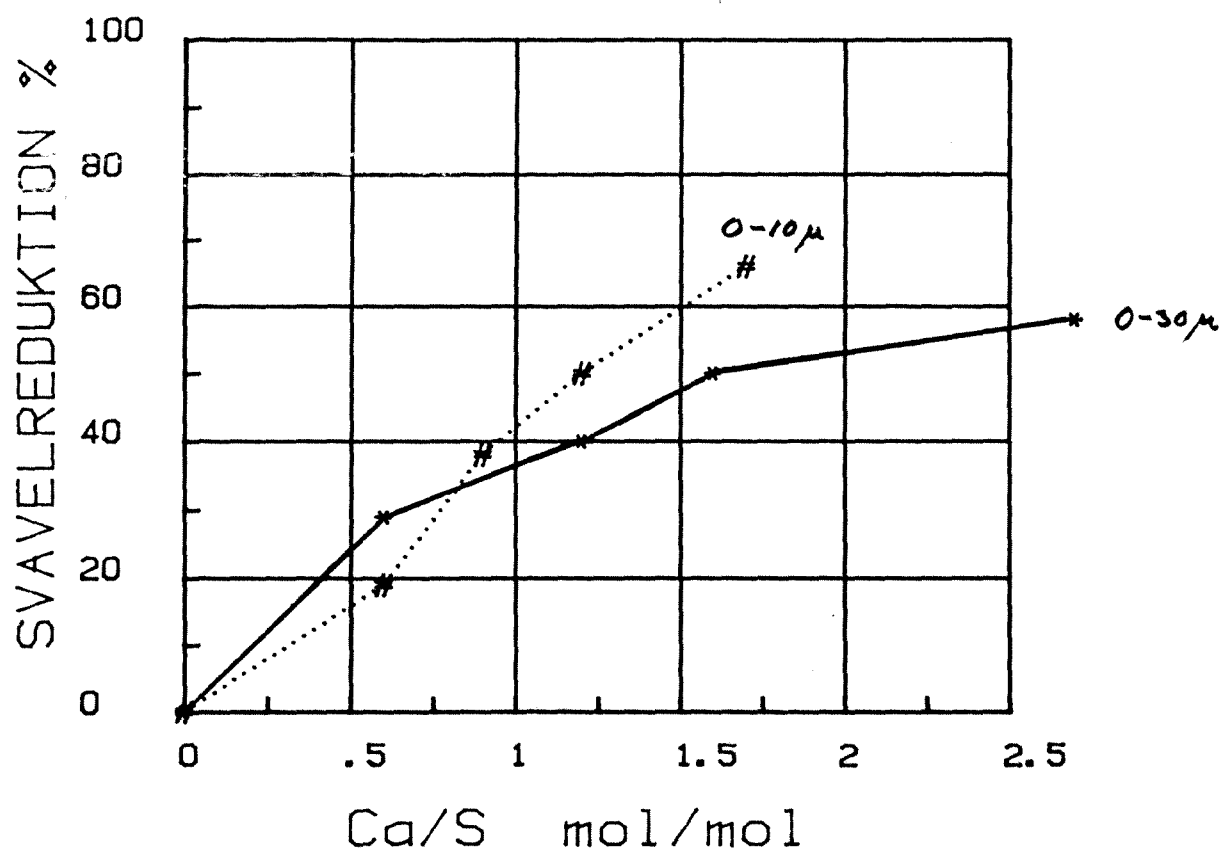
Figur 8

1986-12-01



Figur 9

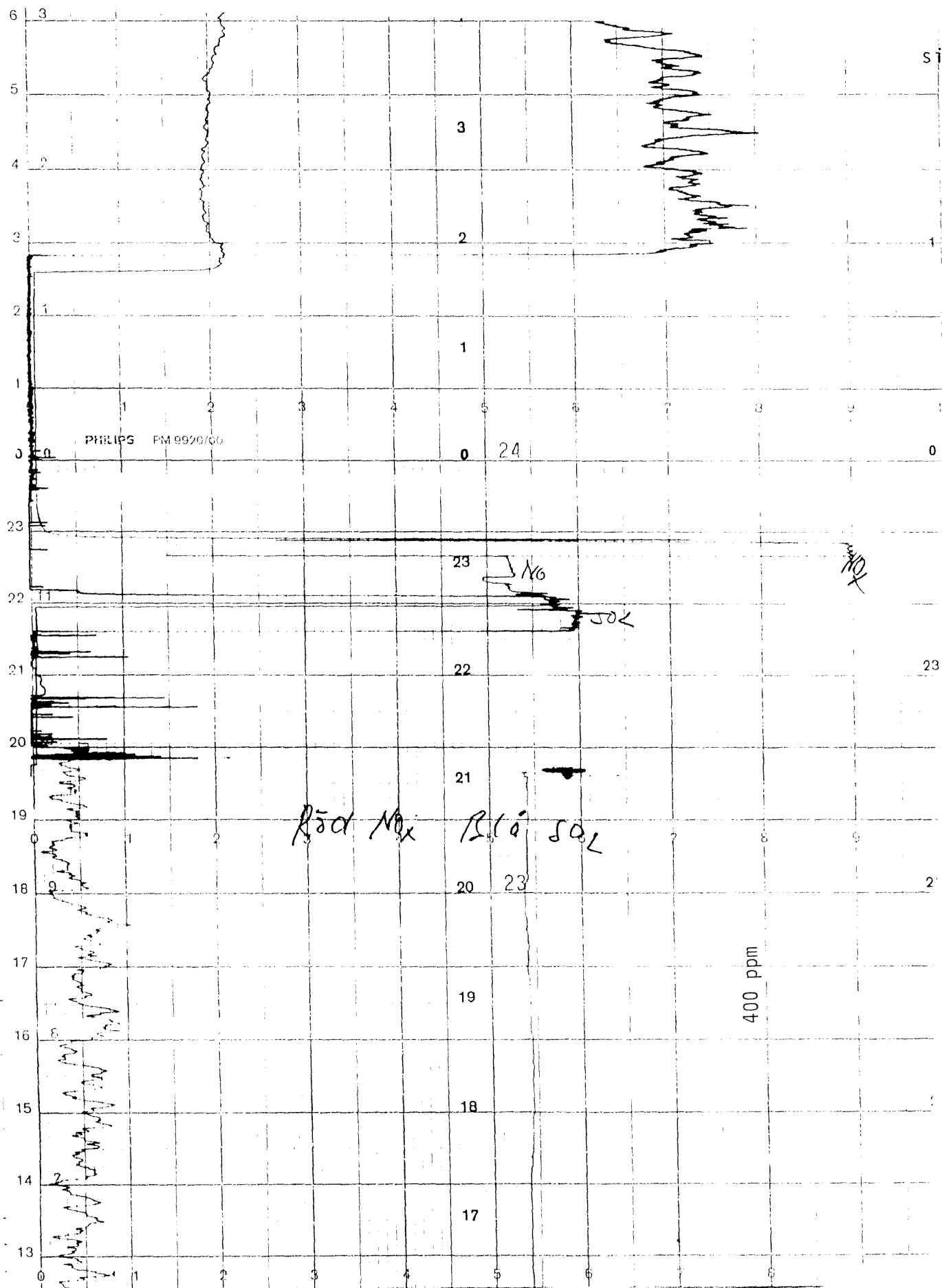
1986-12-01

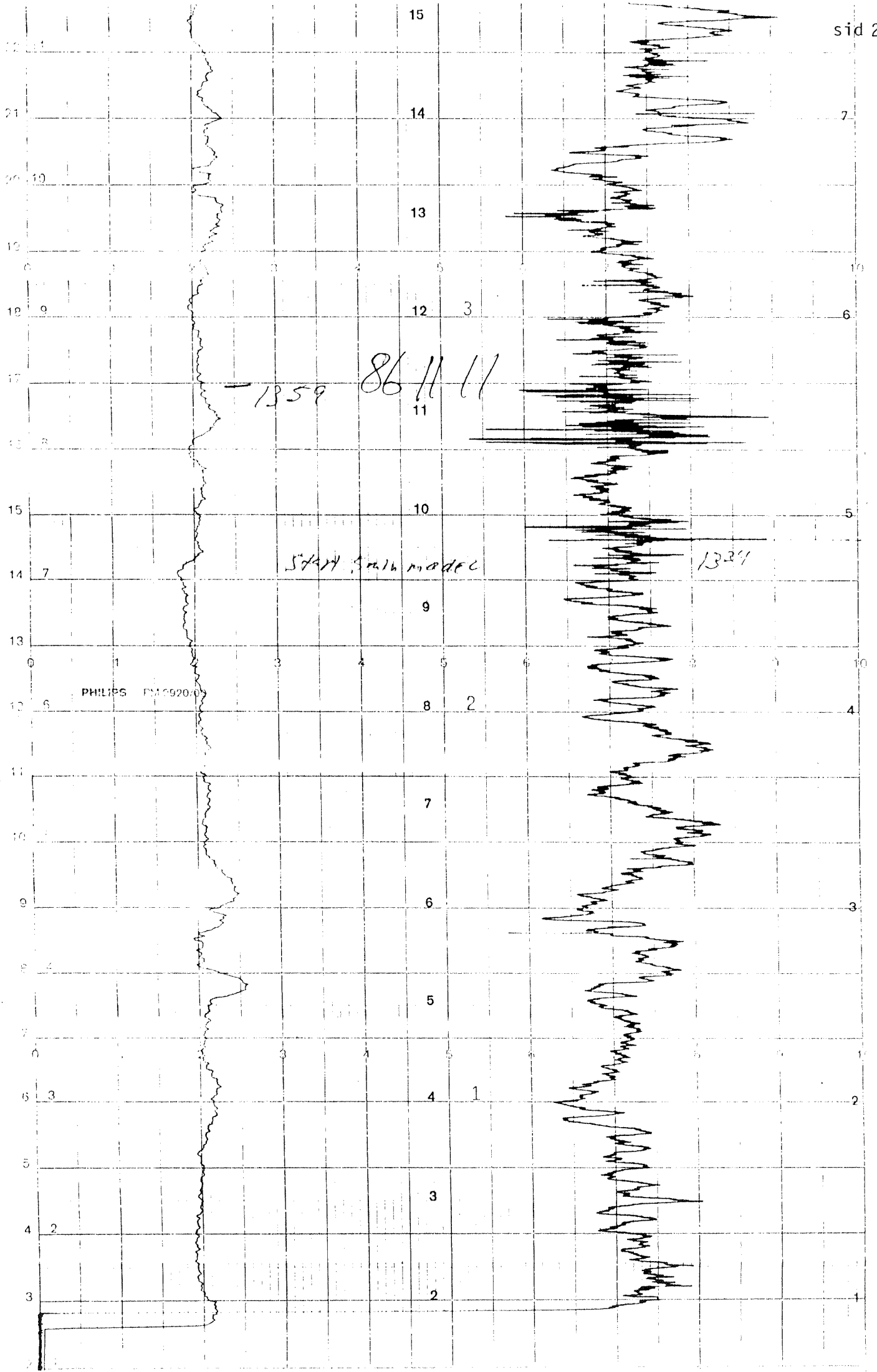


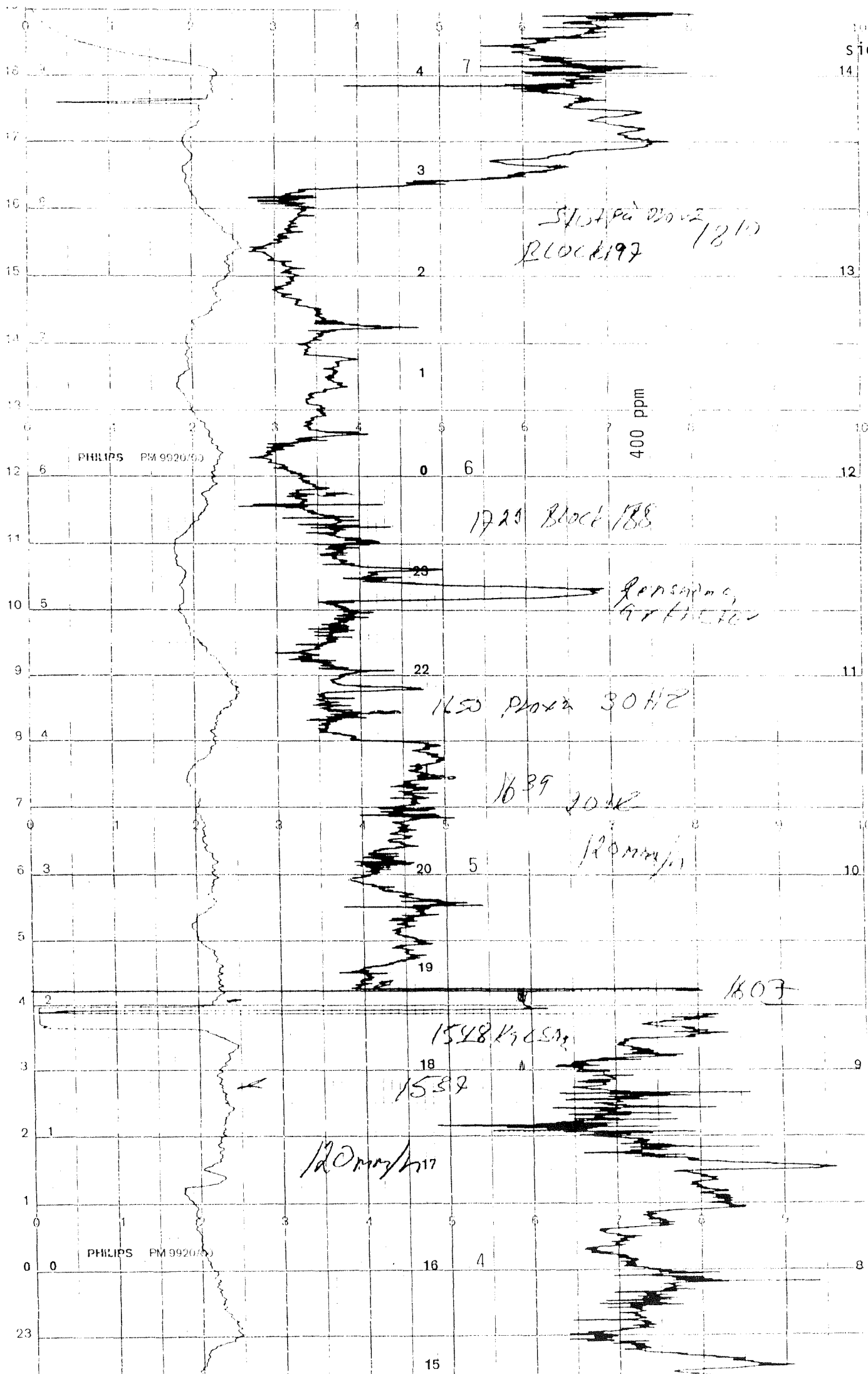
UNDERLAG FÖR RAPPORTEN

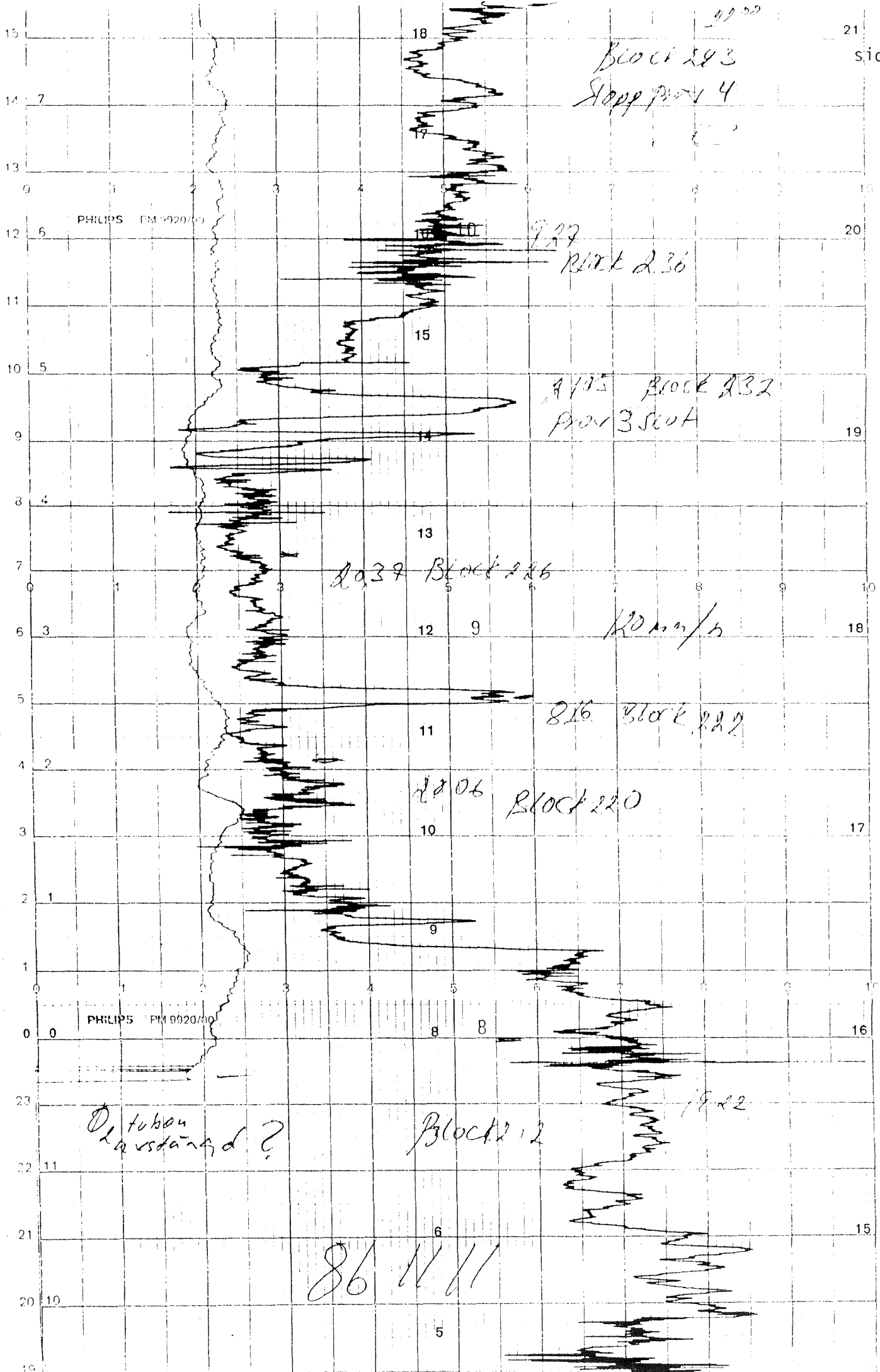
Bil 1 och 2

sid 1









Block 243
Stop 4

Block 236

Block 232
Stop 3

Block 226

Block 222

Block 220

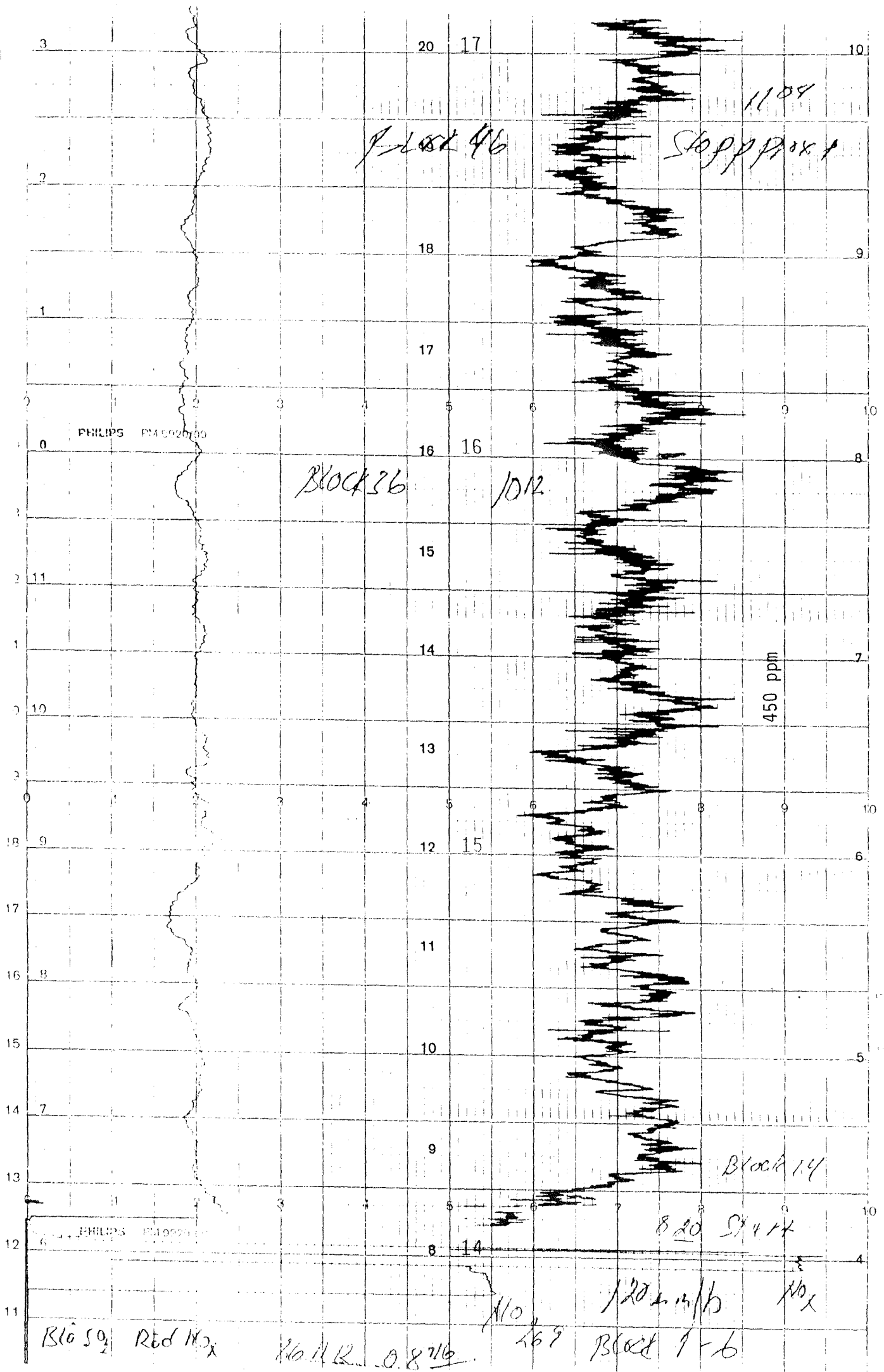
Block 212

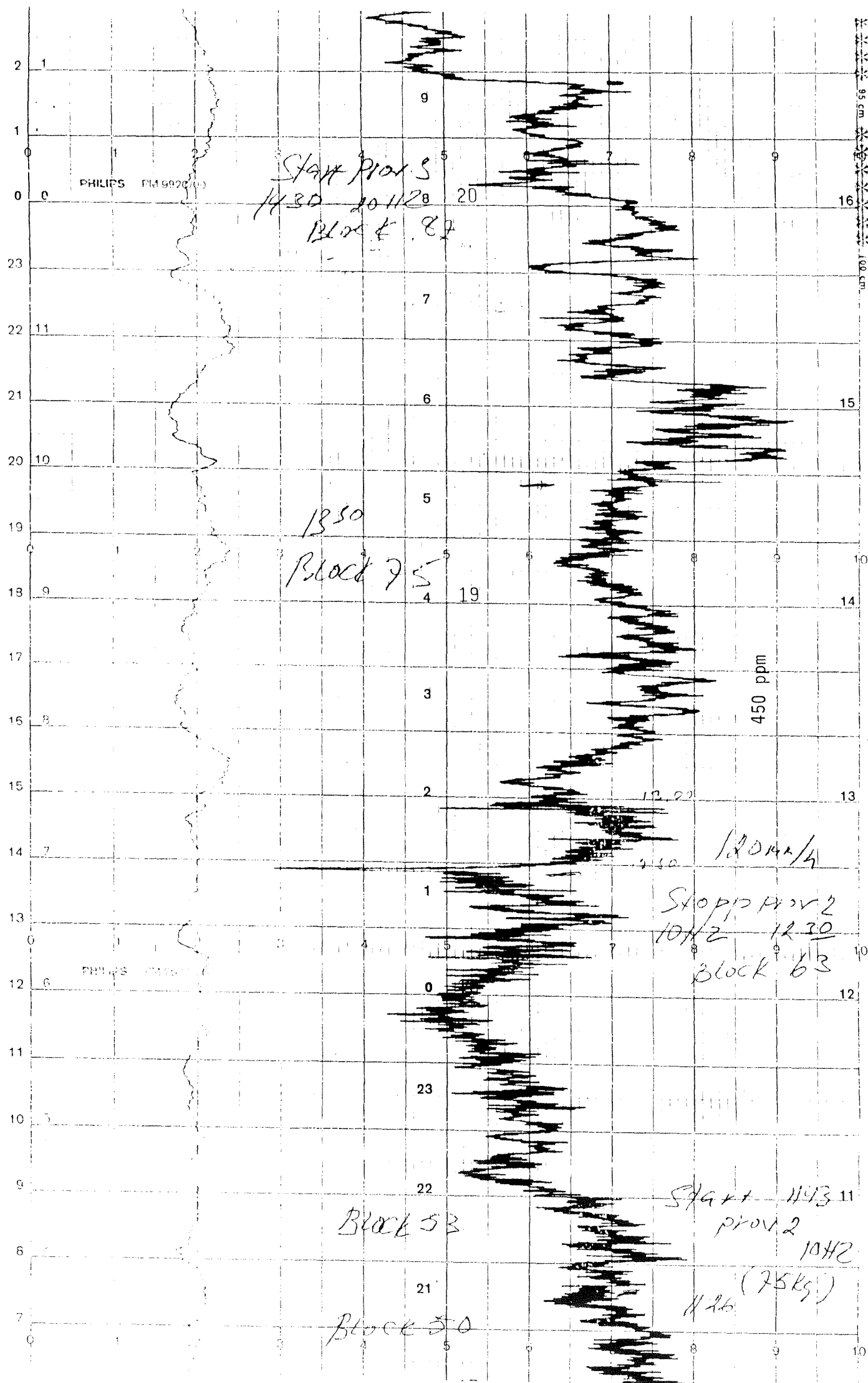
86 N 11

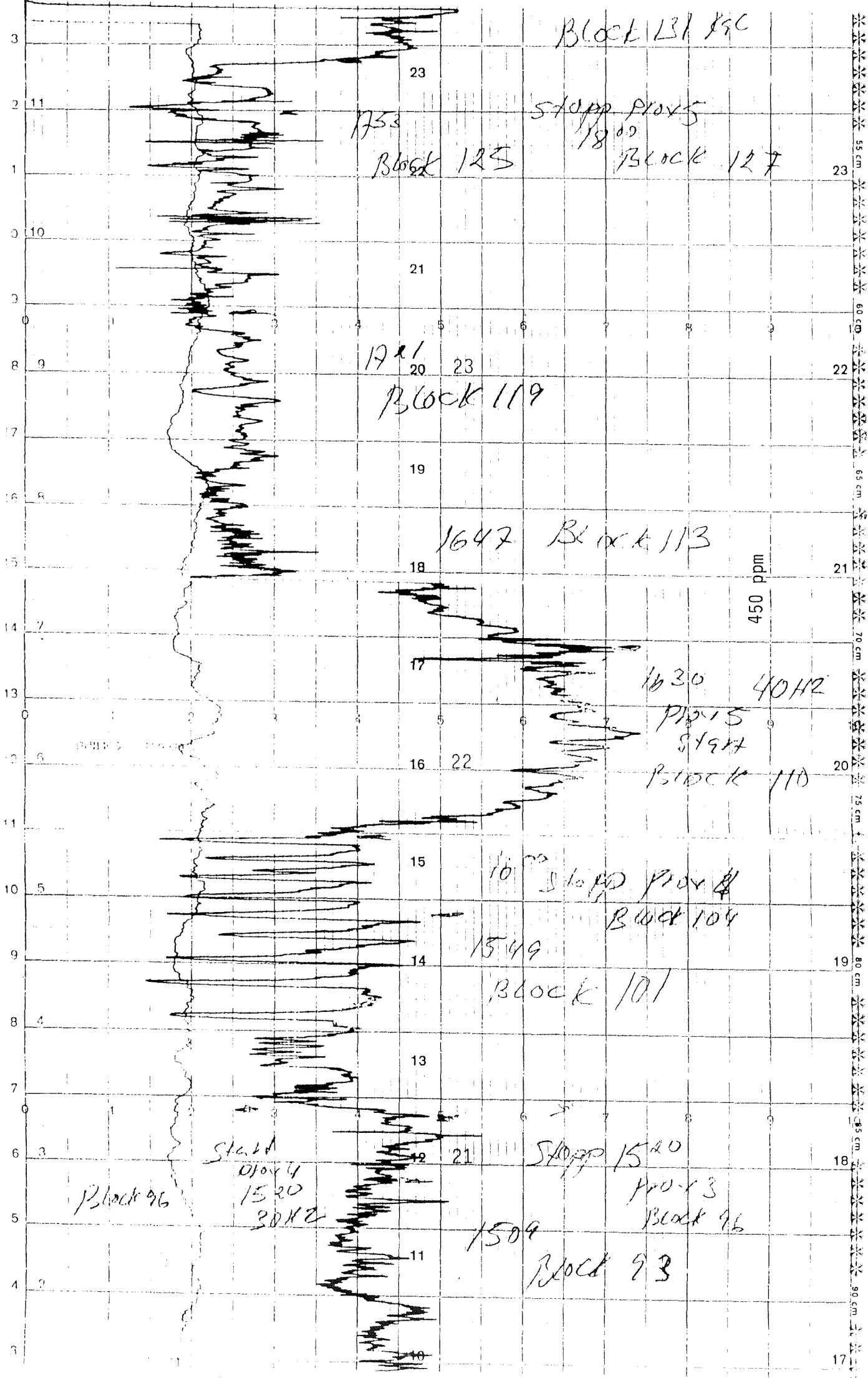
Subsonic
standing?

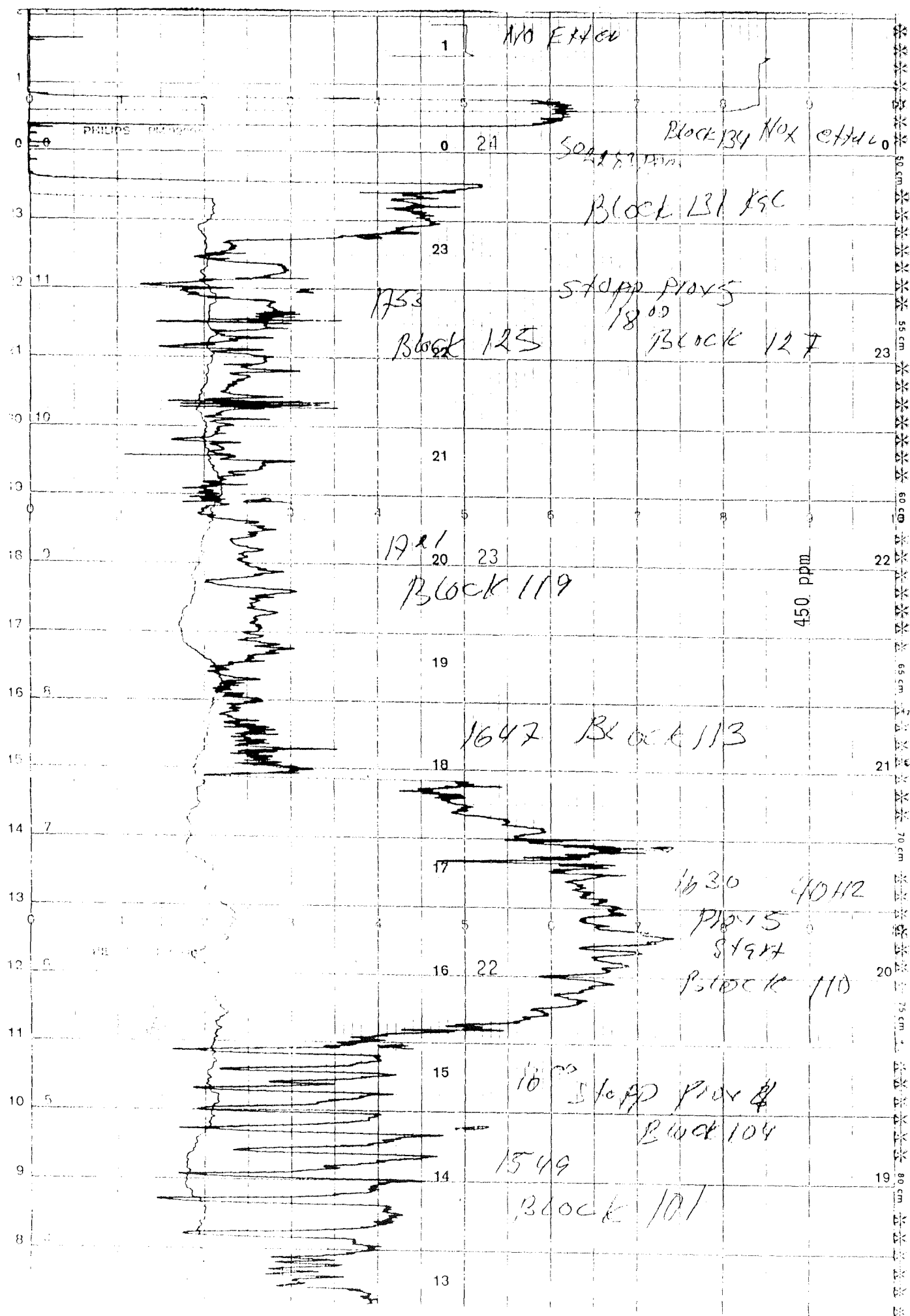
PHILIPS PM 9920/99

PHILIPS PM 9920/99



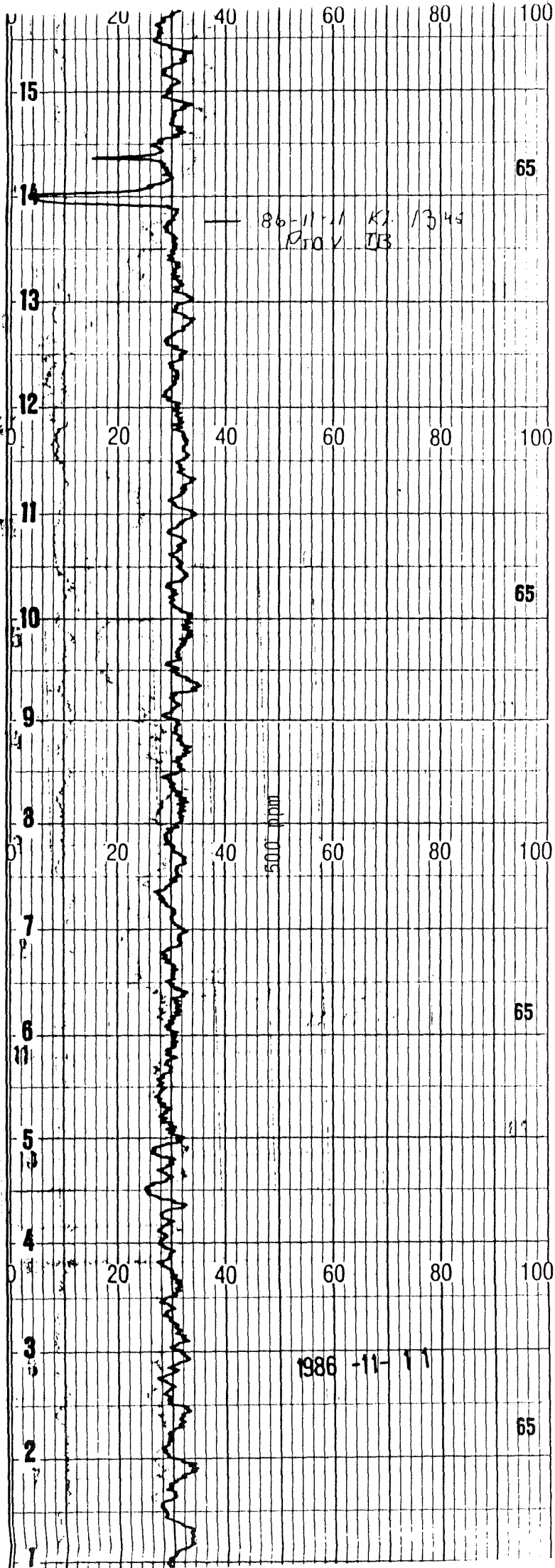


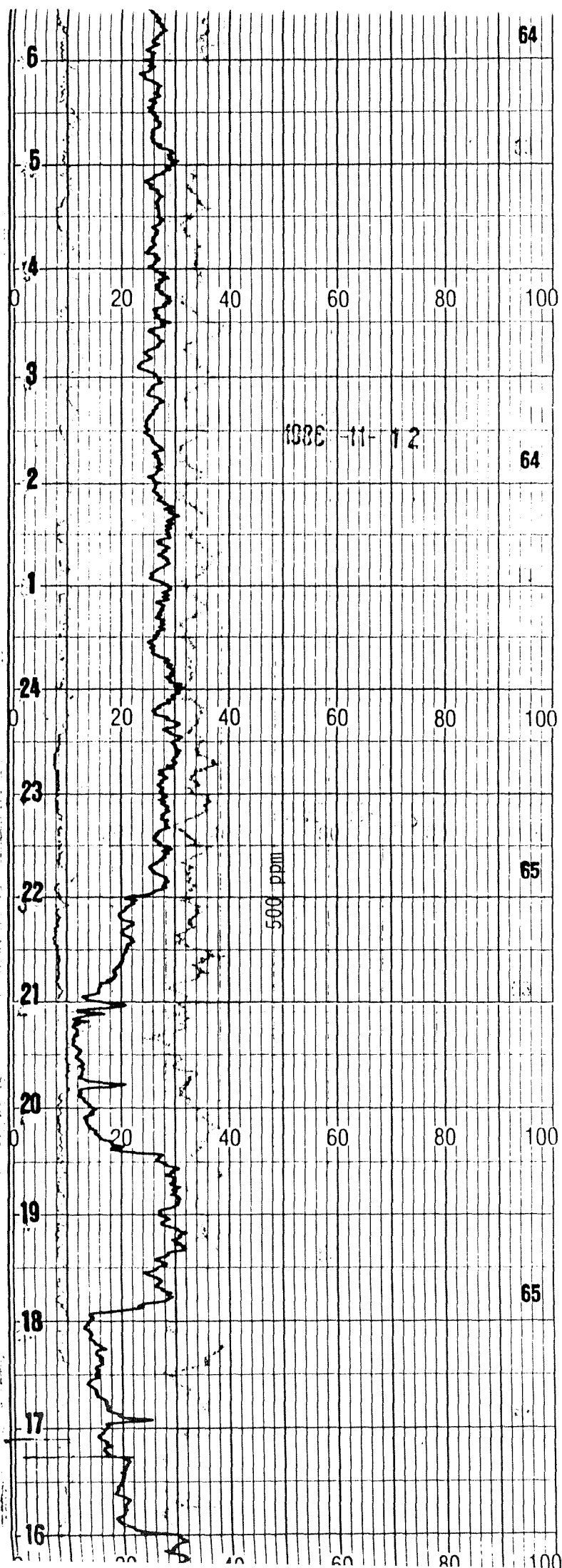




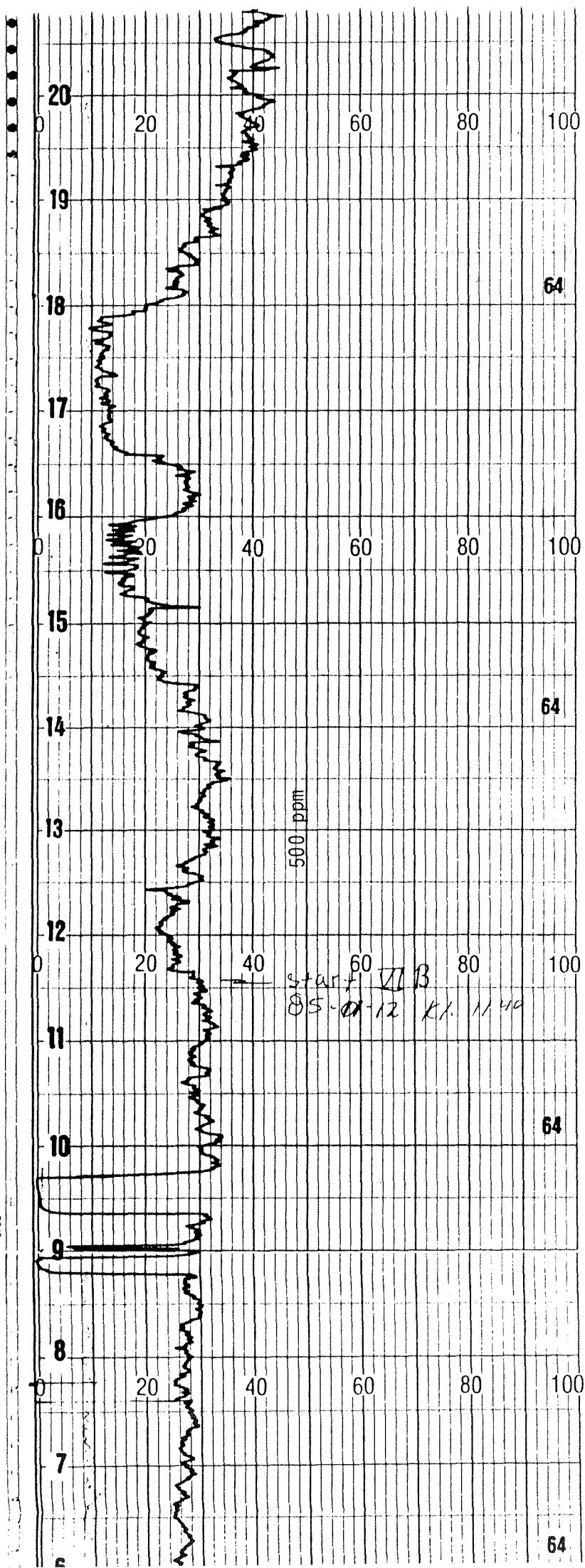
1986 -11- 1 17

1986 -11- 11

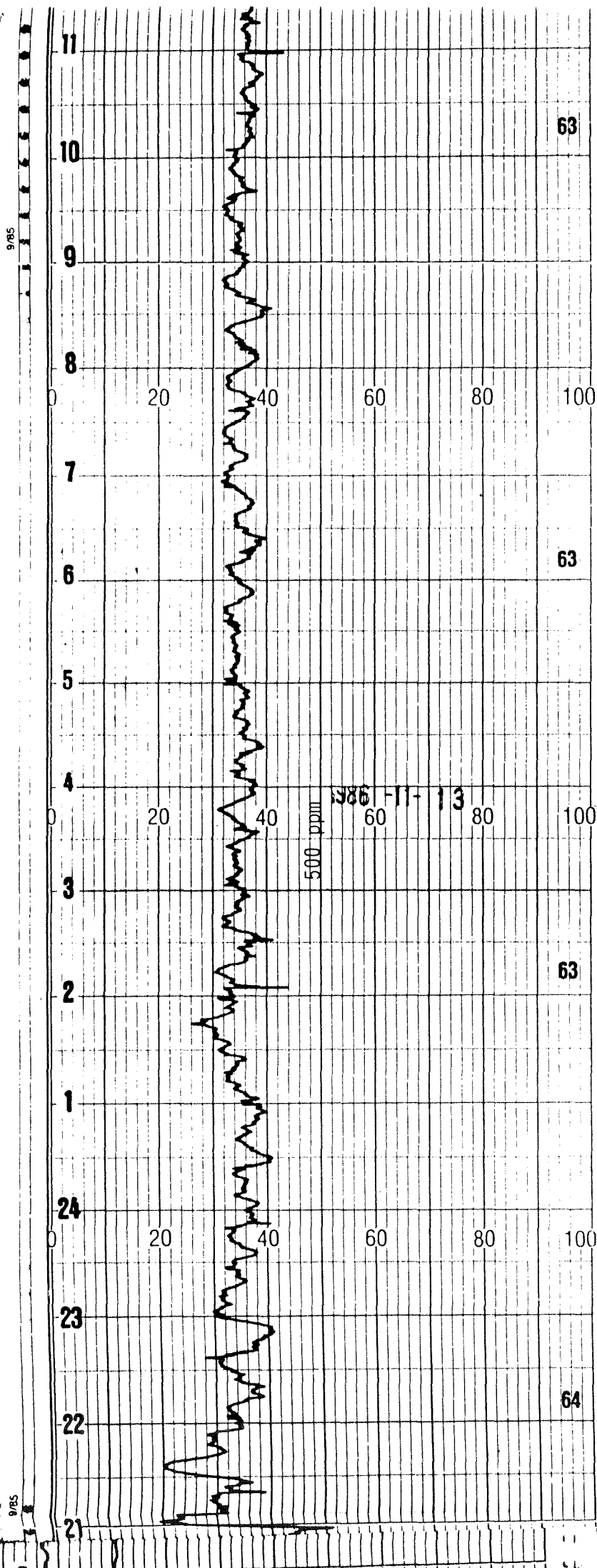




1986-11-11



1986 -11- 12



1986 -11- 13

PROVTYP: Energikol

FARTYG: "Eos" 1986-04-05

MÄNGD: -

ANALYSRESULTAT

FUKT 7,4 %
FLYKT_{tp} 31,5 %
ASKA_{tp} 12,2 %
C_{FIX}_{tp} 56,3 %
S_{tp} 0,55 %
FSI (INDEX) 5
HGI -

VITRINIT	56 %
EXINIT	9 %
INERTINIT	31 %
MINERALER	5 %
$\bar{R}_m$	0,88 %

SIKT	%
>30 mm	0,1
20-30 "	2,3
10-20 "	14,4
6-10 "	9,7
3-6 "	24,2
1-3 "	25,5
0,5-1 "	11,3
<0,5 "	12,5

ENERGIINNEHÅLL:	MJ/kg	Kcal/kg	MWh/ton	BTU/Lb
Värmevärde _{kal} _{tp}	29953	7154	8,32	12877
Värmevärde _{eff} _{tp}	29000	6926	8,05	12467
Värmevärde _{eff} _{fup}	26701	6377	7,42	11479

ASKASMÄLTFÖRLOPP:

ASKAINNEHÅLL: %

		CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O
Mjukning	1270 °C	5,5	50,1	21,9	3,4	8,3	0,1	0,21	0,01	0,04	1,1	2,0
Halvklot	1280 °C											
Flytande	1300 °C											

ANM: 1. tp = torrt prov

fup = fuktigt prov, i leveranstillstånd

2. Samtliga analyser uppfyller krav enligt ISO-standard.

FLÄKT

Industri AB

Dolomitinjecering vid Kalmar KVV

TAHa/H.Jacobsson

86 12 12

Mätning av stofthalt till elfilter

Vi fick följande resultat;

Datum	Test nr.	kommentar	Stofthalt (g/nm ³ , torr gas)	gashastighet (Pitot rörs mätt)
861111	1	(nollprov)	2.669	12.34
"	2	"	2.490	N/P
"	3	"	2.374	12.30
"	4	30 Hz (0-30 my)	4.927	
"	5	40 Hz (0-30 my)	5.345	
861112	6	(nollprov)	3.001	11.93
"	7	(40 Hz (0-10 my)	3.636	12.56

Kanalarea: 1.8225 m² (vid mätstället)

Med vänlig hälsning

Hans Jacobsson

Mätning av stofthalt till elfilter.

Vi fick följande resultat;

Datum	Test nr.	kommentar	Stofthalt (g/Nm ³ , torr gas)	gashastighet (pitot rör mätt)
86/11/11	1	(nog prov)	2.669	12.34
"	2	"	2.490	N/A
"	3	"	2.374	12.20
"	4	30 Hz (0-30 μ)	4.927	
"	5	40 Hz (0-30 μ)	5.345	
86/11/12	6	(nog prov)	3.001	11.93
"	7	40 Hz (0-10 μ)	3.626	12.56

Kanalarea : 1.8225 m² (vid mätstället)

Med vänlig hälsning:

Ulf Jacobsson

FÖRSTUDIE AV INSPRUTNINGSMEKANISM FÖR PULVER

Avsikten med arbetet har varit att praktiskt undersöka mekanismens reglermöjligheter samt att bestämma en matematisk modell för förloppet. Mekanismen innefattar en (eller flera) förkammare (A Fig. 1) för det pulver som under en arbetscykel skall tillföras förbränningsrummet. Förkammaren är så konstruerad att den under en arbetscykel successivt ansluts till:

- en vakuumkälla B för alstrande av undertryck i förkammaren;
- ett pulverförråd C för tillförsel av pulver till förkammaren genom verkan av det i denna rådande undertrycket;
- förbränningsrummet D för pulvrets insprutning i detsamma genom verkan på ett på pulvret åstadkommet tryck vid anslutning E;
- den omgivande luften F för vakuumkällan vid fortfarighets-tillstånd inte skall arbeta med övertryck.

Förloppet upprepas 10 till 50 gånger i sekunden beroende på hastigheten på den roterande skiva i vilken förkammaren befinner sig. Denna planparallella skiva är placerad mellan den övre stillastående skivan H i vilken de fasta anslutningarna C och E är anordnade och den undre stillastående skivan I, i vilken de fasta anslutningarna B, D och F är anordnade. Skivan G:s periferi är utformad som en kuggkrans och den roterande rörelsen åstadkoms med hjälp av en kedjetransmission från drevet K. Mekanismen innesluts i ett oljefyllt hus L. Kullager kan även användas för att separera plattorna från varandra. För att uppnå tätning mellan skivorna så att ingen överströmning sker från de olika fasta anslutningarna hålls skivorna H, G och I sammanpressade medelst en spännanordning (M i Fig. 2).

För att vid rätt tidpunkt kunna tillföra förbränningsutrymmet rätt pulvermängd är såväl varvtal på skiva G som tryck i vakuumkällan steglöst reglerbara. Även övertrycket i E, som ombesörjer tömning av förkammare och inblåsning i förbränningsrummet, är reglerbart. Detta tryck förinställs så att effektiv tömning av förkammaren erhålls över hela varvtalsområdet.

Pulvertillförseln från pulvertanken (N Fig. 3) till pulverförrådet C sker medelst en kedje- eller skruvtransportör. Pulvret passerar omedelbart före förrådet C ett siktnät O som fångar upp grövre partiklar. I pulverförrådet finns en omrörare P för att förhindra att luftfickor bildas. Omrörare med samma funktion finns även i pulvertanken.

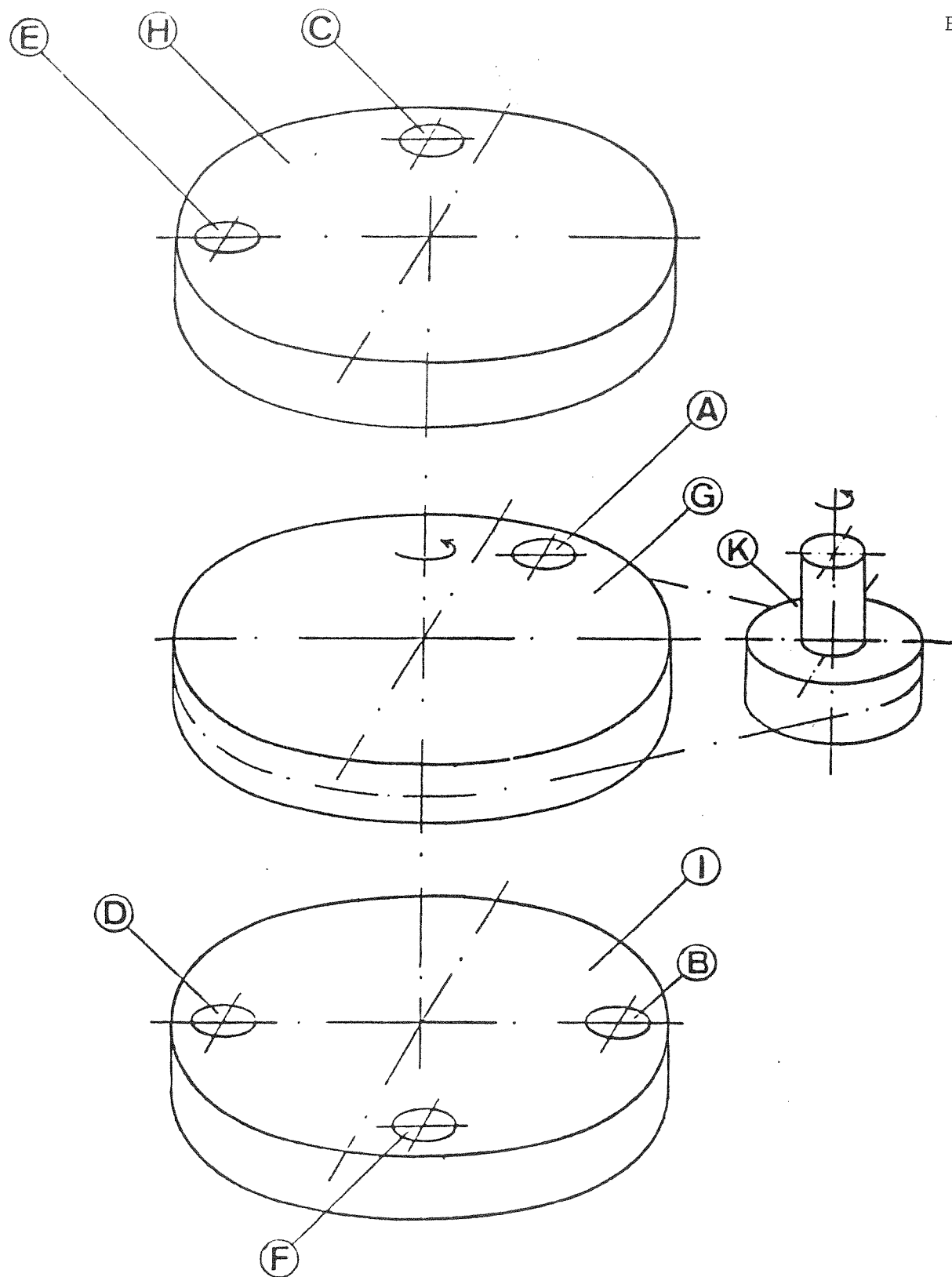


Fig. 1

A förkammare
 B vacuumkälla
 C pulverförråd
 D förbränningsrum
 E anslutning

F omgivande luft
 G } mekanismens 3 skivor
 H }
 I }
 K drev

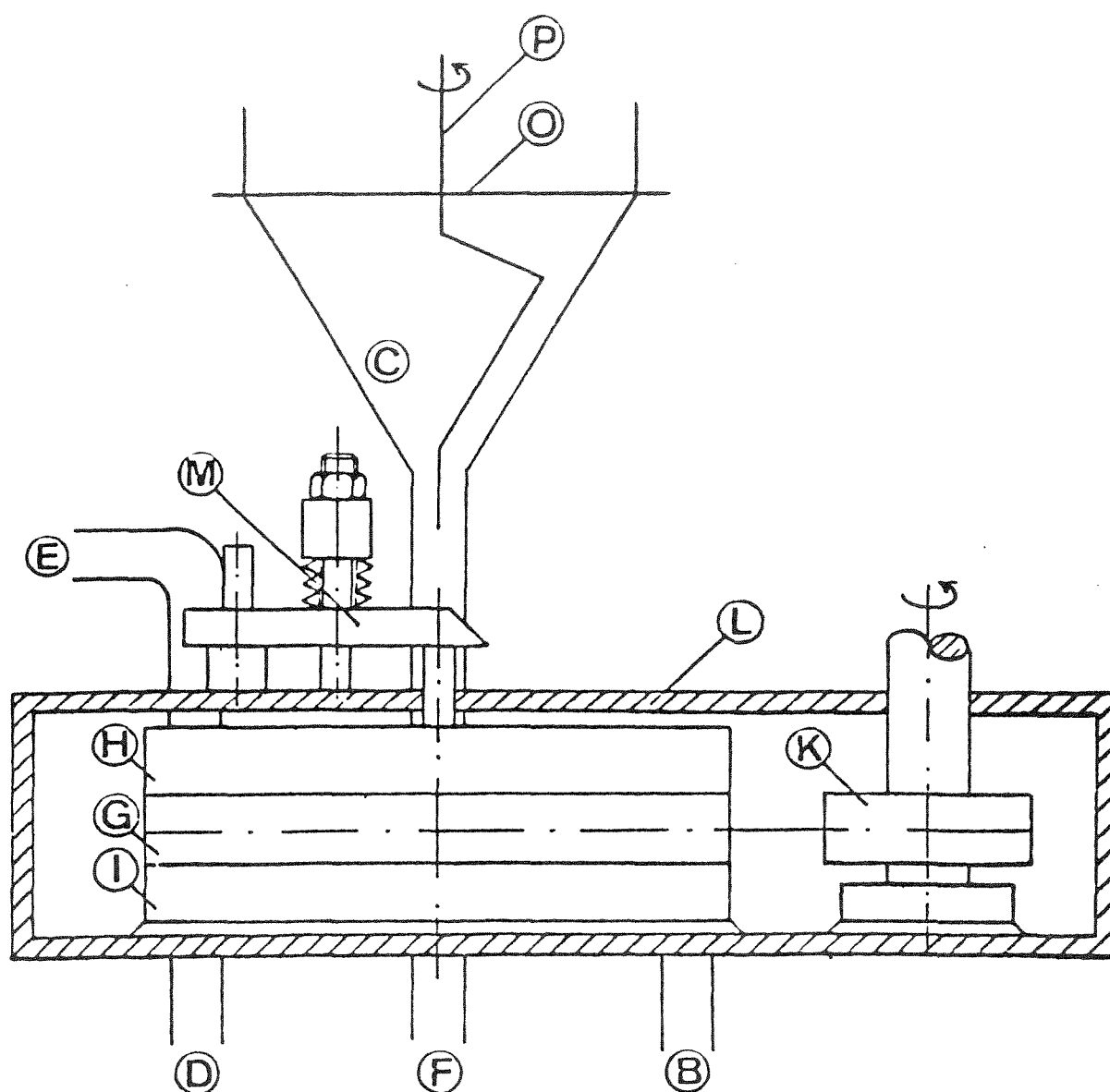
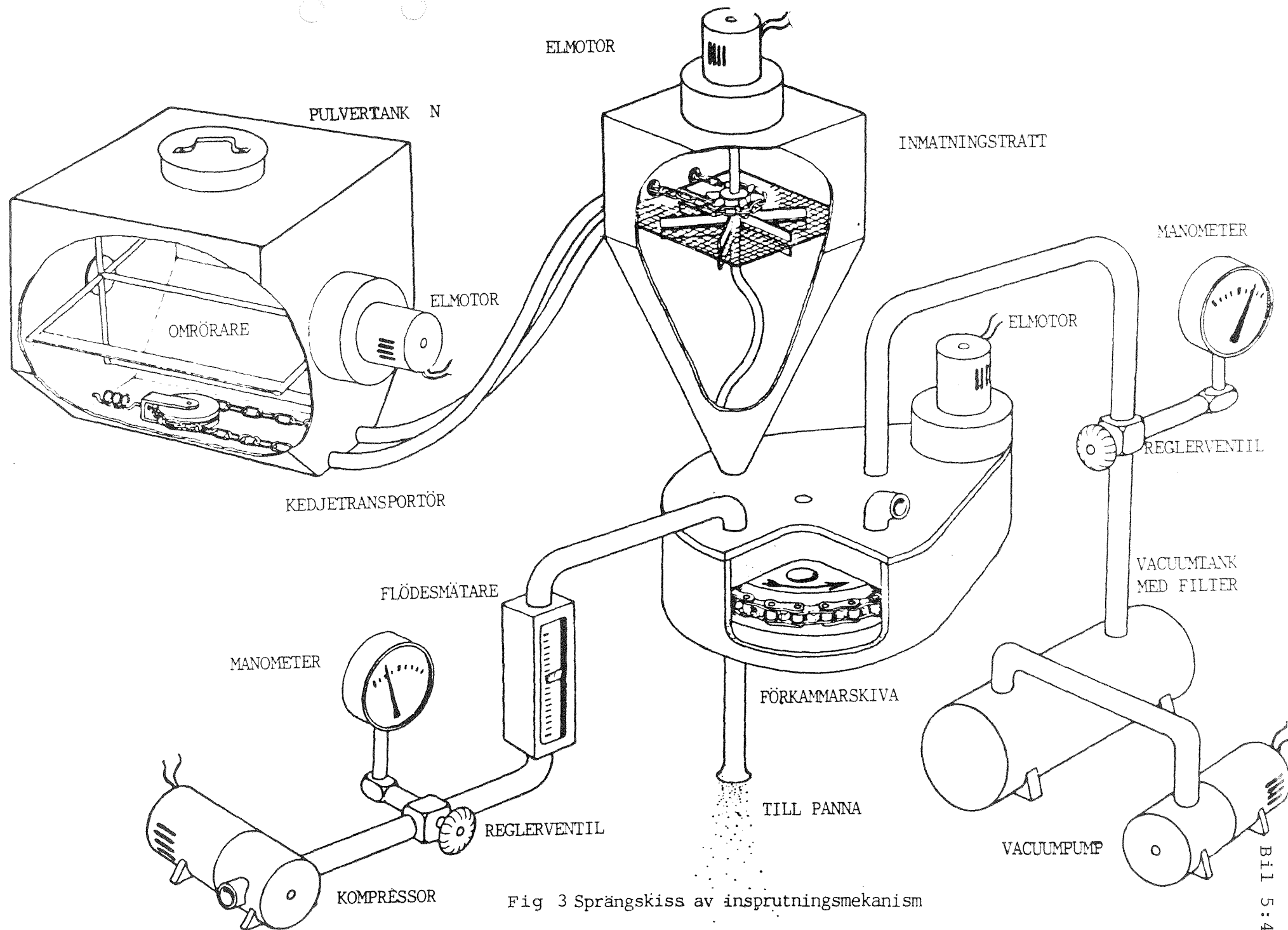


Fig. 2

- | | | | |
|---|-----------------|---|----------------|
| B | Vakuumkälla | H | Skiva |
| C | Pulverförråd | I | Skiva |
| D | Förbränningsrum | K | Drev |
| E | Anslutning | L | Oljefyllt hus |
| F | Omgivande luft | M | Spännanordning |
| G | Skiva | O | Transportör |
| | | P | Vinkelväxel |



För att studera reglermöjligheterna när det gäller insprutningsmekanismen, har en serie praktiska försök genomförts.

Under det att förkammerskivans varvtal varit konstant, har trycket i vakuumkällan varierats. För varje inställt tryck i vakuumkällan har mekanismen körts en bestämd tid och avgiven pulvermängd har registrerats. Detta förfarande har sedan upprepats för ett antal olika varvtal. Mekanismen har även körts med olika typer av pulver.

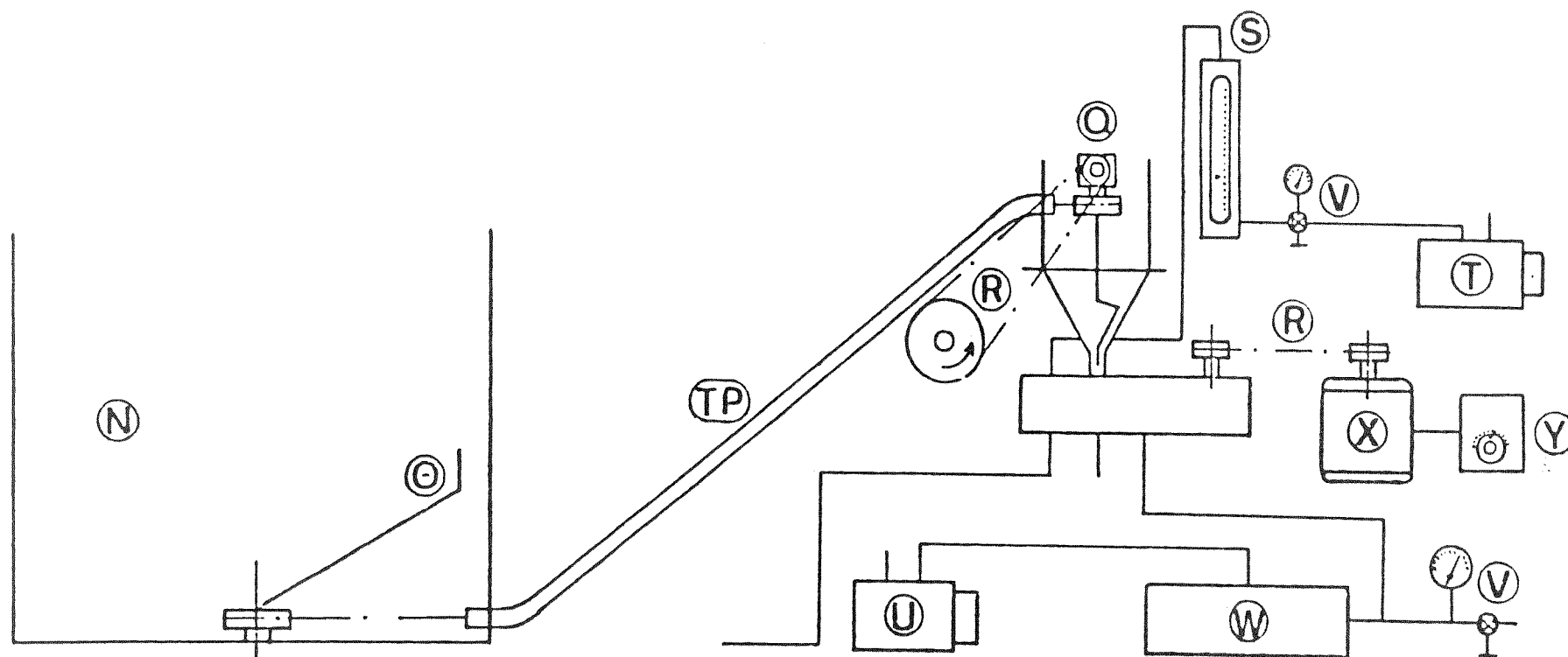
Fig. 4 Sammanställningsritning insprutningsmekanism

Under förstudieförsöken har följande data registrerats:

- förkammerskivans varvtal;
- tryck i vakuumkällan;
- tryck och flöde på den luft som ombesörjer tömning av förkammaren och insprutning i förbränningsrummet;
- försökstid;
- avgiven pulvermängd

Ur diagrammet, Fig. 5, över försöken framgår att man har goda möjligheter att reglera avgiven pulvermängd genom att variera trycket i vakuumkällan samt varvtalet. Diagrammet visar också att vid låga tryck i vakuumkällan är den avgivna pulvermängden konstant. Så borde emellertid inte vara fallet. Orsaken är att vid låga tryck i vakuumkällan har den pulvermängd som transporterats från pulvertanken till pulverförrådet varit mindre än den mängd som mekanismen praktiskt kunnat avge.

Vid höga tryck i vakuumkällan var förhållandena omvända, med påföljd att pulver packades i pulverförrådet och visade en viss tendens att bilda en fast roterande propp i den nedre delen av pulverförrådet. För att mekanismen skall kunna utnyttjas över hela reglerområdet måste pulvermängden från tanken och den av mekanismen avgivna pulvermängden synkroniseras.



- | | | | |
|----|------------------|---|--|
| N | pulvertank | T | kompressor |
| O | omrörare | U | vacuumpump |
| TP | kedjetransportör | V | tryckregleringsventil
med manometer |
| Q | vinkelväxel | W | vacuumtank |
| R | remtransmission | X | elmotor |
| S | flödesmätare | Y | varvtalsregulator |

Fig. 4 Sammanställningsritning insprutningsmekanism

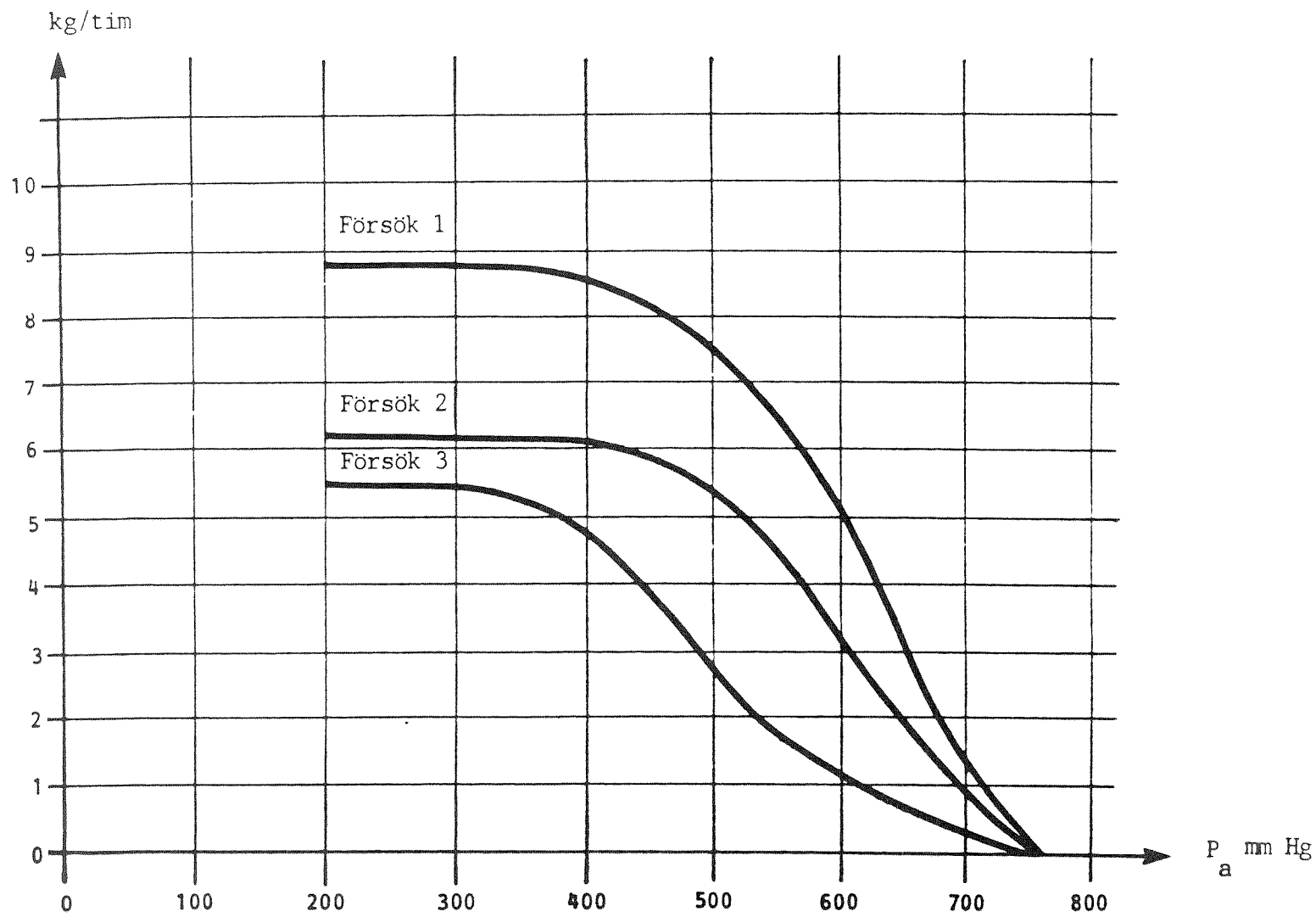


Fig. 5 Kapacitetsdiagram

TUSENKILOS INSPRUTNINGSMEKANISM

Den i Kalmar använda insprutningsmekanismen provkördes vid Avd. Kraft- och Värmeanläggningars Systemteknik, CTH. Kapaciteten vid maximal dosering av Myanit 0 - 30 μ var 1,200 kg per timme.

Genom att reglera spalterna mellan skivorna G, H och I, se Fig. 1, kan mekanismen enkelt ställas om för injicering av Myanit med varierande kornstorleksfördelning.

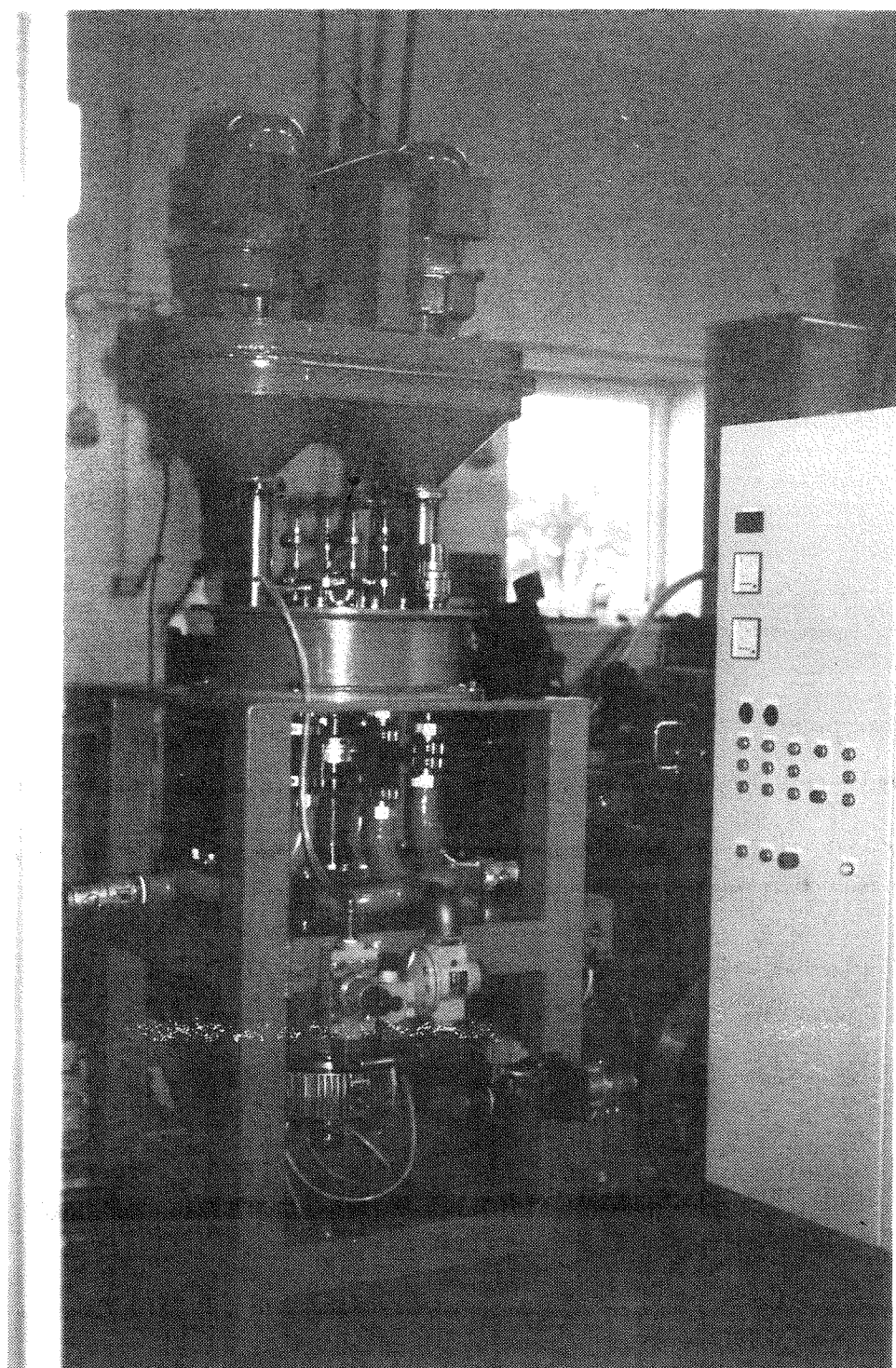
Det unika med denna insprutningsmekanism är att den förmår upphäva de krafter som finns mellan de enskilda partiklarna samt vidmakthålla denna separation ända in i pannan.

Genom detta kan den stora specifika ytan hos Myanit 0 - 10 μ och 0 - 30 μ utnyttjas.

Såsom framgår av (1) blir effektivitetsfaktorn $\eta = 0,95$ vid en 10 μ partikel. Detta gäller naturligtvis endast för fritt svävande partiklar, ej för agglomerat.

De ovan nämnda teorierna verifieras av Kalmar-försöken, där en avsvavlingsgrad på 65 % uppnåddes vid $Ca/S = 1,54$ för Myanit 0 - 10 μ .

Ett foto av insprutningsmekanismen 1 000 kg/h, använd vid Kalmar-försöken, visas på Fig. 1.



INSPRUTNINGSMEKANISM 1.000 kg/h använd vid Kalmar-försöket

Fig. 1

LIVSLÅNGDEN FÖR INSPRUTNINGSMEKANISMEN

Under Kalmar-försöken arbetade insprutningsmekanismen under de tre veckor som försöken pågick utan haverier.

De driftstopp som förekom, orsakades av att kompressorn för matnings- och rensluften havererade vid flera tillfällen.

Under första veckan användes en eldriven kompressor.

Dess kapacitet visade sig stadigt sjunka, varför den utbyttes mot en dieseldriven kompressor. Denna kompressor lämnade ca $20 \text{ m}^3/\text{minut}$ fri luft.

Renstryck 3,5 bar, Matningstryck 1,0 bar.

Bränsleledningen började läcka på denna kompressor.

Förslitningen av den roterande härdade stålplattan, se Fig 7, sid 18, visade att $0,5 \mu$ gropförslitning erhållits under 200 timmars körning.

Denna förslitning synes ringa och ger en livslängd på insprutningsmekanismen på ca 6 000 timmar.

De insprutningsmekanismer som i fortsättningen kommer att tillverkas, är försedda med slitytor av hårdmetall. Livslängden blir på dessa 60 000 timmar.

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk Forskning och utveckling. Stiftelsens forskningsprogram är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustriernas behov och problem. Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Värmeverksföreningen
- Övrig industri

Värmeforsk samarbetar med Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK).

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Box 1765 · 111 87 Stockholm
Tek: 08-7900600 · Fax 08-796 00 37