SKOGSINDUSTRIELLA GRUPPEN 797

Kontinuerlig AE-övervakning i Gruvöns sodapanna T5

Anja Klarin, Björn Warnqvist

värmeforsk
VÄRMETEKNISK FORSKNING OCH UTVECKLING

Kontinuerlig AE-övervakning i Gruvöns sodapanna T5

Acoustic emission monitoring of a kraft recovery boiler

Anja Klarin
Björn Warnqvist

S2-212

VÄRMEFORSK Service AB
101 53 STOCKHOLM · Tel 08-677 25 80
Januari 2003
ISSN 0282-3772

Abstract

System för kontinuerlig mätning av akustisk emission, AE, i en sodapanna syftar till att finna eventuella tendenser till sprickbildning i tuber i olika delar av pannan.
Signaler på lägre nivå kan sannolikt också utnyttjas för att följa vissa driftparametrar, t ex smältaflöden i olika smältalöp. Förutsatt att sensorerna är optimalt placerade så kan man få en förvarning 2 – 20 dagar om begynnande sprickbildning och kan därigenom planera nödvändigt driftstopp och reparation på ett ofta kostnadseffektivt sätt.
Användare av systemet i sodapannor i Finland och Sverige bedömer att det är långsiktigt kostnadseffektivt.

Sammanfattning

Kontinuerlig AE övervakning i Gruvöns sodapanna T5

Akustisk emission (AE) är en av de oförstörande provningsmetoder, som har studerats sedan 1970-talets början. Mätning on-line utvecklades efterhand.

Den allra första tillämpningen av kontinuerlig övervakning med senaste teknik av en sodapanna i Sverige har monterats i Gruvöns nya sodapanna, T5.

Målet med detta forskningsuppdrag var att utforska detta AE-systems (ACM-Optimatic) möjligheter och gränser för hur långt man kan tolka mätningsresultat för att kunna se samband med processvariabler, och förutse processändringar som kan leda till skador i en sodapanna. Gruvöns sodapanna är ny och har fått en kontinuerlig on-line AE-övervakning redan från idrifttagning.

Mätresultaten och en kvalitativ jämförelse med vissa driftvariabler tyder på att AE-signaler på en mellannivå (ett amplitudintervall mellan brus och sprickindikationer) korrelerar med intressanta parametrar som t ex sotångflöde och/eller sotångtryck, liksom smältaflöden i olika löp. Specifikt korrelerar t ex kraftigt varierande temperaturdifferens över löprännans kylkrets med signaler från närbelägna AE-sensorer.

Denna typ av samband kan förslagsvis följas upp närmare i den fortsatta driften av AE-systemet i sodapanna T5. Slutsatsen bör vara intressant trots att den i stort sett inte förutsågs och inte var en primär målsättning när studien formulerades 1999 – 2000. Liknande iakttagelser har enligt uppgift gjorts vid sodapannor i Finland. Även Acutest Oy har i sin fortlöpande uppföljning av systemet i Gruvön noterat troliga samband mellan AE-signaler i pannans övre del (överhettare, konvektionsdel, ekonomiser) och t ex sotångflöden. (Acutests årsrapport till Gruvöns Bruk september 2000, och september 2001 Man kan också se att lastvariationer under luteldning, jämfört med stabil drift, medför stor skillnad i aktiviteter (AE-signaler) som indikerar påkänningar för tryckkärlet. Vid upp- och nedeldning är detta ytterligare accentuerat.

AE - signaler på högre amplitudnivå korrelerar med lokal tendens till sprickbildning, liksom faktisk sprickbildning, förutsatt givetvis att sensorer finns i närheten.
Detta visas av erfarenheter i finska sodapannor (Joutseno, Enocell). Förutsatt att sensorerna är optimalt placerade så kan man få en förvarning 2 – 20 dagar om begynnande sprickbildning och kan därigenom planera nödvändigt driftstopp och reparation på ett ofta kostnadseffektivt sätt.

Oavsett placeringen av sensorerna så kan räckvidden utökas i viss omfattning, dock på bekostnad av känsligheten. Generellt anser bruken, Gruvön, Enocell och Joutseno, att man har nytta av systemen, förutsatt support från leverantören och utbildning av personalen, och att systemen kan anses långsiktigt kostnadseffektiva.

Summary

Acoustic Emission (AE) is a non-destructive testing method which has been studied since the early 1970íes. On-line monitoring was developed subsequently.

The first application of continuous monitoring with this latest technology in a Swedish kraft recovery boiler has been installed in the new Billerud Gruvön recovery boiler, T5.

The objective of this research project was to elucidate this AE system (ACM Optimatic) with respect to possibilities and limitations of interpreting measurement results in terms of relations with process variables, and also predicting process changes which may lead to damages in a recovery boiler. The Gruvön recovery boiler is new and is equipped with continuous on-line AE monitoring from start-up.

The recorded results and qualitative comparisons with certain operating variables indicate that AE signals at an intermediate level (an amplitude interval between noise, and cracking indications) correlate with parameters of interest such as soot-blowing steam flow and/or pressure, and also smelt flow in the smelt spouts. Specifically, varying temperature differentials across the cooling water circuit of a smelt spout correlate with signals from near-by AE sensors.
It is suggested that this type of relationships may be followed up in the continued operation of the AE system of this recovery boiler. This conclusion should be of interest even though it was not clearly predicted, and was not a primary goal of the study at its inception in 1999-2000. Similar observations are, however, reported from recovery boilers in Finland. Also, Acutest Oy, the supplier of the system, has noted apparent relationships between AE signals in the super-heater/generating bank/economiser sections of the boiler and soot-blowing steam flow. (Acutest annual reports to the Gruvön mill, September 2000 and 2001). Boiler load variations are also seen to result in corresponding major changes in AE response (signals) indicating stresses in boiler pressure parts.

AE signals at a higher amplitude level correlate with local tube cracking tendencies, and occurrence, provided of course there are sensors within range. This is shown from experience in Finnish kraft recovery boilers (Joutseno, Enocell). If sensors are optimally located it is possible to get 2 – 20 days advance warning of impending cracking and thus being able to plan a necessary shutdown and repair in a cost-effective way. Regardless of location of sensors, their range can be expanded to some extent but at the cost of lowered sensitivity. Generally speaking the mills, Gruvön, Enocell and Joutseno, consider the system to be useful, provided that they get support by the supplier and training of their staff. They also seem to consider the systems to be basically cost-effective.

Innehållsförteckning

1 BAKGRUND 1

2 AKUSTISK EMISSION 2

2.1 INSTALLATIONER I GRUVÖNS SODAPANNA T5 2

3 MÄTRESULTAT OCH PROCESSDATA 4

3.1 TIDSPERIODEN 26.2.-9.4.2001 6
3.1.1 AE-signaler 6
3.1.2 Processdata 9
3.2 TIDSPERIODEN 4.6. - 8.7. 2001 14
3.2.1 AE signaler 14
3.2.2 Sotångans flöde och tryck vid olika delar av pannan 16
3.2.3 Processdata 19
3.2.4 Botten och löprännorna 22

4 AVGRÄNSADE INTRESSANTA TIDSPERIODER 28

4.1 STORA VARIATIONER I LAST (28 MAJ – 4 JUNI 2001) 28
4.1.1 Överhettare samt övre delen av konvektion / vänster sida: 33
4.1.2 Främre del av botten: 34
4.1.3 Bakre del av botten: 35
4.1.4 Överhettare samt övre delen av konvektion / vänster sida: 39
4.2 TIDSPERIOD MED JÄMN DRIFT (22-26 JULI 2001) 40
4.2.2 Främre del av botten: 44
4.2.3 Bakre del av botten: 45
4.2.4 Överhettare samt övre delen av konvektion/vänster sida: 49
4.3 NEDELDNING VID HÖSTSTOPPET (6-8 SEPTEMBER 2001) 50
4.4 UPPELDNING VID HÖSTSTOPPET (17-20 SEPTEMBER) 57
4.4.2 Främre del av botten: 60
4.4.3 Bakre del av botten: 61
4.4.4 Överhettare samt övre delen av konvektion/vänster sida: 65

5 DRIFTERFARENHETER 68

6 SLUTSATSER 70

Bilagor

1. Gruvön Positionslista
2. Sodapanna T5 Eldstadens rör. Sprickmätning botten (AE-givare)

1 Bakgrund

Sprickbildning i ångpannors tuber är ett från säkerhetssynpunkt mycket allvarligt problem, i synnerhet i sodapannor där risk för smälta-vattenexplosion föreligger om sprickbildningen leder till tubbrott. Ny on-line teknik är dock under utveckling med vilken begynnande sprickbildning kan detekteras på ett mycket tidigt stadium. Denna teknik bygger på följande princip.
När en spricka utvidgar sig inne i en metall utvecklas högfrekventa ljudvågor som leder och emitterar i metallen. Dessa vågor kallas för akustiska emissionsvågor. En piezokristall sensor avlyssnar dessa ljudvågor som sedan leds genom en förstärkare och filtreras innan de kommer till en mikroprocessor.
Akustisk emission (AE) är en av de oförstörande provningsmetoder, som har studerats sedan 1970-talets början. Ändå är de industriella tillämpningarna av denna metod idag bara ett fåtal. Flera stycken tillämpningar inom massa- och pappersindustri finns i Finland speciellt i sodapannor och mesaugnar. (S. Purho, V. Sorvari, ”Förbättring av sodapannans tillgänglighet med sprickdetektor”, Sodahuskonferensen, Stockholm, 1997) Den allra första tillämpningen av kontinuerlig övervakning med senaste teknik av en sodapanna i Sverige har monterats i Gruvöns nya sodapanna,T5.

Målet med detta forskningsuppdrag är att utforska ACM-Optimaticsystemets möjligheter och gränser för hur långt man kan tolka mätningsresultat för att kunna förutse processändringar som kan leda till skador i en sodapanna. Gruvöns sodapanna är ny och har fått en kontinuerlig on-line AE-övervakning redan från idrifttagning. Acutest Oy installerade 1999 en AE-övervakning i StoraEnso´s Varkaus sodapanna, där några processparametrars inverkan studerades i ett diplomarbete (Mikael Korhonen: Processparametrarnas inverkan på bottentubernas sprickbildning i en sodapanna, Helsingfors Tekniska Högskola, 2000 (på finska)). Sodapannan i Varkaus har botten av kompoundtuber och sodapanna T5 i Gruvön av kompound vid framvägg (1,5 m) och annars av svart material med respektive utan stift.

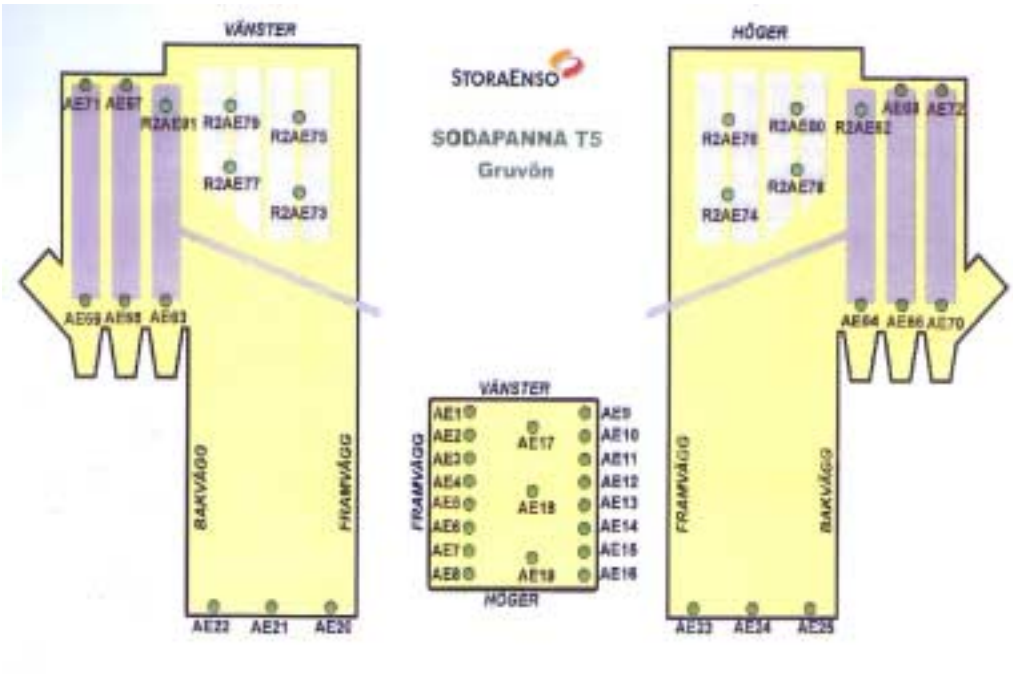
Specifikt i Gruvön har man i övervakningssystemet inkopplat ovanligt många processparametrar (se bilagor 1 och 2). Dessa parametrar möjliggör att hitta nya och intressanta relationer mellan olika parametrar och körsätt. Meningen är inte att ändra körsättet i Gruvön utan att följa hur mycket systemet kan få fram om körparametrarna. Målet för denna studie är att enligt ovan utvärdera detta system och producera en omfattande rapport om ”AE-metodens möjligheter och begränsningar för sodapanneövervakning” . Rapporten skall inriktas för den svenska massaindustrin.

ACM-Optimatic system monterades i Gruvöns sodapanna före idrifttagningen. Systemet testades innan pannan eldades för första gången. Under uppkörningen av pannan följde man noggrant de processparametrar som är viktiga med tanke på potentiella risker för förkortad livslängd hos pannan När man sedan har kommit i normal drift av Gruvöns sodapanna följde ACM-Optimatic on-linesystemet pannans gång till det första revisionsstoppet, och man gjorde en sammanfattande rapport. På motsvarande sätt har systemet följts upp fram till höststoppet 2001. Vår studie avser valda perioder och samband av intresse under tiden 2001-02 – 2001-09.

2 Akustisk emission

2.1 Installationer i Gruvöns sodapanna T5

Åtta stycken mätinstrument installerades på bottentuber (vågledare) vid bakväggen (AE9-AE16) och också vid framväggen (AE1- AE8) och 3 stycken i mitten (AE17- AE19). Lägen för alla mätinstrument i Gruvöns sodapanna är visade i **Figur 1A**. Uppe i pannan i överhettare, konvektionsdel och ekonomiser finns mikrofoner.



Som framgår så finns inga AE-sensorer i eldstadsväggar eller vid luftregister. Efter en (vid inspektion första driftåret, 2000) konstaterad sprickbildning i fena under primärluftportar, så har bottensensorernas signalförstärkning ökats så att deras täckningsområde nu omfattar primärluftregistret. Detta dock på bekostnad av något lägre känslighet och precision.

Ritningen Figur 1B (nedan) visar lägen för de instrument som har sitt läge nära löprännor (1-6) vid bakväggen.

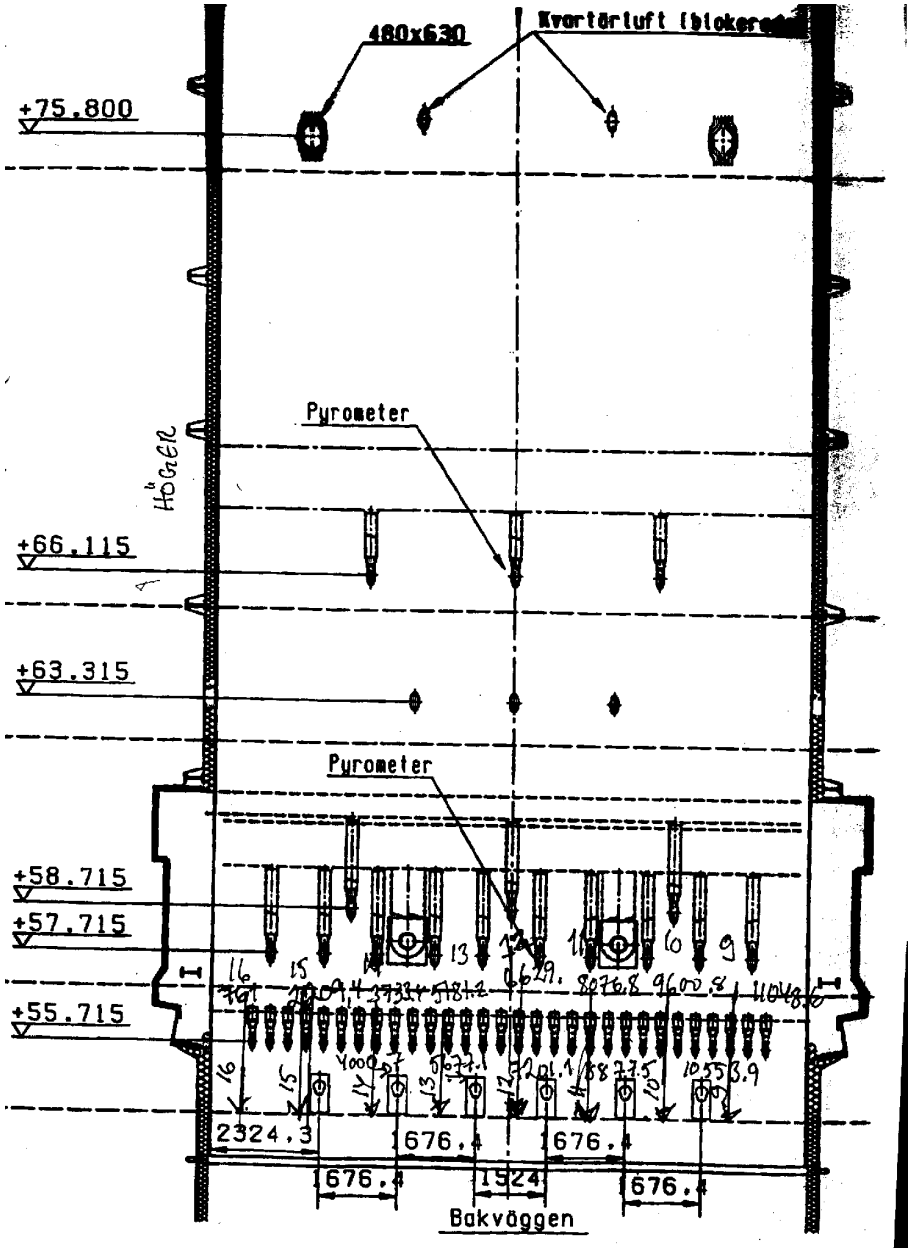


Fig. 1B Lägen för AE instrument (AE 9 – AE 16) visas på denna bild. Löpränna 1 ligger nära sensorerna AE 9 och AE 8 och löpränna 6 ligger mycket nära AE 15.

3 Mätresultat och processdata

Bilaga 1 visar de processparametrar som Acutest Oy följer i Gruvöns nya sodapanna.

ÅF-IPK AB ville själv välja processparametrar som skulle studeras och jämföras med AE signaler. Därför besökte Björn Warnqvist och Anja Klarin Gruvöns bruk i maj 2001 och bekantade sig med deras kontrollsystem varifrån valdes över 20 parametrar som man studerade noggrannare. Figurer 2 och 3 visar några exempel på processdata från Gruvöns bruk och originala AE-data från Acutest Oy ang. kanal 15 på en en bottentub vid bakväggen.

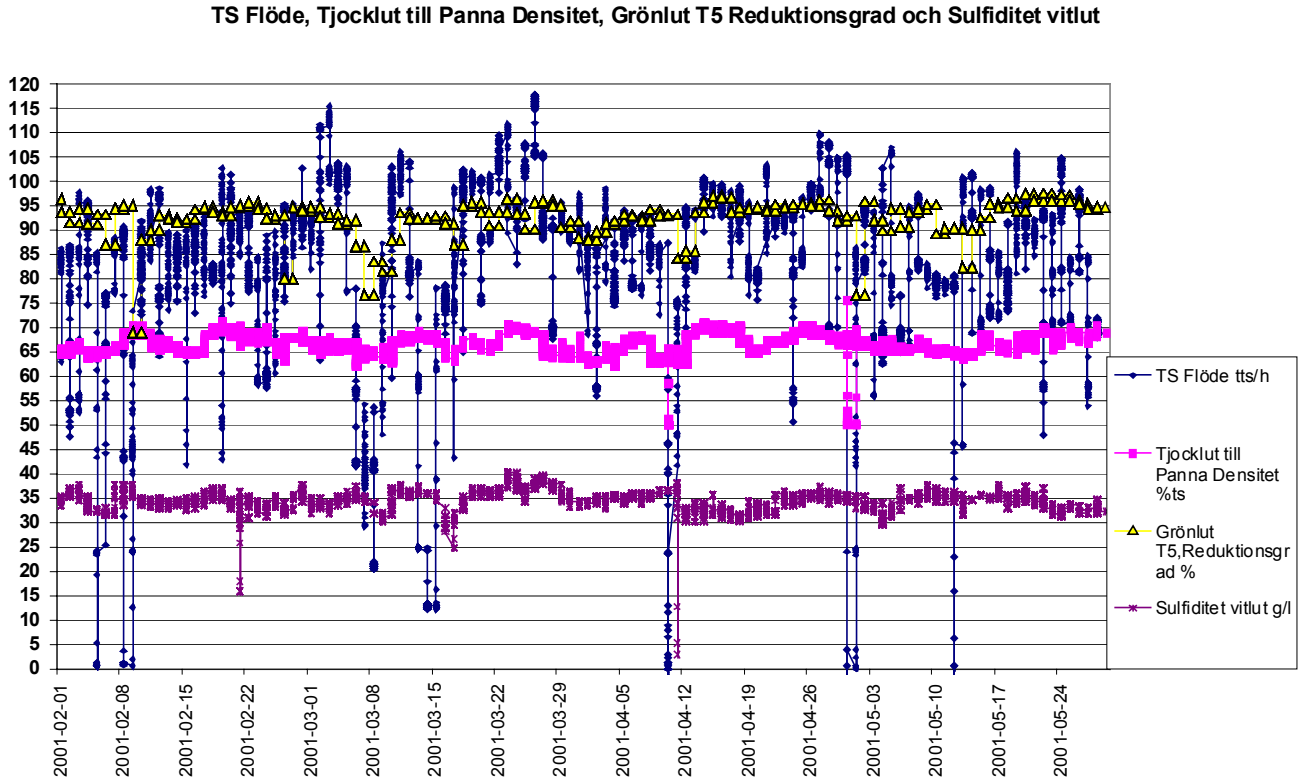


Fig. 2 Processdata från Gruvöns bruk.

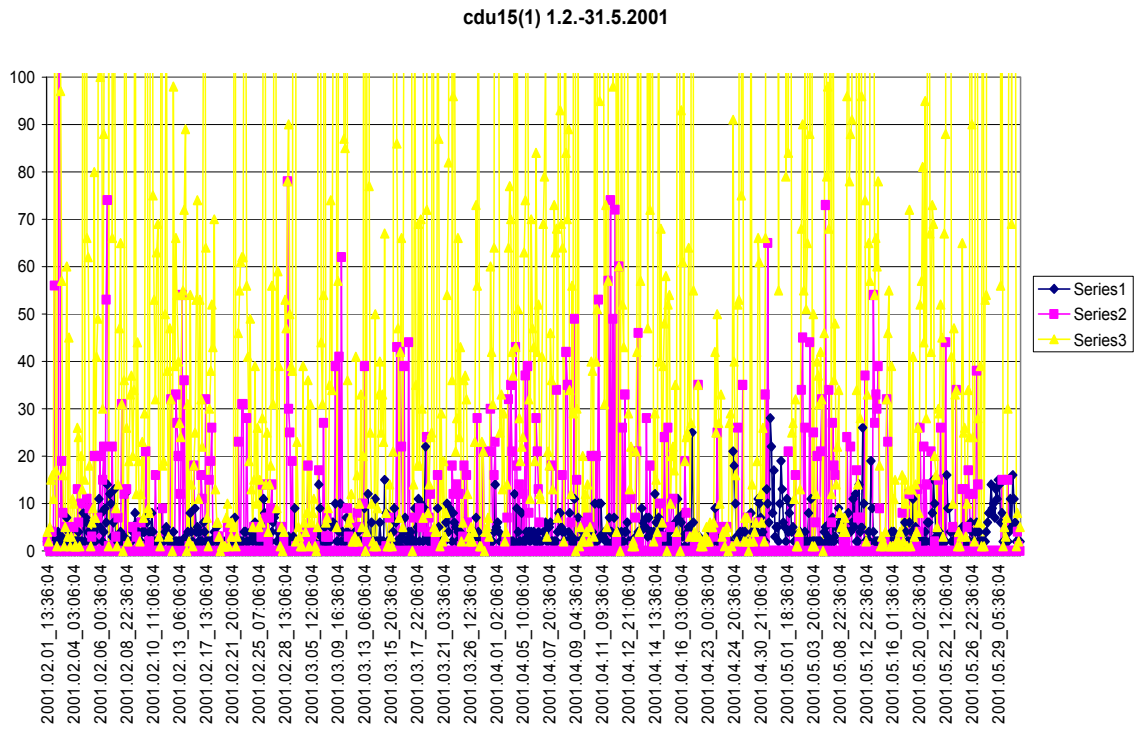


Fig. 3 AE signaler i 30 minuter (serie 1: mängden av signaler i 30 min, serie 2: signalers medeltal, serie 3: kumulativ summa av signaler i 30 minuter).

ÅF-IPK har valt **följande tidsperioder för mera detaljerade studier**:

*** *Mätresultat och processdata – allmänt* (kap 3)**

1) 26.2.-9.4. 2001 (5 veckor) (kap 3.1, s 6 -)

2) 4.6.-8.7.2001 (5 veckor) (” 3.2, s 14 -)

*** *Avgränsade intressanta tidsperioder* (kap 4)**

3) Stora variationer i last 28.5-4.6. 2001 (” 4.1, s 28 -)

4) Jämn drift (22-26 juni 2001) (” 4.2, s 39 -)

5) Nedeldning av pannan (6-8 september 2001) (” 4.3, s 48 -)

6) Uppeldning av pannan (17-20 september 2001) (” 4.4, s 56 -)

I respektive kapitelavsnitt nedan, 3.1 – 4.4, återges dels samlade AE-data/grafer (i avsnitt 4.1 – 4.2 också temperaturdata) dels motsvarande/samtidiga processdata (grafiskt) varefter visuellt iakttagna samband kommenteras.

3.1 Tidsperioden 26.2.-9.4.2001

3.1.1 AE-signaler

3.1.1.1 Ugnen

Emissioner på bottentuber vid bakväggen (nära löphålen) under vecka 0112 enligt Acutests rapport till Gruvön:

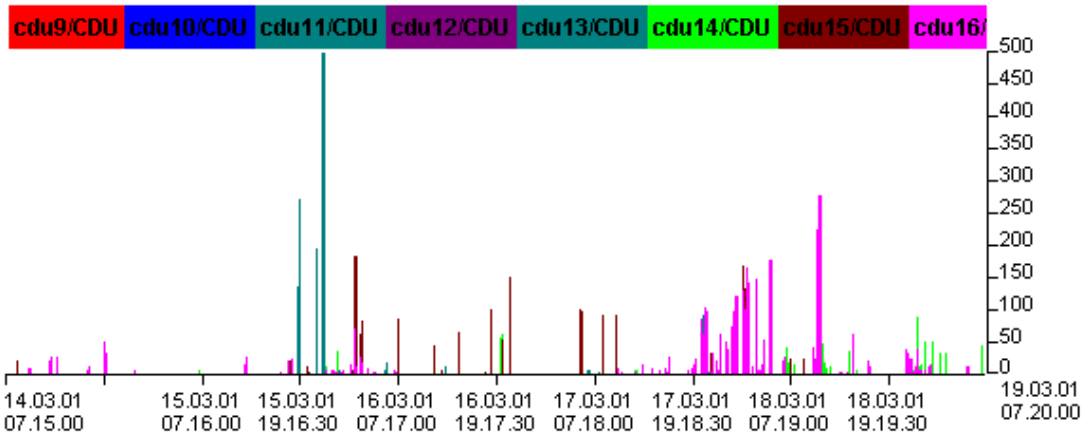


Fig. 4 Emissioner från kanal 13 vid 15 mars och kanal 16 , 17-18 mars.

Anm.: Fig 4 är en viktig typ av grafer för presentation av AE-originaldata som systemleverantören Acutest tar fram (ofta med korta kommentarer) och som återkommer frekvent i denna rapport.

Nedan behandlas emissionsvärdena från kanalerna 16 och 13 under hela perioden (5 veckor) med samma statistiska variabler som i Fig 3:

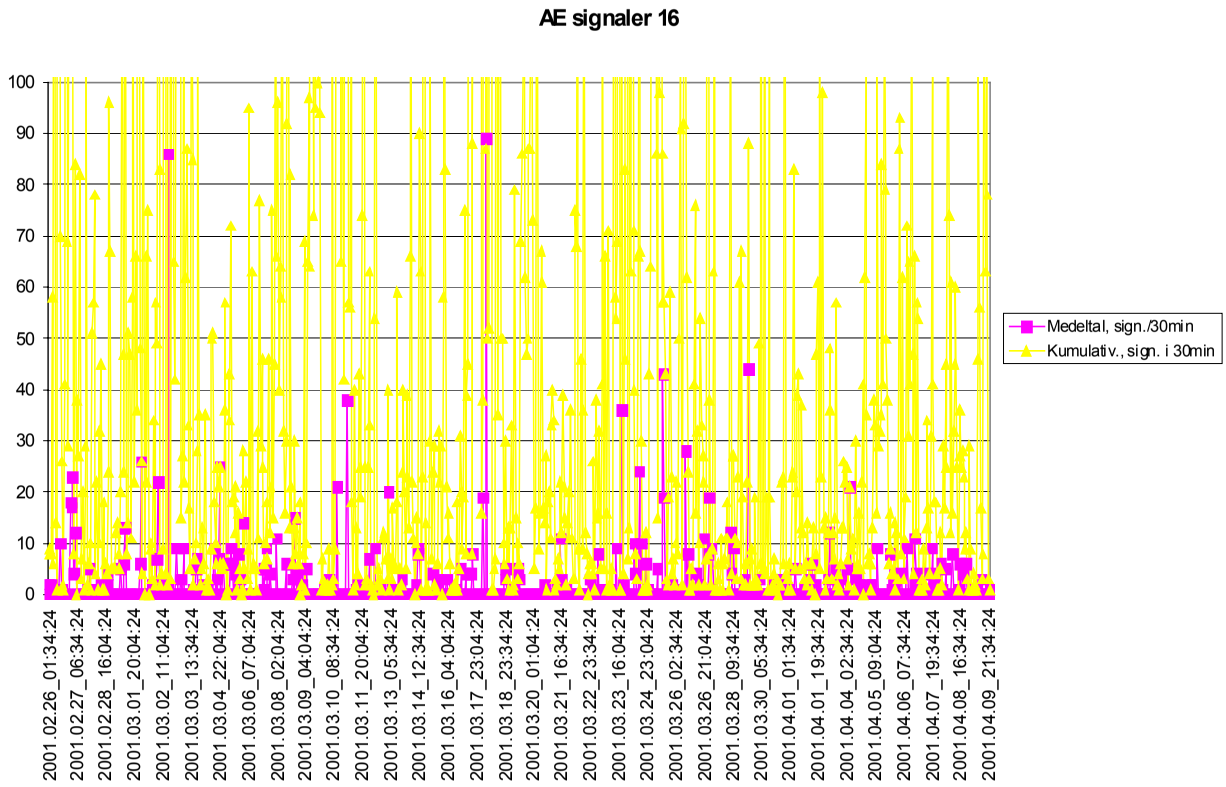


Fig. 5 Kanal 16 i mars 2001.

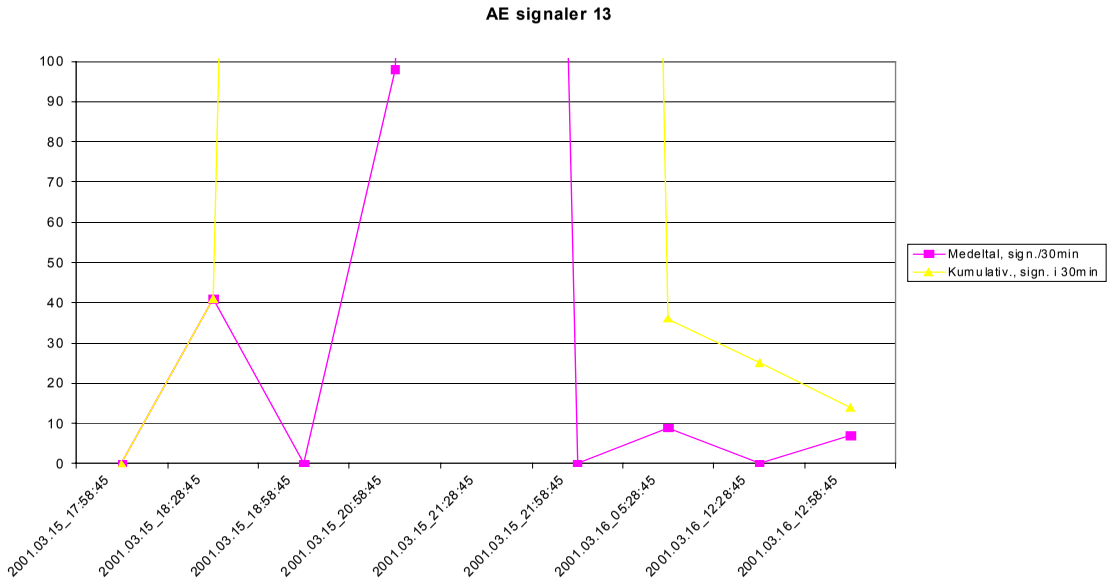


Fig.6 Kanal 13 i mars 2001.

Vid närmare undersökning av dessa AE-data kan man se emissioner på kanal 6 och 7 , 11, 12, 13, 14, 15 och 16. Kanalerna 15 och 16 visar mycket mera emissioner än de andra i mars; som exempel jämför Fig. 5 (kanal 16) och Fig 6 (kanal 13).

Temperatur i bottentuber visade tydlig höjning i (till kanal 15-16) motsvarande område (mätpunkterna 171TI21 och 171TI22, exakt belägenhet, se *Bilaga* 2).(Graf saknas).

3.1.1.2 Pannan

Ekonomisertuber visade signaler under denna period:

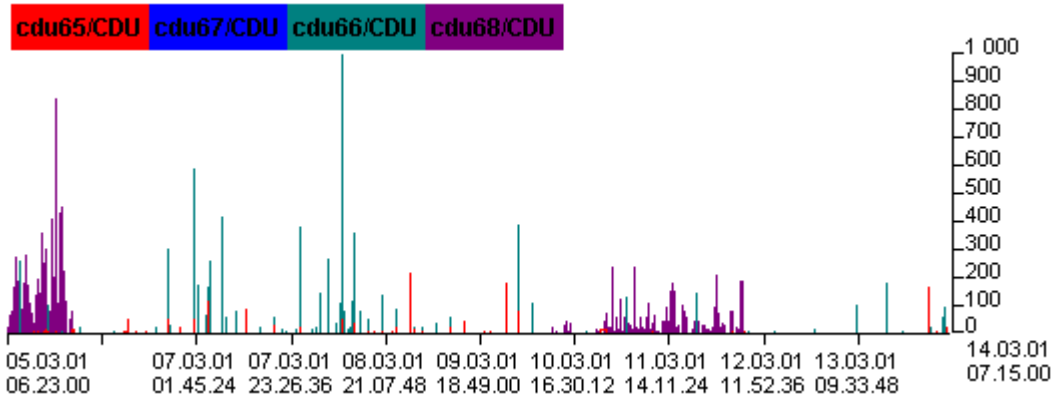


Fig.7 Kanal 68 i ekonomiser II vid högra sidan visar emissioner den 5 mars och 10 –12 mars.

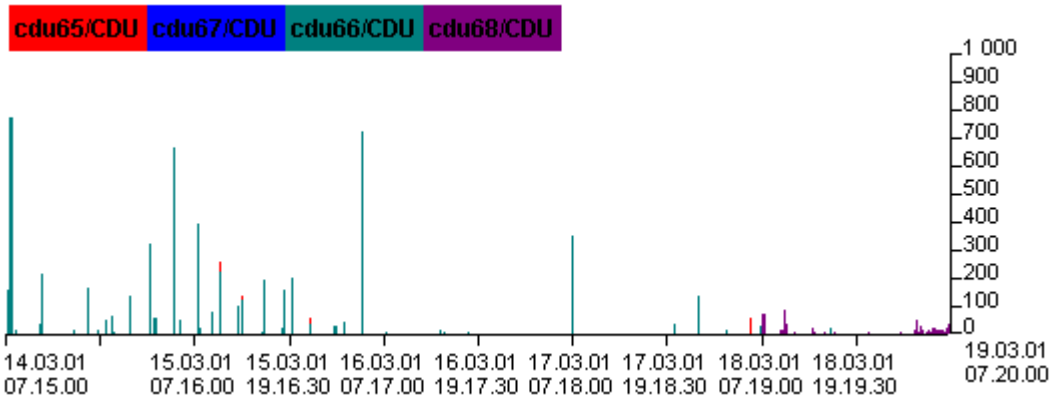


Fig. 8 Kanal 66 visar en del emissioner 14 – 16 mars.

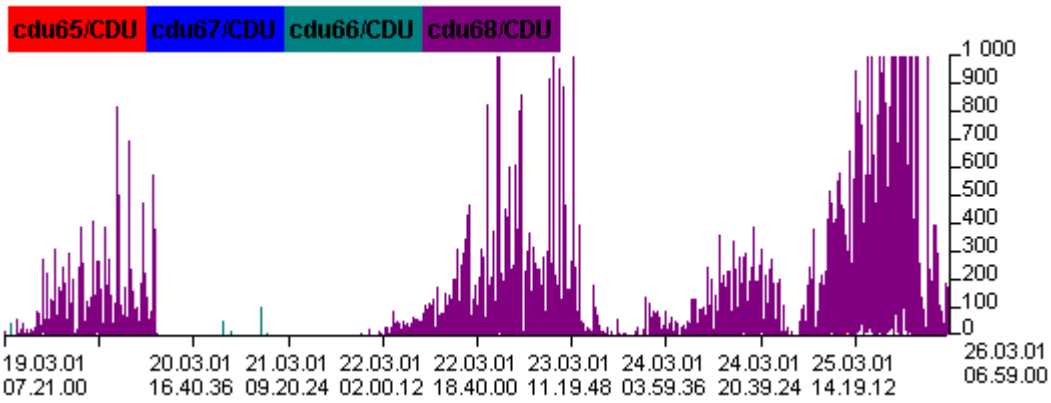


Fig. 9 Kanal 68 i ekonomiser II visar emissioner vid 19, 22-26 mars.

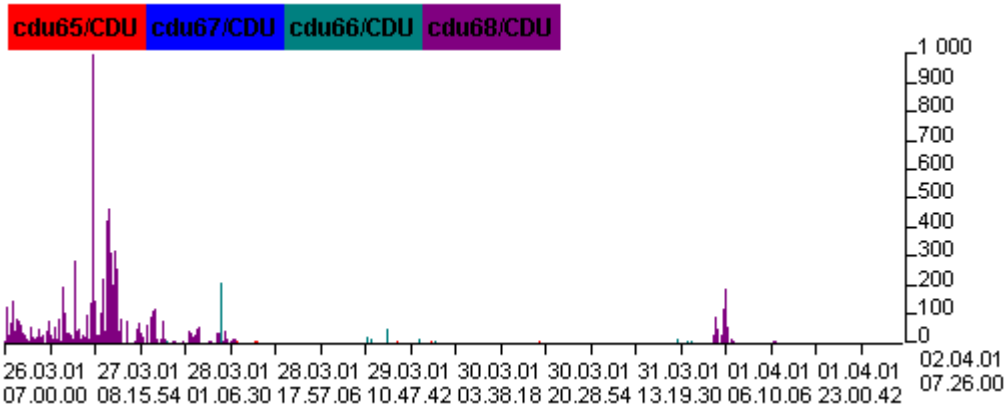


Fig. 10 Kanal 68 fortsätter emissioner även den 26 och 27 mars.

Dessa emissioner kan man relatera till *sotning av pannan* (se Fig.16)

3.1.2 Processdata

Svartlut:

Enligt de kemiska analyserna på Gruvöns brännlut/tjocklut:

K/(K+Na) = 3,5 mol%

Cl/(K+Na) = 0,11 mol%

Båda värdena är mycket låga. Det betyder att smältans smältintervall ligger högt.

Ett antal viktiga *processparametrar* i Gruvöns sodapanna
under perioden visas grafiskt på följande sidor.

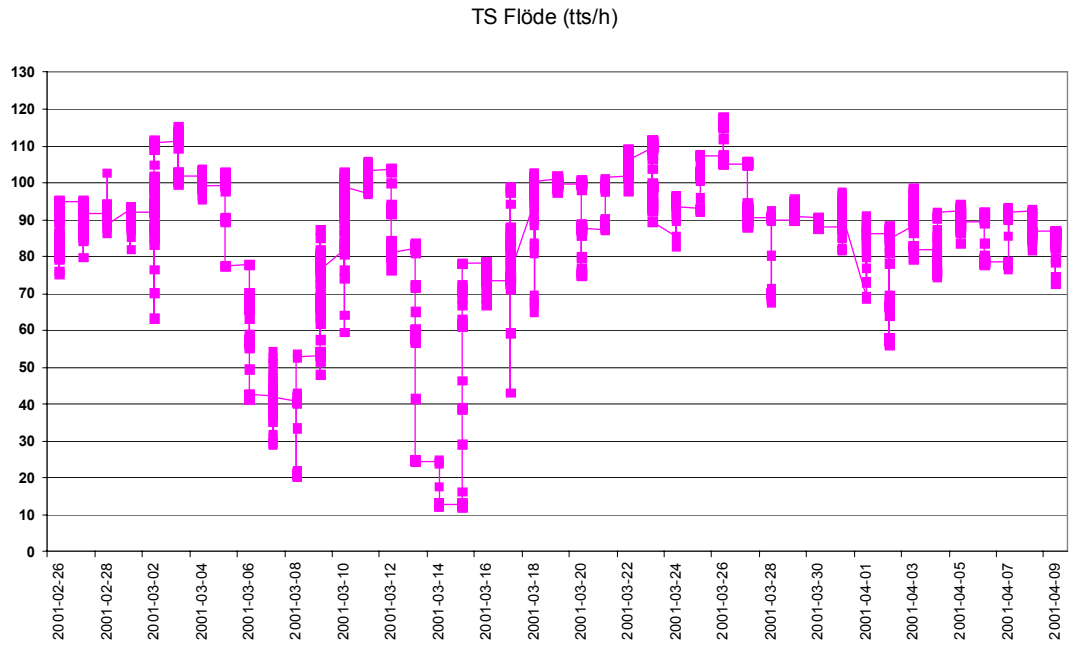


Fig. 11 Torrsubstansflöde (tts/h) i pannan har varierat extremt mycket 6 –15 mars.

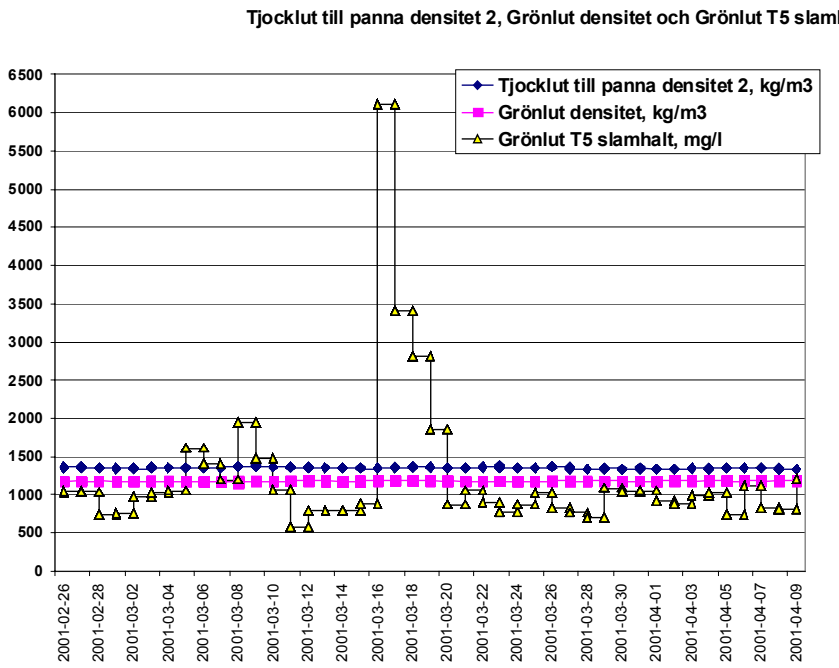


Fig. 12 Tjock- och grönlutens densitet (kg/m^3) och GL´s slamhalt (mg/l). Extremt höga slamhalter mellan den 16 mars och den 21 mars.

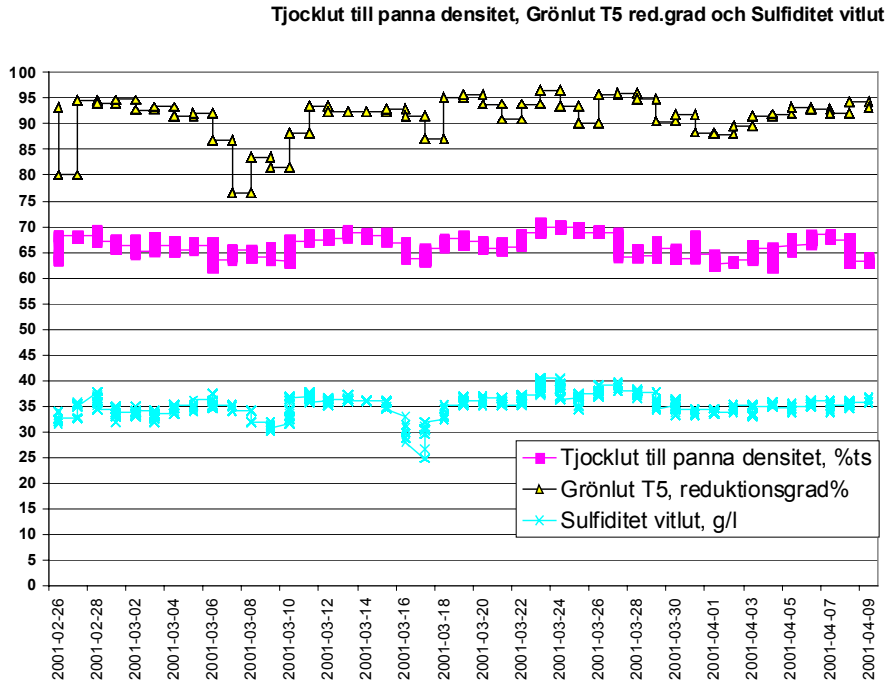


Fig. 13 Tjocklutsdensitet, reduktionsgrad (GL) och sulfiditet (VL)

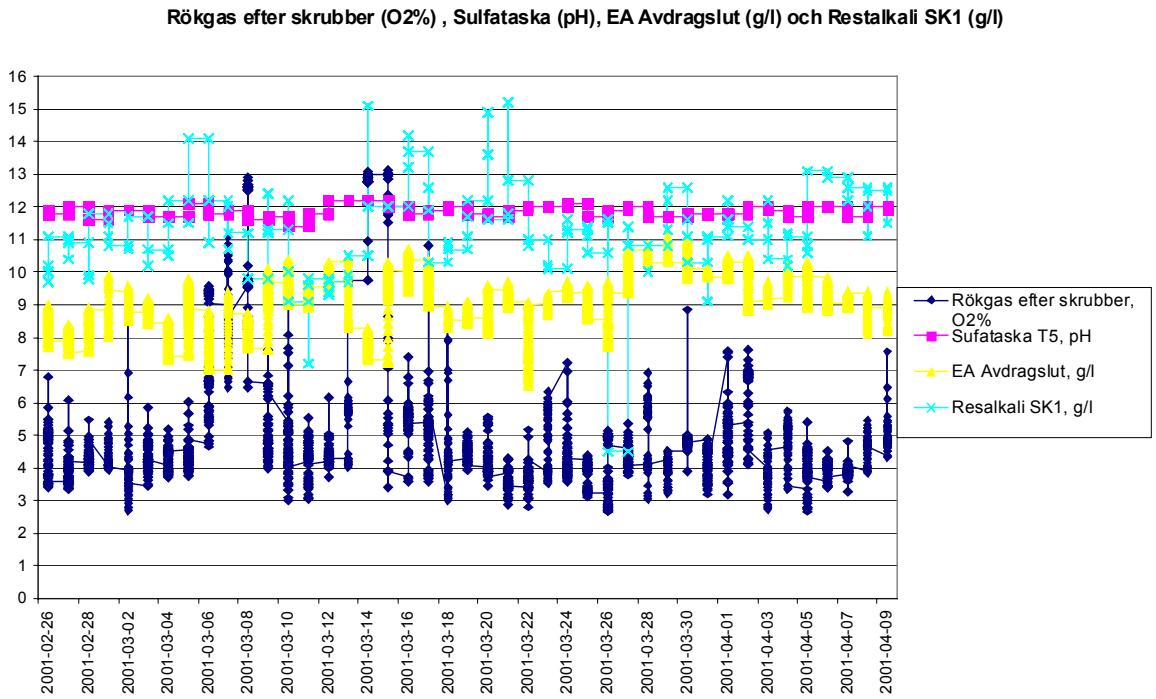


Fig. 14 Rökgasens syrehalt, sulfataskans pH, EA av avdragslut och av SK1.

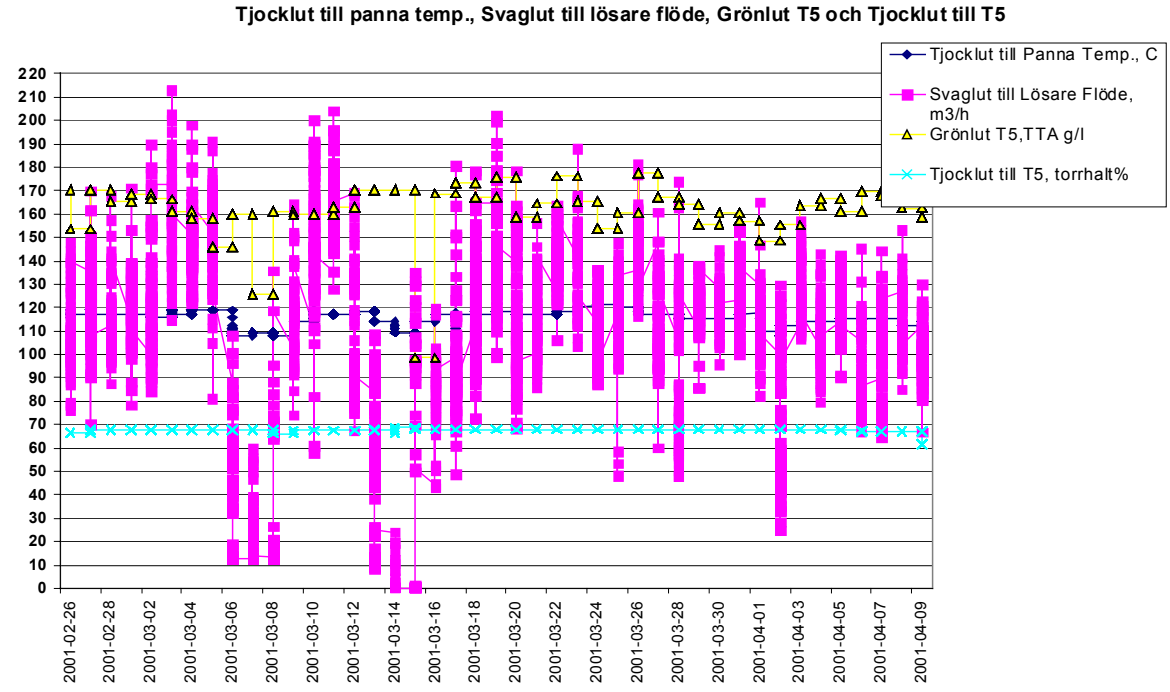


Fig. 15 Tjocklutsflöde och torrhalt, svaglutsflöde och grönlutens TTA.
(Stora variationer i svaglutsflöde mellan 6 och 17 mars.)

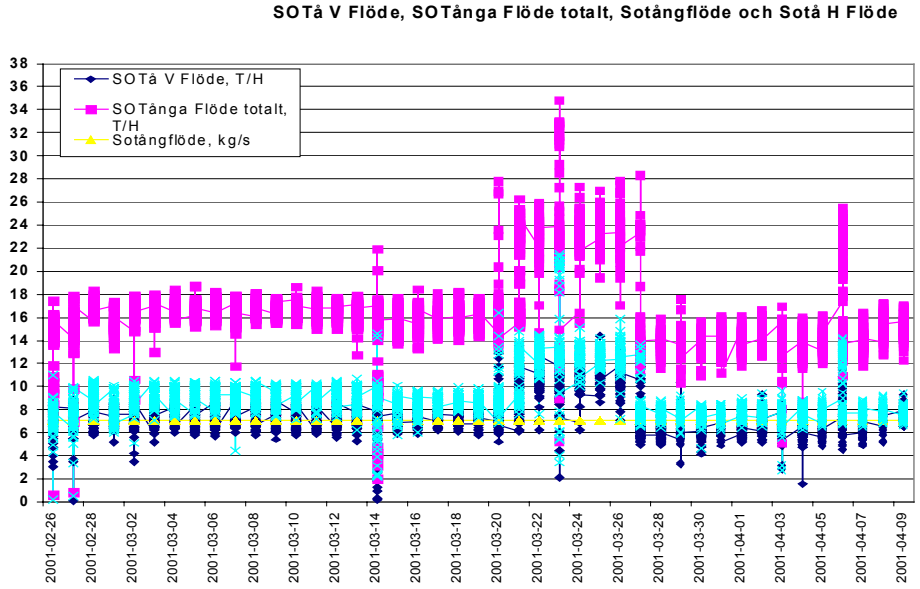


Fig. 16 Sotångaflöde Vänster och Höger och totalt *(obs. 20-27 mars)*

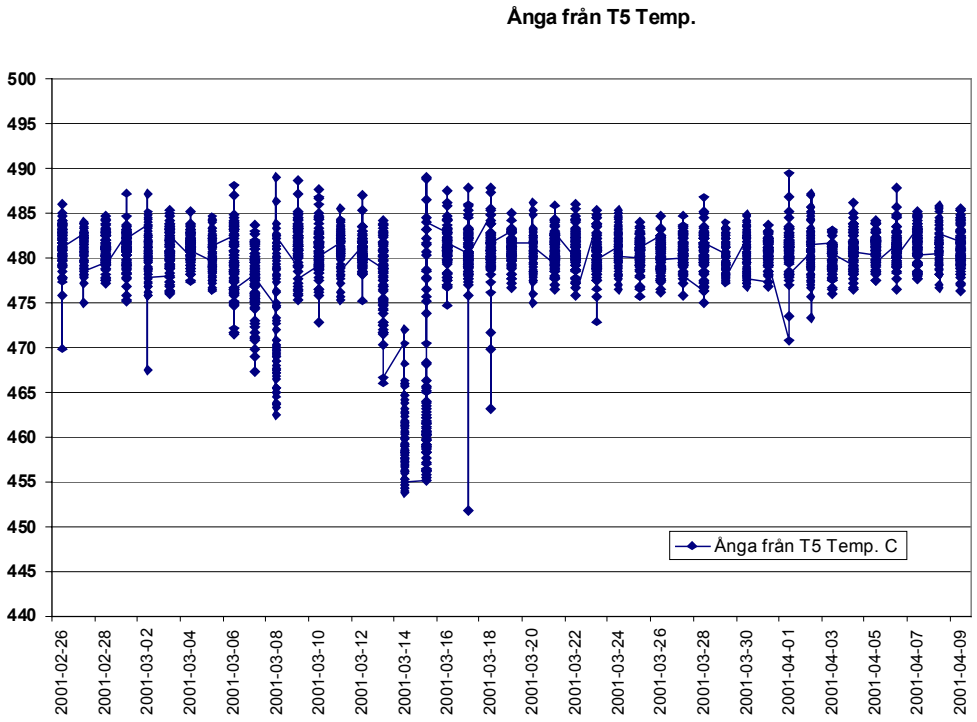


Fig. 17 Ångans temperatur varierar mellan 475 och 485 ^{o}C.
Obs. 5-8 mars och 13-15 mars.

3.2 Tidsperioden 4.6. - 8.7. 2001

3.2.1 AE signaler

Ekonomiser I:

Cdu 69 och 71 Vänster
Cdu 70 och 72 Höger

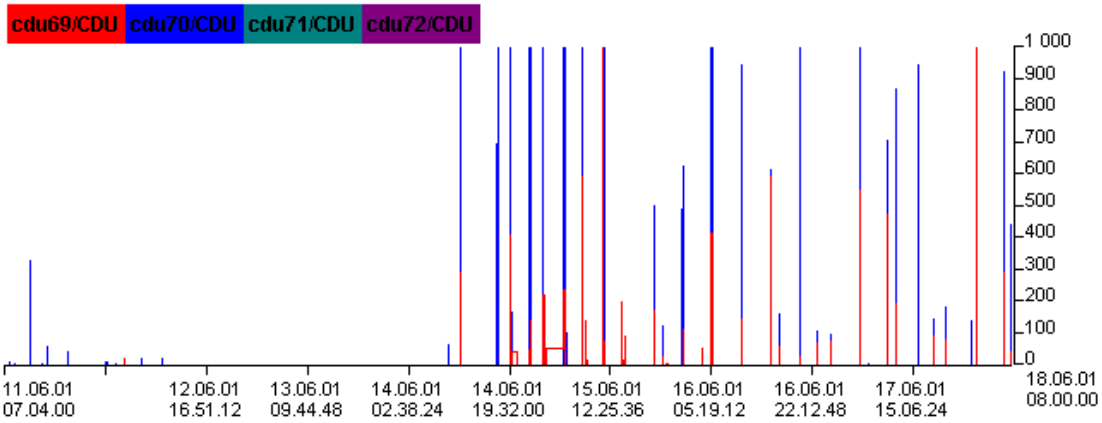


Fig. 18 Signaler på 69 och 70 dvs. på höger och på vänster sida,14-18 juni.

Ekonomiser II:

Cdu 65 och 67 Vänster
Cdu 66 och 68 Höger

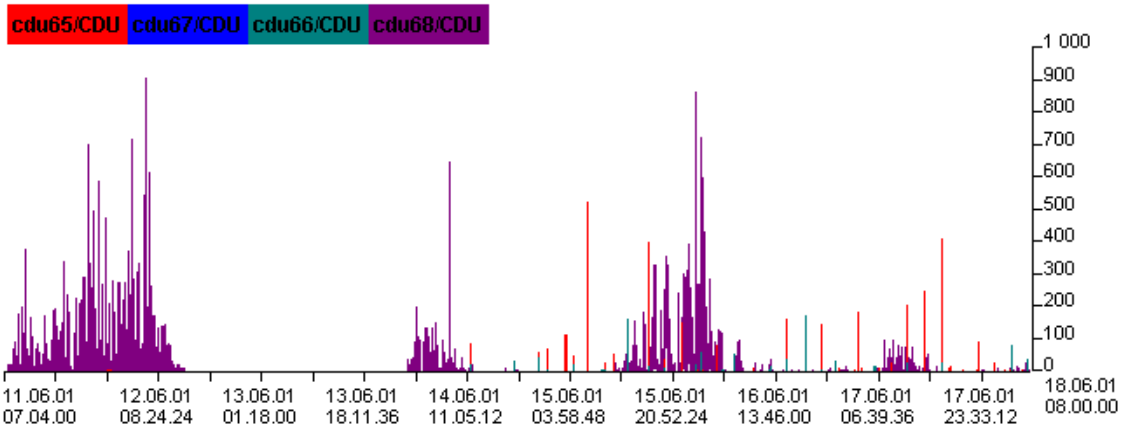


Fig. 19(ovan) Signaler på kanal 68 (höger sida) 11-12 juni samt 15 juni.

Konvektion:

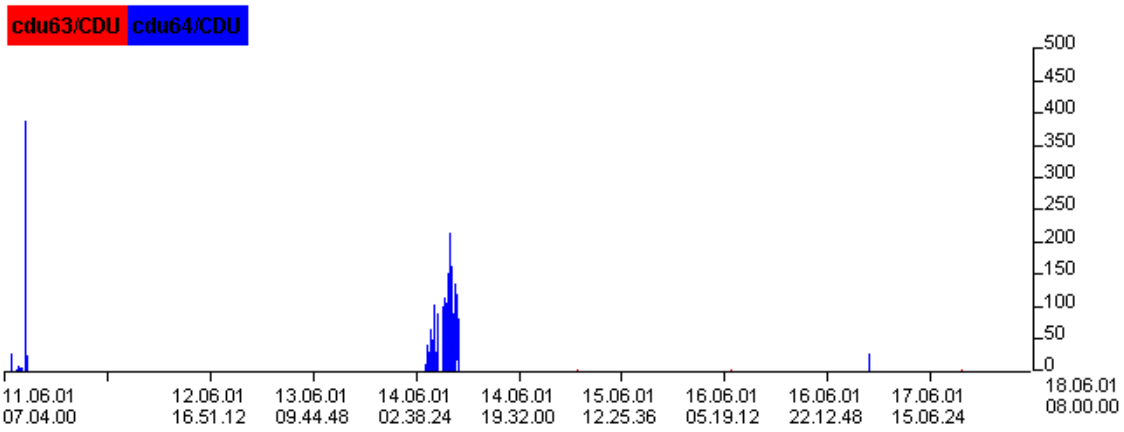


Fig. 20 Signaler på kanal 64 (Höger) den 14 juni.

Ugnen

Bakväggen vid löphålen under de första två veckorna:

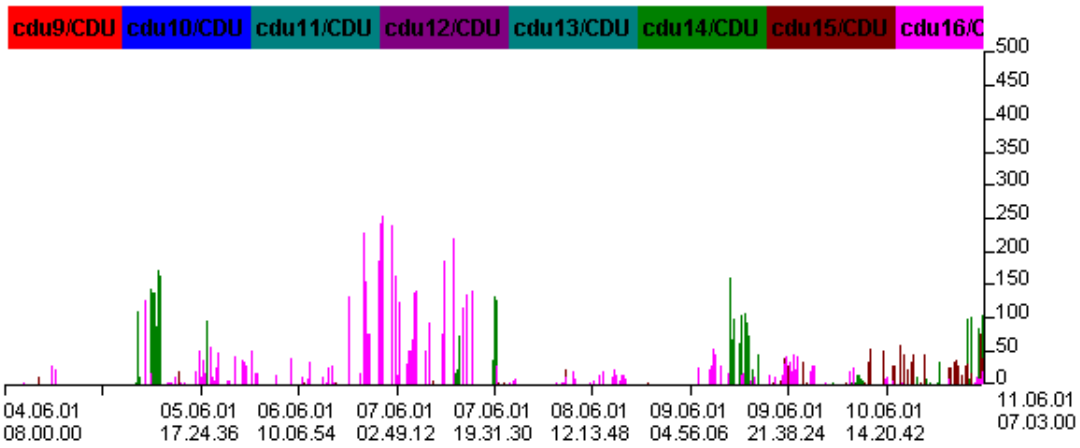


Fig. 21(ovan) Kanal 16 visar indikationer den 7 och något den 9 juni samt kanal 14 och 15 lite då och då.

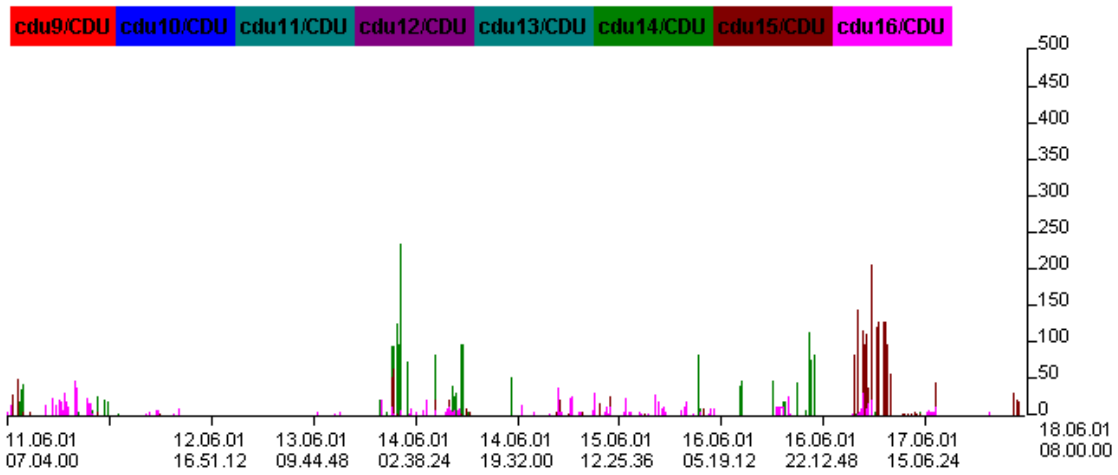


Fig. 22 Kanal 13, 14 och 15 visar emissioner den 14 och den 16-17 juni.

3.2.2 Sotångans flöde och tryck vid olika delar av pannan

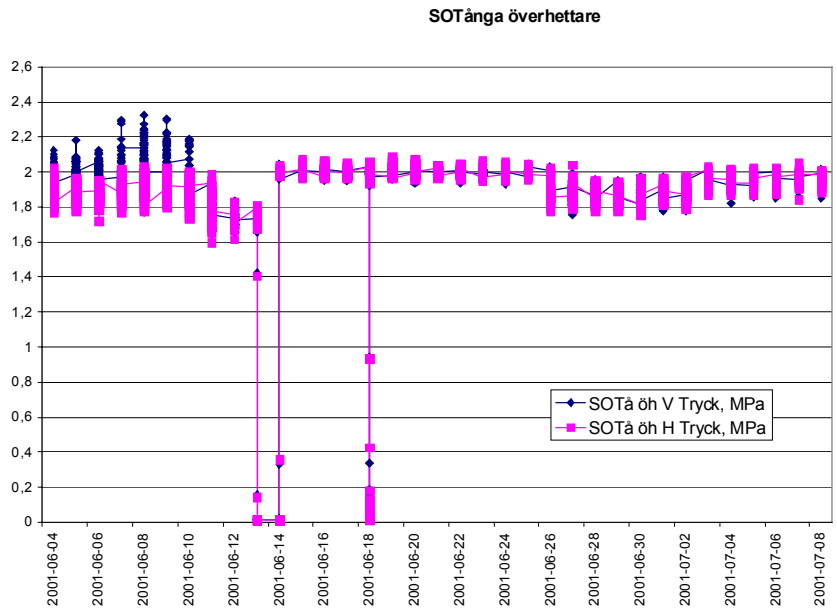


Fig 23 (Ovan) Sotånga överhettare; Tryckskillnad vid *V sida högre i början av juni. Minskande tryck från den 8 till den 13 juni.*

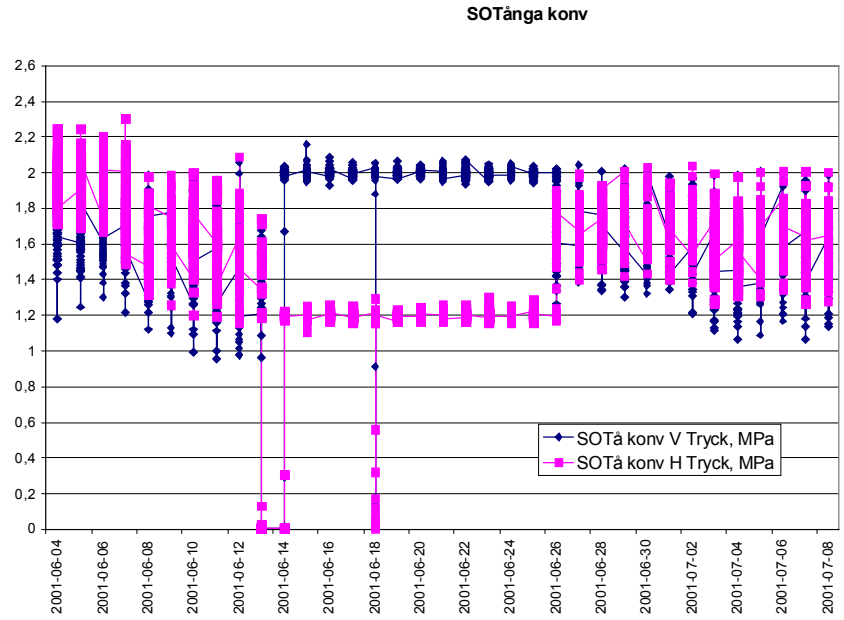


Fig. 24 Sotånga konv.; *V sida- trycket högre mellan 13 och 26 juni*.

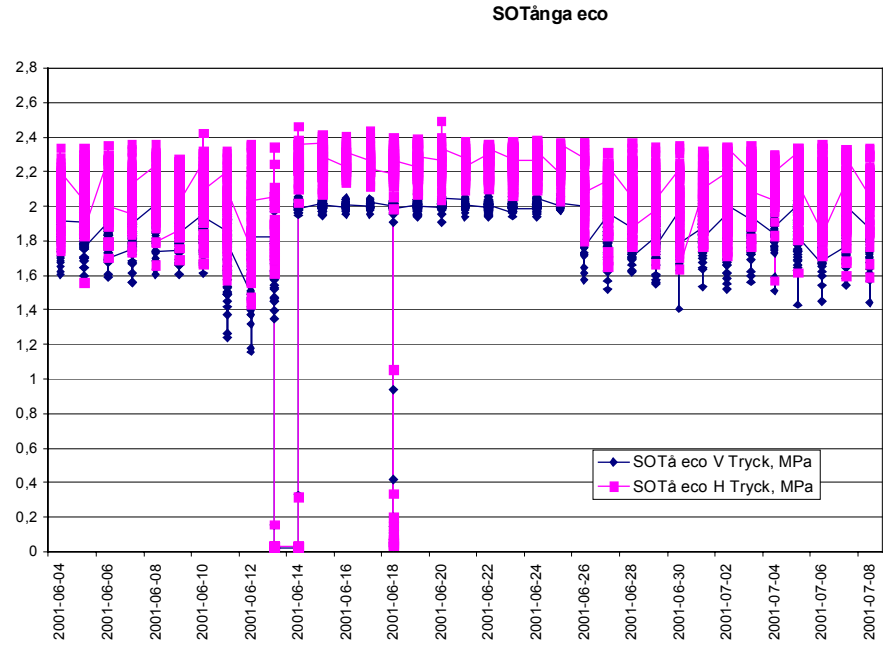


Fig. 25 Sotånga ekonomiser; tryck - samma trender som i tidigare bilder.

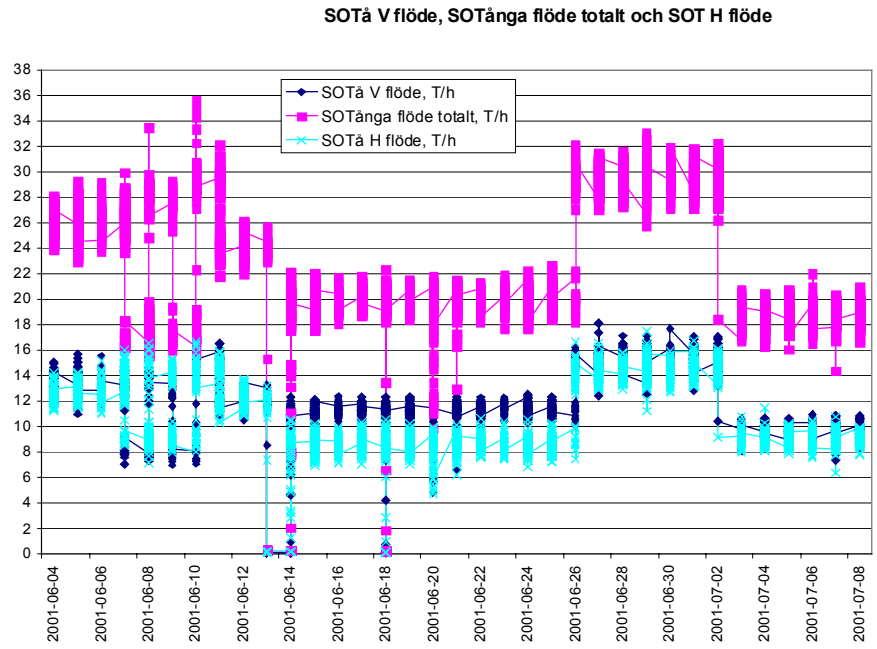


Fig. 26 Sotånga flöde Vänster, Höger och totalt – *se nästa sida*:

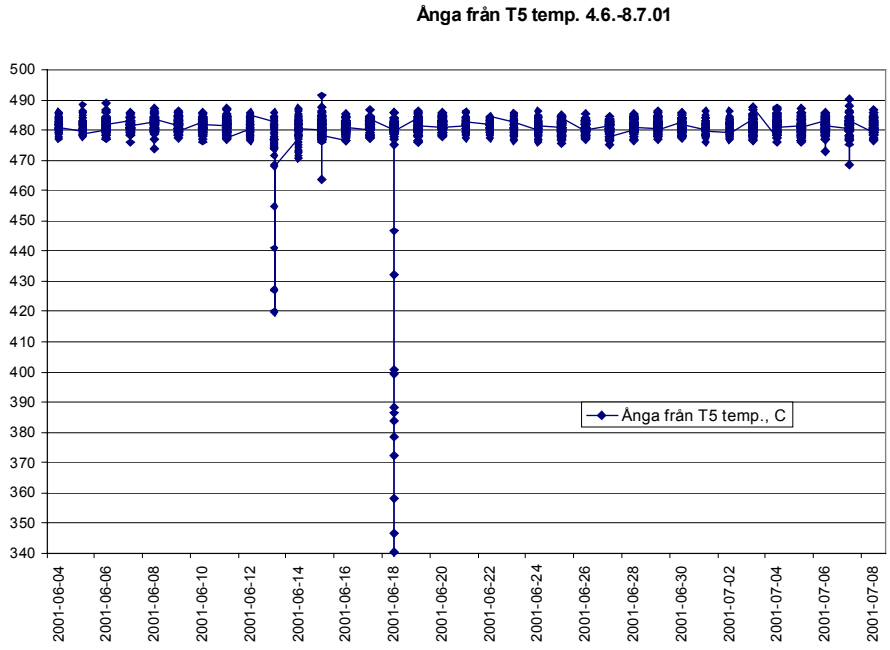


Fig. 27 Ångans temperatur ligger mycket jämnt på 480^{o}C.

Både flödes- och tryckändringar innebär belastningar på tryckkärlet. Det tycks t ex som att AE-signaler (emissioner) på höger sida av Eco II (Fig 19) korrelerar med kraftiga

ändringar av sotångflöden (Fig 26) speciellt tydligt 11 – 12 juni. Tryckvariationer hos sotångan (Fig 25) ger ev. också AE-signaler (Fig 19 och 20).

3.2.3 Processdata

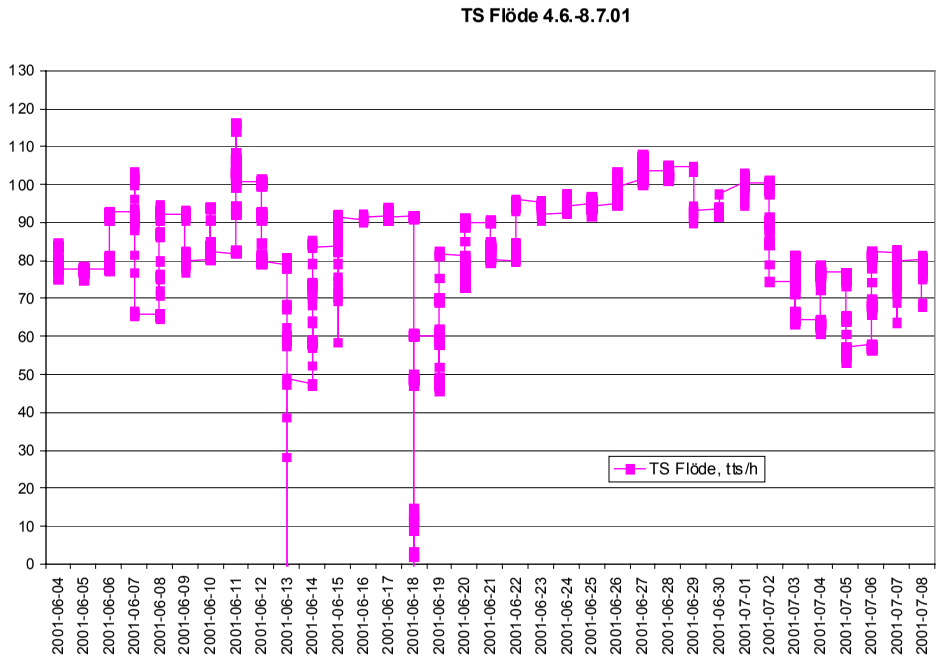


Fig. 28 Torrsubstansens flöde in i pannan varierar mycket mellan 13 och 19 juni.

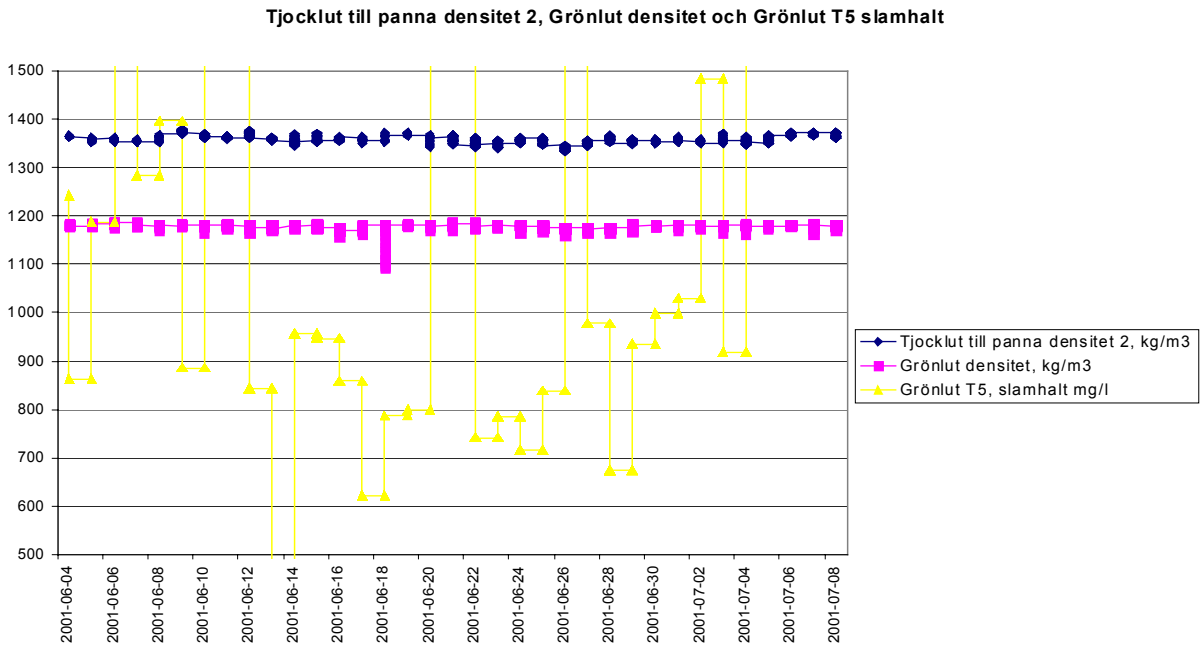


Fig. 29 Grönlutens slamhalt varierar mycket:

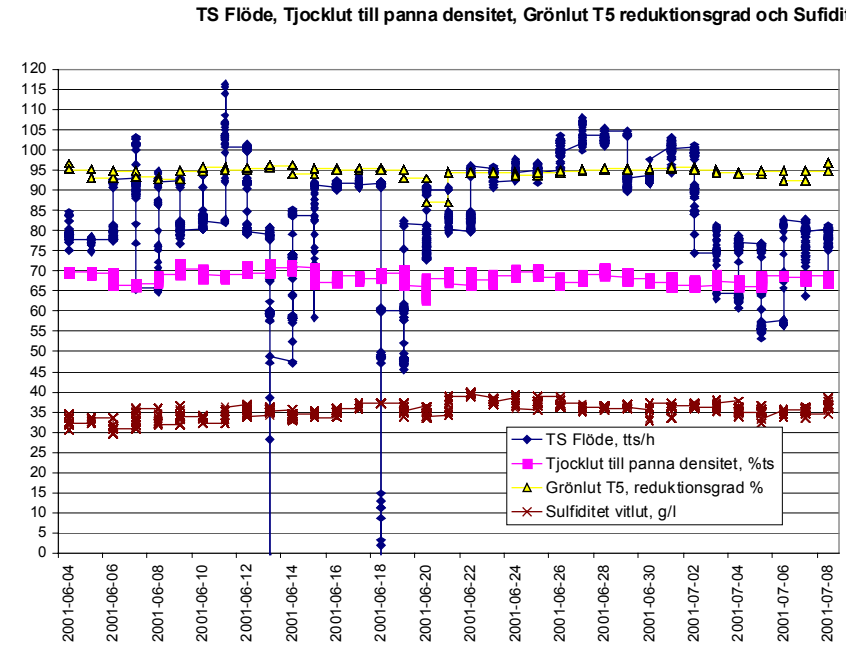


Fig. 30 Torrsubstansflöde och lutdensitet, GL´s red.grad och VL´s sulfiditet.

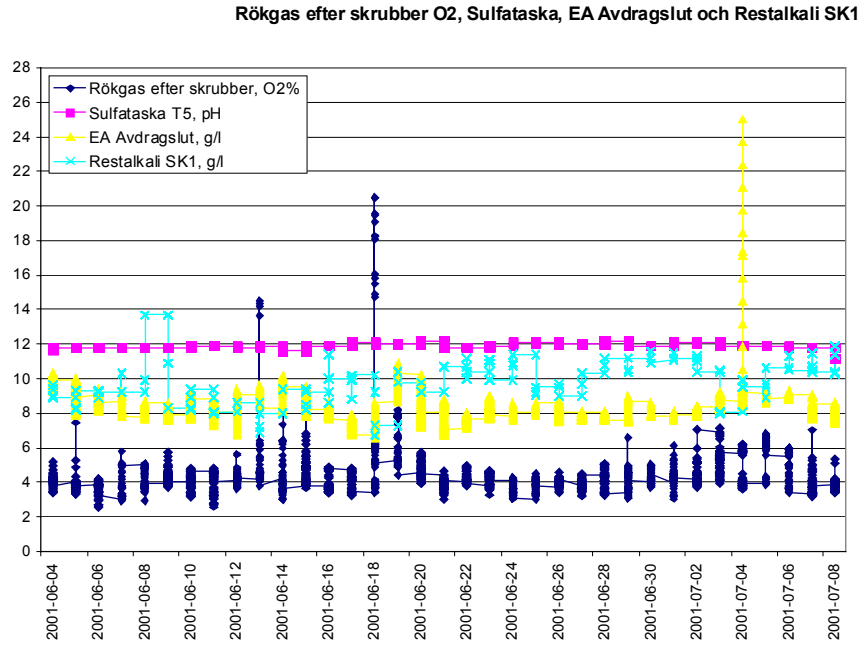


Fig. 31 Rökgasens syrehalt, sulfataskans pH, och EA och restalkali i kokerilutar.

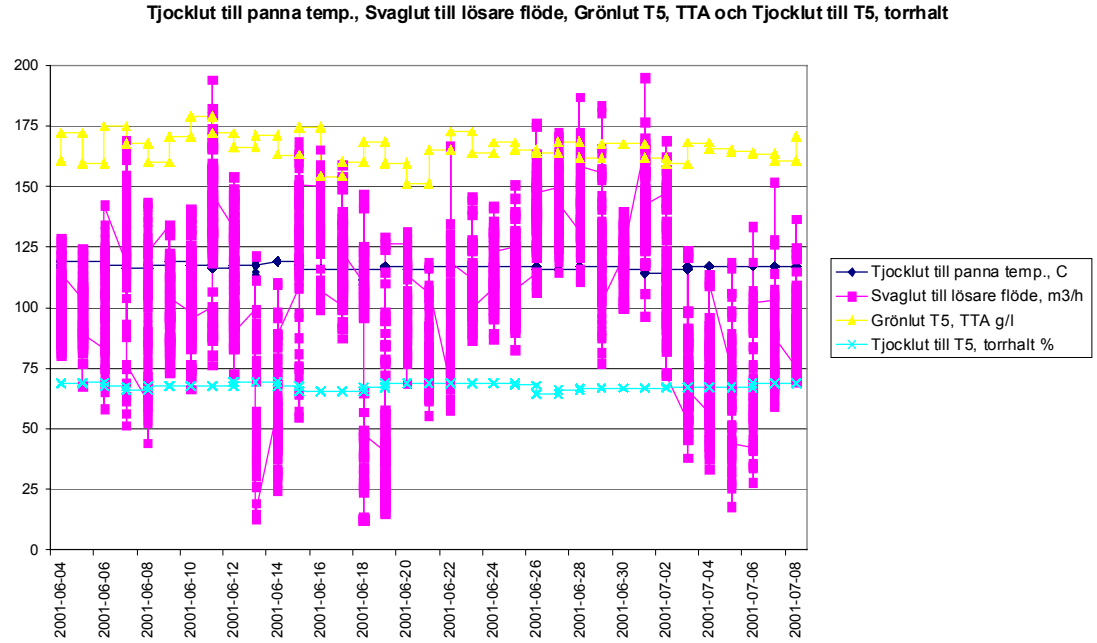


Fig. 32 Tjocklutens temperatur och torrhalt, svaglutflöde till lösare(varierar extremt mycket), grönlutens TTA

3.2.4 Botten och löprännorna

Från början av juni 2001 har man dokumenterat temperaturdifferensen över kylkretsen vid olika löprännor. (Se Fig. 1B betr. lägen både för löprännorna och AE-mätinstrument)

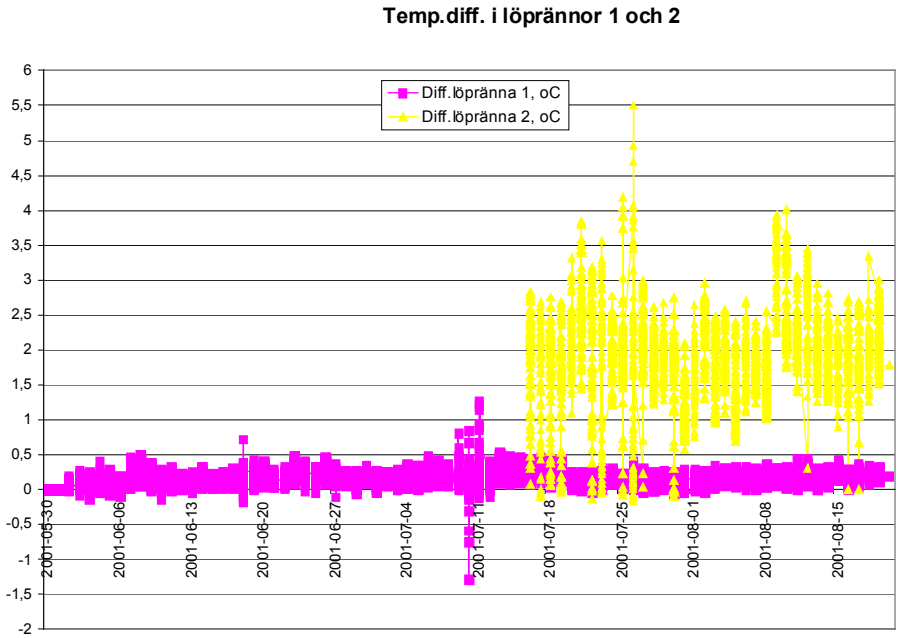


Fig. 33 Temperaturdifferens i löprännor 1 och 2.

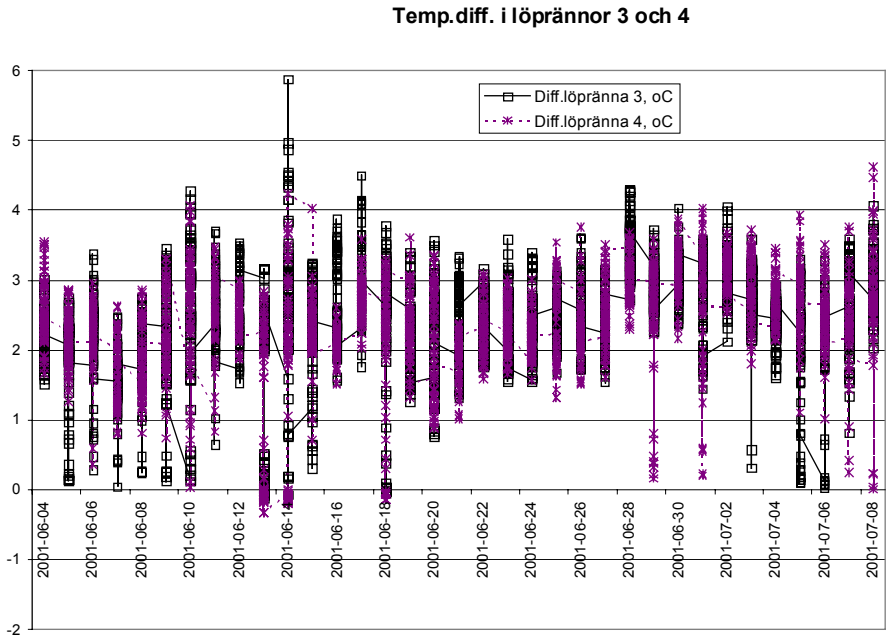


Fig. 34 Temperaturdifferensen i löprännorna 3 och 4.

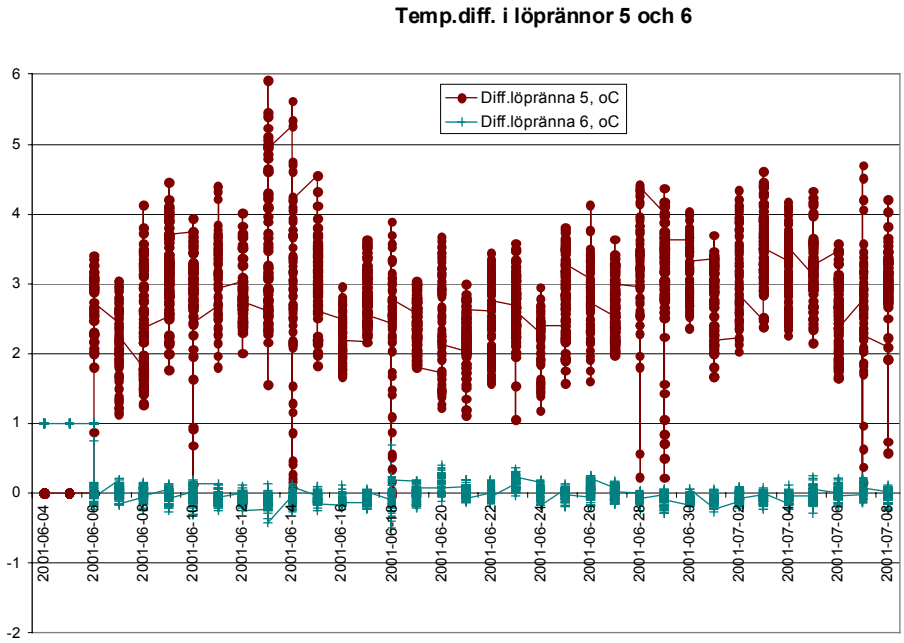


Fig. 35 Temperaturdifferensen i löprännorna 5 (och 6).

Man kan konstatera att enligt dessa bilder temperaturdifferensen ökar när torrsubstansflödet in i pannan ökar (jämför Fig. 34 och 35 och Fig. 28). Jämför vidare AE-signaler från kanal 9 - 16 vid bakväggen (med löprännorna) under samma period, Fig 36 - 40:

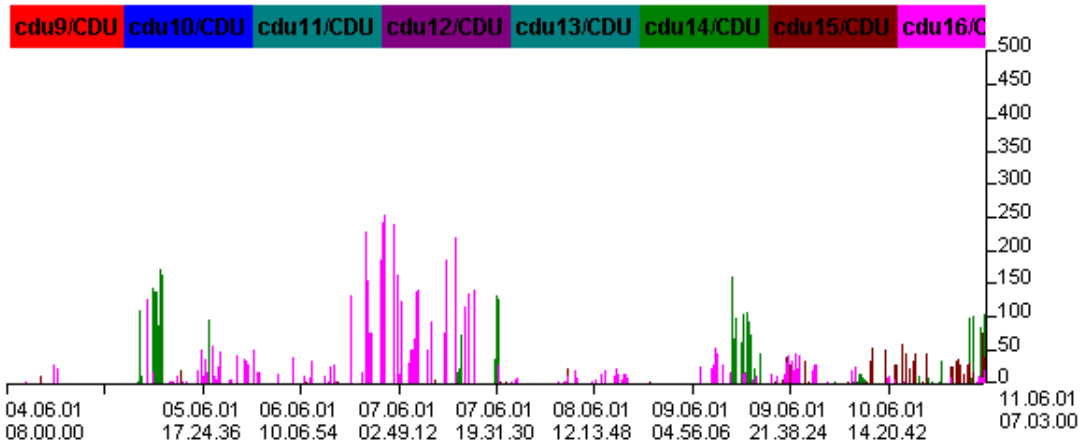


Fig. 36 AE signaler vid bottentuber. Kanal 16 visar mycket 7/6, kanal 14 likaså.

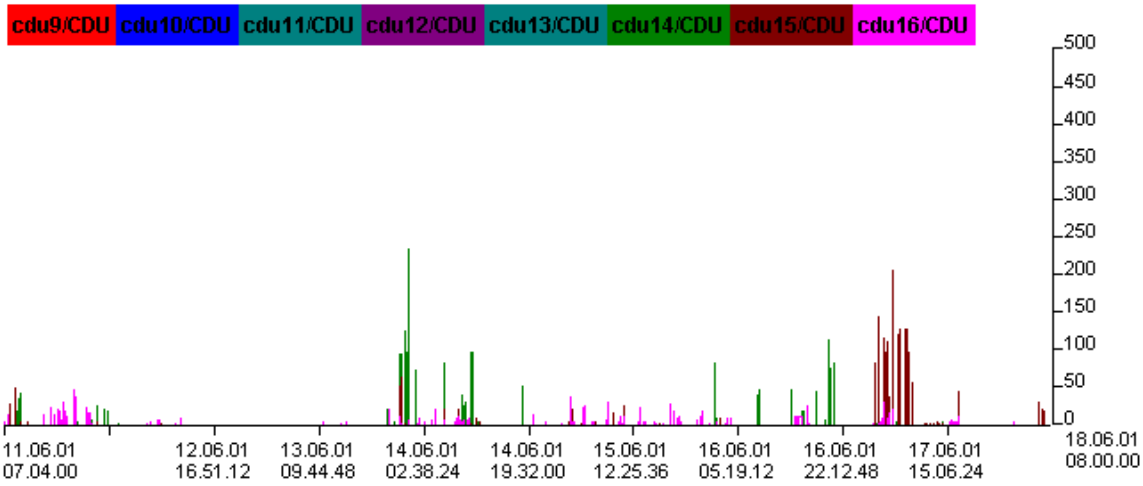


Fig. 37 (ovan) Lite signaler från kanal 14 (14/6) och kanal 15 (17/6)

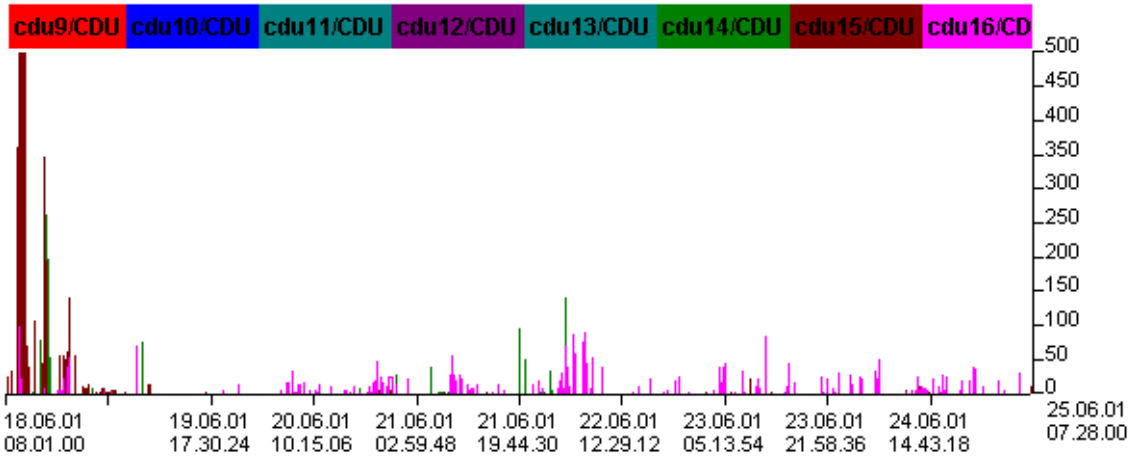


Fig. 38 (ovan) Vecka 26. Kanal 15 den 18/6 och kanal 16 lite från 20 juni ända till slutet av veckan.

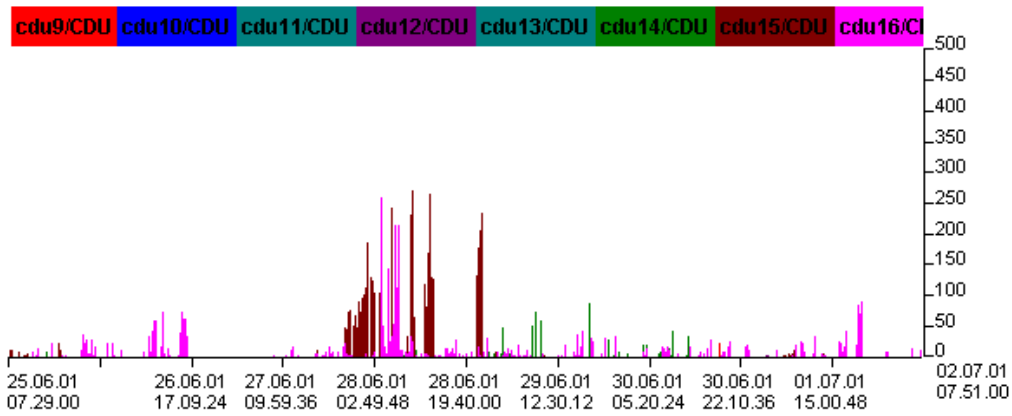


Fig. 39 Vecka 27. Kanal 15 och 16 aktiva främst den 28/6.

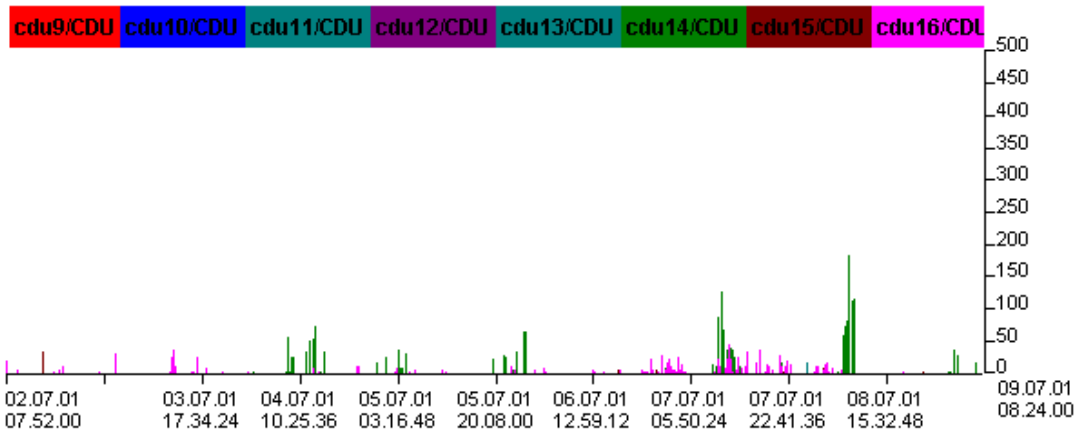


Fig. 40 Vecka 28. Kanal 14 - 16 lite då och då i början av juli, spec. 7 – 8/7 .

Om man statistiskt granskar de originala signalerna från kanal 16 och till exempel kanal 10 under denna tidsperiod ser man följande:

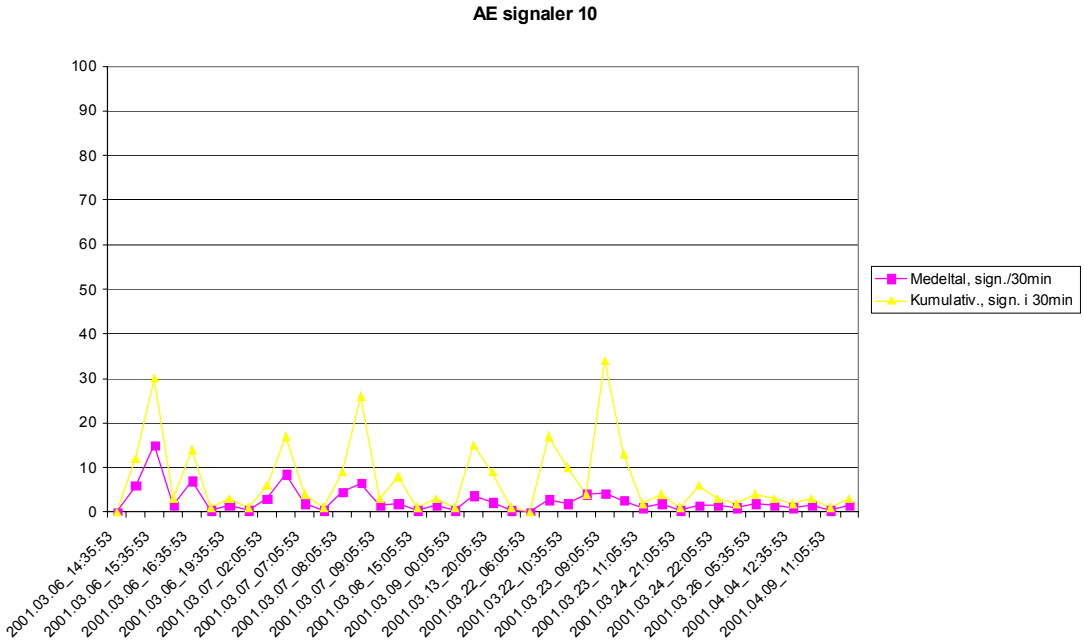


Fig. 41 AE-signaler från kanal 10 (som är markerad med blått i Acutests rapport/datablanketter, se t ex Fig 35 – 40).

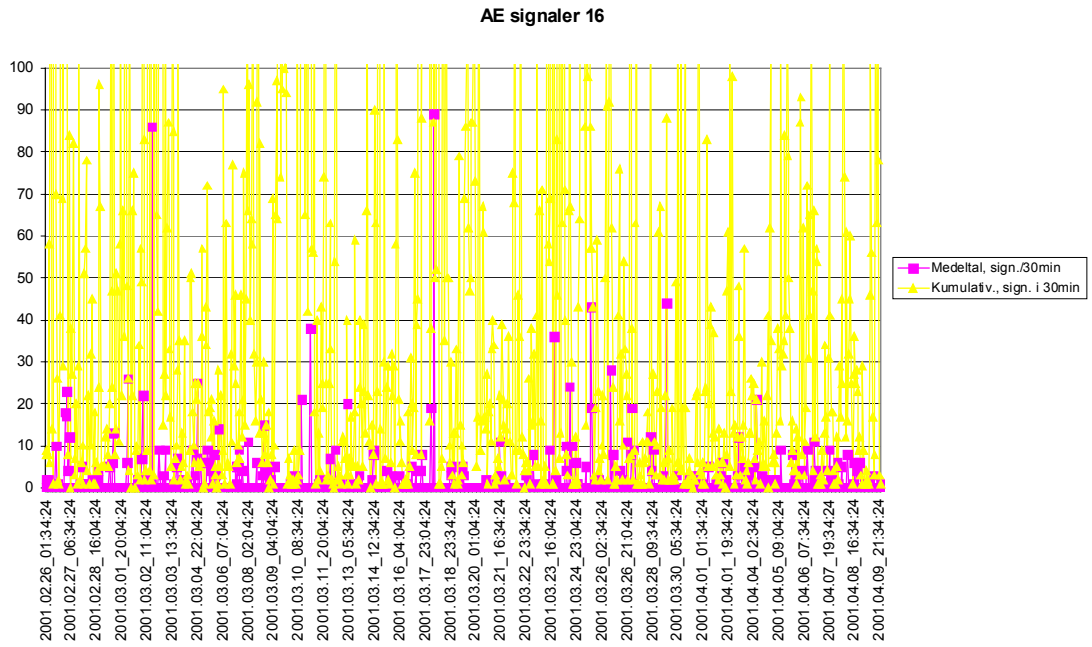


Fig. 42 Emissioner på kanal 16 (lila i Fig 35-40) under tidsperioden.

Man kan se en stor skillnad med kanalerna 10 och 16: aktiviteten i den senare har nog samband med kraftigt/varierande smältaflöde i löp 5 (och ev 4). Vid framväggen (inga smältalöp) kan man se signaler i kanal 6 korta perioder då och då, annars finns det inga signifikanta signaler vid framväggens bottentuber.

Som *summering* blir intrycket att AE-signaler (på mellannivå) dyker upp i samband med ökad temperaturdifferens i närbelägna smältalöps kylkretsar.Ett exempel, bland flera, från diagrammen och trendkurvorna ovan är ts-flödesvariationer 28 – 29/6 (Fig 28) som sammanfaller med temperaturdifferensvariationer i löpränna 4 och 5 (Fig 34 – 35) och med AE-signaler/emissioner i kanal 15 –16 (Fig 39).

En preliminär slutsats är således att det finns en korrelation mellan AE-signaler (på mellannivå) och smältaflöde i närbelägen löpränna (indikerat som temperaturdifferens över löprännans kylkrets).
Kvantitativa samband (åtminstone approximativa) skulle förmodligen kunna tas fram genom fortsatta studier (kanske med multivariat analys?) men blir säkerligen specifika för den enskilda sodapannan.

4 Avgränsade intressanta tidsperioder

4.1 Stora variationer i last (28 maj – 4 juni 2001)

Under perioden 27 maj och 1 juni varierar torrsubstansflödet till pannan mellan 60 och 108 t/h, se Fig. 43.

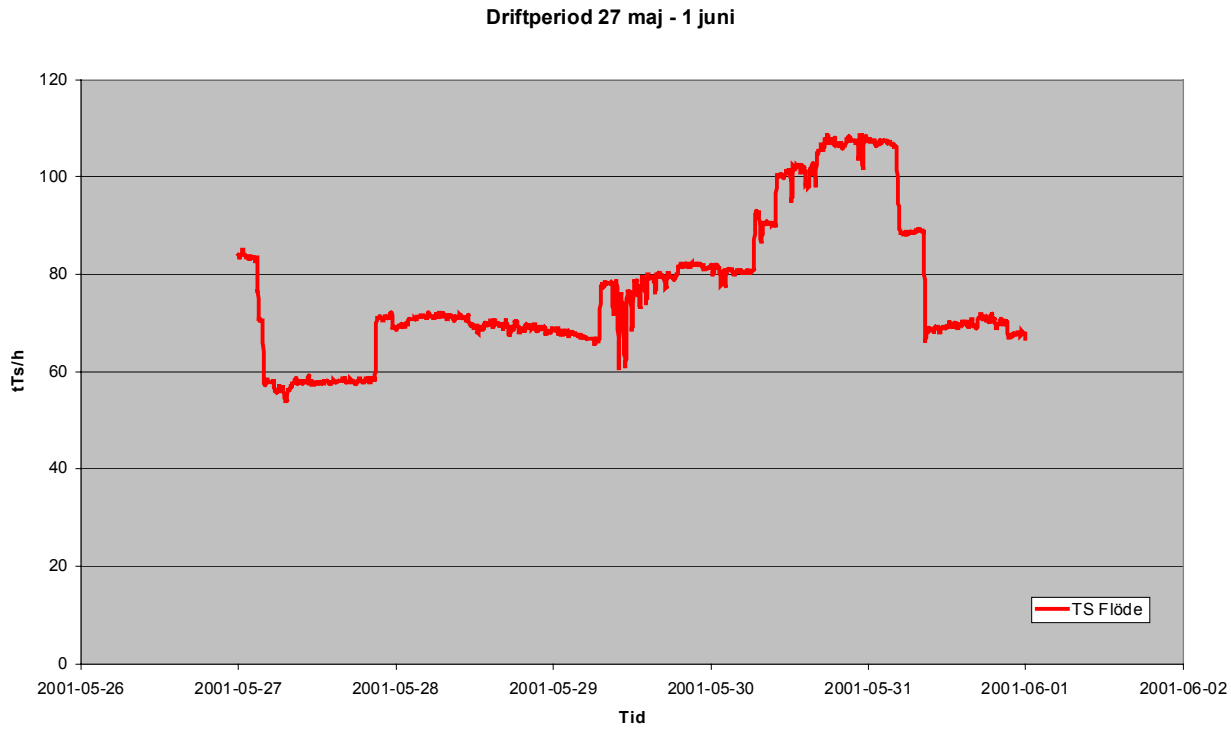


Fig. 43 Perioden (vecka 22, 2001) när TS-flödet varierade mycket.

Acutest Oy rapporterade veckorna 21och 22 på följande sätt (sid 29 – 39).
Det framgår att AE-signaler var på relativt låg nivå, utom i samband med flödesvariationerna 29 – 31 maj, då något högre AE-emissioner noterades (sid 35) i bakre ugnsbotten (smältalöpsidan) .

Akustisk emissions mätning rapport Acutest Oy / HR

Mål: **Stora Enso Gruvön Sodapanna T5**

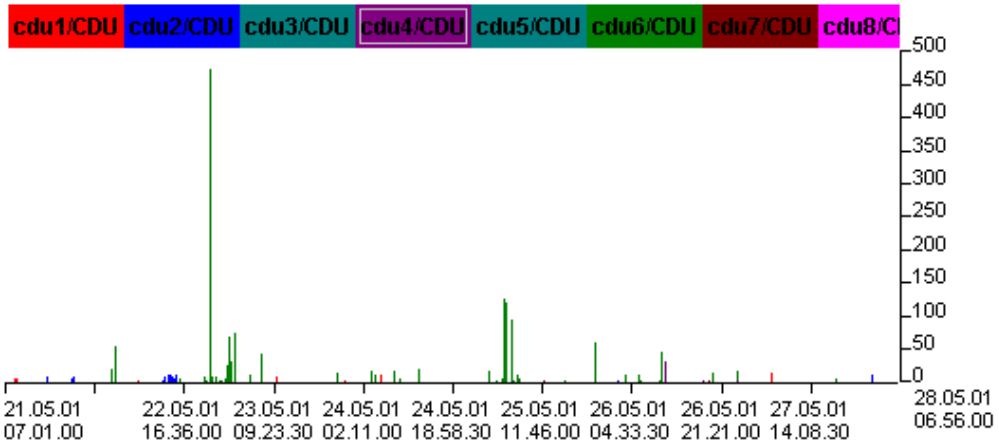
Period: **21. –28.5.2001**

Mottagare: S. Nyqvist, L. Lyrenberg, H. Öster, C. Westberg, L. Gisslen, S. Sären, S. Magnusson, K. Salmi

Filnamn: Gruv0122.rtf

Botten

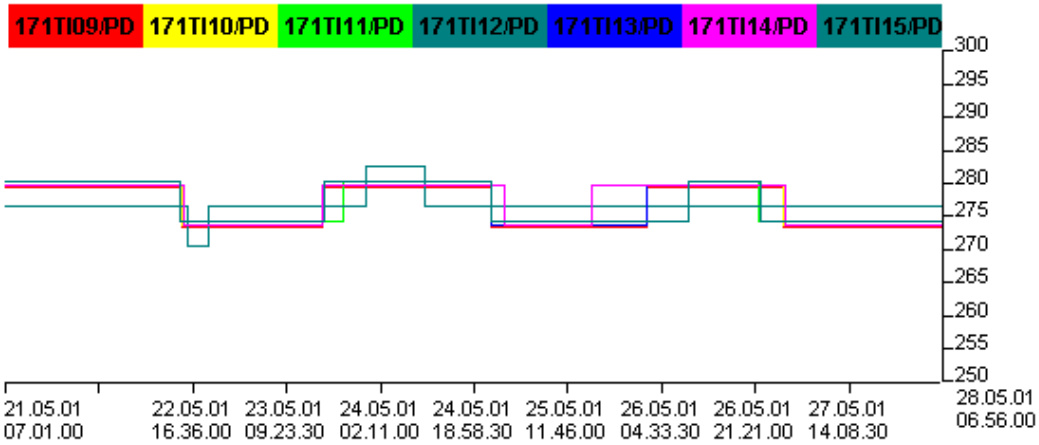
Främre del:



Emissionsaktivitet ökade något samtidigt som temperaturen varierade.

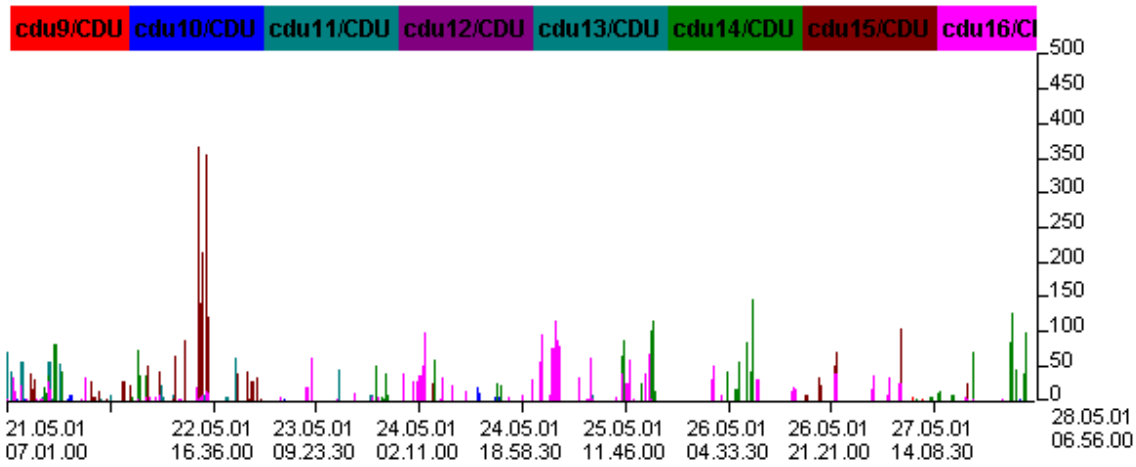
Temperaturer av bottentuber:

Främre del av botten:



Temperaturerna varierade något.

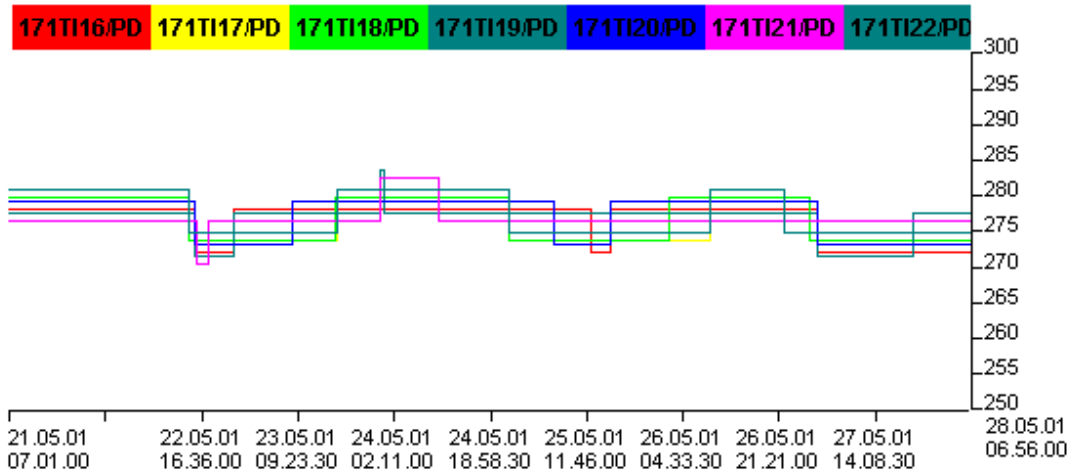
Bakre del:



I kanal 15 låg emission som liknar sprickbildning den 22. Maj (under temperaturfall), annars lugnt.

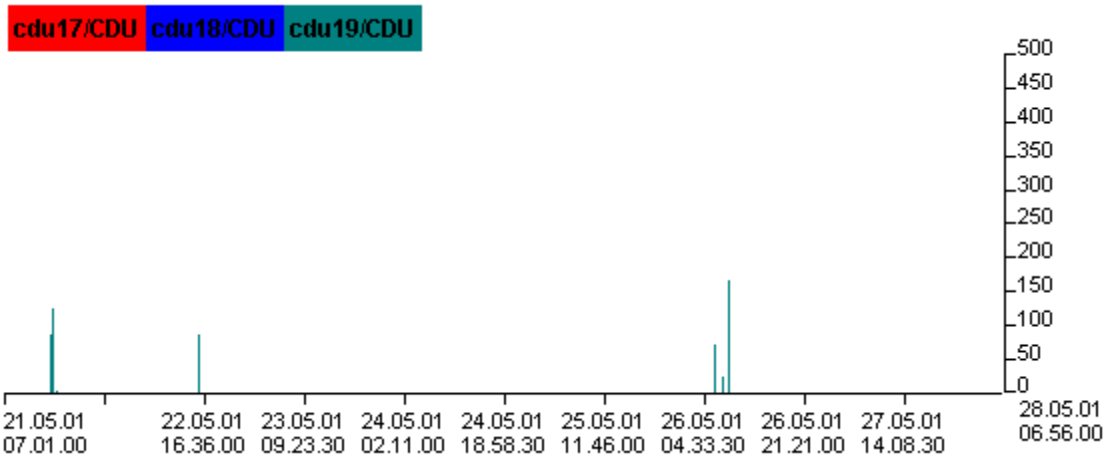
Temperaturer av bottentuber:

Bakre del av botten:



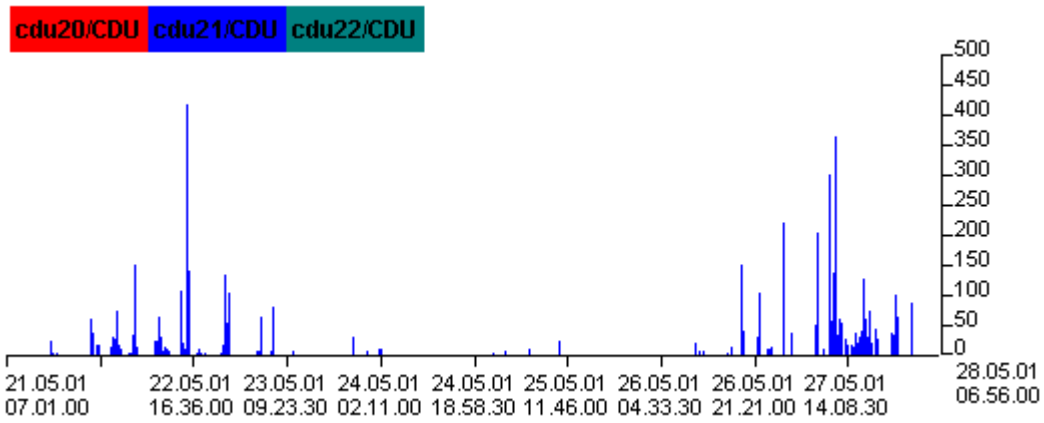
Temperaturerna varierade något.

Fördelningslåda:



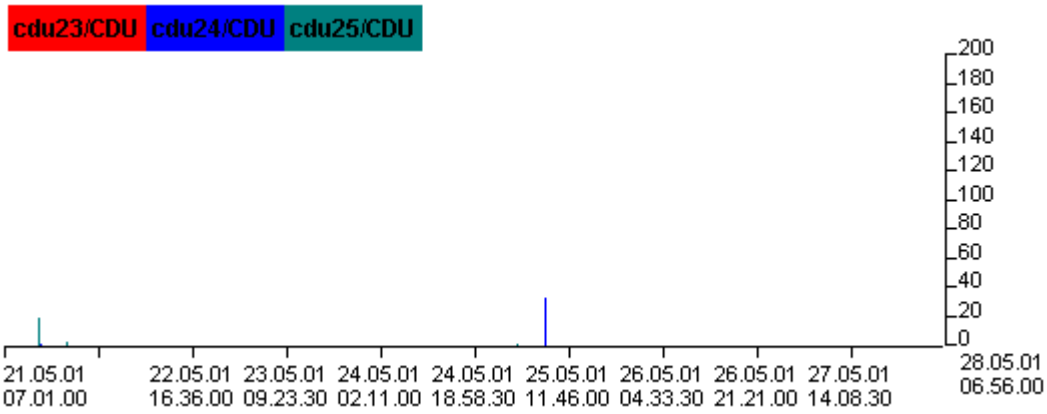
Lugnt.

Vänster sidoväggslåda:



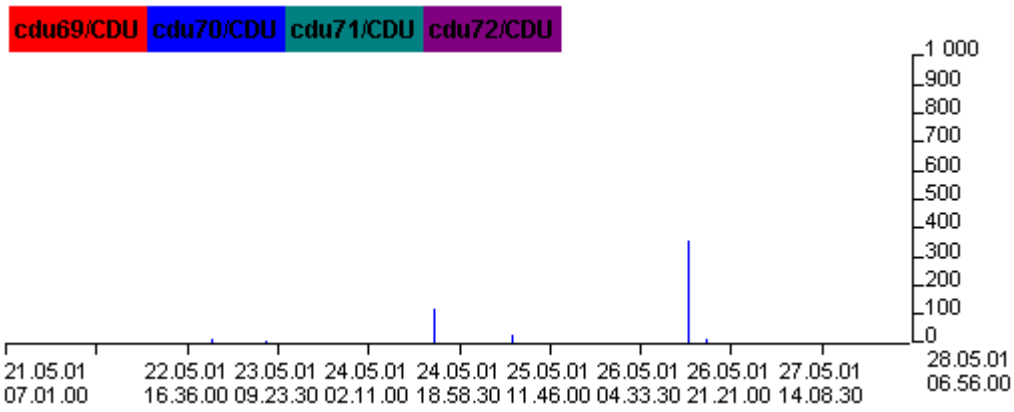
I kanal 21 var några emissioner som liknar sprickbildning under processändringar.

Höger sidoväggslåda:



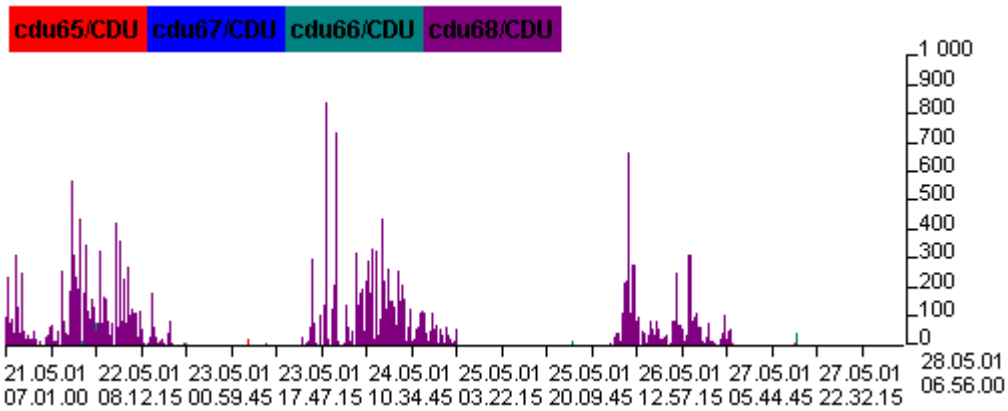
Lugnt.

EKO I:



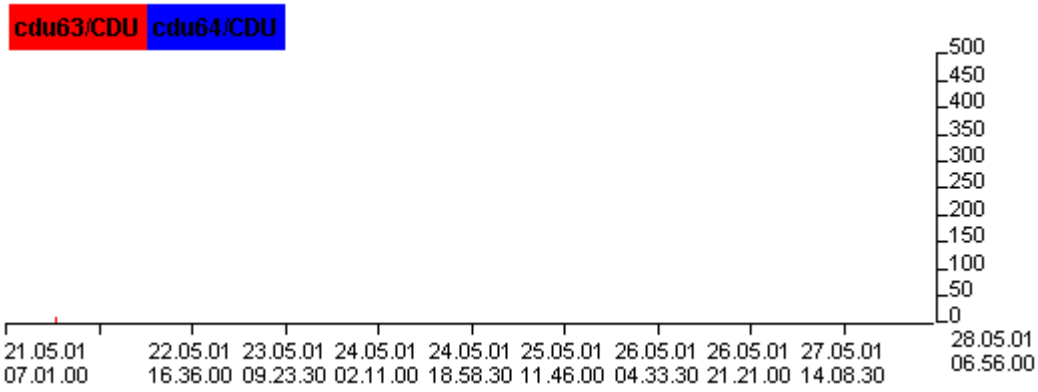
Lugnt.

EKO II:



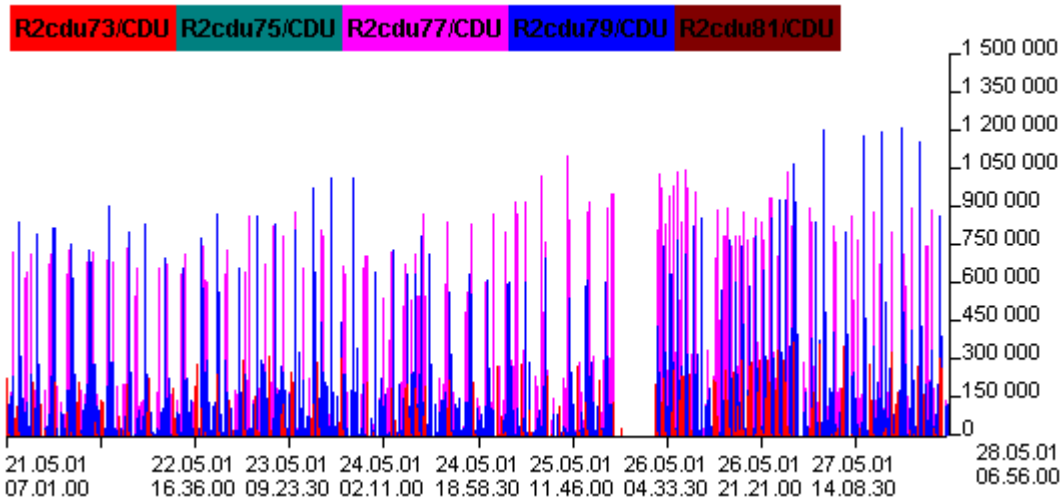
I kanal 68 emissionsaktivitet ökade under processändringar, annars lugnt.

Konvektion:



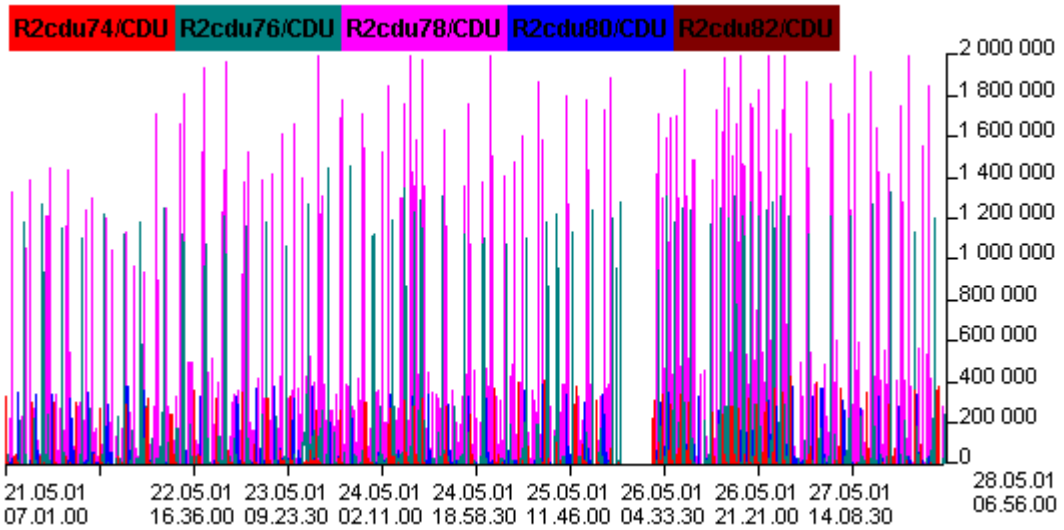
Lugnt.

Överhettare samt övre delen av konvektion / höger sida:



Emissionsnivåer har varit konstant, ingen emission som liknar läckage.

4.1.1 Överhettare samt övre delen av konvektion / vänster sida:



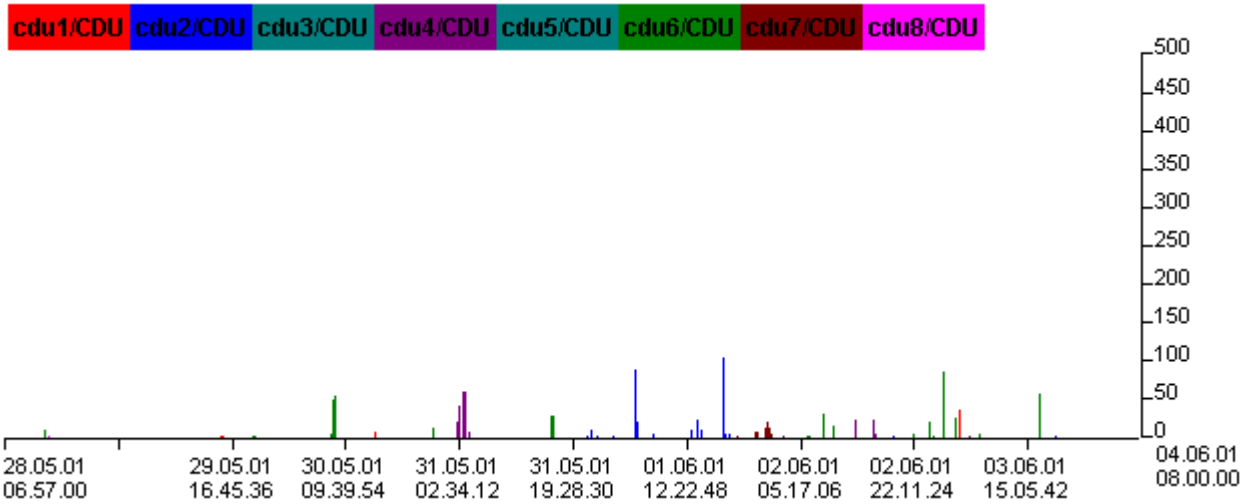
Emissionsnivåer har varit konstant i denna period, ingen emission som liknar läckage.
(”Spikarna” i AE-signalerna på denna nivå följer sotblåsarsekvensen; läckagesignaler skulle ge bredare toppar.)

Och vecka 22 rapporterades av Acutest Oy på följande sätt:

Period: 28.5 – 4.6.2001

4.1.1.1.1.1 BOTTEN

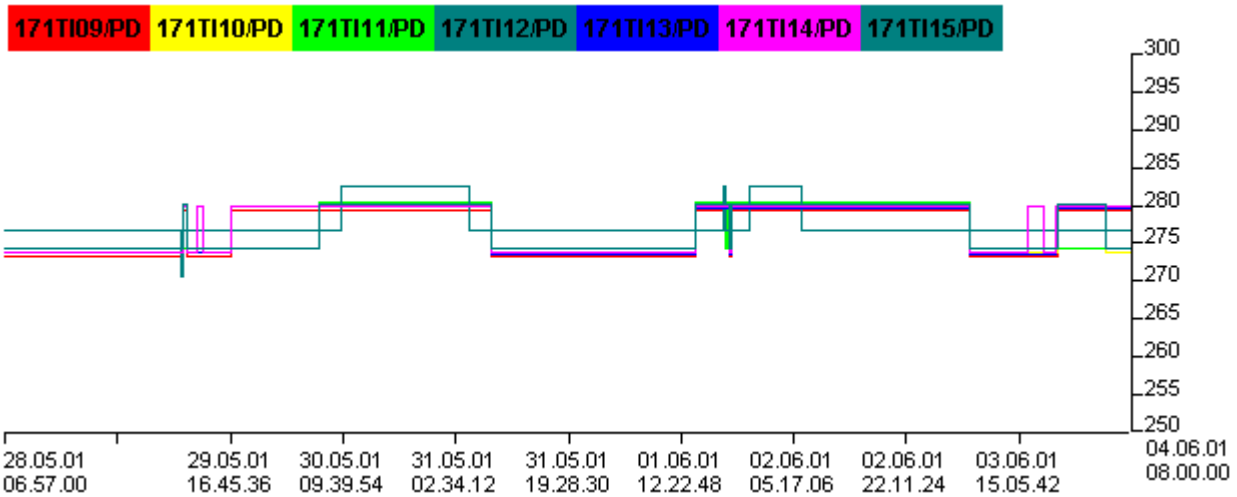
Främre del:



Lugnt. Emissionsaktivitet ökade något samtidigt som temperaturen varierade.

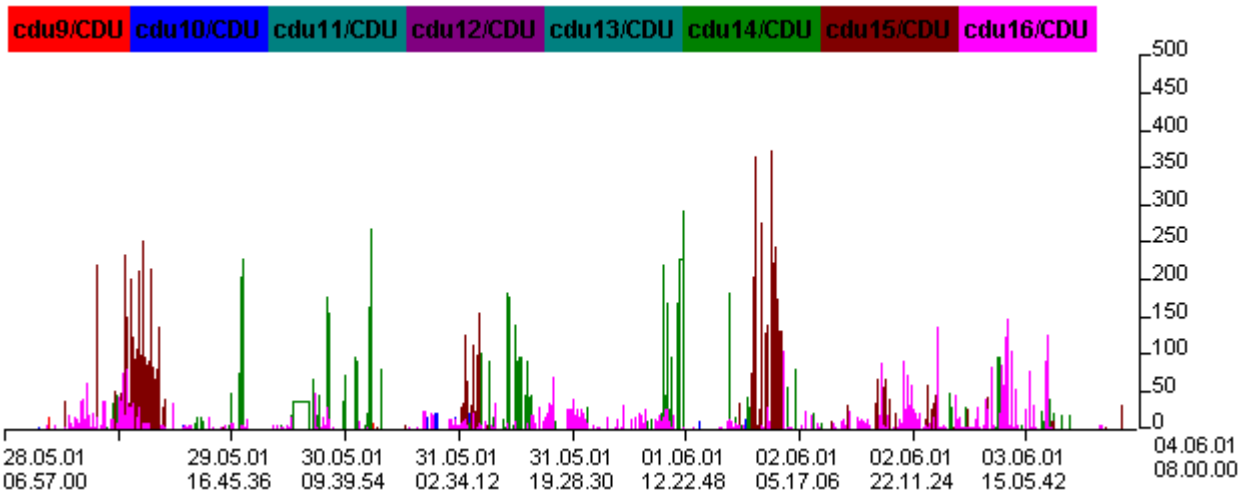
Temperaturer av bottentuber:

4.1.2 Främre del av botten:



Temperaturerna varierade något.

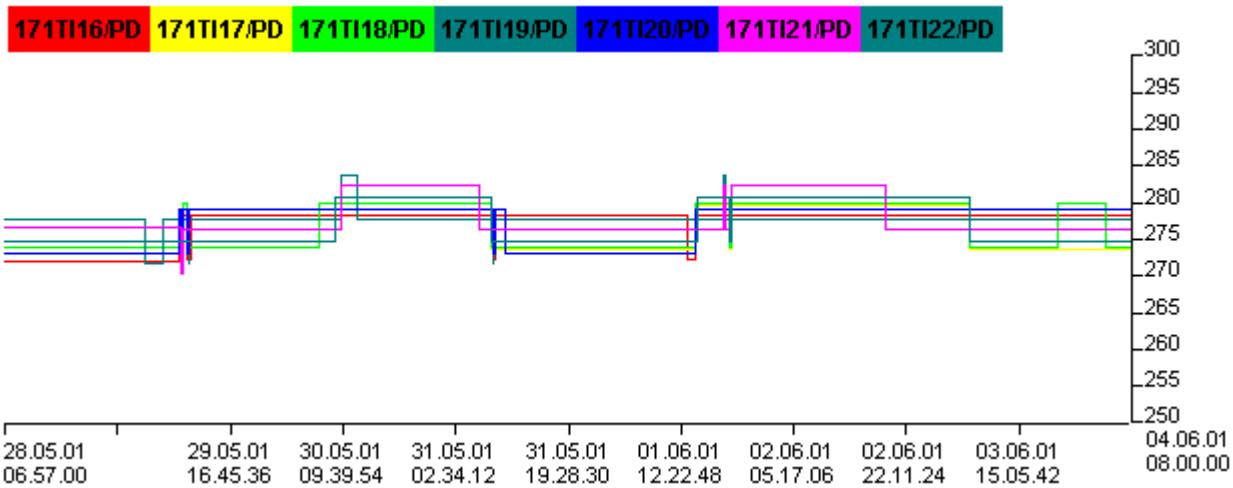
Bakre del:



Tidvis i kanaler 15 och 16 låg emission som liknar sprickbildning (under temperatur variering), annars lugnt.

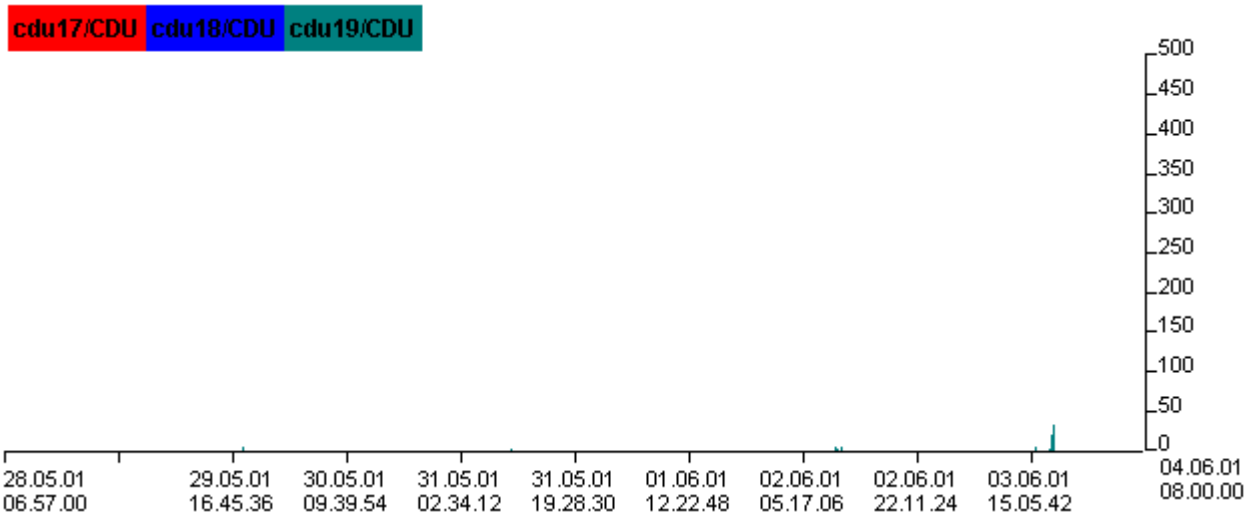
Temperaturer av bottentuber:

4.1.3 Bakre del av botten:



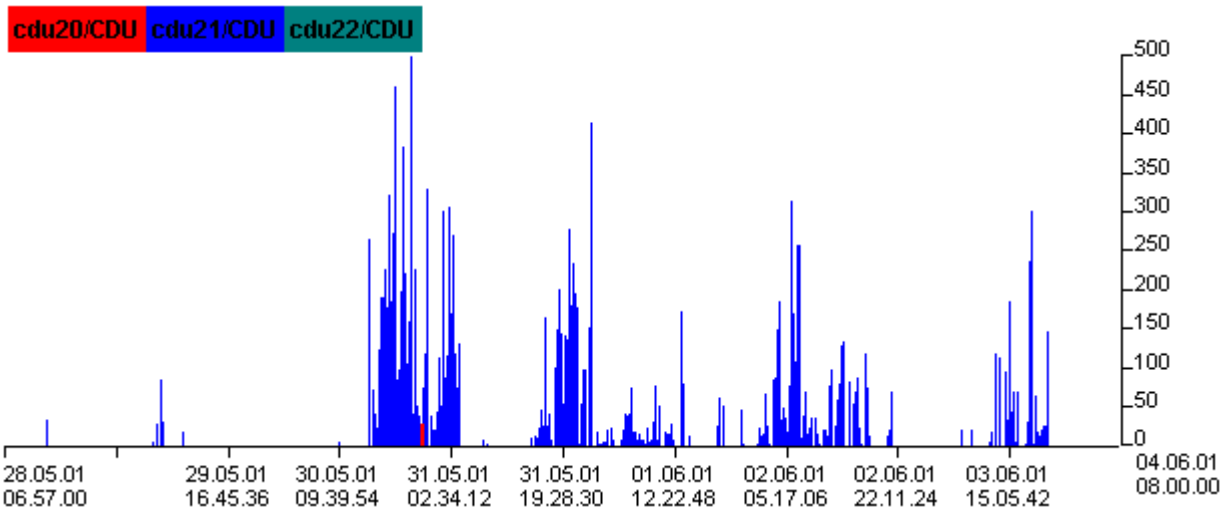
Temperaturerna varierade något.

Fördelningslåda:



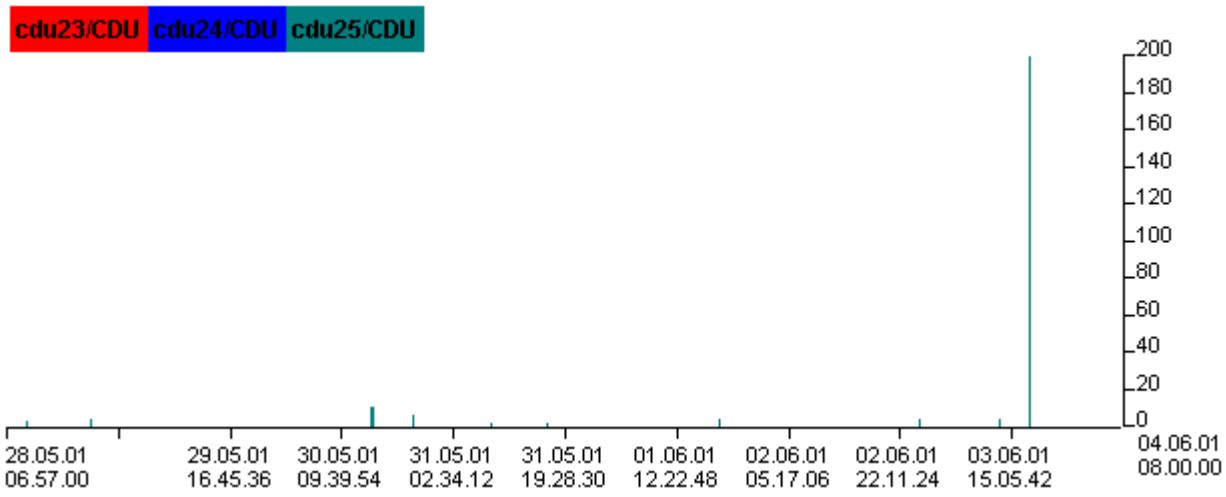
Lugnt.

Vänster sidoväggslåda:



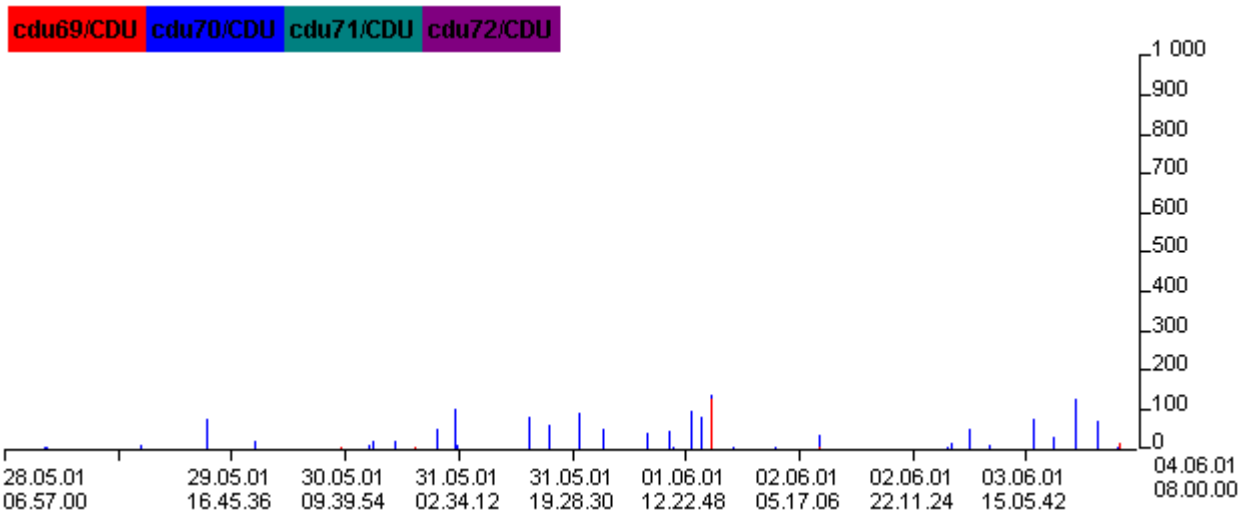
I kanal 21 var stark emissioner som liknar sprickbildning.

Höger sidoväggslåda:



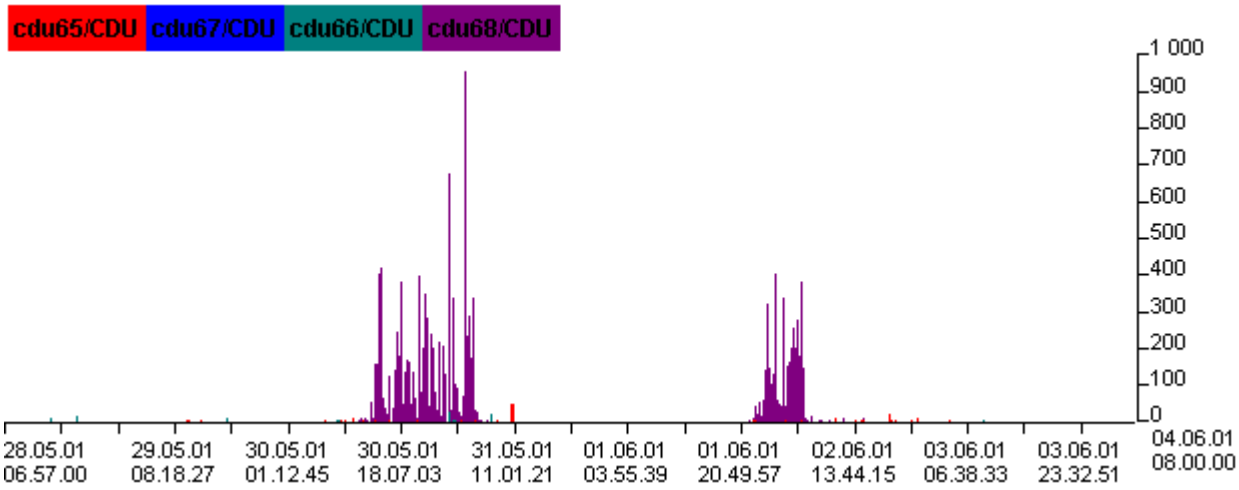
Lugnt.

EKO I:



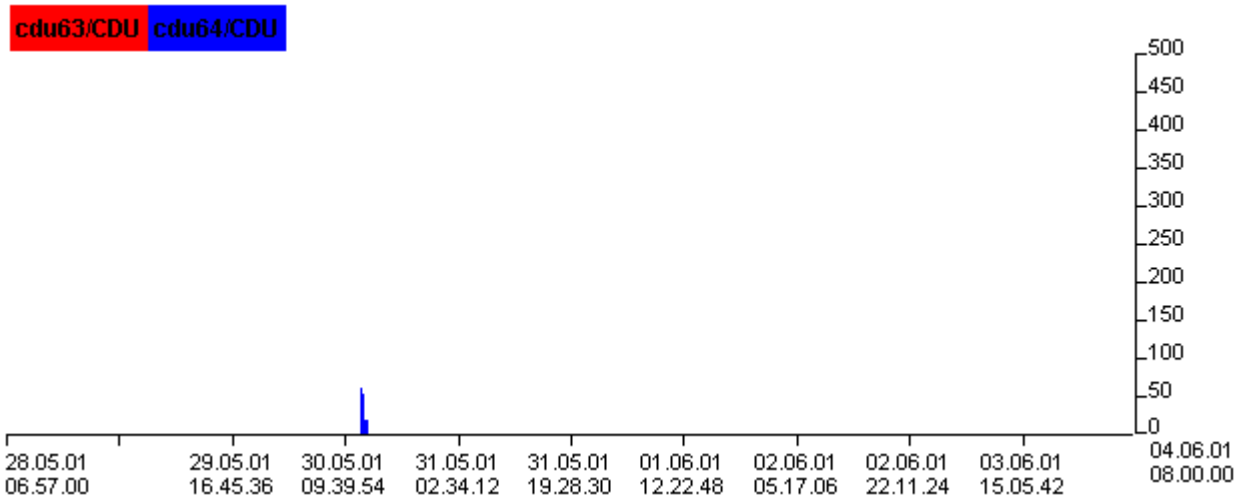
Lugnt.

EKO II:



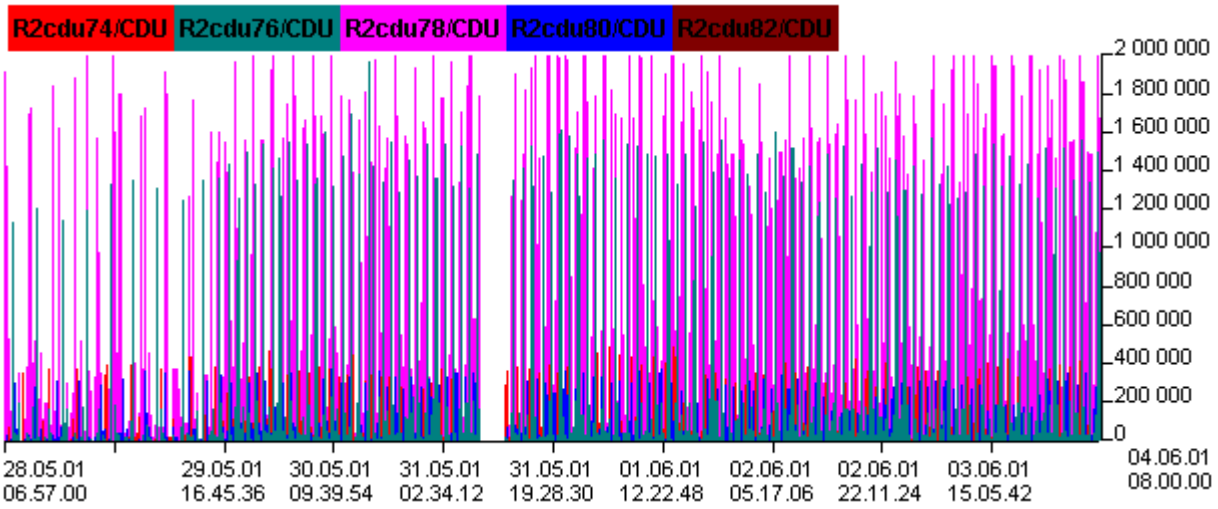
I kanal 68 emissionsaktivitet ökade under processändringar, annars lugnt.

Konvektion:



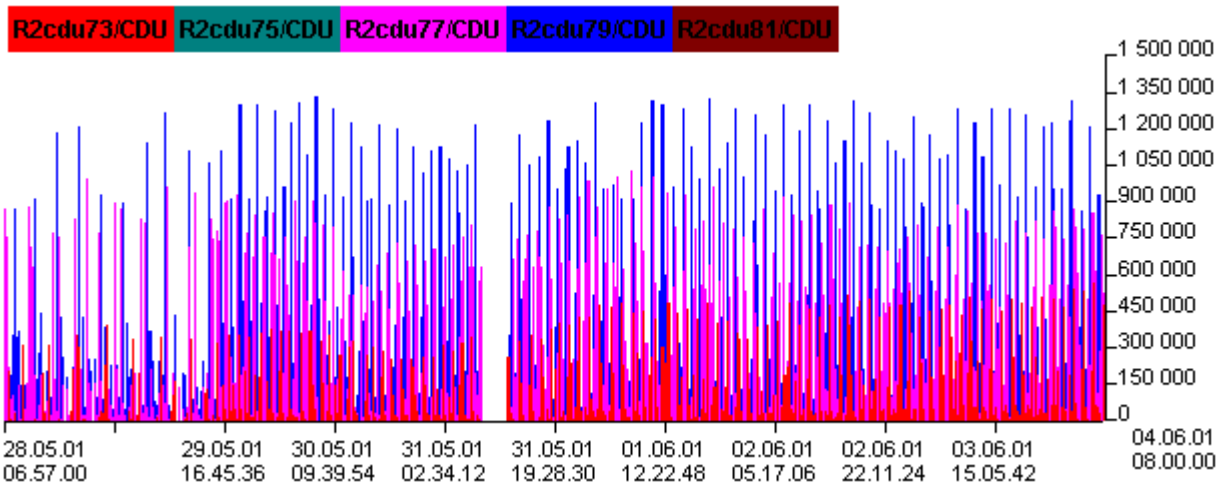
Lugnt.

Överhettare samt övre delen av konvektion / höger sida:



Emissionsnivåer har ökat till slutet av perioden, emissioner i kanal 72 liknar som läckage.

4.1.4 Överhettare samt övre delen av konvektion / vänster sida:

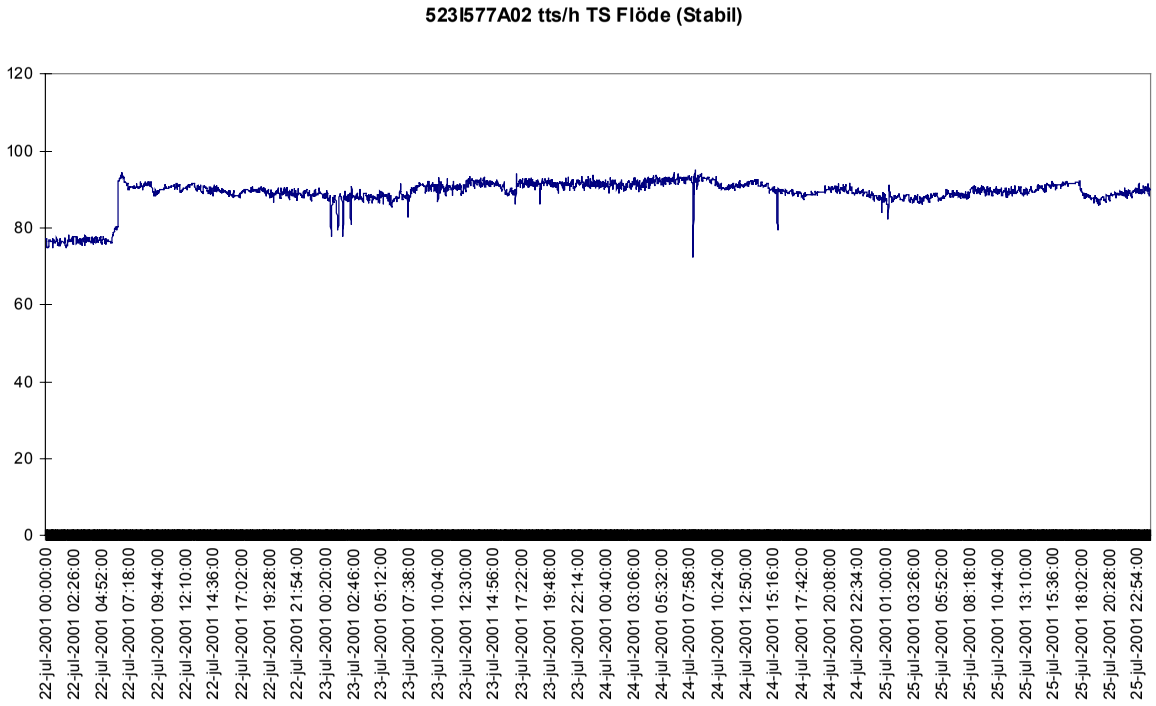


Emissionsnivåer har ökat till slutet av perioden, emission i kanaler 77 och 79 liknar mönster vid läckage.

ÅF-IPK AB har inte mera detaljerade data till förfogande ang. akustiska signaler eller motsvarande från tidsperioden i fråga. Entydiga slutsatser om samband mellan lutflödesvariationer och AE-signaler är svåra att dra.
Däremot kan det fastslås att i detta fall inga faktiska läckage återfanns vid efterföljande ordinarie revisionsinspektioner, trots de ovan antydda ”läckagemönstren”.

4.2 Tidsperiod med jämn drift (22-26 juli 2001)

Som framgår av Fig 44 och 45 nedan så gick sodapannan med mycket jämn last och grönlutsflöde under denna period. Detta återspeglas också i stort sett i mycket låga AE-emissioner (sid 43 – 46) med undantag för kanal 16 i bakre pannbotten (sid 44) och



kortvarigt i vänster sidoväggslåda (sid 45). Den relativt höga ts-lasten (och sannolikt bäddnivån som också kan ha varierat) eller andra faktorer kan ha påverkat.
Fig. 44 TS-flöde från 22 till 16 juli.

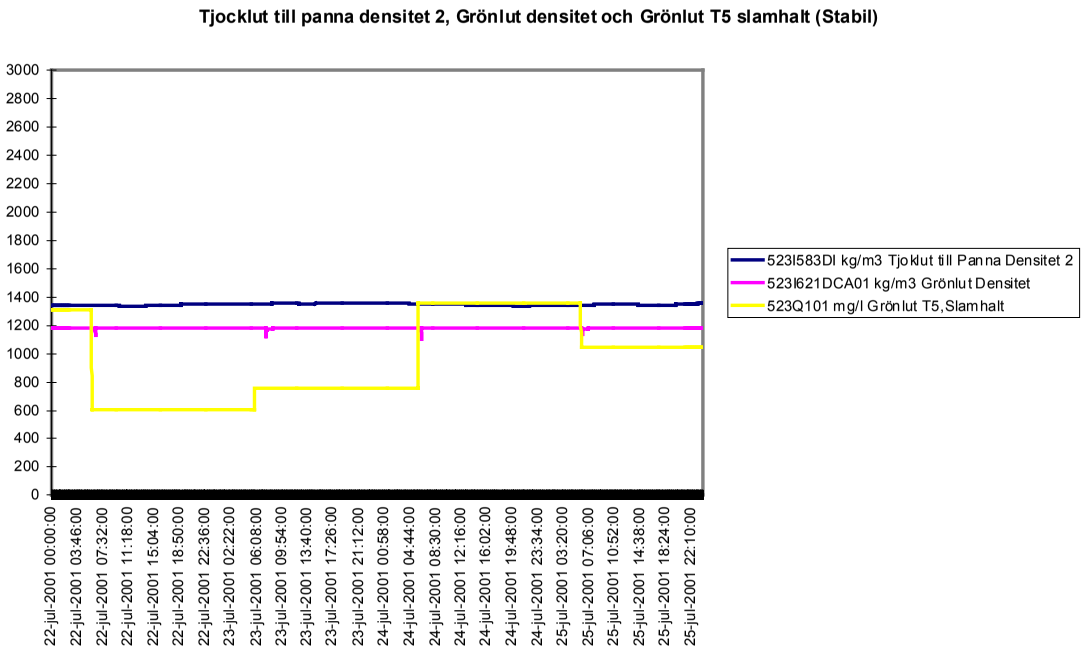


Fig. 45 Tjocklutens och grönlutens egenskaper.

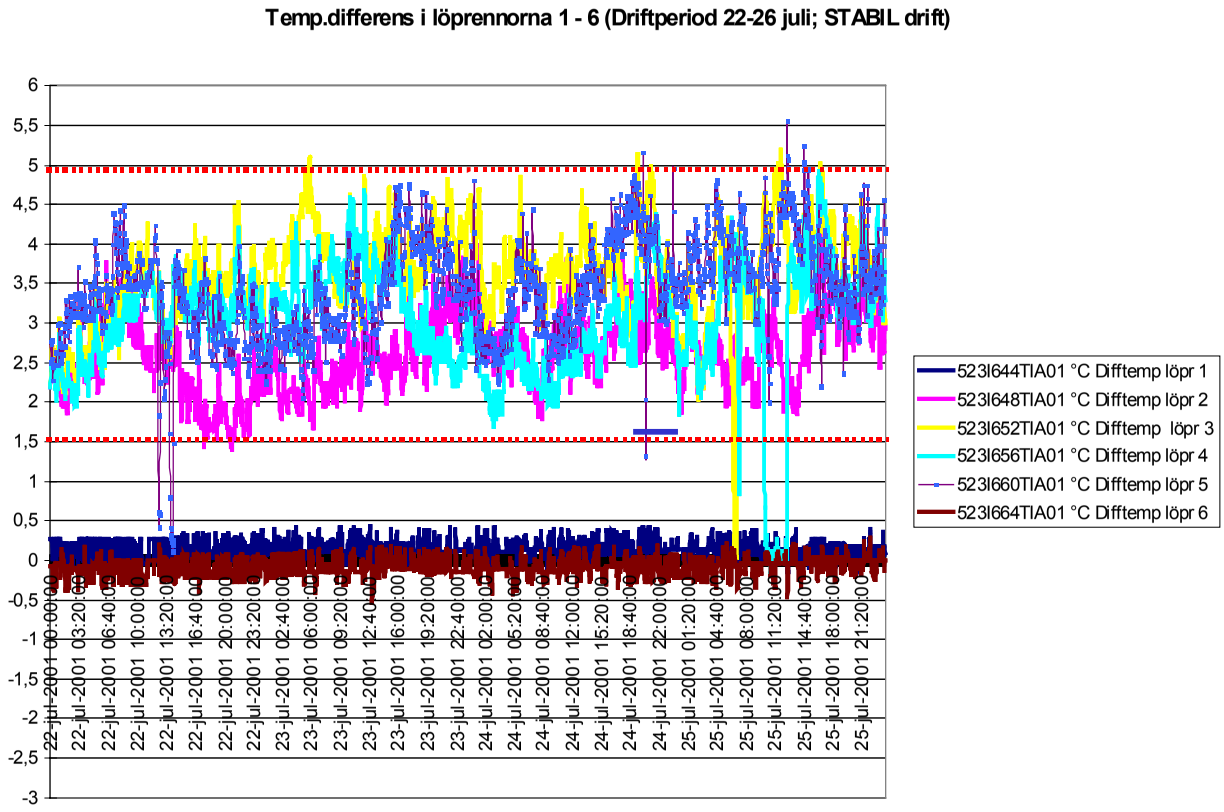


Fig. 46 Temperaturdifferens i löprännorna när driften är stabil.

Man märker att löprännorna 5 och 2 har större variationer än 3 och 4. Orsaken är sannolikt det att rännorna 1 och 6 är stängda och inte är i drift (blåa och brunfärgade trendkurvor visar noll).

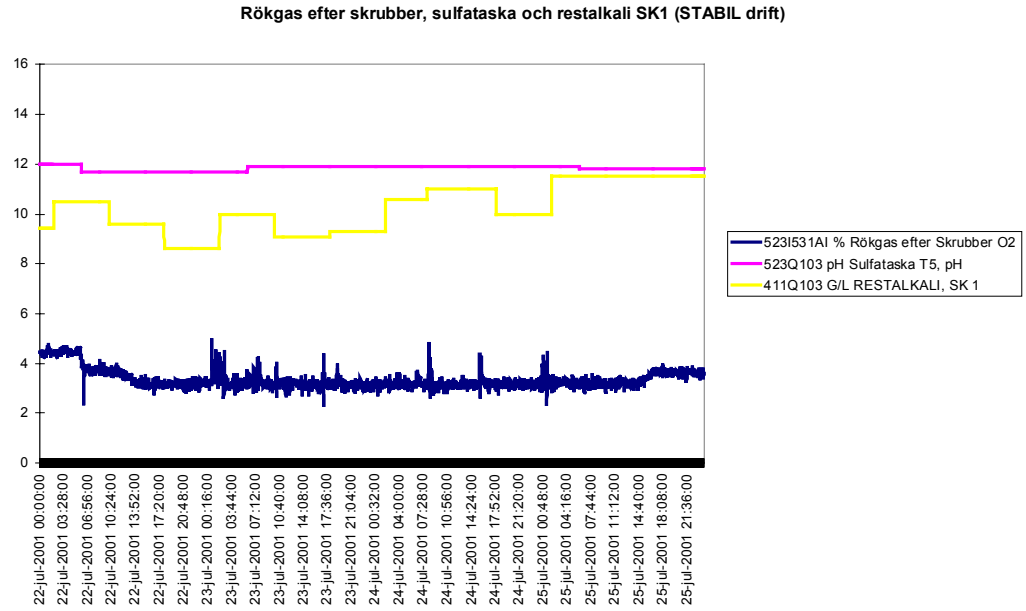


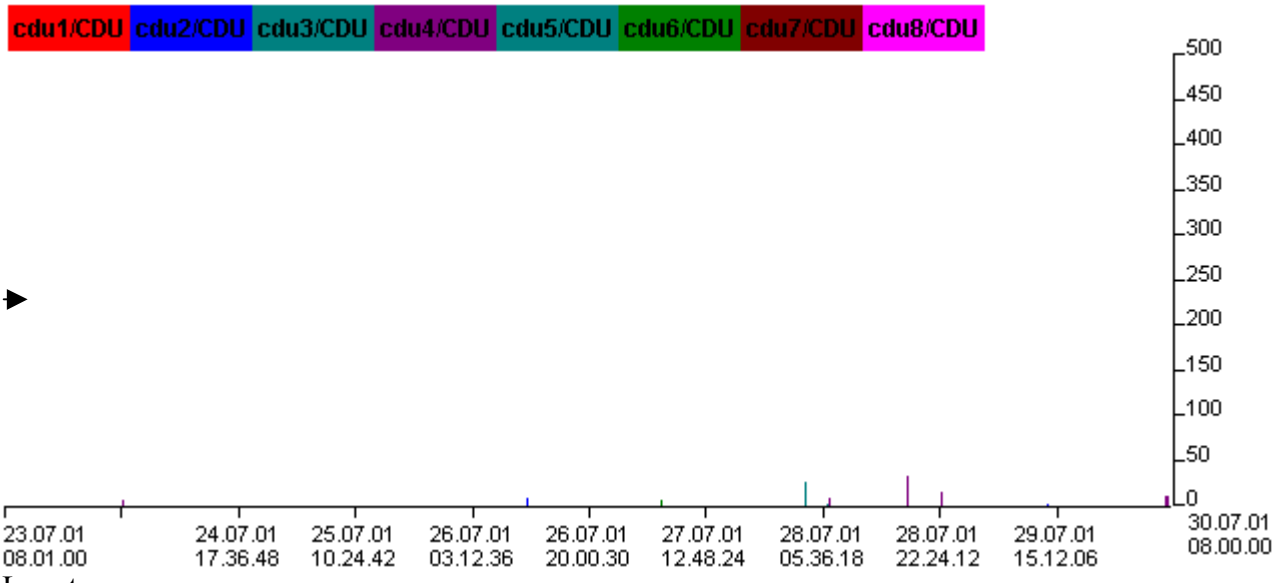
Fig. 47 Analysdata rökgas, aska, samt restalkali SK1.

Acutest Oy`s rapport om vecka 31 följer:

Filnamn: Gruv0131.rtf

4.2.1.1.1.1 BOTTEN

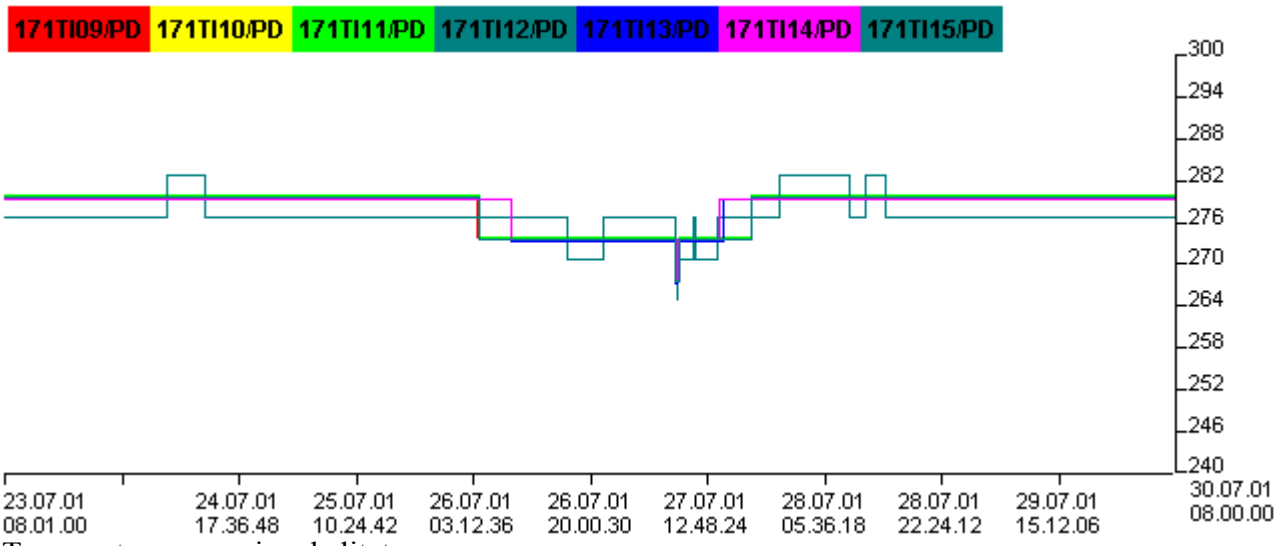
Främre del:



Lugnt.

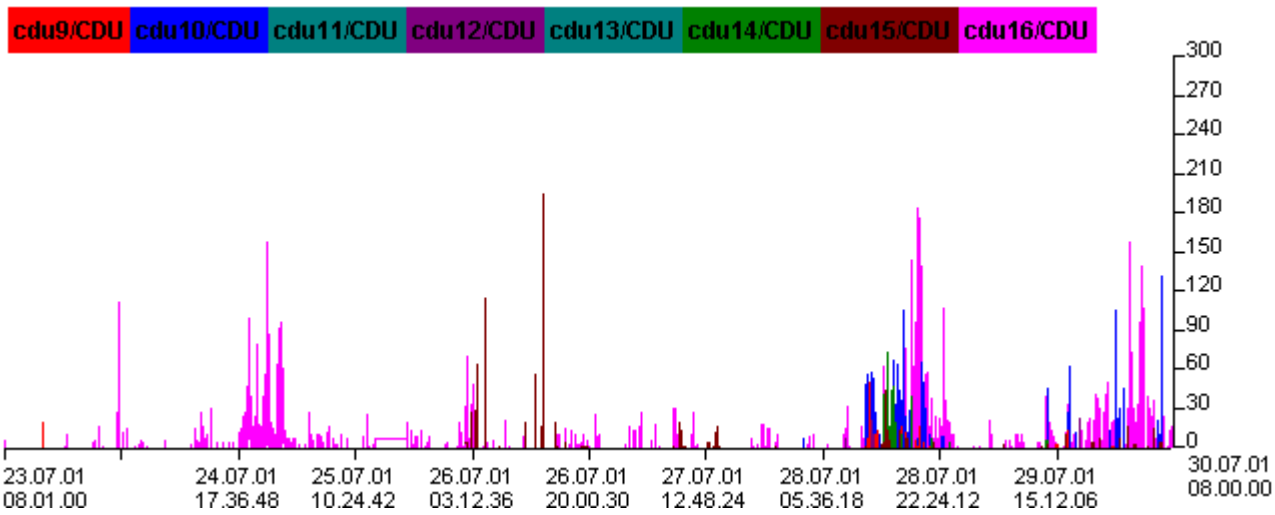
Temperaturer av bottentuber:

4.2.2 Främre del av botten:

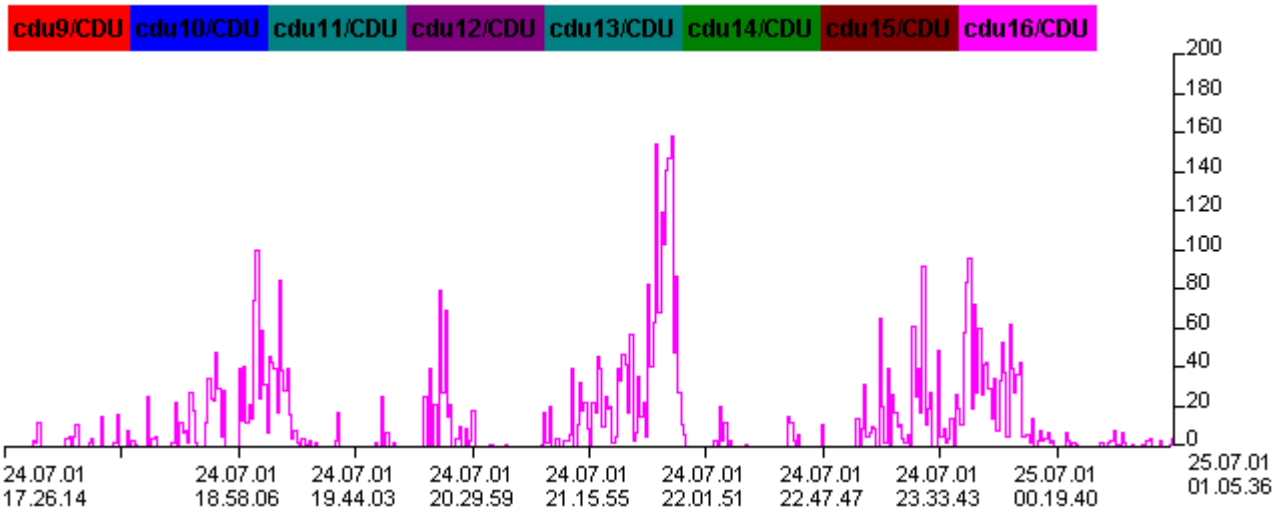


Temperaturerna varierade litet.

Bakre del:

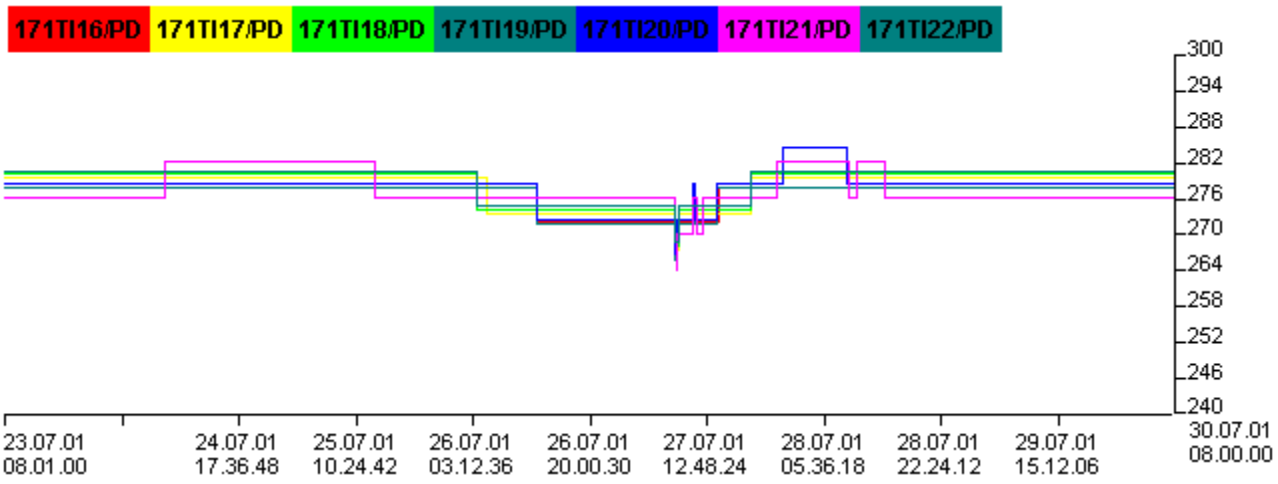


I kanal 16 observerades emission som liknar sprickbildning, se bilden nedanför.



Temperaturer i bottentuber:

4.2.3 Bakre del av botten:

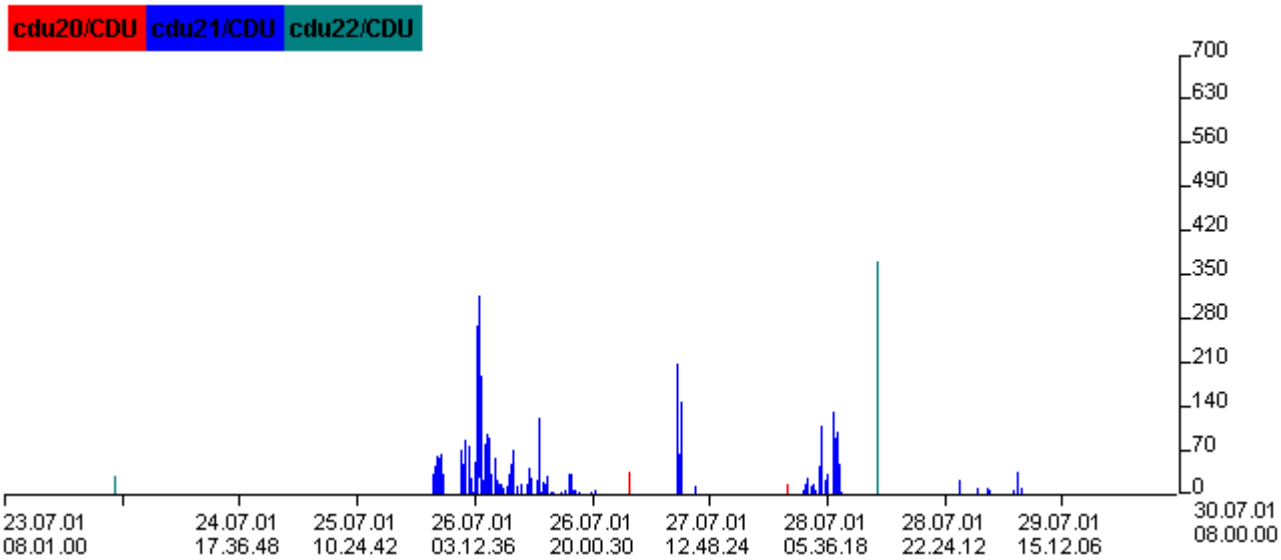


Temperaturerna varierade litet.

Fördelningslåda:

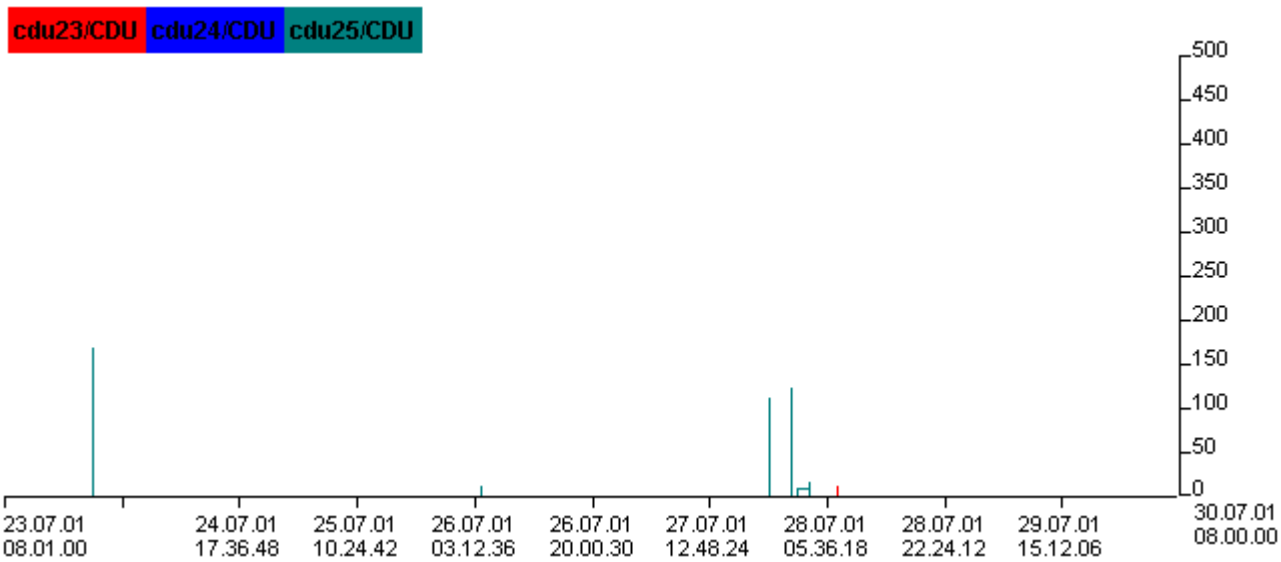
Ingen emission.

Vänster sidoväggslåda:



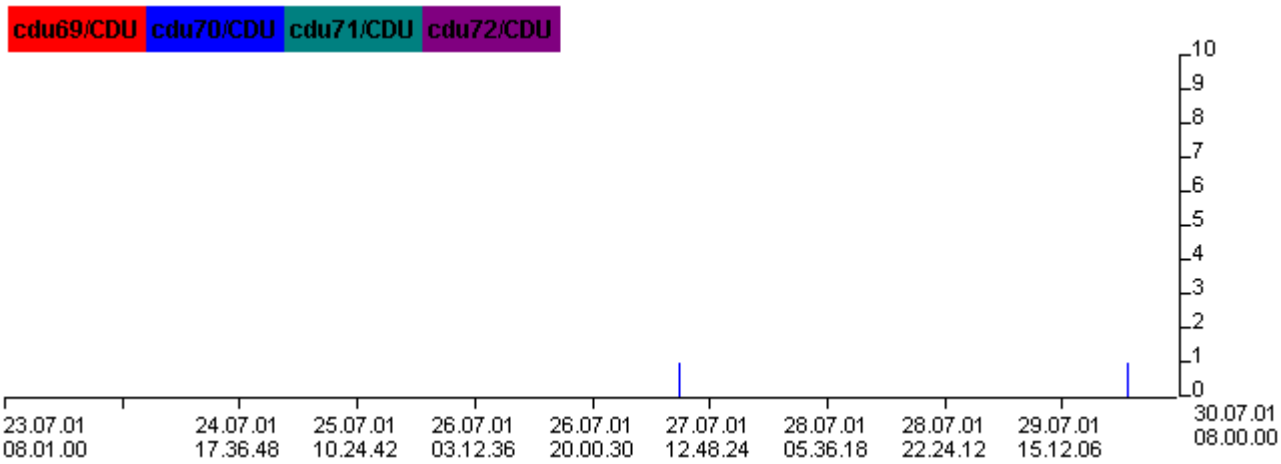
I kanal 21 observerades emission som liknar sprickbildning (vibration?), annars lugnt.

Höger sidoväggslåda:



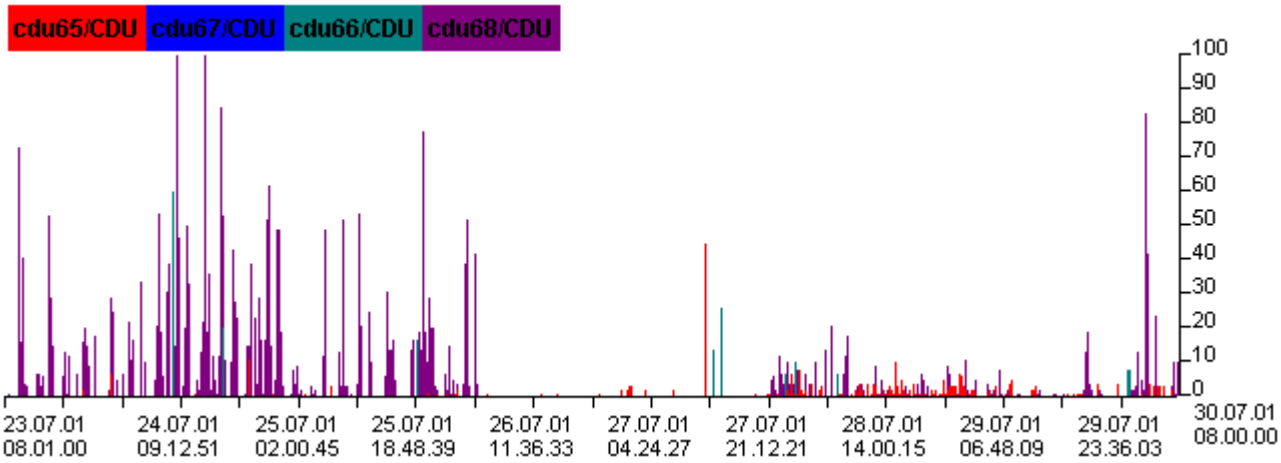
Lugnt.

EKO I:



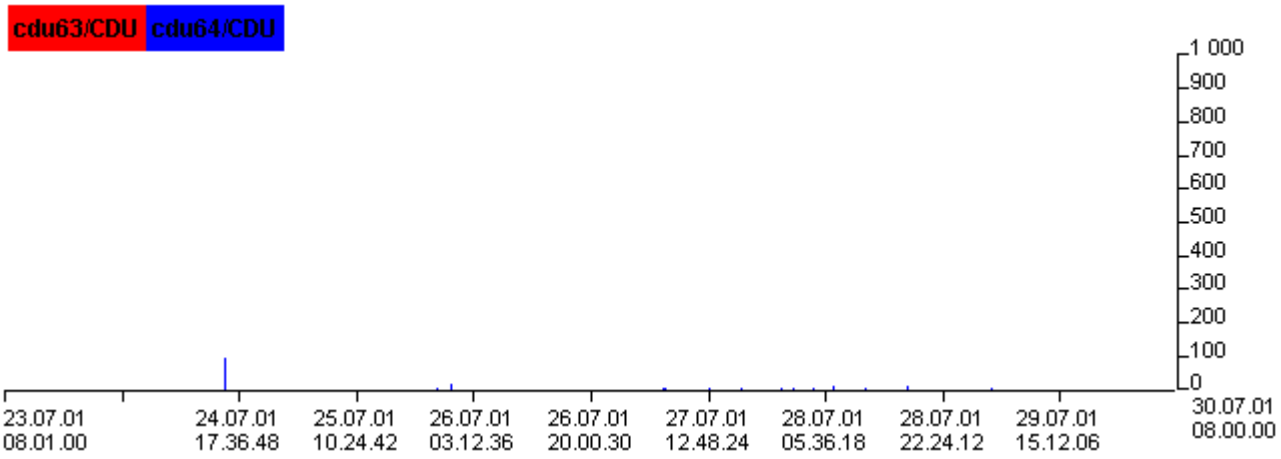
Lugnt.

EKO II:



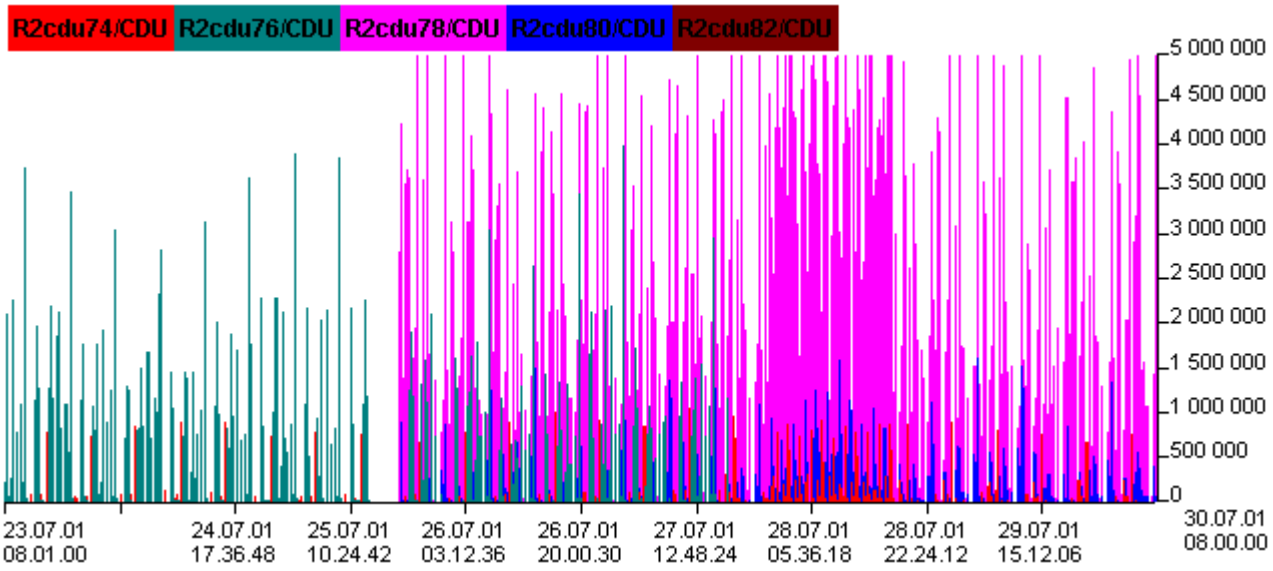
I kanal 68 var emissionsutbrott i början av period, men emissioner har varit vid låg nivå.

Konvektion:



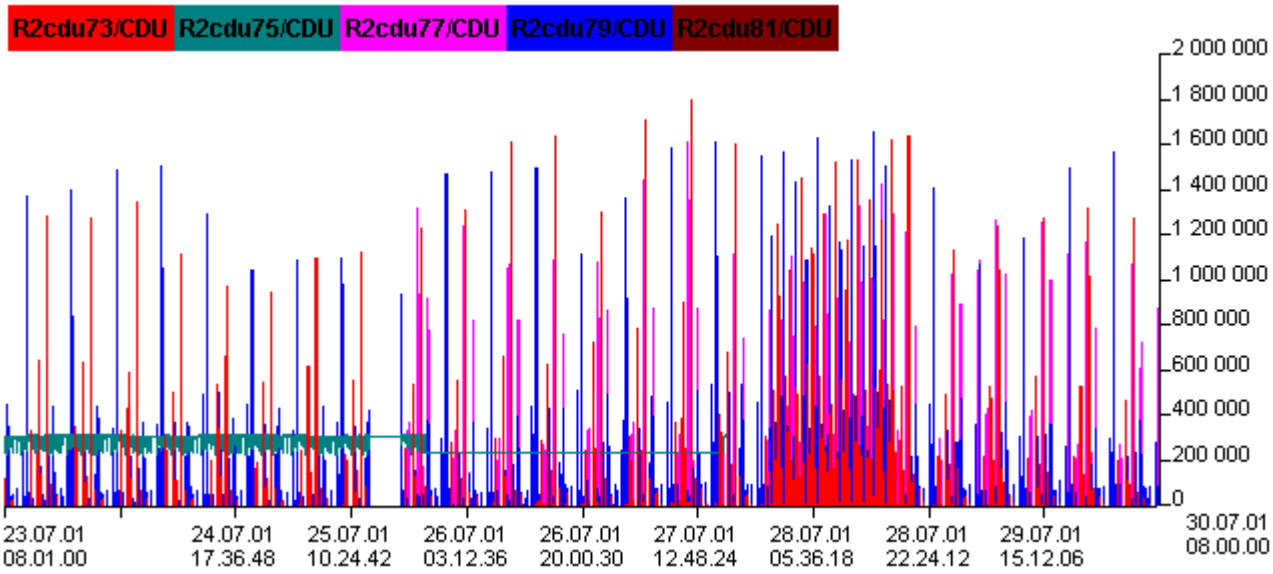
Lugnt.

Överhettare samt övre delen av konvektion/höger sida:



Emissionerna varierat i denna period men där finns ingen emission som liknar läckage.

4.2.4 Överhettare samt övre delen av konvektion/vänster sida:



Emissionerna har varierat mycket den 28 av juli. Ingen emission som liknar läckage.

4.3 Nedeldning vid höststoppet (6-8 september 2001)

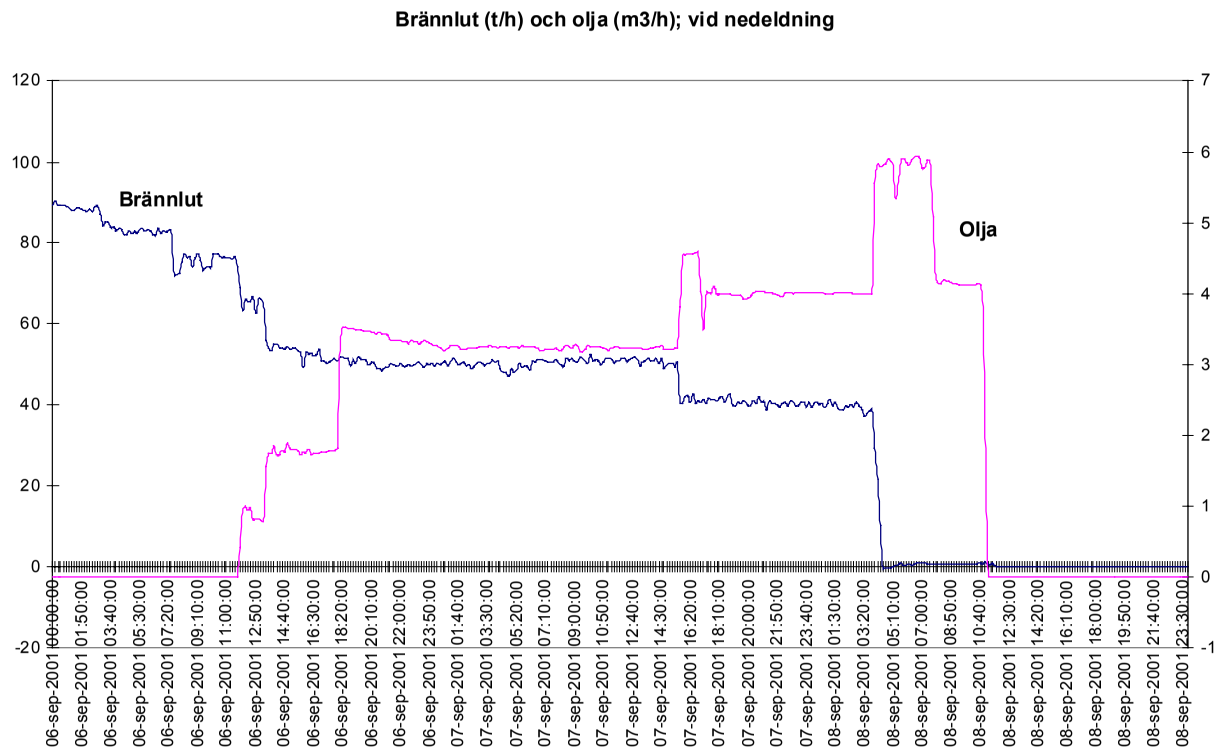


Fig. 48 Brännlutflöde och oljeflöde vid nedeldningen i september 2001.

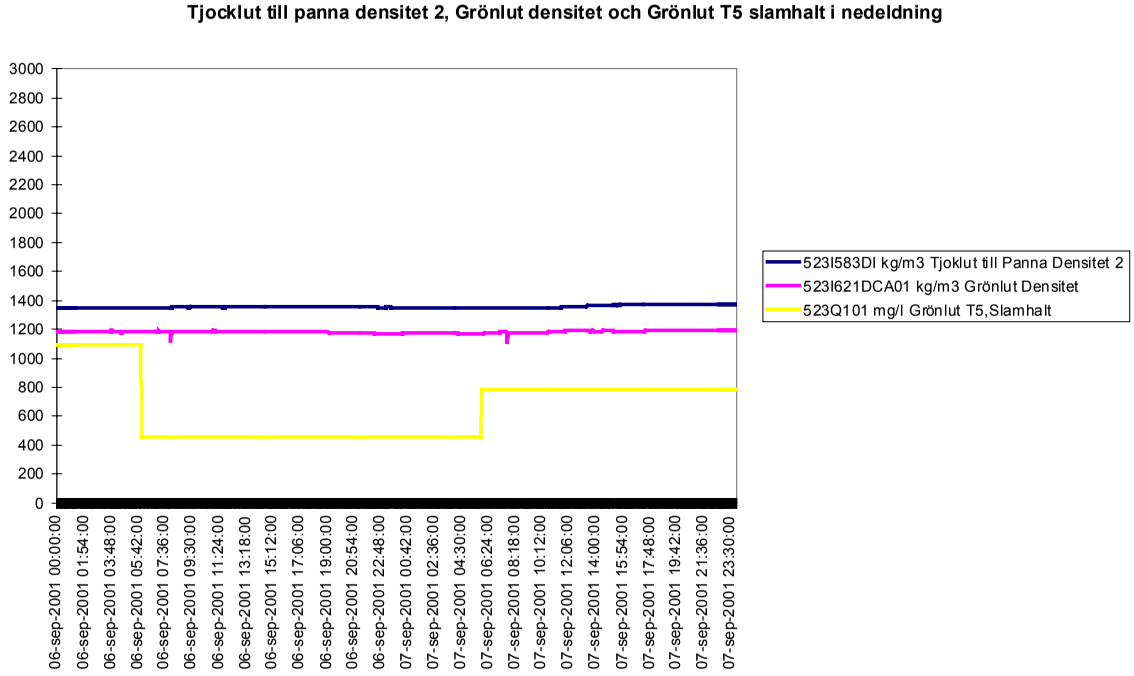


Fig. 49 Tjocklutens och grönlutens densitet samt slamhalten i grönluten.

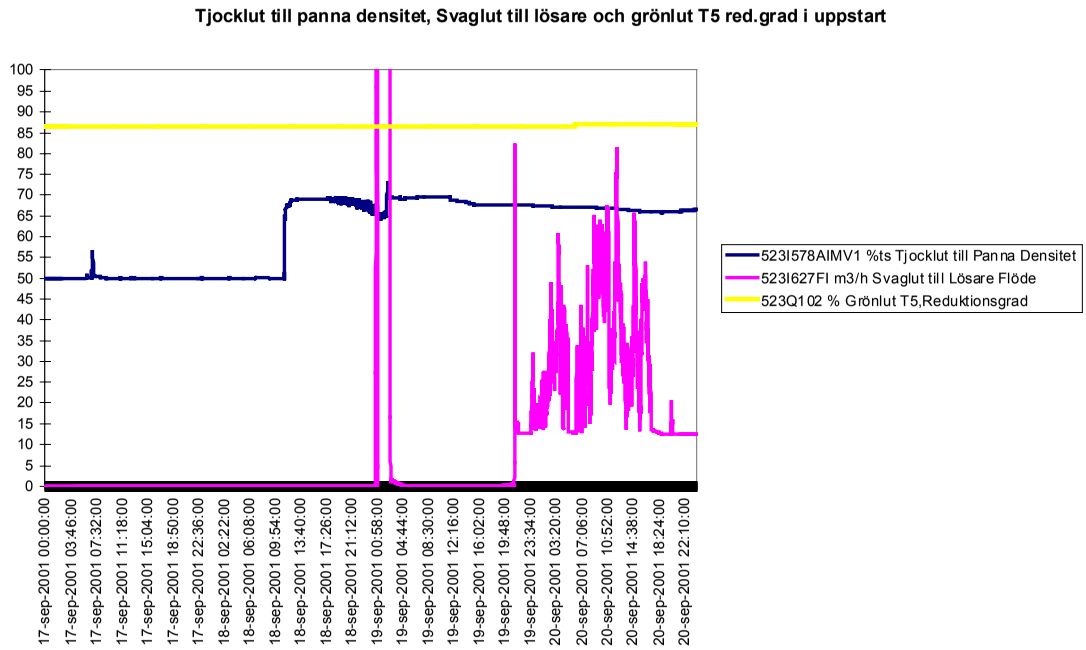


Fig. 50 Lutarnas egenskaper.

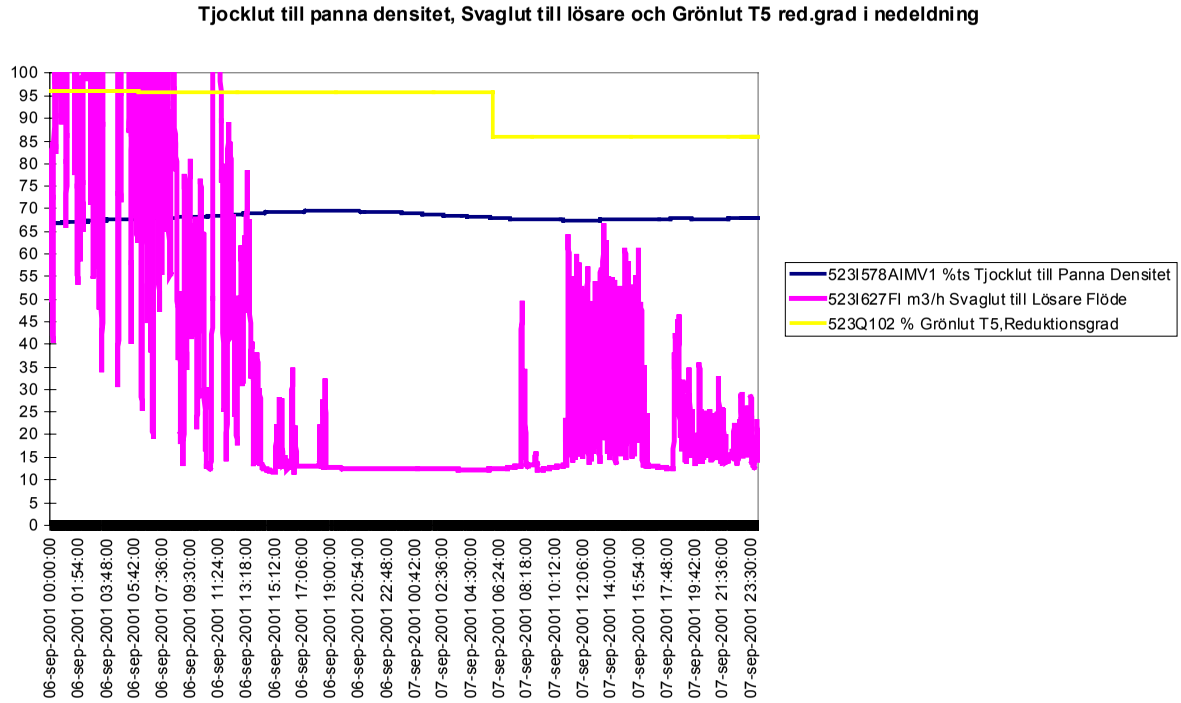


Fig. 51 Tjocklutens densitet, svaglutflöde till lösare och grönlutens reduktions- grad.

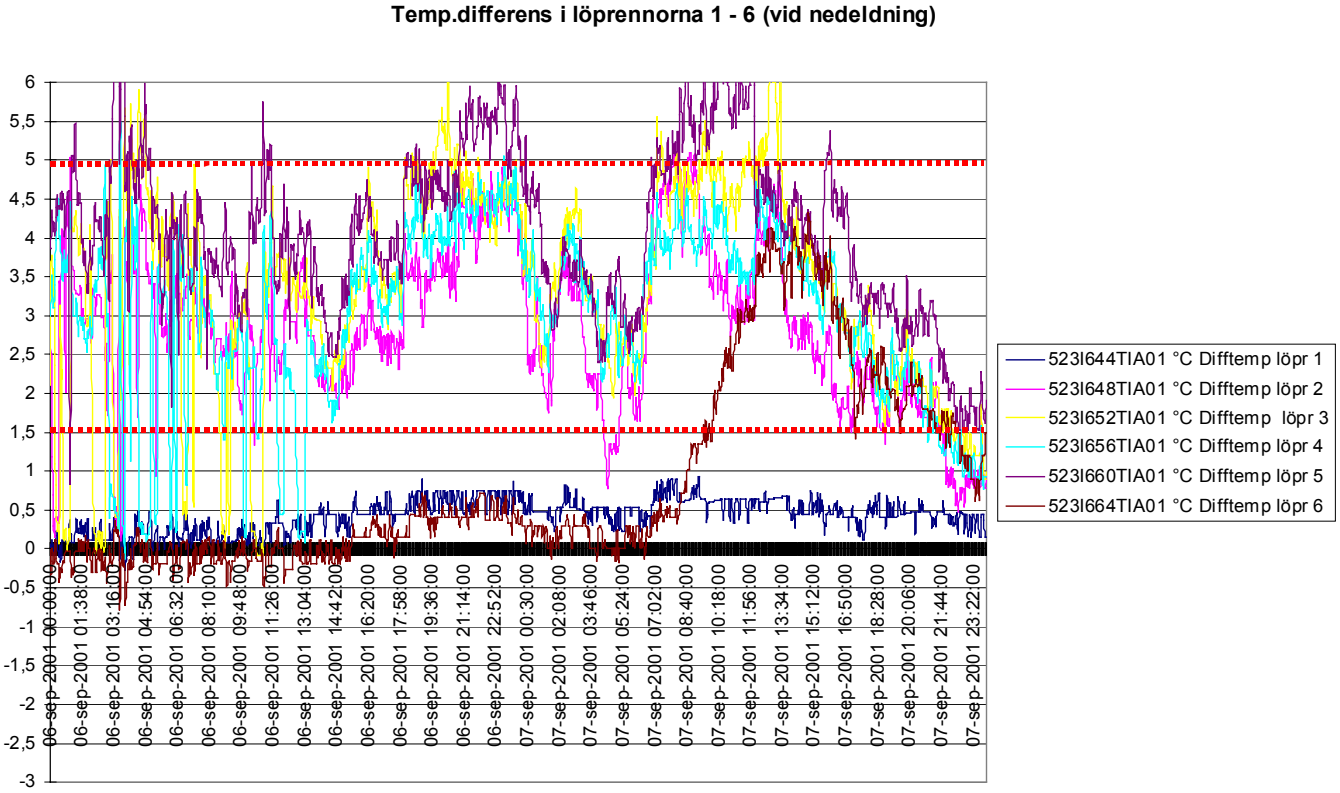


Fig. 52 Temperaturdifferens i löprännornas kylkretsar vid nedeldningen.

Variationerna här är lite större än normalt, mellan 1,5 och 5 ^{o}C. Övergången från lut- till oljeeldning, se *Fig 48*, sjunkande bädd och därmed varierande smältaflöden kan antas ligga bakom detta. – Exempelvis toppvärdena kvällstid 6 september uppträder i samband med ökad oljeeldning, därmed sannolikt ökat smältaflöde.
På morgonen den 7 september börjar även löpränna 6 reagera, kanske man öppnade rännan då.
Beträffande resulterande AE-signaler/emissioner,se nedan sid 52 – 55.

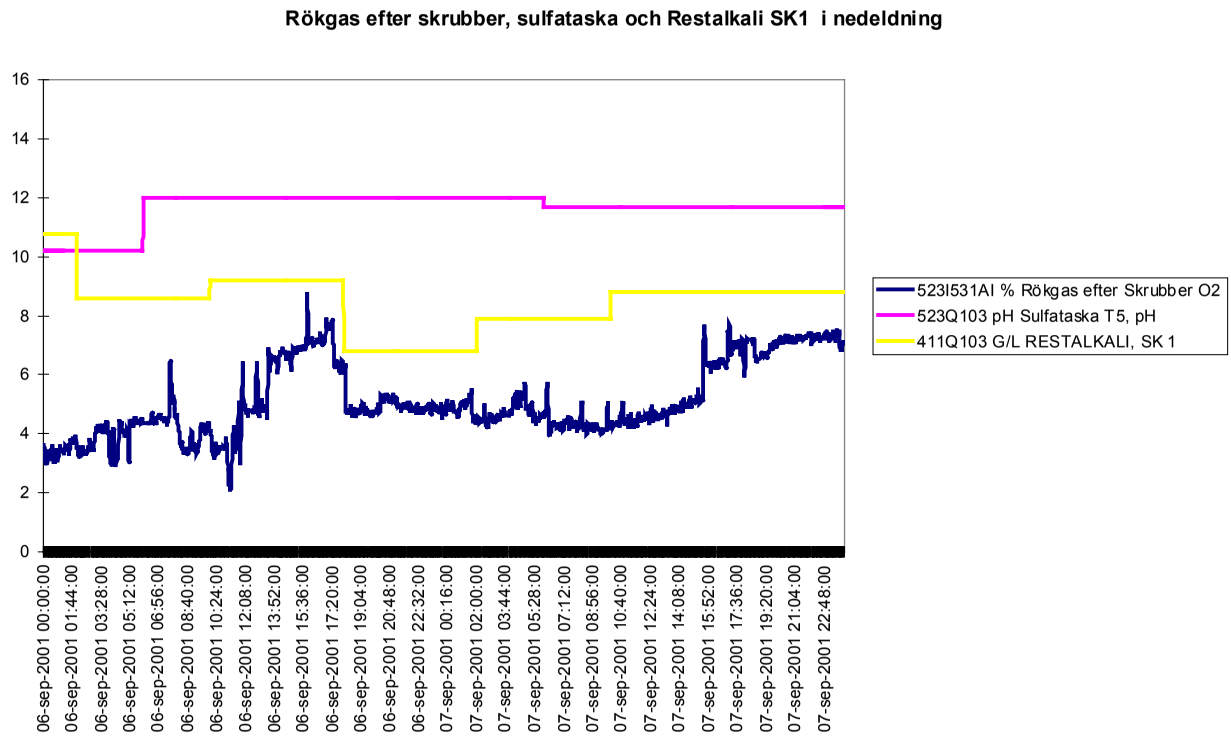
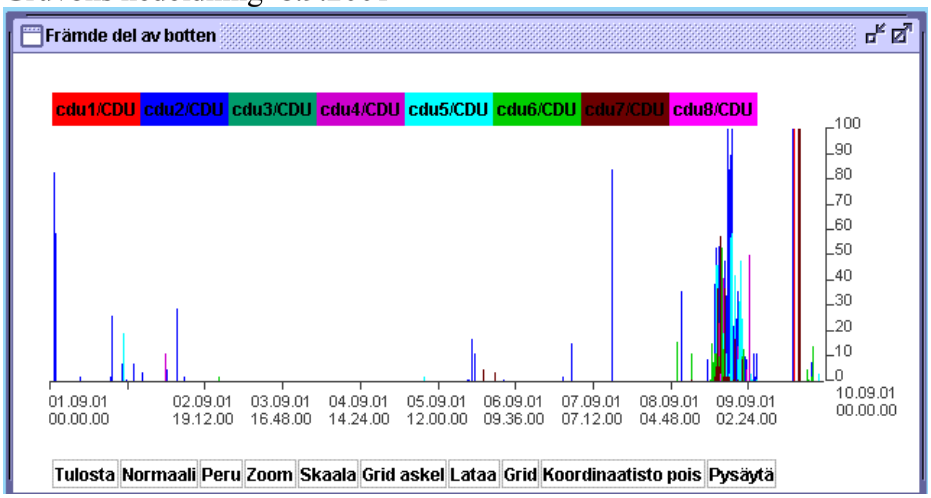


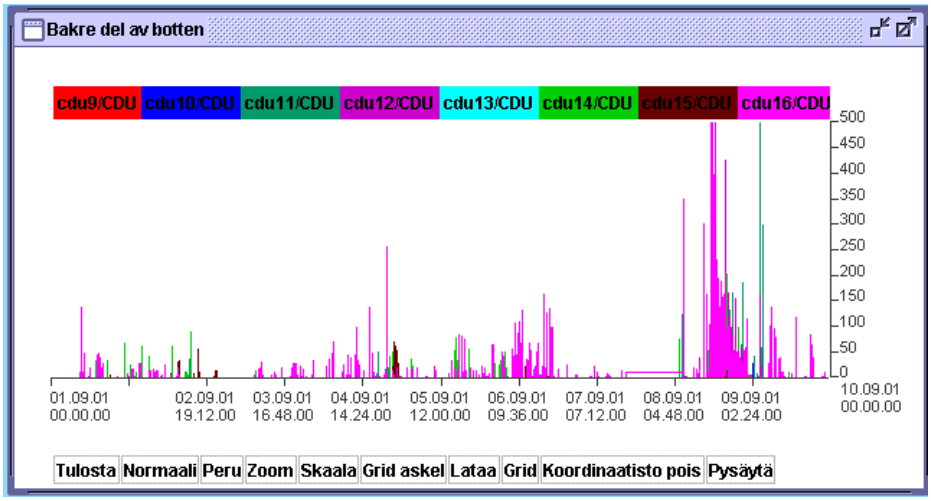
Fig. 53 Syrehalt i rökgas, sultataskans pH och SK1-restalkali.

Data och kommentarer från Acutest Oy ang. AE-signaler från ugnsbotten:

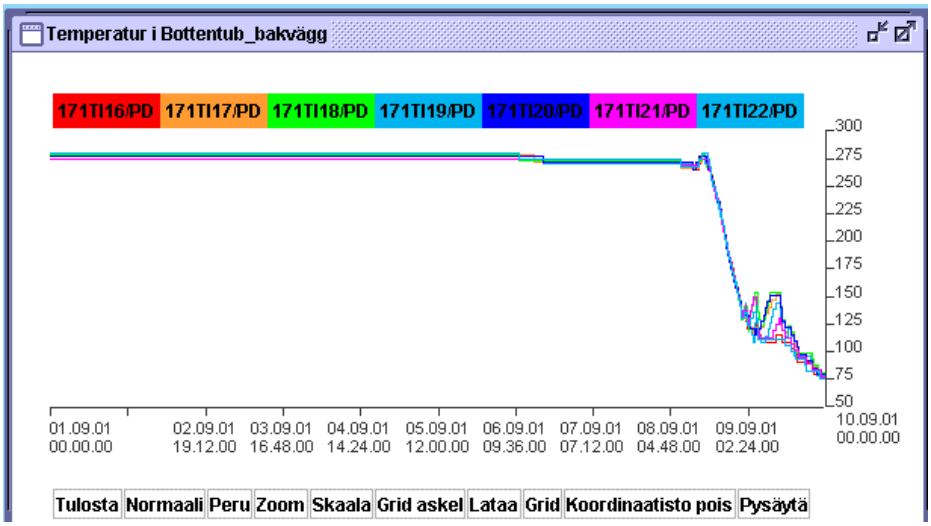
Gruvöns nedeldning 8.9.2001



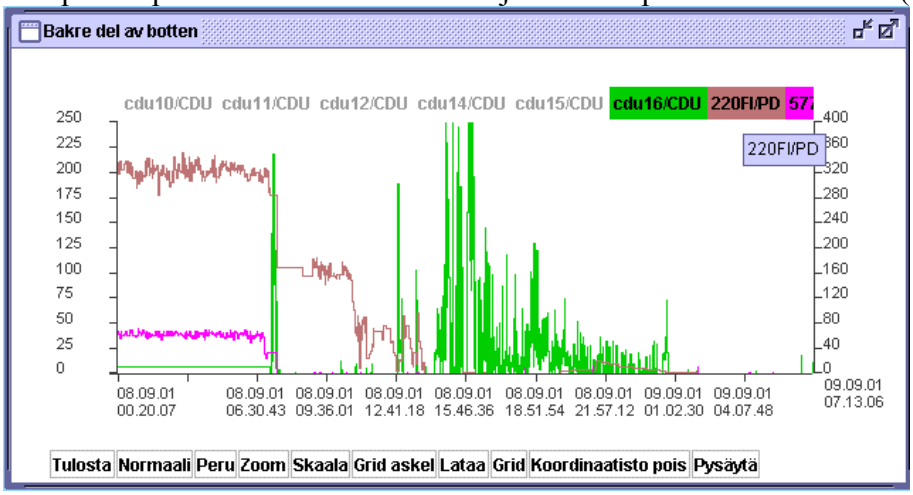
Kanalerna 1-8 vid framväggen har varit aktiva vid nedeldningen.



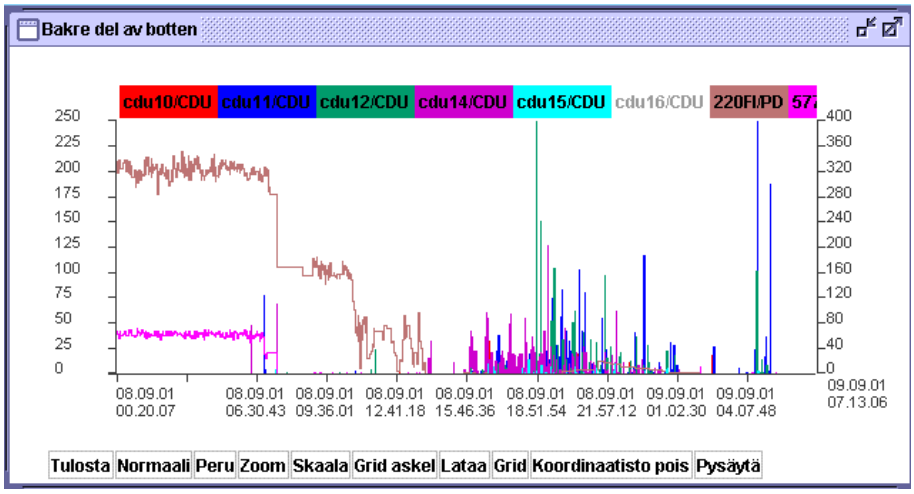
Samma gäller vid bakre väggen; Kanal 16 är mycket aktiv på grund av närheten till yttre öppen löpränna, nr 5; löpränna 6 är pluggad.



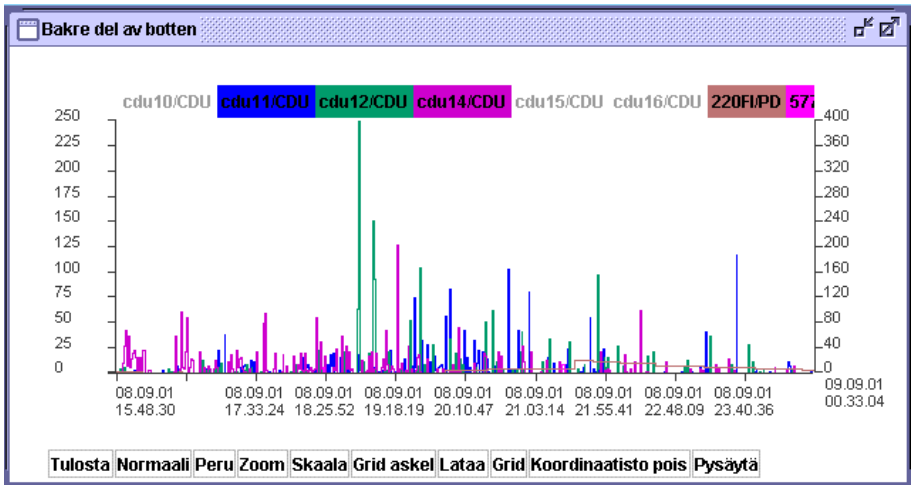
Temperaturprofilerna visar att man började tvätta pannan ca kl 02.30 (ca 100cC)



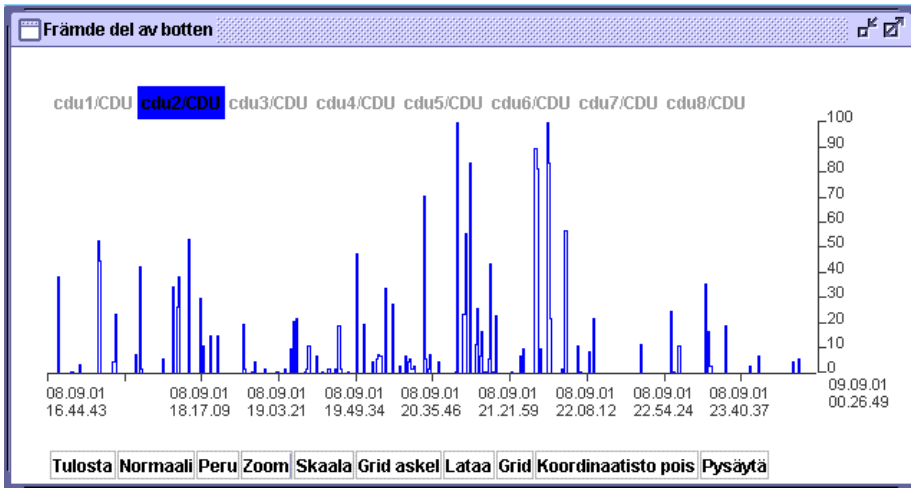
Löprännans (cdu 16) temperaturdifferens framkallar signaler (betong/stål)
(220fi =ångflöde 577=luten in i eldstad)



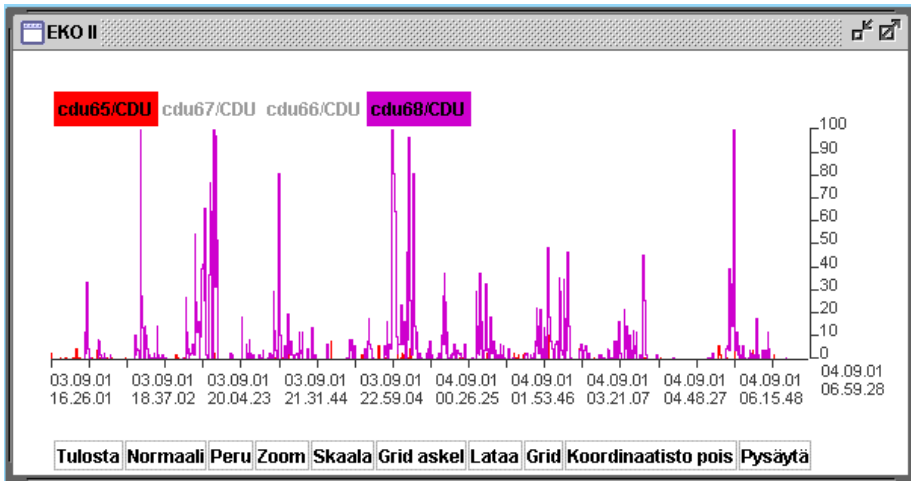
Vid bakre del av botten ser man svaga signaler på grund av tvätt och termiska spänningar.



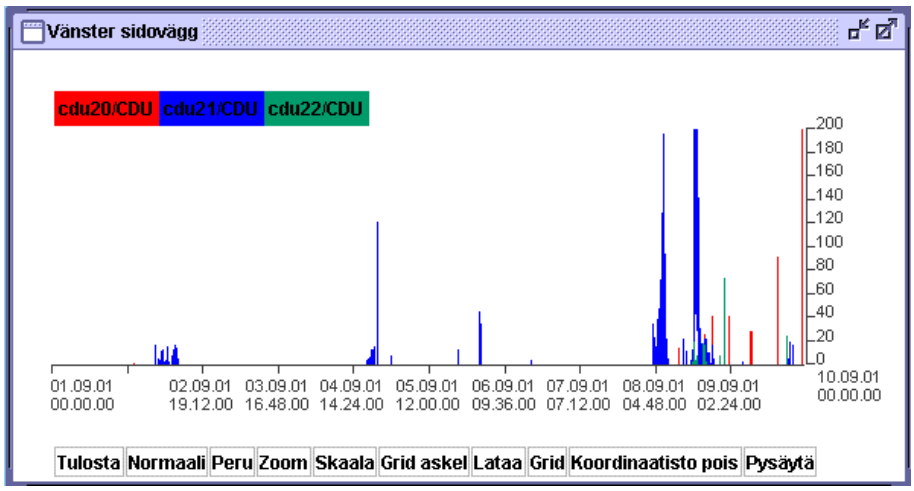
Vid bakre del av botten (nära cdu:lla 12) hör man svaga signaler (kan komma även från löprännorna).



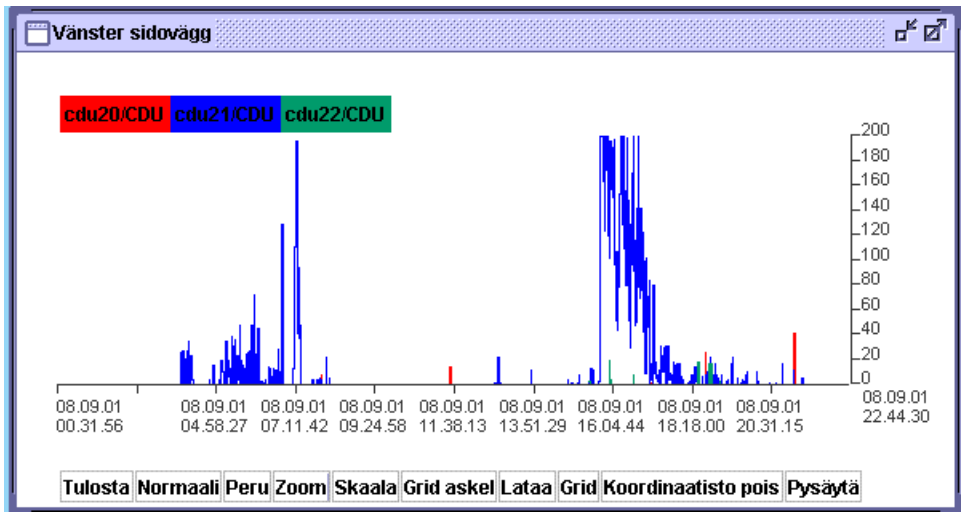
Vid främre del av botten (cdu 2) finns svaga signaler som liknar sprickor ??



Vid EKO II cdu 68 finns klara tecken på sprickbildning före nedeldningen.



Vid sidoväggen cdu 21 vid nedeldningen har relaxion av spänningar ägt rum.



Vid vänster sidovägg har kanske mellanplåten fått för mycket värme (kanske spruckit).

Vår (ÅF-IPK) slutsats är igen att AE-signaler (på mellannivå) kan korrelera med smältaflöde (temperaturdifferens över kylkrets) men också givetvis med temperaturändringar vid nedeldning.
Indikationer på begynnande sprickbildning finns också enligt Acutests bedömning (se ovan) men har ännu inte bekräftats vid visuell inspektion.

4.4 Uppeldning vid höststoppet (17-20 september)

Även vid driftstart och uppeldning uppträder tydliga indikationer på hur laständringen ger påkänningar i tryckkärlet. Exempel som visas nedan är start med oljeeldning (17/9 2001) samt start av luteldning och nedtrappning av oljeeldning (19 – 20/9 2001), Fig 54.
Detta leder till tydlig AE-aktivitet i bottentuber – i synnerhet 17/9 vid start oljeeldning, se sid 60 – såväl som i ekonomisrar – i synnerhet 19/9 vid ökad luteldning/minskad oljeeldning, se sid 61.

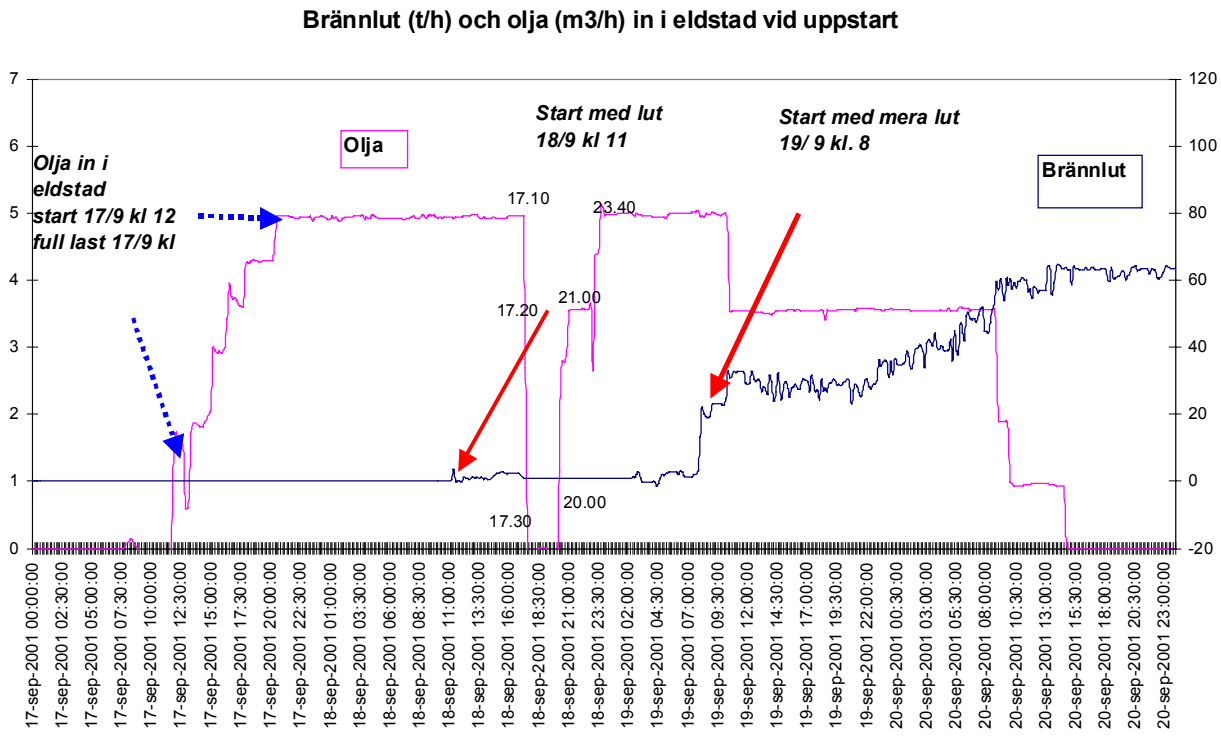


Fig. 54 (nedan) Brännlutens och oljans flöde till eldstad vid uppstarten.

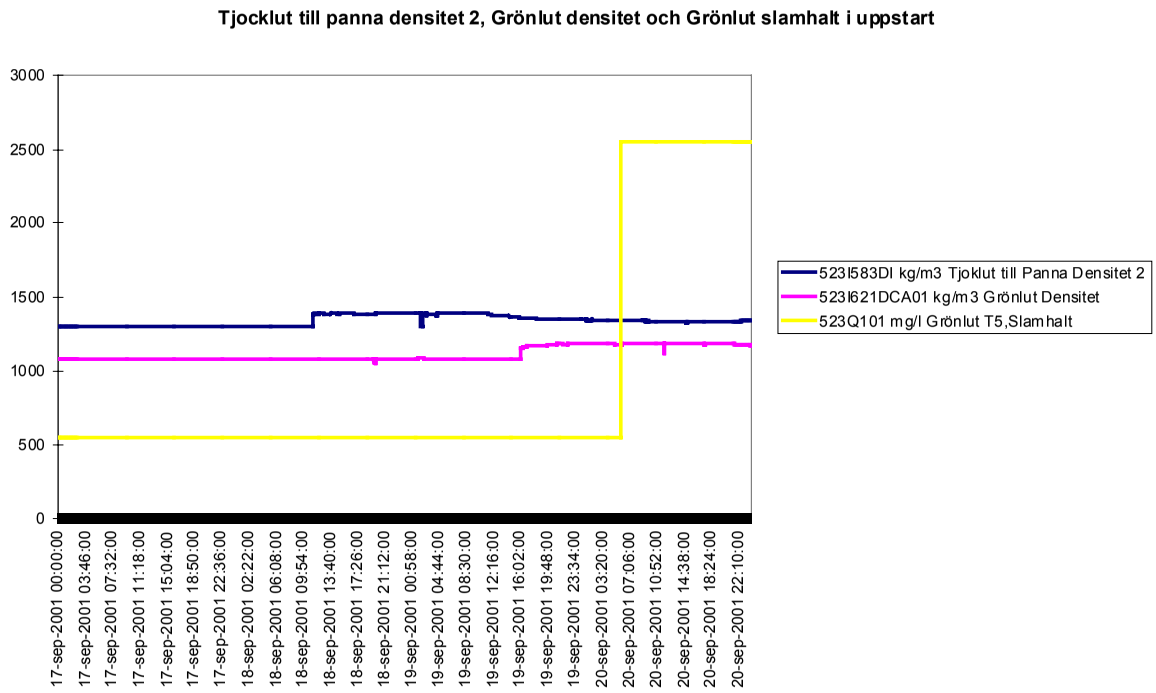


Fig. 55 Tjocklutens och grönlutens densitet och slamhalten i grönluten.

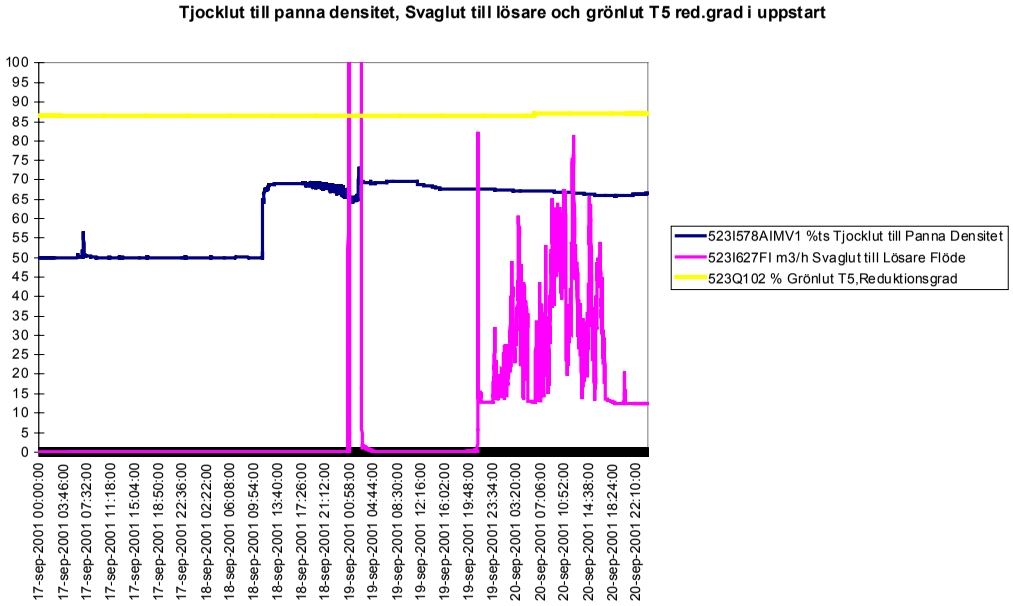


Fig. 56 Tjocklutens densitet, svaglutmängd till lösare och grönlutens red.grad.

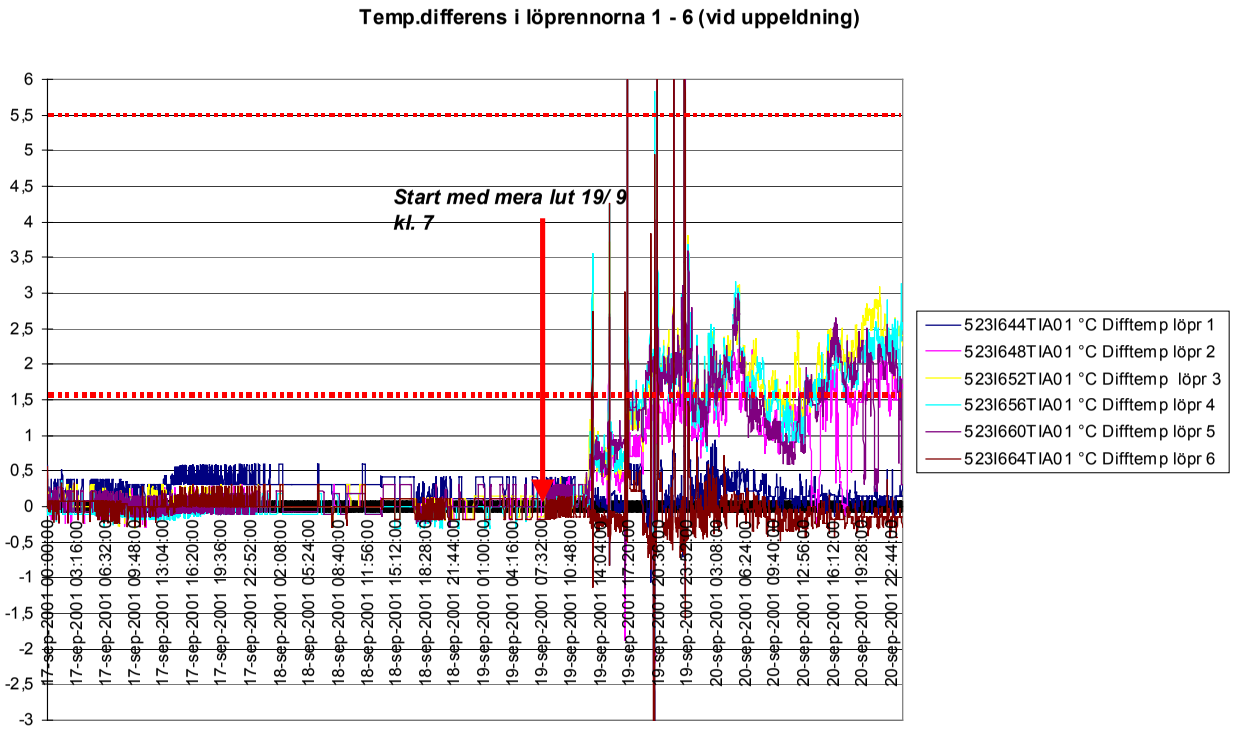


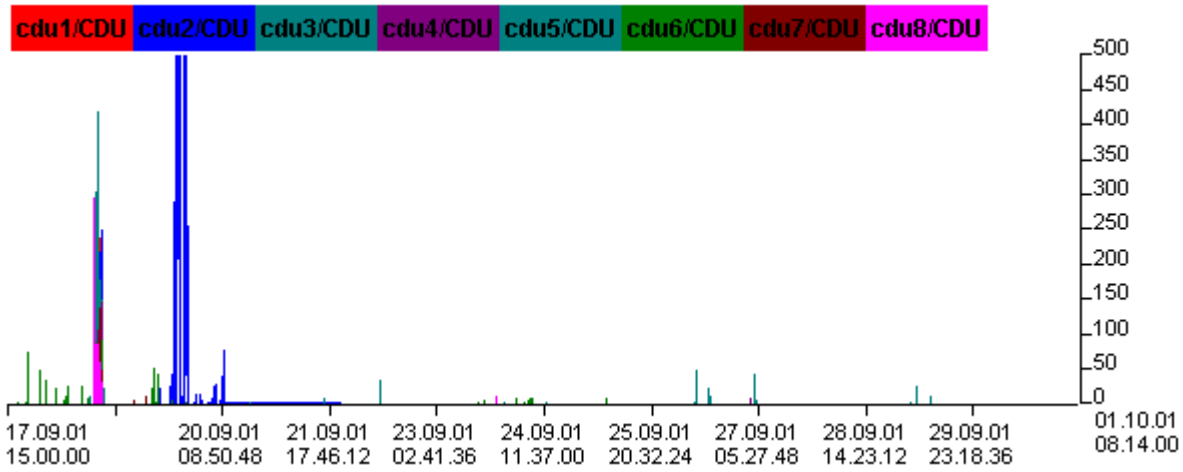
Fig. 57 Temperaturdifferens i löprännorna vid uppeldningen.

Acutests rapport om veckorna 38 och 39 visar följande historia.

AE-rapport 17.9. – 1.10.2001 *Acutest Oy/HR*

4.4.1.1.1.1 BOTTEN

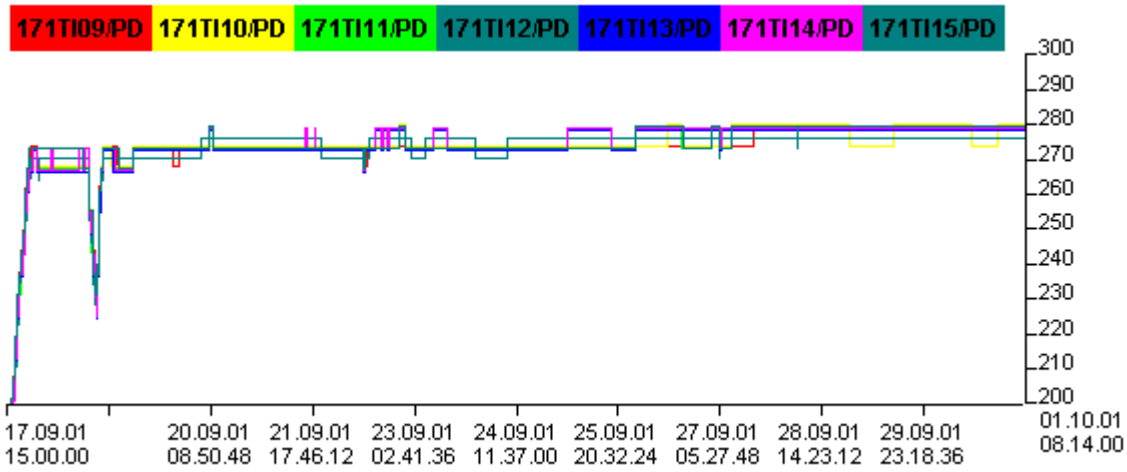
Främre del:



I alla kanaler ökade aktivitet under temperaturfall och kanal 2 reagerade starkt på temperaturvariation den 19. september, efter det har emissionerna varit vid låg nivå.

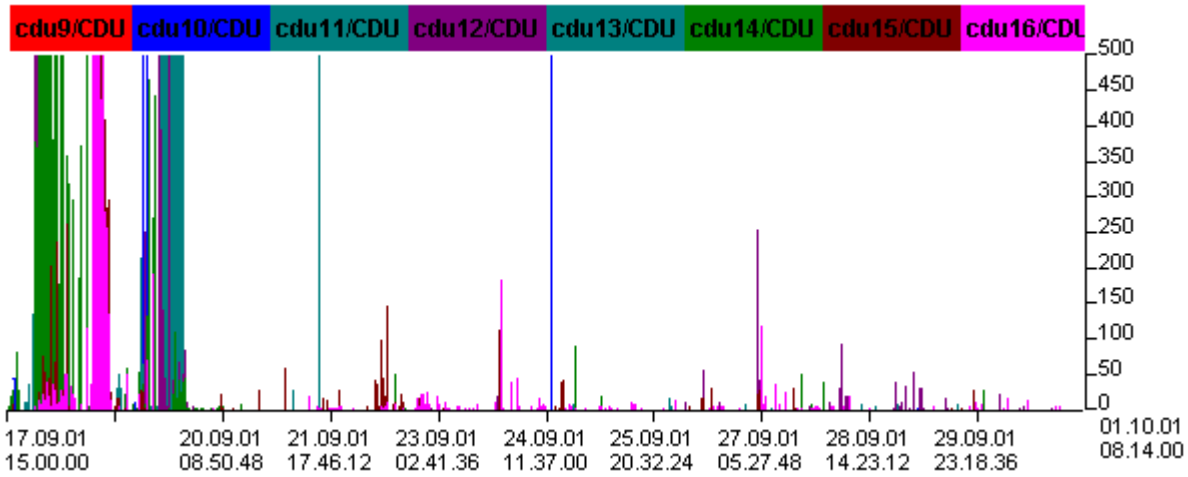
Temperaturer av bottentuber:

4.4.2 Främre del av botten:



Temperaturfall den 18. September efter uppstart och efter det varierade temperaturerna något till den 24.

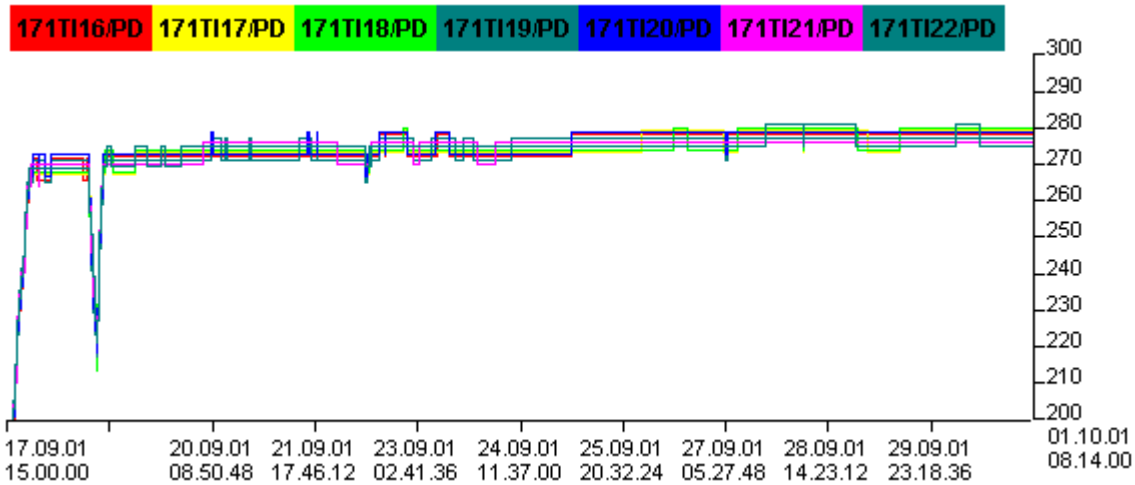
Bakre del:



I alla kanaler ökade aktivitet under uppstart och temperaturfall, annars lugnt.

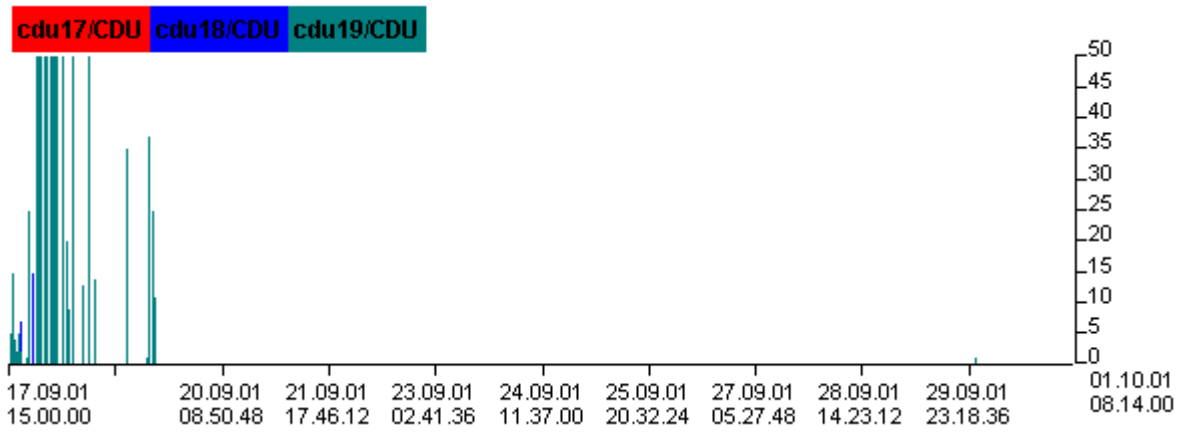
Temperaturer av bottentuber:

4.4.3 Bakre del av botten:



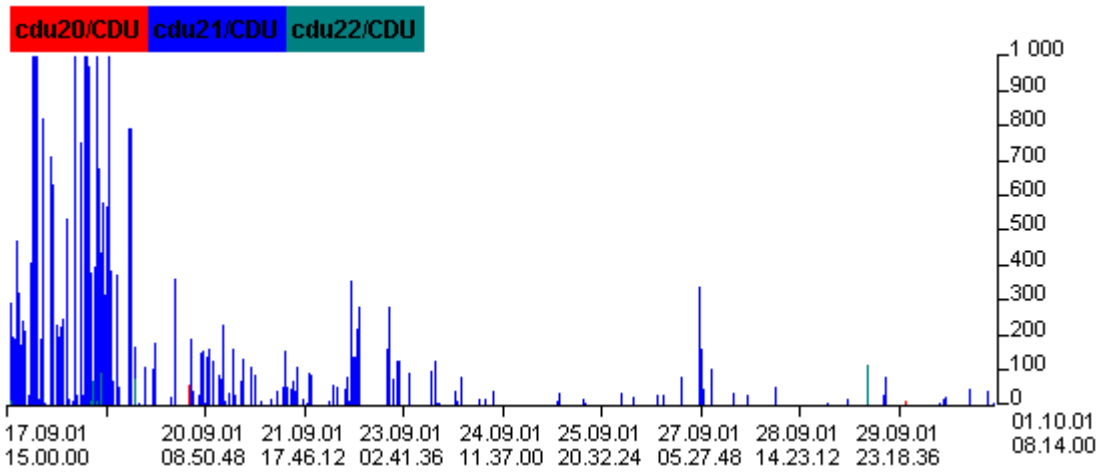
Temperaturfall den 18. September efter uppstart och efter det varierade temperaturerna något till den 24.

Fördelningslåda:



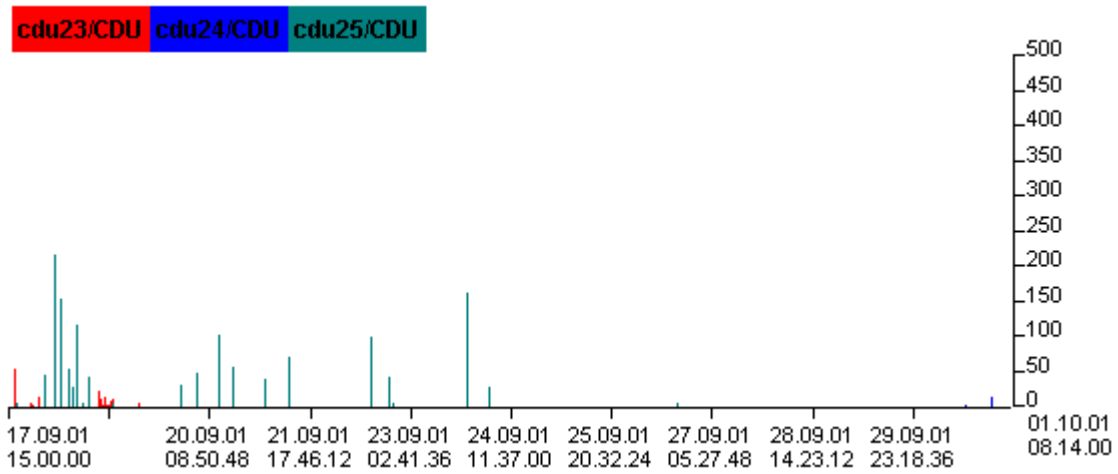
Lugnt efter uppstart.

Vänster sidoväggslåda:



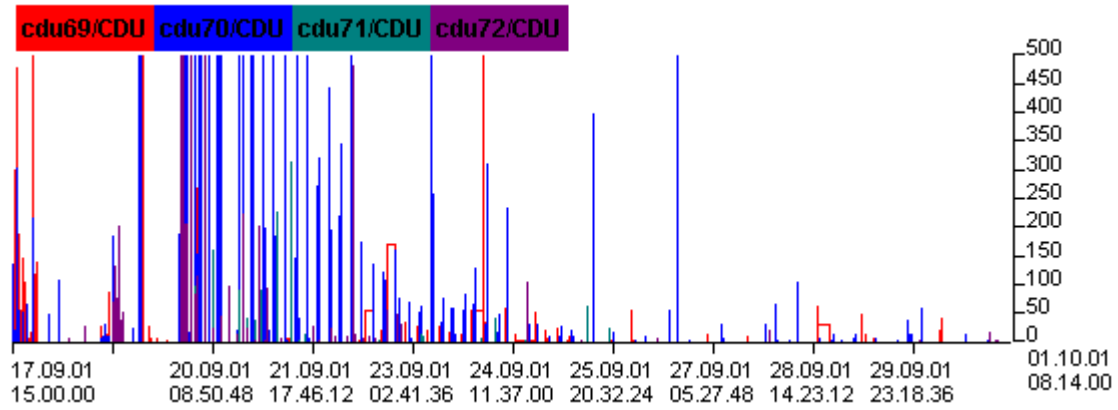
Efter uppstart var i kanal 21 låg emission som liknar sprickbildning. Lugnt i slutet av period.

Höger sidoväggslåda:



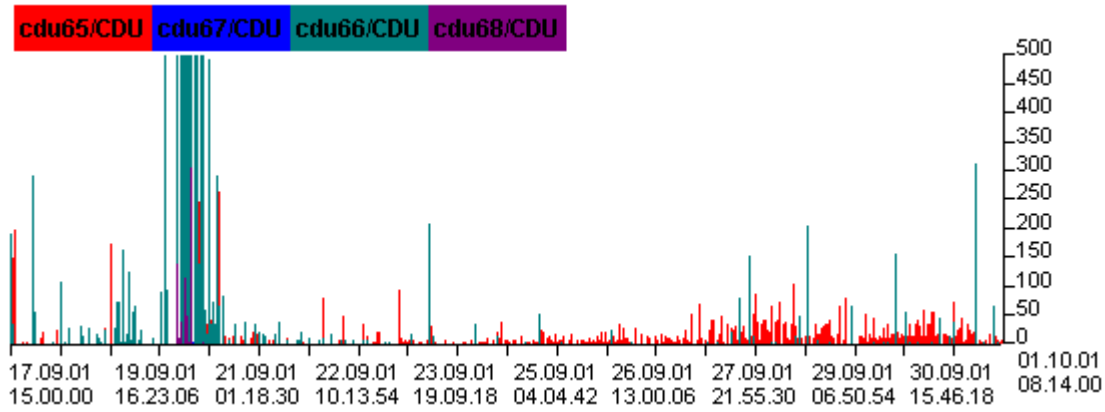
Lugnt.

EKO I:



Alla kanaler reagerade på temperatur variationer i början av period. I slutet av period lugnt.

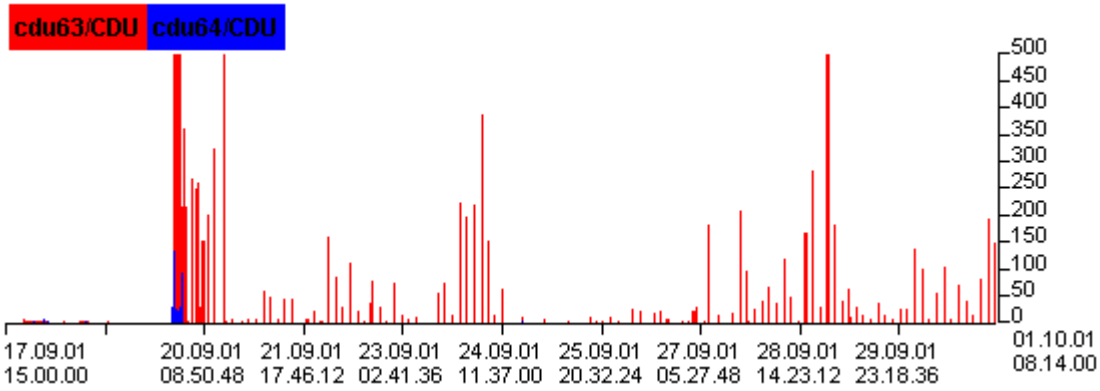
EKO II:



I kanal 66 ökade aktivitet kortvarigt från den 19. till 20. september, sedan emissionerna i

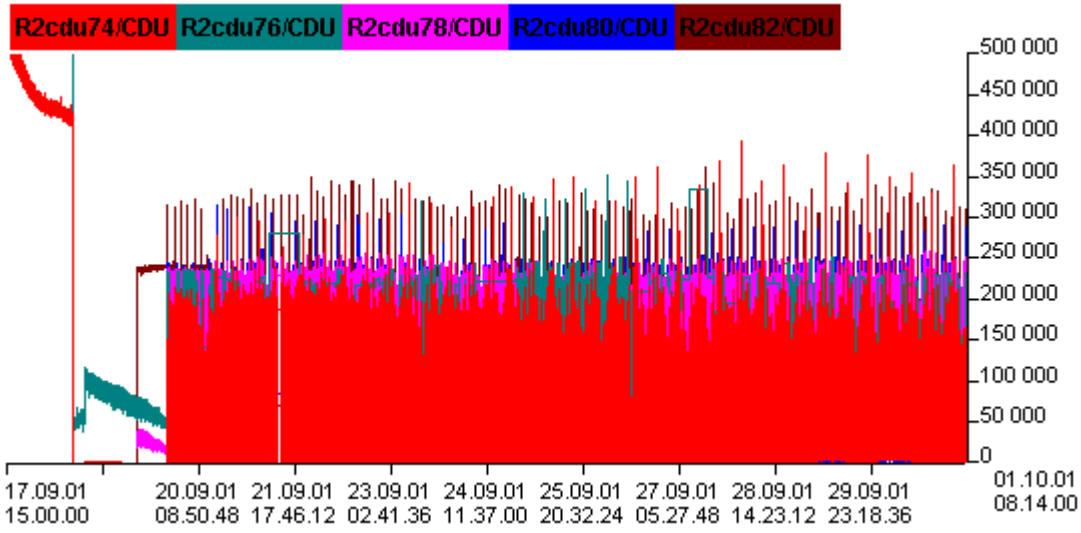
denna kanal har varit vid låg nivå. Aktivitet i kanal 65 har ökat något i slutet av period.

Konvektion:



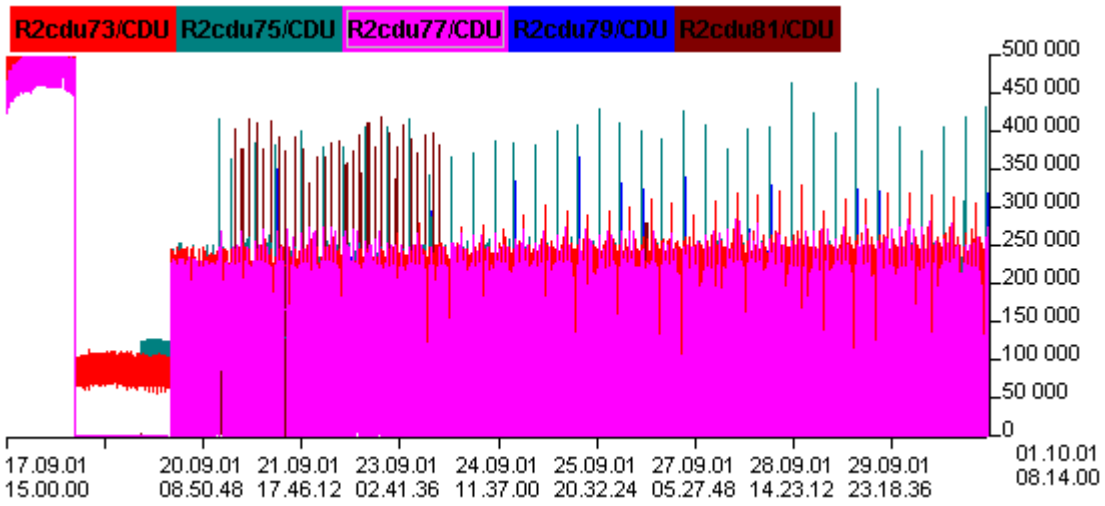
Också i kanal 66 ökade aktivitet kortvarigt från den 19. till 20. september, annars lugnt.

Överhettare samt övre delen av konvektion/höger sida:



Ingen emission som liknar läckage.

4.4.4 Överhettare samt övre delen av konvektion/vänster sida:

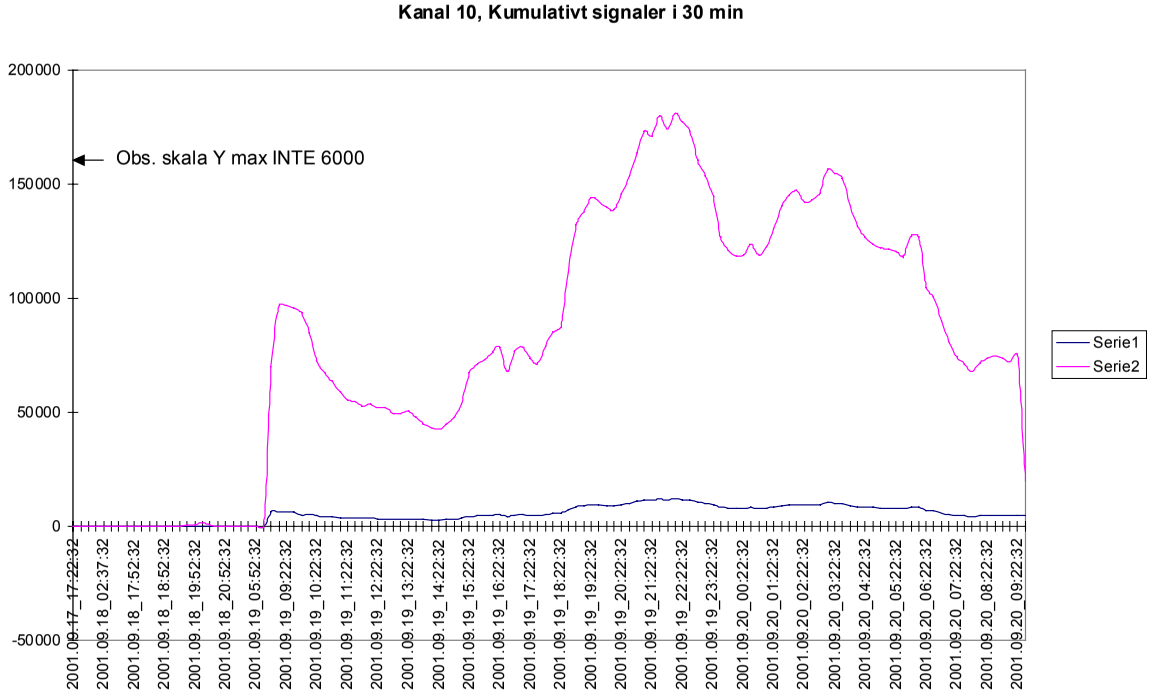


Ingen emission som liknar läckage.

Signaldata i olika kanaler vid uppeldningen: Data från Acutest Oy till ÅF-IPK har tre olika former: 1) momentana signaler, 2) medelvärde av signaler under senaste 15 min , och 3) kumulativt värde av signaler under senaste 15 minuter.

Till exempel kanal 10 visar följande data:

Fig. 59 Medelvärden på 15 minuter och kumulativa värden av de 15 föregående minuterna.



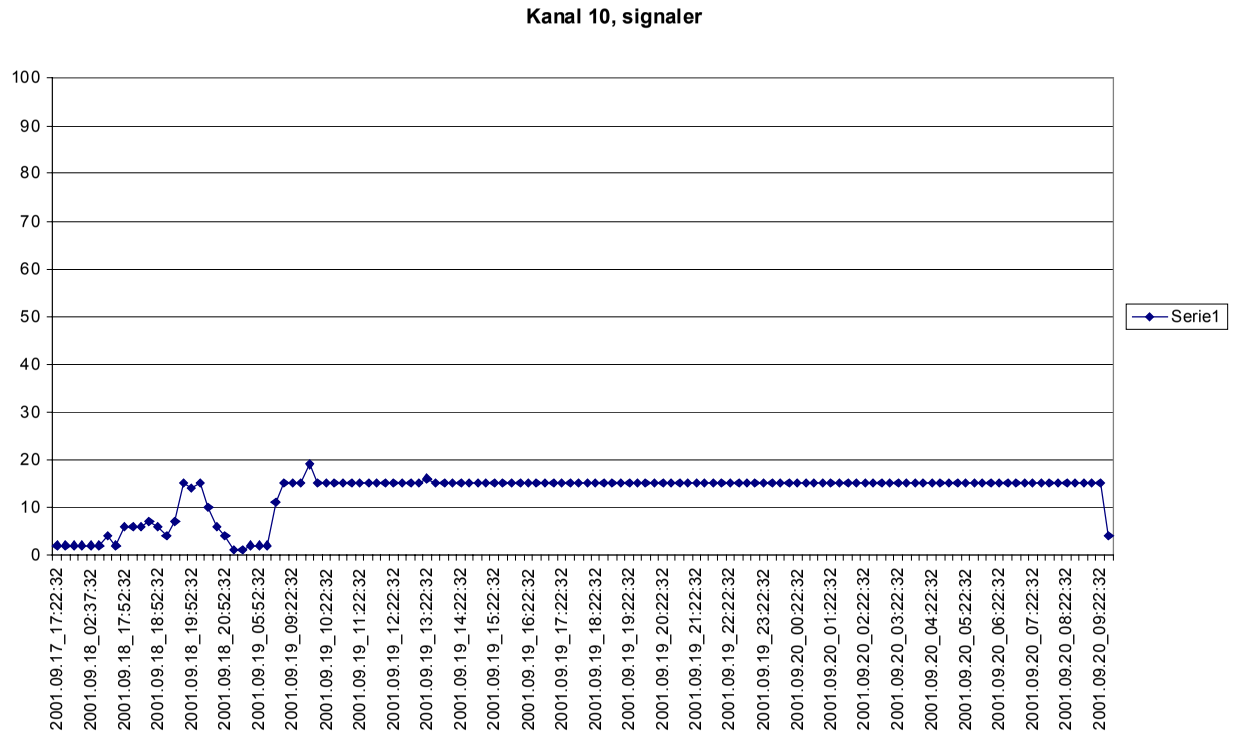


Fig. 60 Emission/signaler vid kanal 10 på bottentuber.

När man går genom alla signaldata i samtliga kanaler från bottentuber och markerar de tidsperioder när signalvärdet ligger över 10, får man till exempel vid kanal 14 en bild enligt Fig. 61.

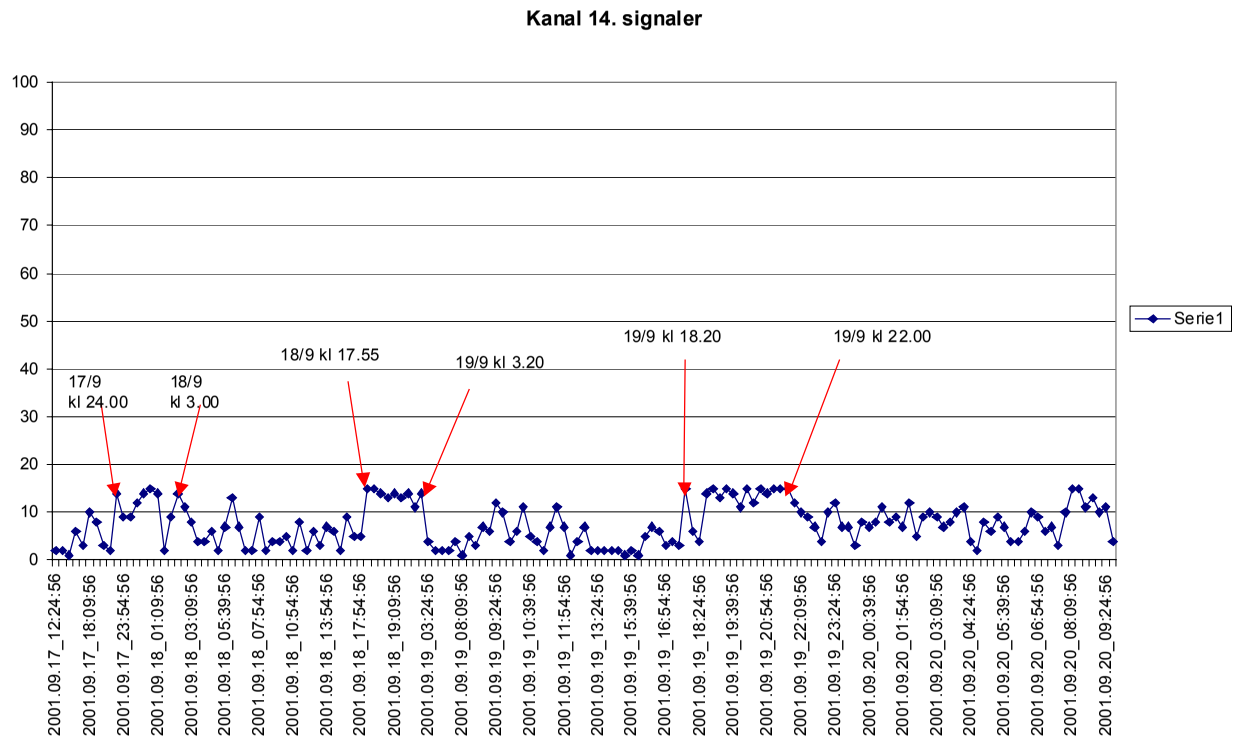


Fig. 61 En detaljerad bild på emissionsignaler vid kanal 14 (bottentub vid bakre vägg,vid löprännorna; jf. Bilaga 2)

5 Drifterfarenheter

5.1 (Förf. Stefan Magnusson, Lut & Ånga, Gruvöns Bruk)

Gruvön - Erfarenhet AE-system Sodapanna T5

I samband med uppförande av sodapanna T5 vid Gruvön fanns relativt ny teknik på marknaden beträffande status bedömning av tryckkärl. Tyvärr fanns inga bra referenser förutom installationer på finska sodapannor under 90-talets andra hälft.

Gruvön installerade alltså ett AE-system utan någon större kunskap beträffande möjligheter och tillförlitlighet, mm.

Efter ca 2,5 års drift har Gruvön ej haft någon sprickbildning som resulterat i läckage. Detta innebär alltså att man inte har kunnat följa en sprickas tillväxt och utveckling. Detta har medfört en osäkerhet för oss och vi har därför tillsvidare valt att leverantören hjälper oss med bedömning av signaler. Leverantören skickar statusrapport för varje enskild sensor varje vecka.

Gruvön har även motsvarande system installerat på mesaugnens bärlager. Efter haveri på en bärrulle under året kan man i efterhand se ett tydligt samband i AE-systemets historik.

I samband med –00 underhållsstopp påträffades sprickor i fena mellan tub direkt under undanbockning för primärluftportar. Sprickorna var huvudsakligen i anslutning till luftportar på framväggen (ej löpvägg).
Upptäckten på höststoppet medförde diskussion om varför inte sprickorna hade detekterats med AE-systemet. Resultatet från frågeställningen blev att sensorers täckningsradie ökades med sänkt känslighet som följd.

Sammanfattningsvis kan man alltså säga att systemet är bra, avsikten är att skydda och vårda tryckkärlet. Man kan t ex se att lastvariationer medför stor skillnad i aktiviteter och därmed påkänningar för tryckkärlet.
Det som är mindre bra och behöver utvecklas är tydligheten och enkelheten i statusbedömningen. Målsättningen måste vara att operatören själv enkelt skall kunna följa och även förstå innebörden av varierande aktiviteter från olika sensorer monterade på tryckkärlet.

5.2 Erfarenheter i Finland – Enocell, Joutseno

Enocell

Från sodapannan vid Enocell redovisade man vid Sodahuskonferensen 1997 (Ref. se kapitel 1) följande erfarenheter av sin AE-installation i en Tampella sodapanna. AE-systemet installerades ett år efter sodapannans idrifttagande 1992. Man hade år 1994 två läckage i nedre konvektionsdelen som orsakades av tubsprickor. Båda dessa sprickbildningar indikerades i relativt god tid, ca 2 veckor, respektive 2 – 3 dygn, före läckagen. Båda läckagen föranledde nedeldning och reparation. Tack vare AE-systemets indikationer kunde man förbereda en väl kontrollerad nedeldning och minimera stopptiden. Man följer också noggrant AE-aktiviteten vid nedeldningar och uppstarter för att minska påkänningarna på tryckkärlet. Likaså anser man sig kunna följa sotblåsarnas belastning av pannans värmeöverförande delar.
Genom att kombinera AE-data med övrig processinformation har man även möjlighet att optimera pannans drift.

Joutseno

Sodapannemästare Jorma Viinikainen från Joutsenos nya Ahlstroms sodapanna (pannan installerad i oktober 1998) berättade i telefon (+358 50 598 7205) att

- Acutest-system har funnits i pannan redan från början
- När pannan startades för första gången fick man sprickor vid ekonomiser redan efter några veckor. Enligt Jorma Viinikainen fanns alla tecken på sprickor i AE-diagrammen men personalen hade ingen vana att tolka dessa innan läckaget var ett faktum. Efteråt kunde man konstatera att man borde ha reagerat tidigare.
- Enligt Viinikainen bör man lära sig tolka sin panna med dess system och det tar tid. Han kunde inte precisera hur länge (?)
- Viinikainen tyckte ändå att Acutests system ger trygghet och information om pannans inre liv genom att man har en möjlighet att ”höra” hur metallen (dvs tuberna) mår när temperaturen i pannan varierar mycket snabbt av någon orsak.

6 Slutsatser

Mätresultaten och en kvalitativ jämförelse med vissa driftvariabler antyder att AE-signaler på en mellannivå (ett amplitudintervall mellan brus och sprickindikationer) korrelerar med intressanta parametrar som t ex sotångflöde och/eller sotångtryck, liksom smältaflöden i olika löp. Specifikt korrelerar t ex kraftigt varierande temperaturdifferens över löprännans kylkrets med signaler från närbelägna AE-sensorer.

Denna typ av samband kan förslagsvis följas upp närmare i den fortsatta driften av AE-systemet i sodapanna T5. Slutsatsen bör vara intressant trots att den i stort sett inte förutsågs och inte var en primär målsättning när studien formulerades 1999 – 2000. Liknande iakttagelser har enligt uppgift gjorts vid sodapannor i Finland. Även Acutest Oy har i sin fortlöpande uppföljning av systemet i Gruvön noterat troliga samband mellan AE-signaler i pannans övre del (överhettare, konvektionsdel, ekonomiser) och t ex sotångflöden. (Acutests årsrapport till Gruvöns Bruk september 2000, och september 2001). Man kan också se att lastvariationer under luteldning, jämfört med stabil drift, medför stor skillnad i aktiviteter (AE-signaler) som indikerar påkänningar för tryckkärlet. Vid upp- och nedeldning är detta ytterligare accentuerat.

AE - signaler på högre amplitudnivå korrelerar med lokal tendens till sprickbildning, liksom faktisk sprickbildning, förutsatt givetvis att sensorer finns i närheten.
Detta visas av erfarenheter i finska sodapannor (Joutseno, Enocell).
Väsentligt är här också att AE/emissionsnivåerna kan ligga olika i olika pannor, eftersom bakgrundsemissioner, geometri och annat skiljer sig åt.

Vår slutsats av erfarenheterna i Enocell och Joutseno, liksom i Gruvön, är även vikten av kunskap om systemet och tolkning av dess signaler. Basutbildning av personalen på AE-systemet är således viktigt för systemets användbarhet.

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk forskning och utveckling. Forskningsprogrammet är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustrierna behov och problem.

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED STATENS ENERGIMYNDIGHET



VÄRMEFORSK SERVICE AB
101 53 Stockholm
Tel 08-677 25 80
Fax 08-677 25 35
www.varmeforsk.se

Beställning av trycksaker
Fax 08-677 25 35

S2-212
797

Kontinuerlig AE-övervakning i Gruvöns sodapanna T5