

Cava di Calcare sita in località  
“Grotta di Muro – Fondo Signorina”  
in Comune di Roccarainola (NA)

-----

**RAPPORTO IV / 2015**  
**sul monitoraggio delle vibrazioni e**  
**sovrappressioni indotte**  
**dall'uso di esplosivo.**  
(riferita al quarto trimestre del 2015)

-----

**Ditta Esercente :**  
**CECA s.r.l.**  
**Piazza dei Martiri, 30**  
**80121 Napoli (NA)**

---

UN SERVIZIO COMPLETO A DISPOSIZIONE DELLE IMPRESE ESTRATTIVE



## SOMMARIO

|      |                                                            |    |
|------|------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | PREMESSA .....                                             | 2  |
| 2.   | STATO DELLA STAZIONE DI MONITORAGGIO .....                 | 3  |
| 3.   | RAPPORTO DELLE MISURE RELATIVE AL TRIMESTRE IN CORSO ..... | 3  |
| 3.1. | SETTAGGIO DELLO STRUMENTO .....                            | 3  |
| 3.2. | REGISTRAZIONI .....                                        | 3  |
| 3.3. | CARATTERISTICHE DELLA VOLATA .....                         | 3  |
| 3.4. | CORREZIONE DEL SEGNALE .....                               | 3  |
| 3.5. | STUDIO DELLA FREQUENZA.....                                | 6  |
| 4.   | ANALISI DELLE REGISTRAZIONI.....                           | 6  |
| 4.1. | VIBRAZIONI - VALORI LIMITI PREVISTI DALLE NORMATIVE .....  | 6  |
| 4.2. | SOVRAPPRESSIONI .....                                      | 7  |
| 5.   | CONCLUSIONI.....                                           | 10 |

### Allegati

- **All. 1a** sismogrammi misurati
- **All. 2** studio della frequenza (FFT)



## 1. PREMESSA

Su incarico della Ditta **CECA s.r.l.** è stato redatto il presente **Rapporto IV° / 2015** sul monitoraggio delle vibrazioni indotte dall'uso di esplosivo nella cava di calcare in loc. "Grotta di muro" del Comune di Roccarainola, con riferimento al **quarto trimestre dell'anno 2015**.

L'incarico affidato al nostro Studio ha riguardato anche la progettazione e la assistenza per la realizzazione della Stazione di Monitoraggio nonché la organizzazione per la registrazione di dati e quindi la restituzione trimestrale degli stessi. Oltre agli Ingg. N. Ferranti e G. Aniceti, (che hanno coordinato il lavoro) ha contribuito operativamente alla realizzazione del "progetto di monitoraggio" ed alla elaborazione del Rapporto, l'Ing. Junior Matteo Ruggeri).

Viene considerata parte integrante del presente Documento (ai fini dei riferimenti necessari) il *Rapporto – Relazione* del marzo 2005 (redatto sempre dal ns Studio ed inoltrato a suo tempo dalla Ditta Committente all'organo di Vigilanza del Genio Civile di Napoli) per la parte dove si relaziona ampiamente sul programma e gli obiettivi del monitoraggio:

- abbattimento controllato e quindi verifica delle vibrazioni e delle sovrappressioni;
- normativa e valori di riferimento sia per le vibrazioni che per le sovrappressioni;
- individuazione dei recettori;
- caratterizzazione ed installazione della stazione di monitoraggio;
- procedure per il monitoraggio;

Il presente "Rapporto" sulle misure effettuate, si riferisce al quarto trimestre del 2015 relativo alle volate eseguite **dal 9/11/15 fino al 30/12/15**. Non sono state eseguite volate solo nel mese di ottobre.



## **2. STATO DELLA STAZIONE DI MONITORAGGIO**

La stazione di monitoraggio è ad oggi perfettamente funzionante.

## **3. RAPPORTO DELLE MISURE RELATIVE AL TRIMESTRE IN CORSO.**

### **3.1. SETTAGGIO DELLO STRUMENTO**

Nella programmazione dello strumento, in questo quarto trimestre del 2015 sono state conservate le stesse impostazioni iniziali dello strumento:

- lunghezza della registrazione pari a 4 s
- frequenza di campionamento pari a 1000 Hz
- pre-trigger di 0,5 s
- livello di trigger impostato su 1° e 3° canale è pari a 0,4 mm/s
- livello di trigger del 2° canale disattivato

### **3.2. REGISTRAZIONI**

Le registrazioni effettuate sono relative alle volate effettuate nel quarto trimestre del 2015 e partono dal 9/11/15 fino al 30/12/15 (vedi All. 1A). Non sono state eseguite volate solo nel mese di ottobre. Per le registrazioni del 9 e 11 novembre è stato posizionato lo strumento in una posizione differente della stazione di monitoraggio, pertanto i valori registrati non risultano utili alla valutazione e per tale motivo non vengono considerati.

### **3.3. CARATTERISTICHE DELLA VOLATA**

La tipologia della volata è rimasta invariata rispetto ai precedenti trimestri (vedi rapporto relazione del marzo 2005) così come risulta dall'OSE approvato.

La massima carica per ritardo è quindi sempre di 50 kg.

### **3.4. CORREZIONE DEL SEGNALE**

Dall'analisi delle tracce di alcuni sismogrammi si rileva la presenza di un disturbo continuo, evidenziato dal fatto che il sismogramma risulta spostato rispetto alla zero, anche in corrispondenza del pretrigger corrispondente al periodo temporale prima dell'evento.

Tale disturbo è di tipo software, in fase di acquisizione del segnale e speriamo possa essere eliminato quanto prima attraverso un aggiornamento, oggi ancora in corso di realizzazione, del software stesso.



Nell'attesa di tale aggiornamento, è possibile correggere successivamente alla acquisizione del segnale in fase di editing effettuando prima una derivazione del segnale e poi una integrazione; come è noto infatti la derivata di una funzione è indipendente dalla costante di spostamento, in quanto la derivata di una costante è nulla, successivamente l'integrale della funzione ci restituisce il segnale originale privato dello sfasamento rispetto allo zero.

Si riportano in appendice i sismogrammi corretti e qui di seguito una tabella con i valori più significativi di tutti gli eventi:

- n° evento
- data
- ora
- valori delle tre componenti della velocità corretti
- valore del vettore velocità corretto
- valore della sovrappressione in pascal

La nuvola dei valori risulta prevalentemente compresa al di sotto dei 2 mm/s.



| n° evento | data   | ora   | V.verticale | V.<br>longit | V.<br>trasv | Vettore | sovrappressione | sovrappressione |
|-----------|--------|-------|-------------|--------------|-------------|---------|-----------------|-----------------|
|           |        |       | (mm/s)      | (mm/s)       | (mm/s)      | (mm/s)  | (pa)            | (dB)            |
| 8919      | 9-nov  | 11:25 | 1,21        | 5,99         | 1,87        | 6,16    | 43,86           | 127,0           |
| 8928      | 11-nov | 11:24 | 1,58        | 8,01         | 2,12        | 8,23    | 61,02           | 130,0           |
| 8932      | 12-nov | 11:28 | 1,46        | 1,38         | 1,06        | 1,80    | 37,76           | 126,0           |
| 8935      | 16-nov | 11:19 | 1,02        | 1,04         | 1,11        | 1,30    | 27,51           | 123,0           |
| 8938      | 18-nov | 11:19 | 1,72        | 2,42         | 1,30        | 2,50    | 13,73           | 117,0           |
| 8941      | 20-nov | 10:59 | 1,66        | 1,02         | 0,90        | 1,71    | 30,89           | 124,0           |
| 8944      | 25-nov | 11:18 | 1,25        | 1,59         | 1,14        | 1,91    | 30,13           | 124,0           |
| 8947      | 27-nov | 11:15 | 1,58        | 1,35         | 1,43        | 1,85    | 34,39           | 125,0           |
| 8950      | 3-dic  | 11:15 | 1,10        | 0,96         | 1,29        | 1,36    | 20,26           | 120,0           |
| 8953      | 9-dic  | 11:18 | 1,01        | 0,90         | 0,87        | 1,11    | 43,15           | 127,0           |
| 8956      | 11-dic | 11:30 | 0,93        | 1,03         | 0,79        | 1,34    | 12,25           | 116,0           |
| 8959      | 16-dic | 11:18 | 0,96        | 0,86         | 1,18        | 1,29    | 32,85           | 124,0           |
| 8962      | 21-dic | 11:09 | 0,81        | 0,69         | 0,81        | 0,94    | 26,32           | 122,0           |
| 8965      | 23-dic | 11:10 | 0,77        | 0,87         | 0,66        | 0,95    | 27,12           | 123,0           |
| 8968      | 28-dic | 11:15 | 1,04        | 0,66         | 0,62        | 1,12    | 22,88           | 121,0           |
| 8971      | 30-dic | 11:24 | 1,73        | 1,25         | 1,40        | 1,93    | 21,03           | 120,0           |

### 3.5. STUDIO DELLA FREQUENZA

Attraverso il programma USZA è stata fatta l'analisi della frequenza dei segnali registrati, in particolare è stata utilizzata la Fast Fourier Transform (FFT).

Dallo studio della frequenza (vedi All. 2) è emerso che la frequenza principale del segnale è mediamente di 5 -12 Hz in tutte le registrazioni; siamo quindi nel caso di frequenze inferiori a 10-20 Hz sia nel caso delle vibrazioni che nel caso delle sovrappressioni e quindi:

- Per quanto riguarda le vibrazioni indotte, le frequenze molto basse sono quelle più pericolose per le strutture in quanto coincidono con le frequenze proprie della struttura (in genere di qualche Hz); di questo si tiene conto nelle normative di riferimento le quali pongono dei limiti di velocità di vibrazione più restrittivi nel caso di basse frequenze (vedi DIN 4150 e Sn 640-B12).
- Per quel che concerne la sovrappressione le frequenze sono inferiori a 20 Hz anche se corrispondenti a valori di pressione abbastanza elevati non udibili dall'orecchio umano (vedi grafico riportato in § 2.3), non possono quindi creare un impatto di tipo sonoro;

## 4. ANALISI DELLE REGISTRAZIONI

### 4.1. VIBRAZIONI - VALORI LIMITI PREVISTI DALLE NORMATIVE

Sulla base delle considerazioni fin ora effettuate e di alcuni dati rilevati dalle misure eseguite possiamo definire i valori limiti previsti dalle normative, in particolare:

- Avendo trovato delle frequenze di propagazione del segnale basse possiamo metterci nel campo delle frequenze più gravose: inferiori a 10Hz nel caso della DIN4150 e inferiori a 30 Hz nel caso della Sn640 312
- Come abbiamo già visto possiamo classificare il tipo di edificio in un'unica tipologia: "Normale" secondo la Sn 640-312 o "Edifici abitativi o edifici simili per costruzione o utilizzo" secondo la DIN 4150: appartengono a questa classe, in quanto trattasi di abitazioni con strutture in muratura o calcestruzzo
- Per quanto riguarda il n° di sismi richiesto dalla norma Sn 640-312 possiamo considerarli frequenti in quanto:

$N = \text{numero di sismi per volata} \times \text{n° volate annue} \times \text{anni di coltivazione} = 10 (\text{max}) \times 200 \times 20 = 40.000$  che è inferiore a 100.000

Pertanto possiamo definire i seguenti valori limite per le due normative prese a riferimento:

- $v = 5 \text{ mm/s}$  nel caso della DIN4150 (dove si considera la maggiore tra le tre componenti della velocità)
- $v = 6 \text{ mm/s}$  nel caso della Sn 640-312 (dove si considera il vettore velocità)

Prendendo a riferimento entrambe le normative, si nota che in nessun caso sono stati superati i valori limite (vedi anche grafico seguente).

A maggiore ragione e' quindi logico attendersi che anche in corrispondenza dei ricettori sensibili tali valori di velocità di vibrazione non vengano superati.

## 4.2. SOVRAPPRESSIONI

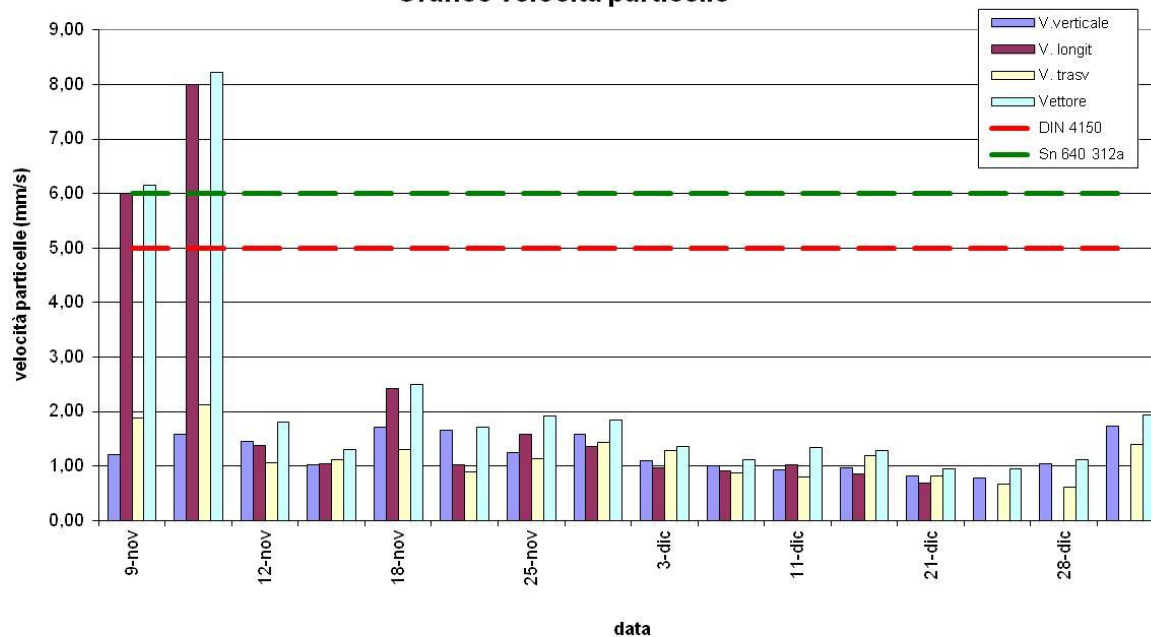
Se facciamo riferimento alla distanza scalata di sicurezza in relazione alla pressione in aria: che per Cave e miniere è pari a  $100 \text{ m}/\sqrt[3]{\text{kg}}$  si ha che i ricettori individuati sono localizzati ad una distanza scalata massima (riferita alla localizzazione della volata al piede del fronte quindi nella condizione più gravosa) pari  $122 \text{ m}/\sqrt[3]{\text{kg}}$  quindi superiore al valore minimo di sicurezza.

Per quanto riguarda i valori di sovrappresione registrati essi sono:

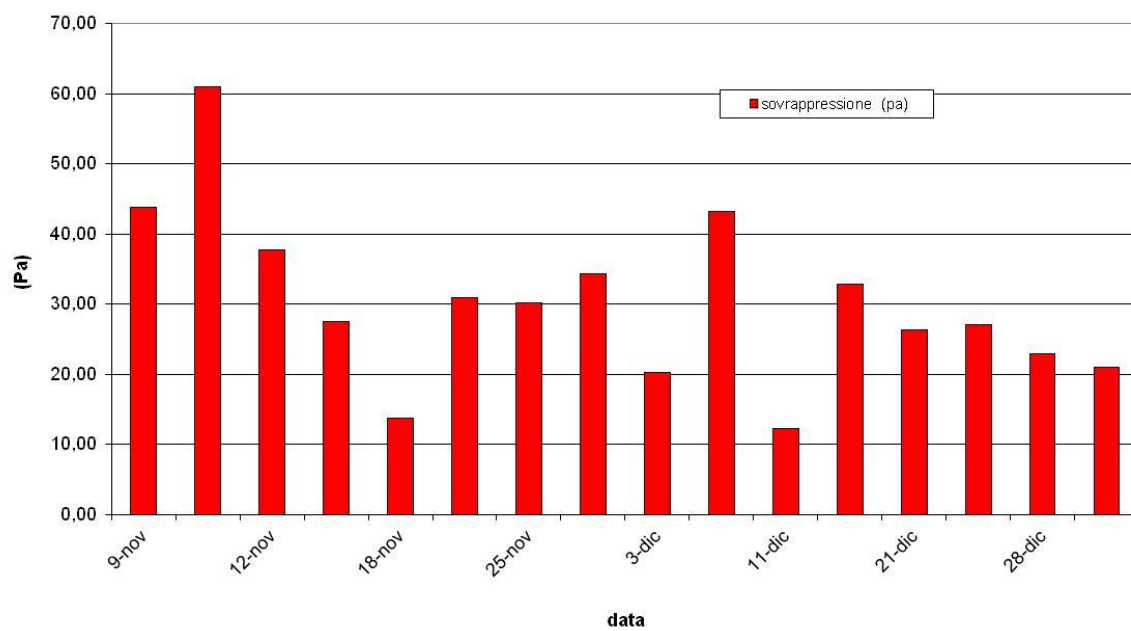
- Sempre inferiori a 140 dB che è il valore limite da rispettare secondo le norme OSHA per evento di tipo impulsivo.
- Le frequenze sono inferiori a 20 Hz e pertanto scarsamente udibili come suono e quindi non sono in grado di creare un interferenza sotto forma di rumore.

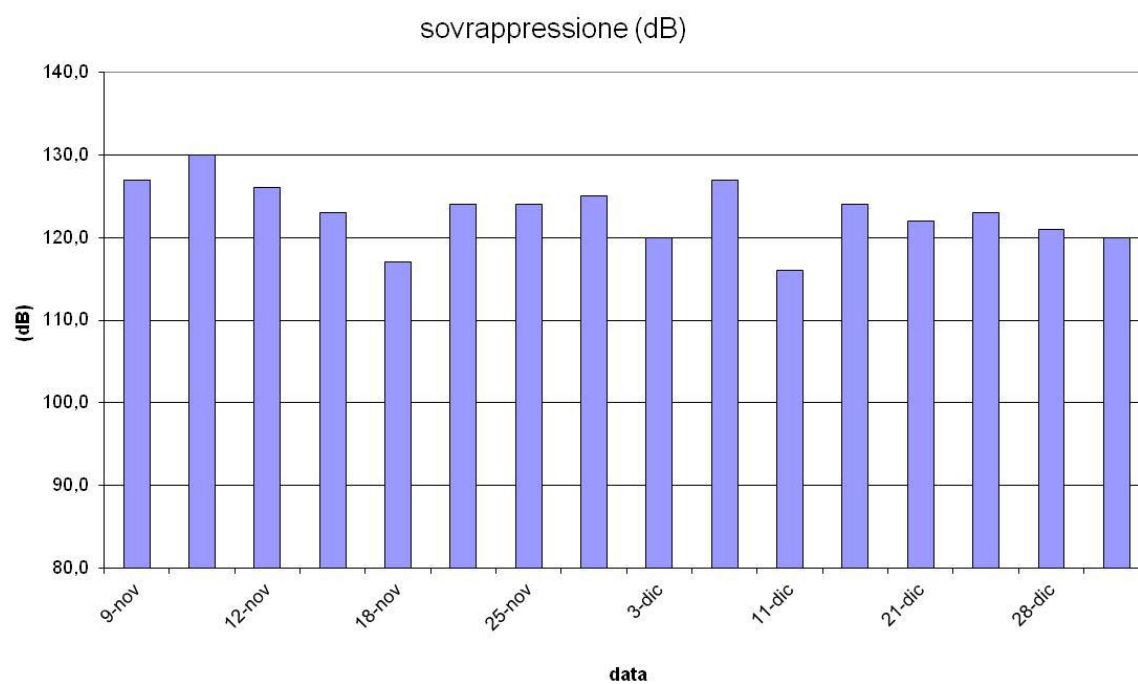


**Grafico velocità particelle**



**sovrappressione (pa)**





## 5. CONCLUSIONI

A conclusione del rapporto **IV / 2015** si può affermare che:

- I risultati di tale monitoraggio sono più che compatibili con i limiti normativi.
- Non si è avuta pertanto nessuna interferenza con i ricettori, anche quelli più prossimi, relativamente a vibrazioni e sovrappressioni prodotte dall'attività di cava.

## **Allegati**

- **All. 1a** sismogrammi misurati
- **All. 1b** sismogrammi corretti
- **All. 2** studio della frequenza (FFT)

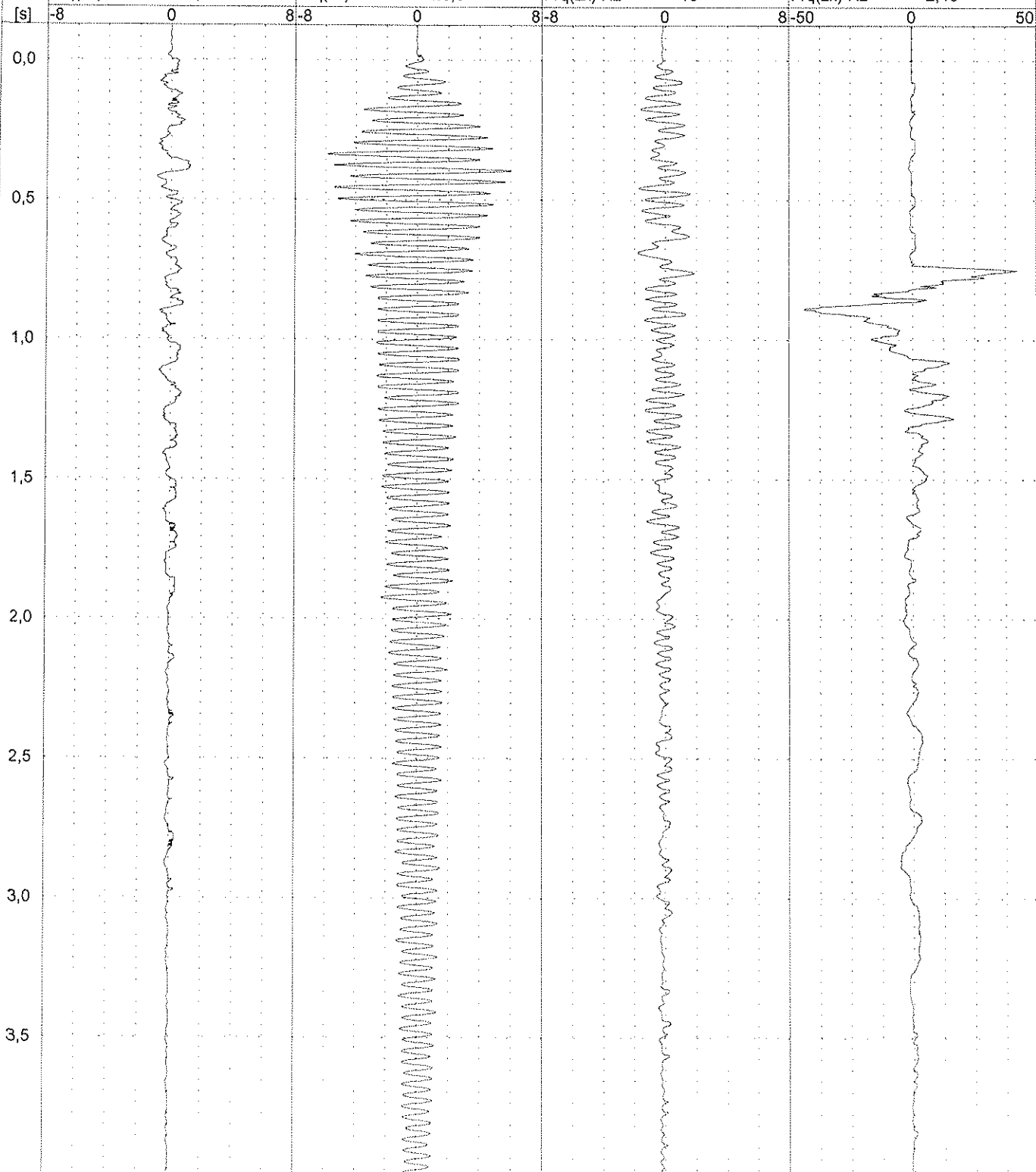
**All. 1a**

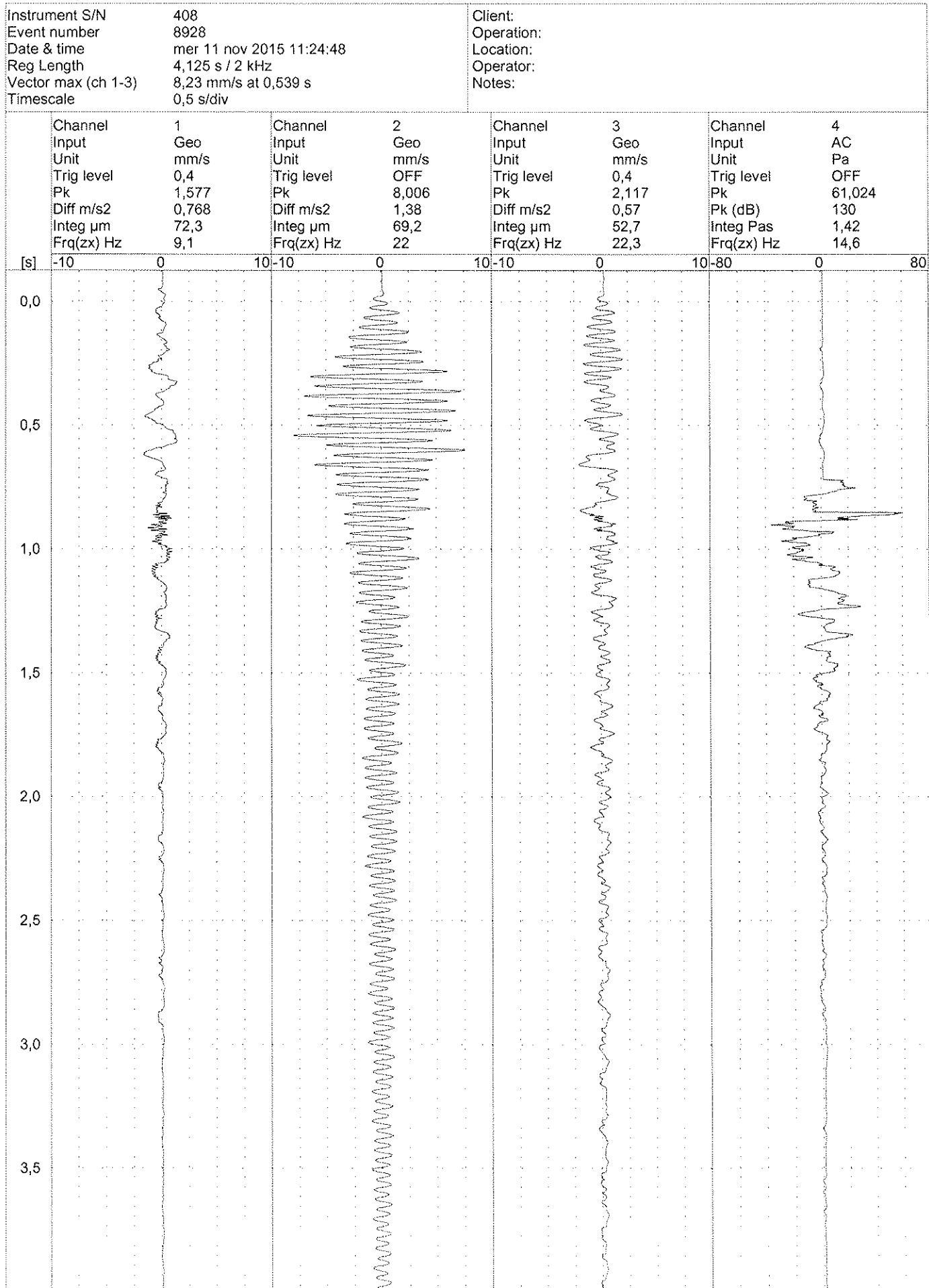
**Sismogrammi misurati**

Instrument S/N 408  
Event number 8919  
Date & time lun 9 nov 2015 11:25:34  
Reg Length 4,125 s / 2 kHz  
Sector max (ch 1-3) 6,16 mm/s at 0,396 s  
Timescale 0,5 s/div

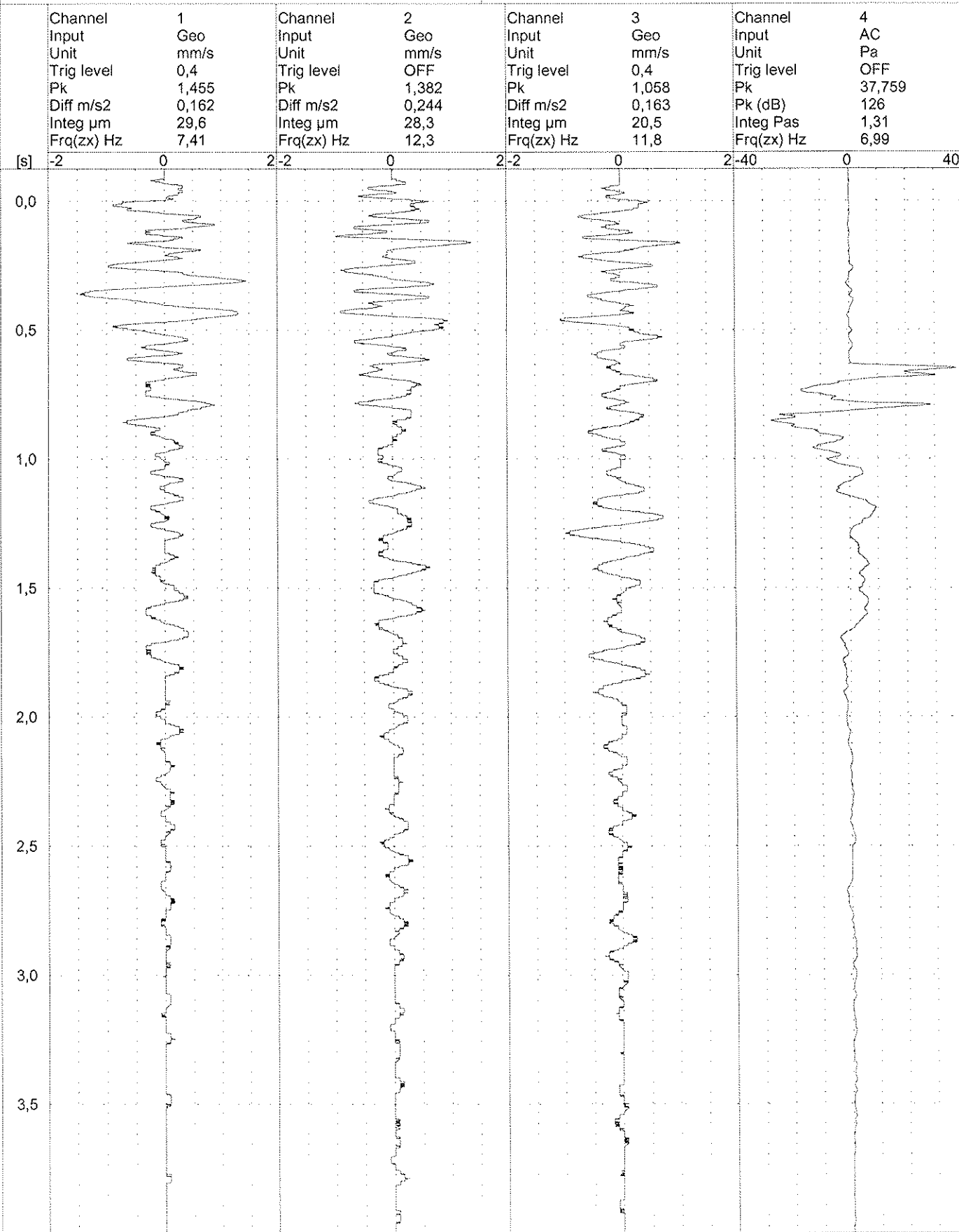
Client:  
Operation:  
Location:  
Operator:  
Notes:

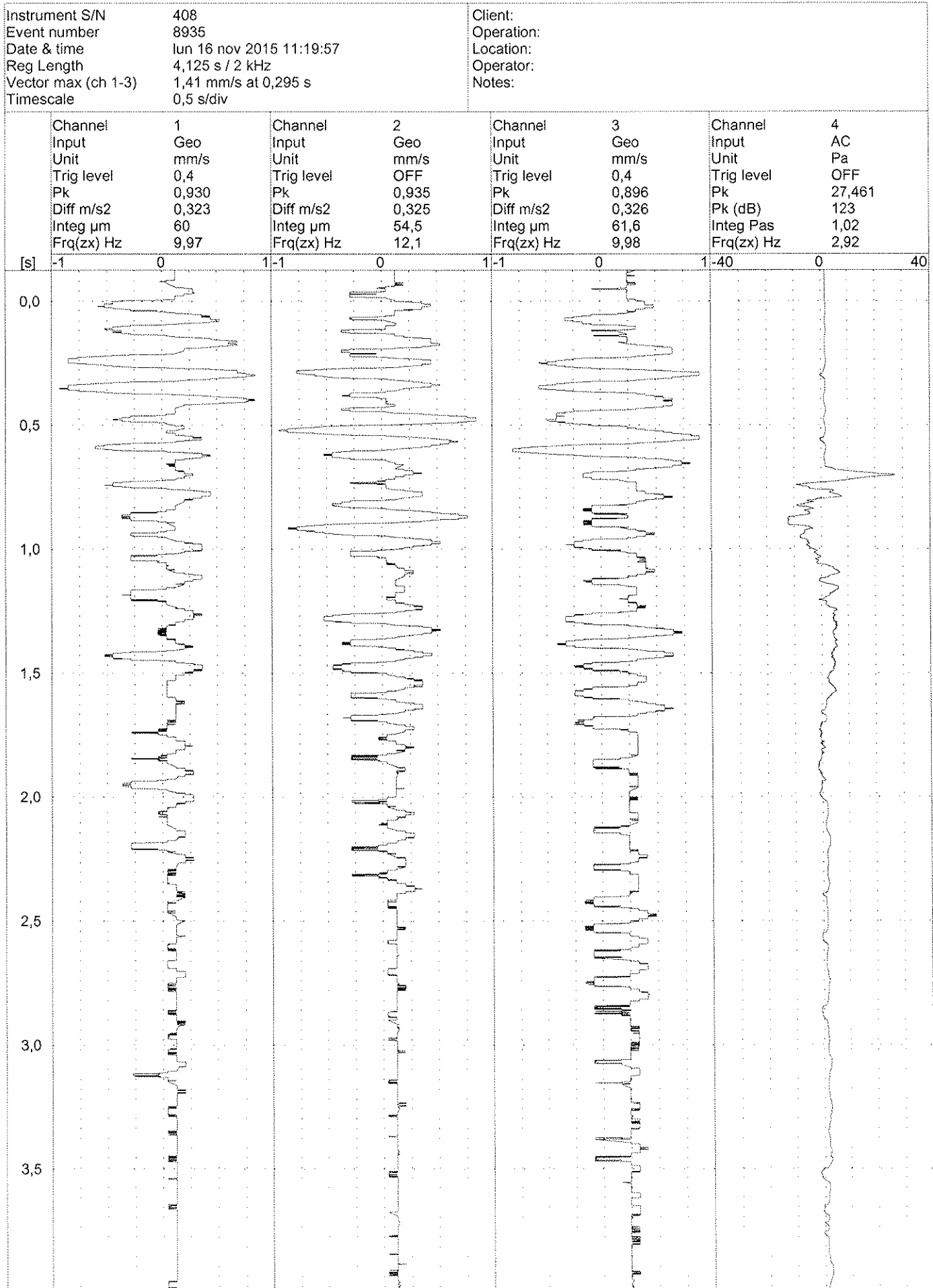
|               |       |               |       |               |       |            |        |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|------------|--------|
| Channel       | 1     | Channel       | 2     | Channel       | 3     | Channel    | 4      |
| Input         | Geo   | Input         | Geo   | Input         | Geo   | Input      | AC     |
| Unit          | mm/s  | Unit          | mm/s  | Unit          | mm/s  | Unit       | Pa     |
| Trig level    | 0,4   | Trig level    | OFF   | Trig level    | 0,4   | Trig level | OFF    |
| Pk            | 1,213 | Pk            | 5,994 | Pk            | 1,872 | Pk         | 43,861 |
| Diff m/s2     | 0,364 | Diff m/s2     | 1,1   | Diff m/s2     | 0,529 | Pk (dB)    | 127    |
| Integ $\mu$ m | 82,7  | Integ $\mu$ m | 68,2  | Integ $\mu$ m | 61,9  | Integ Pas  | 1,66   |
| Frq(zx) Hz    | 9,9   | Frq(zx) Hz    | 23,6  | Frq(zx) Hz    | 15    | Frq(zx) Hz | 2,46   |





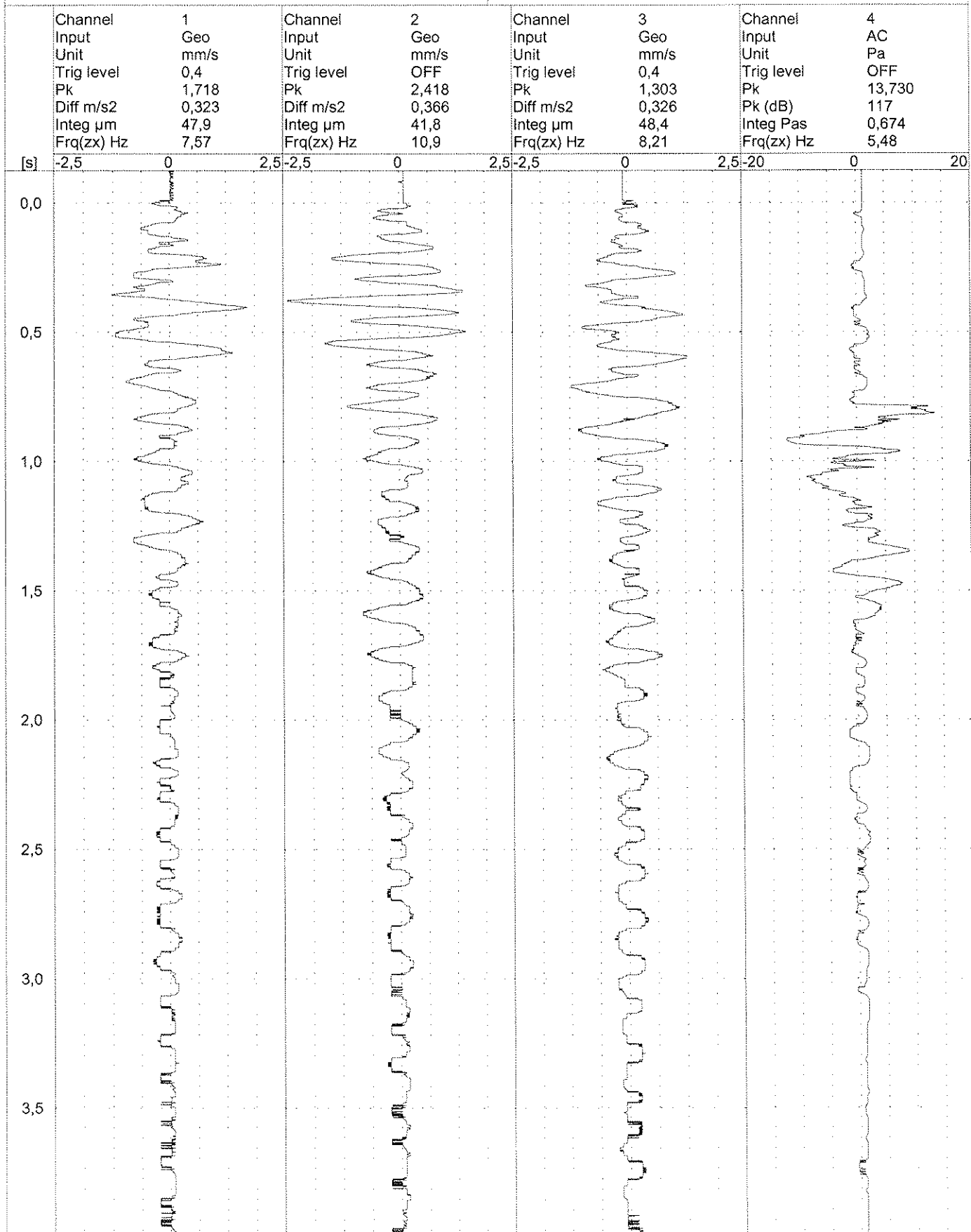
|                     |                          |            |  |
|---------------------|--------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |  |
| Event number        | 8932                     | Operation: |  |
| Date & time         | gio 12 nov 2015 11:28:29 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,80 mm/s at 0,163 s     | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |  |

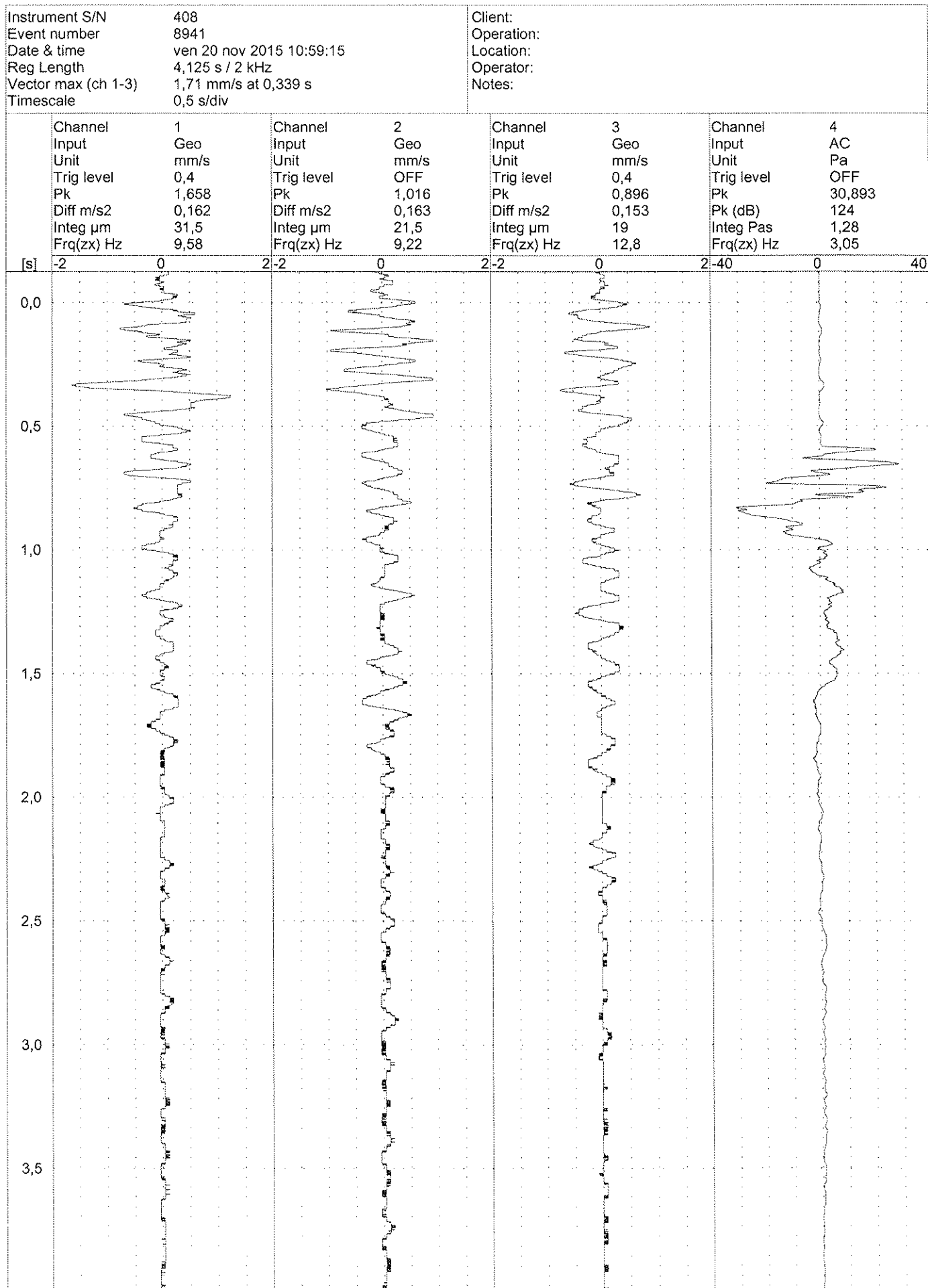


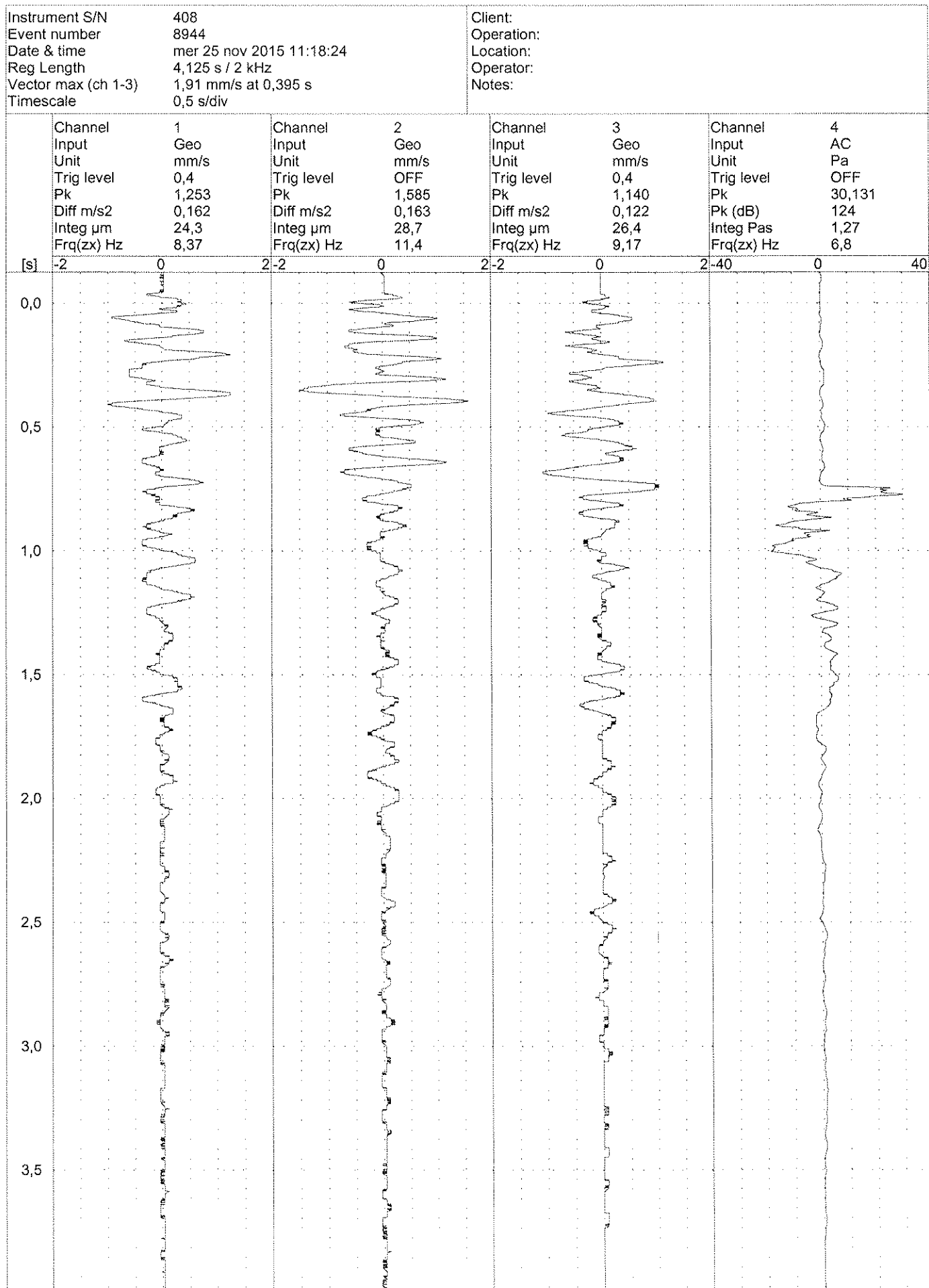


Instrument S/N 408  
 Event number 8938  
 Date & time mer 18 nov 2015 11:19:42  
 Reg Length 4,125 s / 2 kHz  
 Vector max (ch 1-3) 2,50 mm/s at 0,379 s  
 Timescale 0,5 s/div

Client:  
 Operation:  
 Location:  
 Operator:  
 Notes:

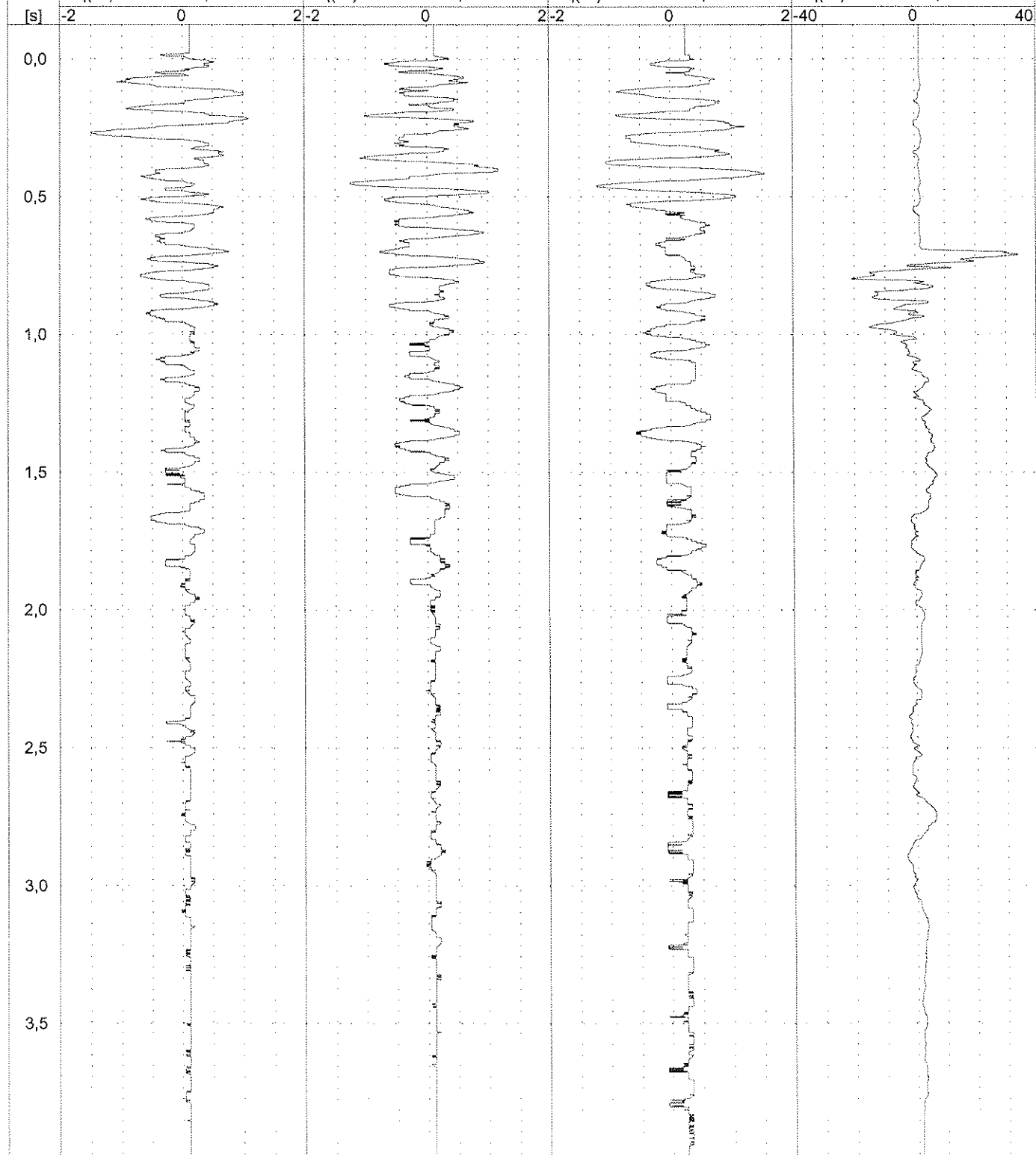




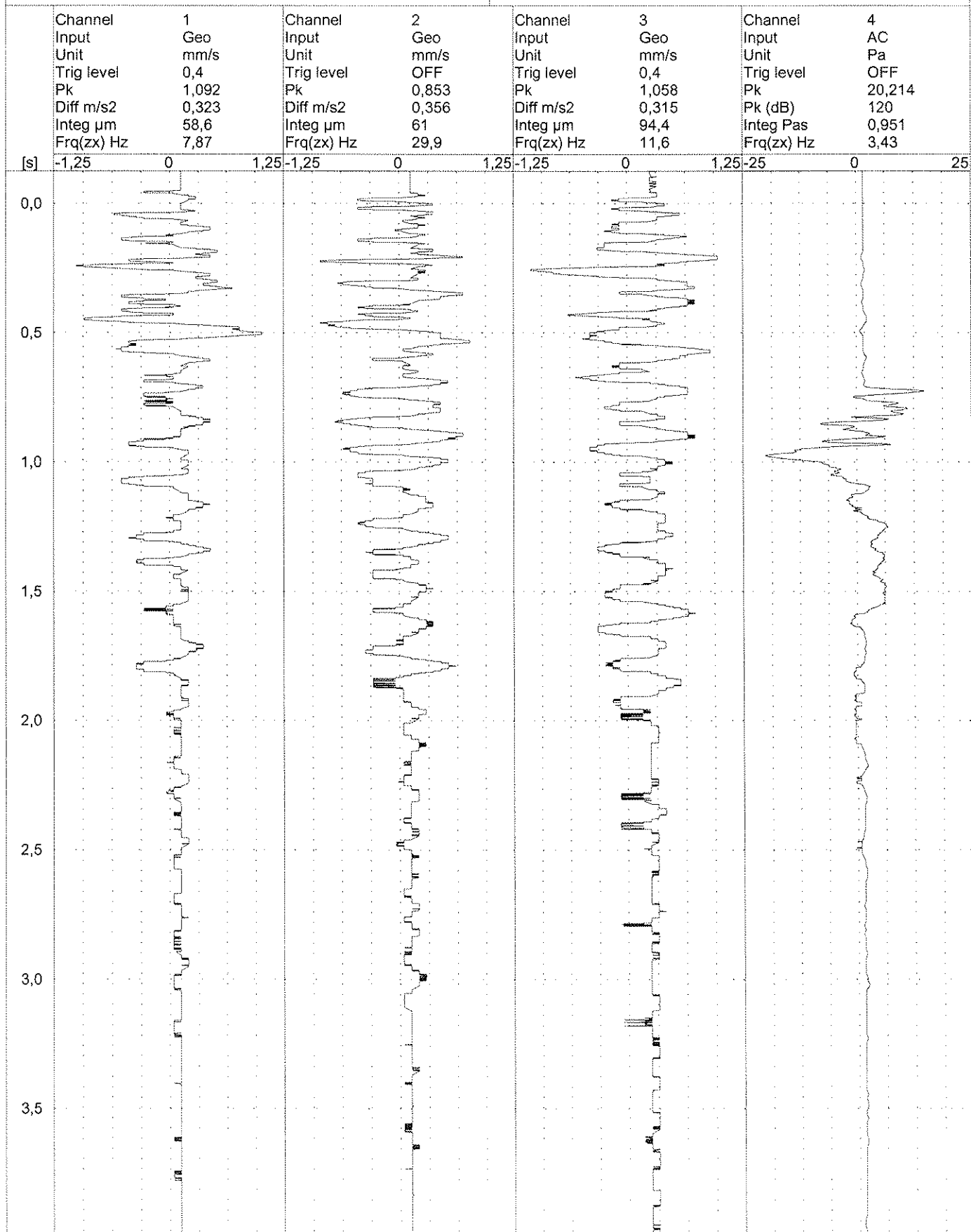


|                     |                          |            |  |
|---------------------|--------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |  |
| Event number        | 8947                     | Operation: |  |
| Date & time         | ven 27 nov 2015 11:15:02 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,84 mm/s at 0,410 s     | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |  |

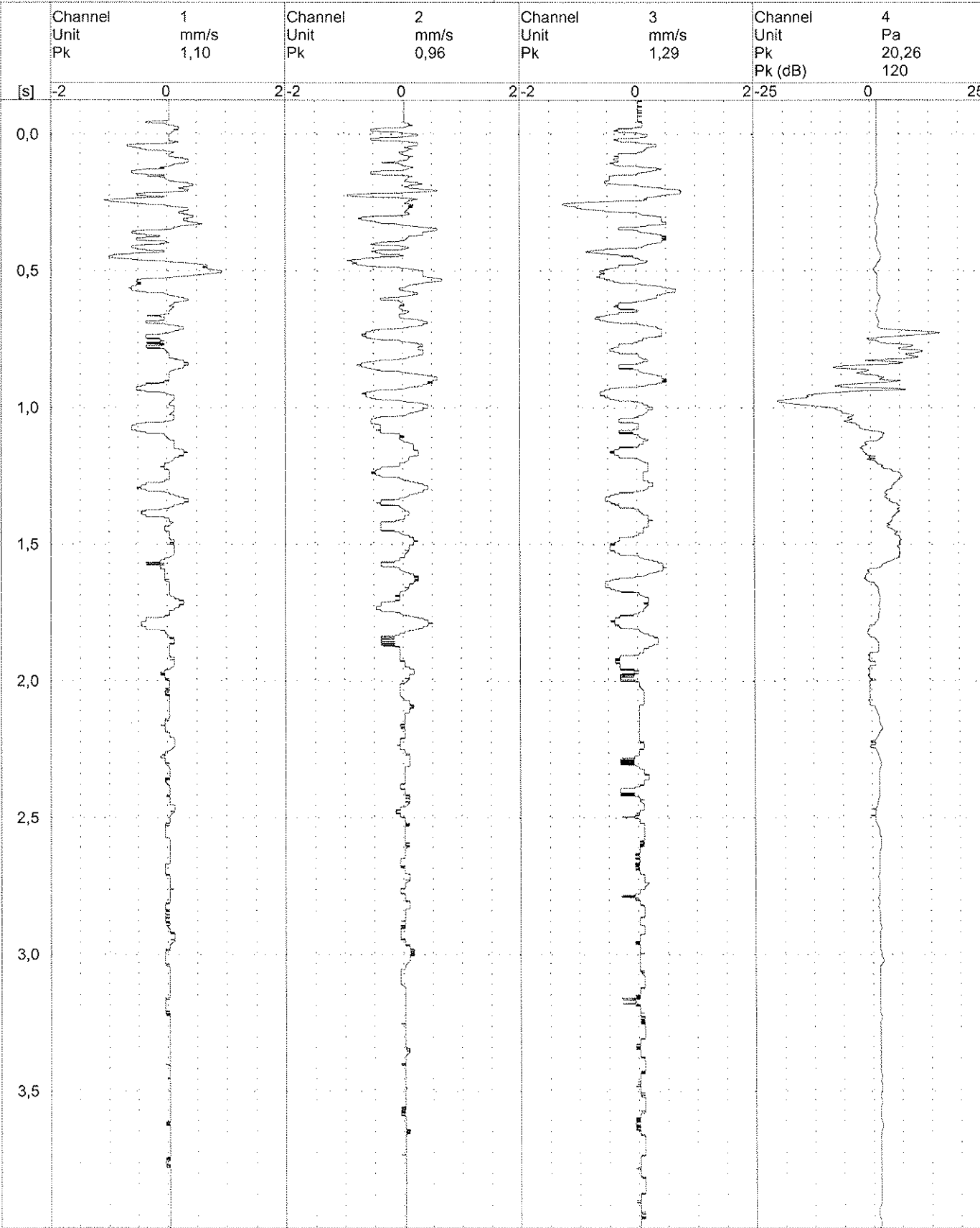
| Channel       | 1     | Channel       | 2     | Channel       | 3     | Channel    | 4      |
|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|------------|--------|
| Input         | Geo   | Input         | Geo   | Input         | Geo   | Input      | AC     |
| Unit          | mm/s  | Unit          | mm/s  | Unit          | mm/s  | Unit       | Pa     |
| Trig level    | 0,4   | Trig level    | OFF   | Trig level    | 0,4   | Trig level | OFF    |
| Pk            | 1,496 | Pk            | 1,260 | Pk            | 1,547 | Pk         | 34,326 |
| Diff m/s2     | 0,323 | Diff m/s2     | 0,356 | Diff m/s2     | 0,366 | Pk (dB)    | 125    |
| Integ $\mu$ m | 72,1  | Integ $\mu$ m | 80,5  | Integ $\mu$ m | 80,5  | Integ Pas  | 1,25   |
| Frq(zx) Hz    | 9,76  | Frq(zx) Hz    | 11,2  | Frq(zx) Hz    | 10,1  | Frq(zx) Hz | 2,61   |



|                     |                         |            |  |
|---------------------|-------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                     | Client:    |  |
| Event number        | 8950                    | Operation: |  |
| Date & time         | gio 3 dic 2015 11:15:48 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz         | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,28 mm/s at 0,204 s    | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div               |            |  |



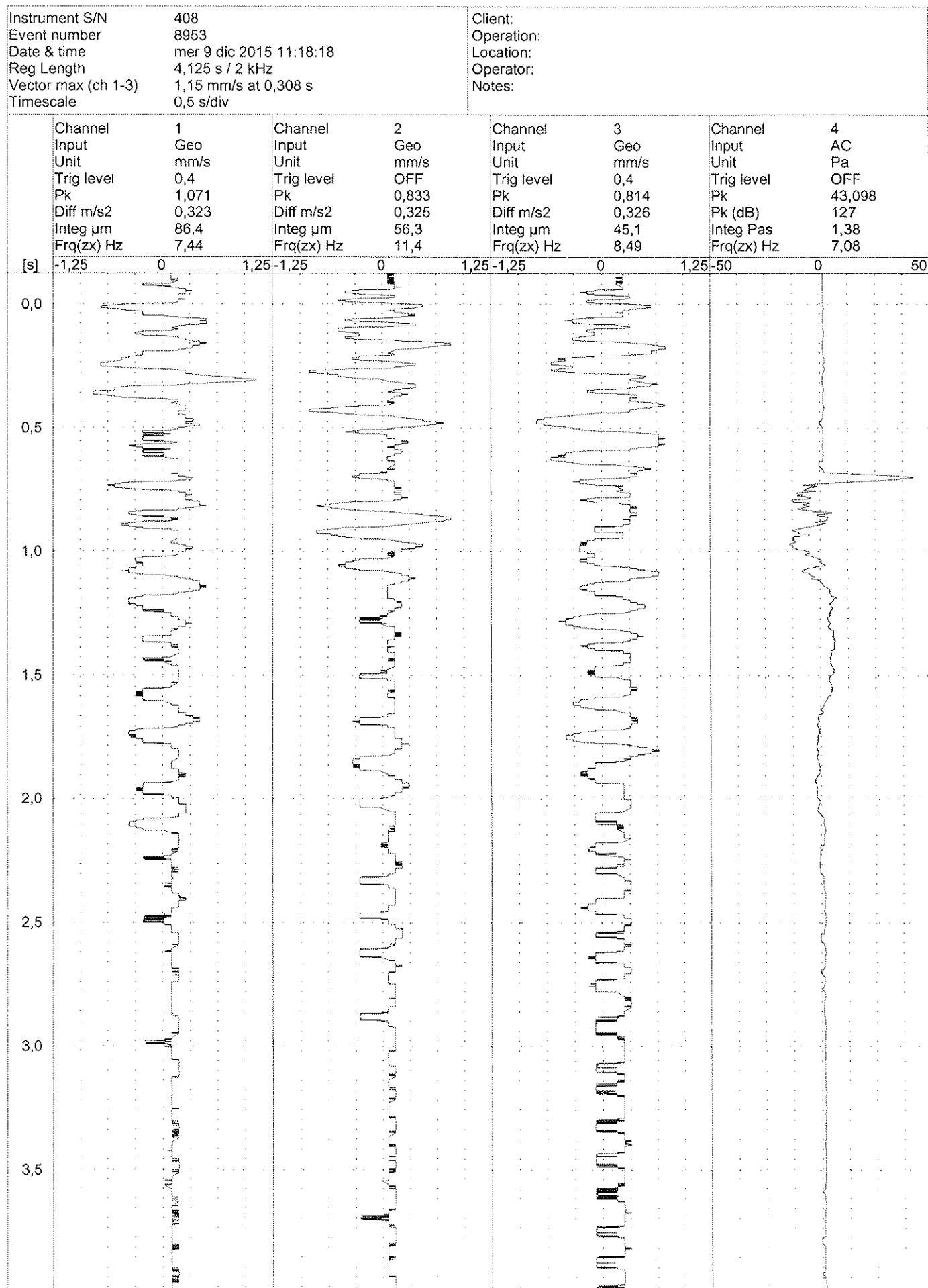
|                     |                         |            |  |
|---------------------|-------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                     | Client:    |  |
| Event number        | 8950                    | Operation: |  |
| Date & time         | gio 3 dic 2015 11:15:48 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz         | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,36 mm/s at 0,254 s    | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div               |            |  |

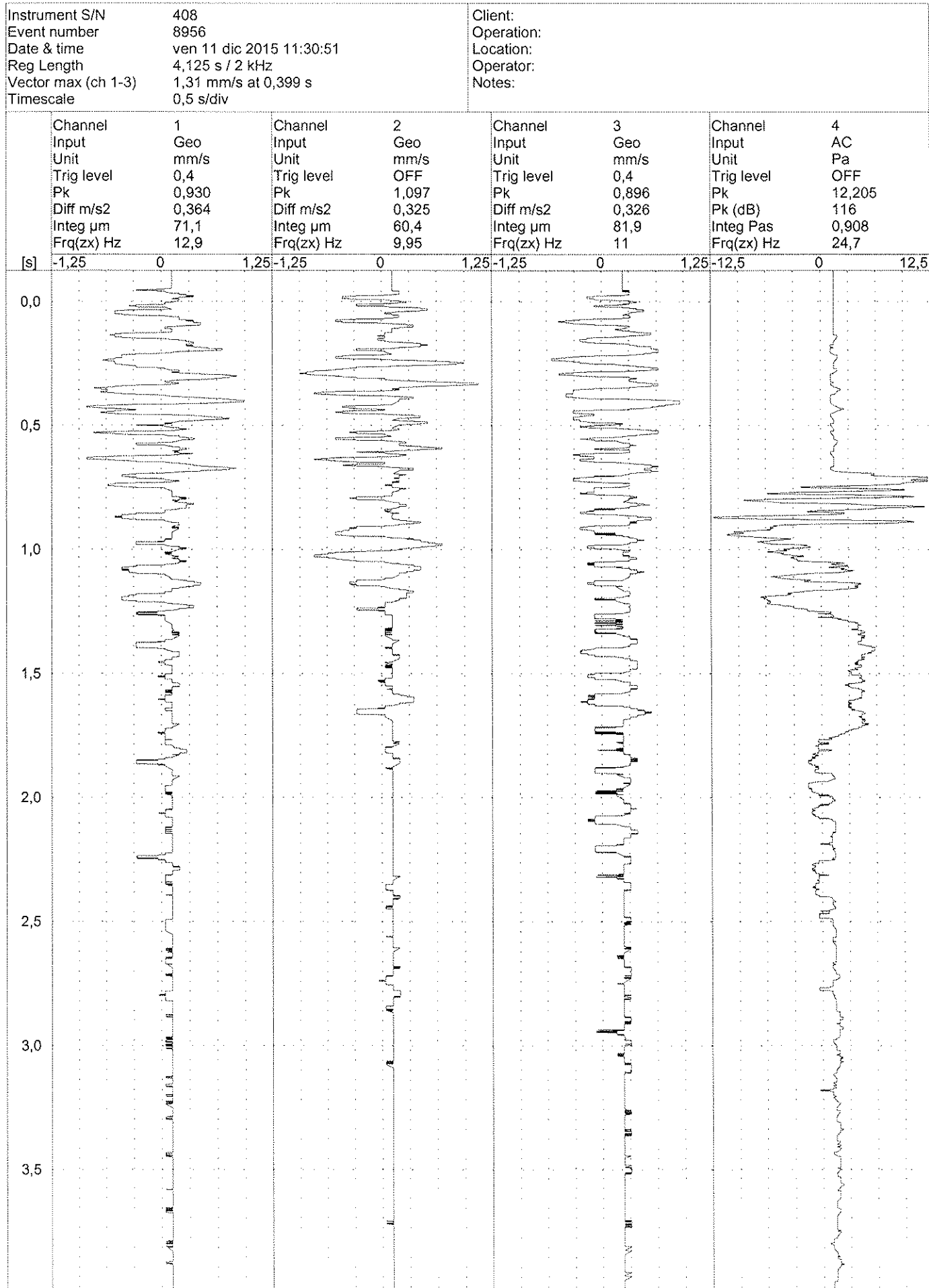


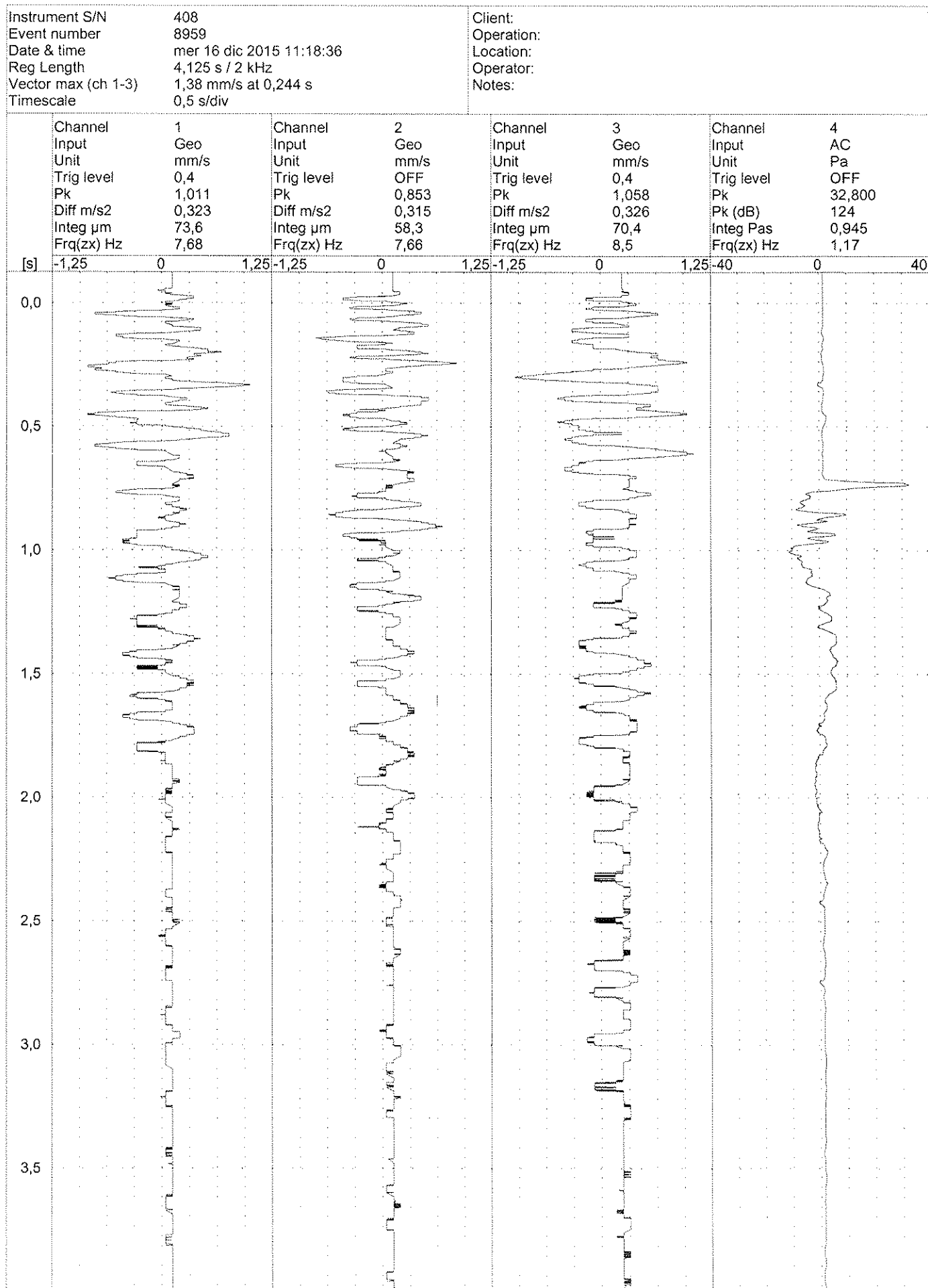
Integrate  
Differentiate

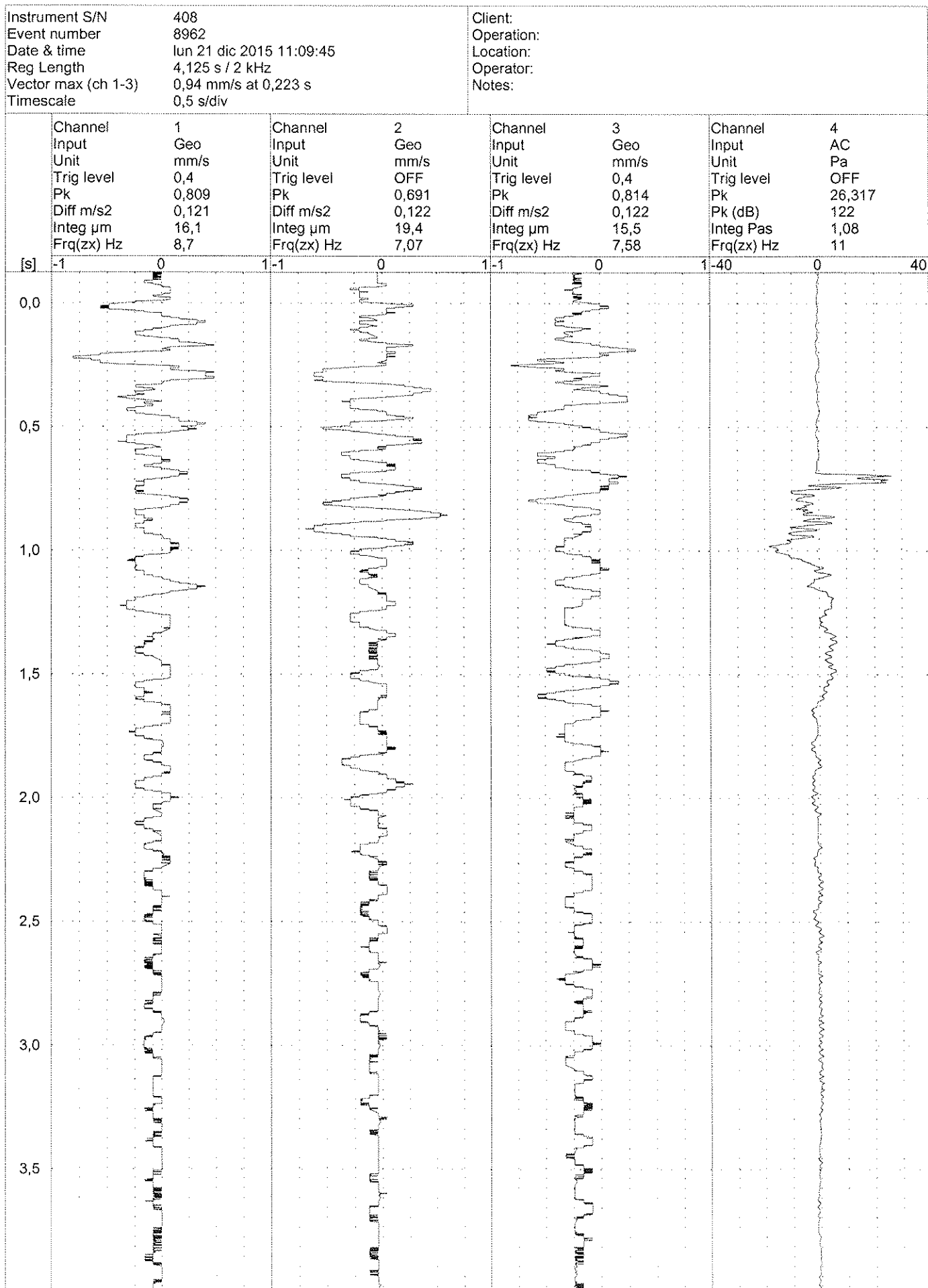
Integrate  
Differentiate

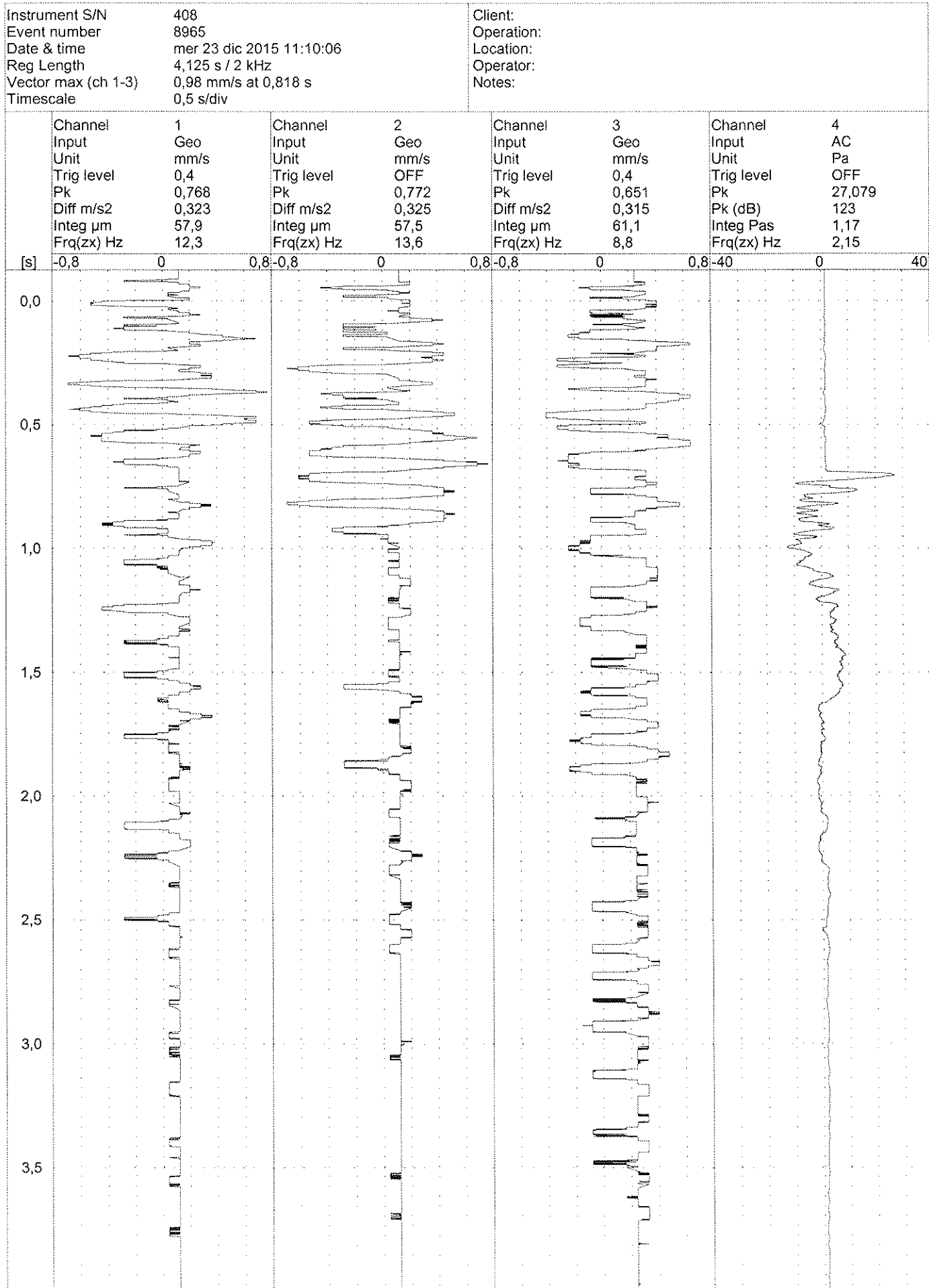
Integrate  
Differentiate

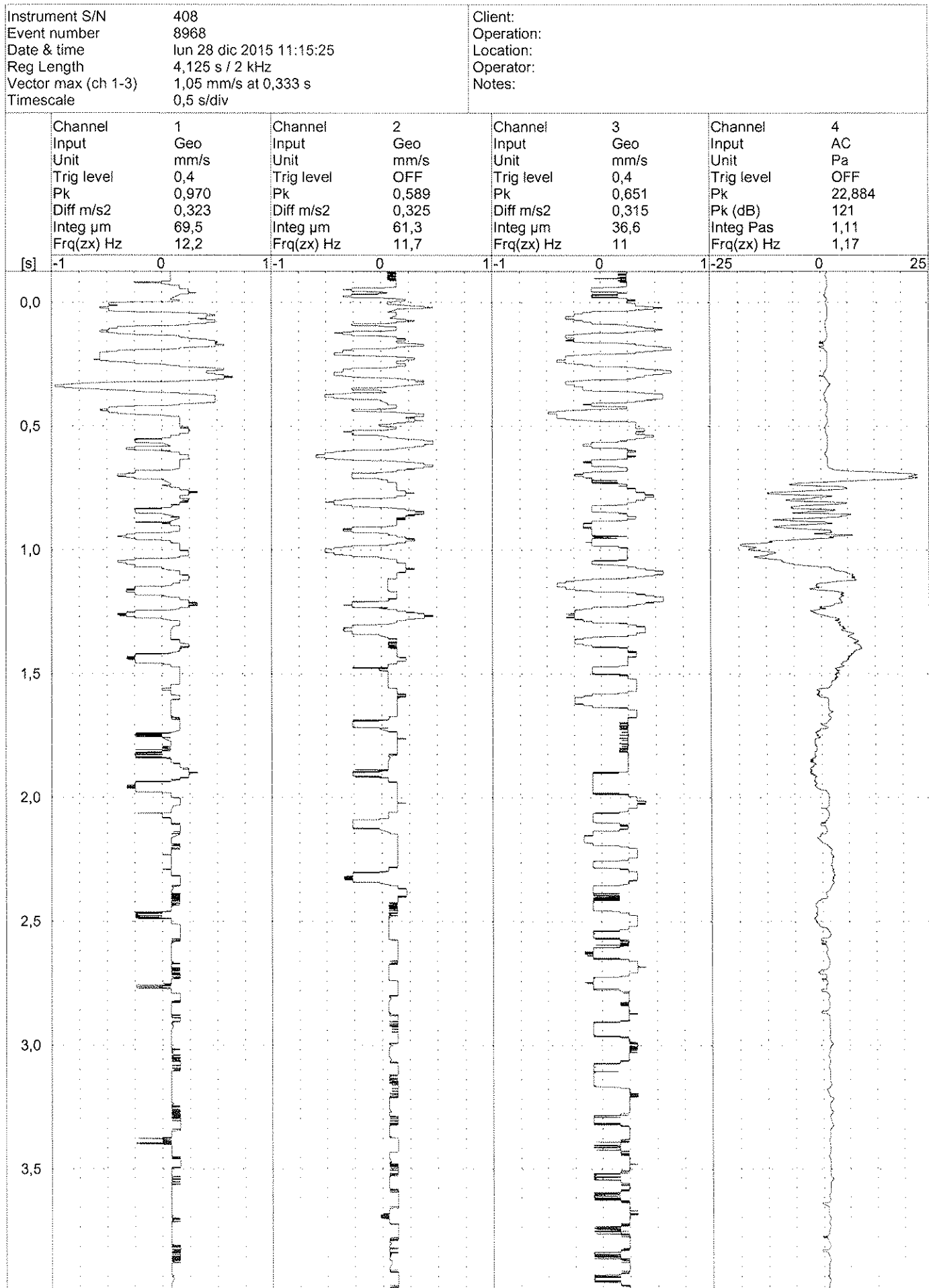




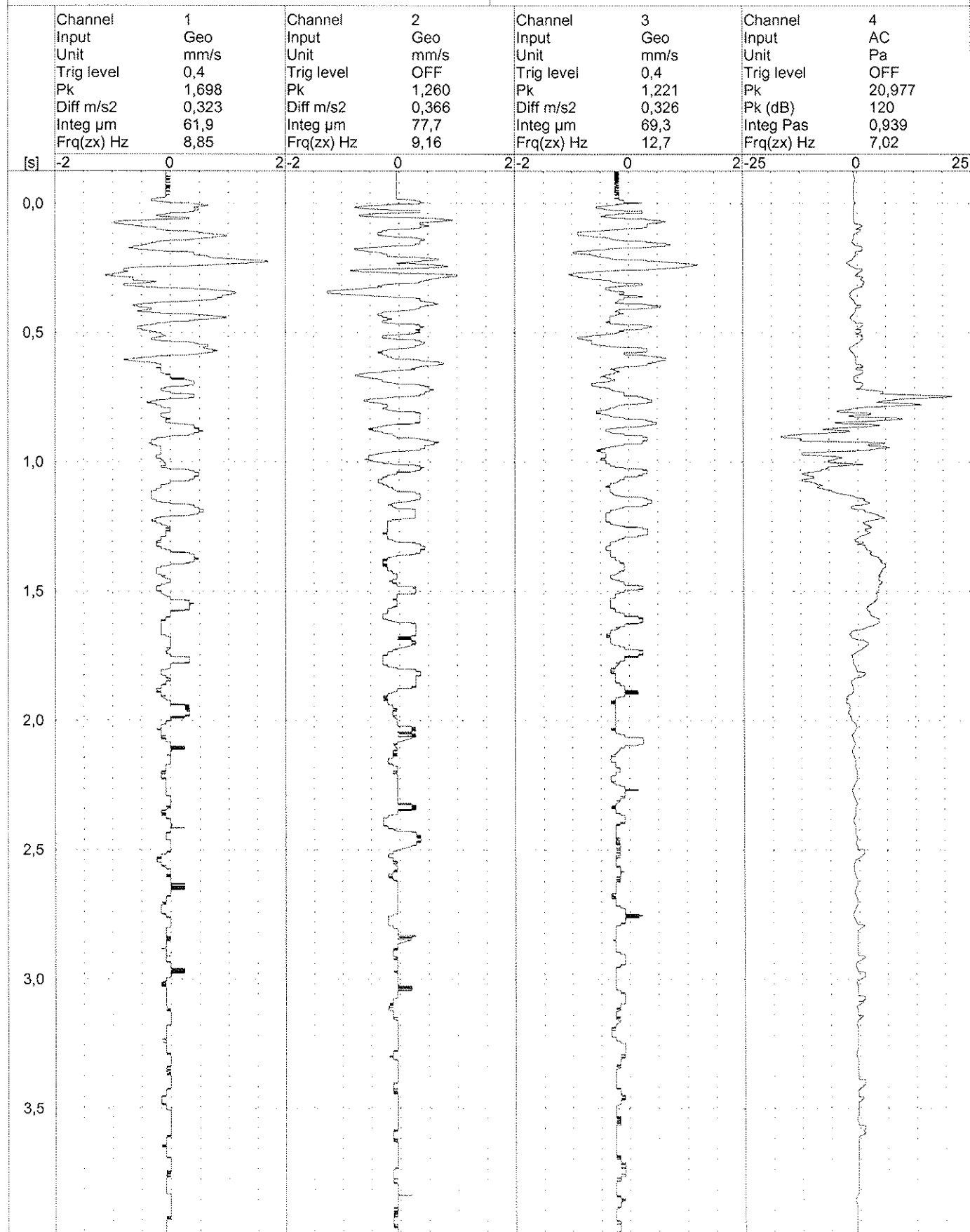








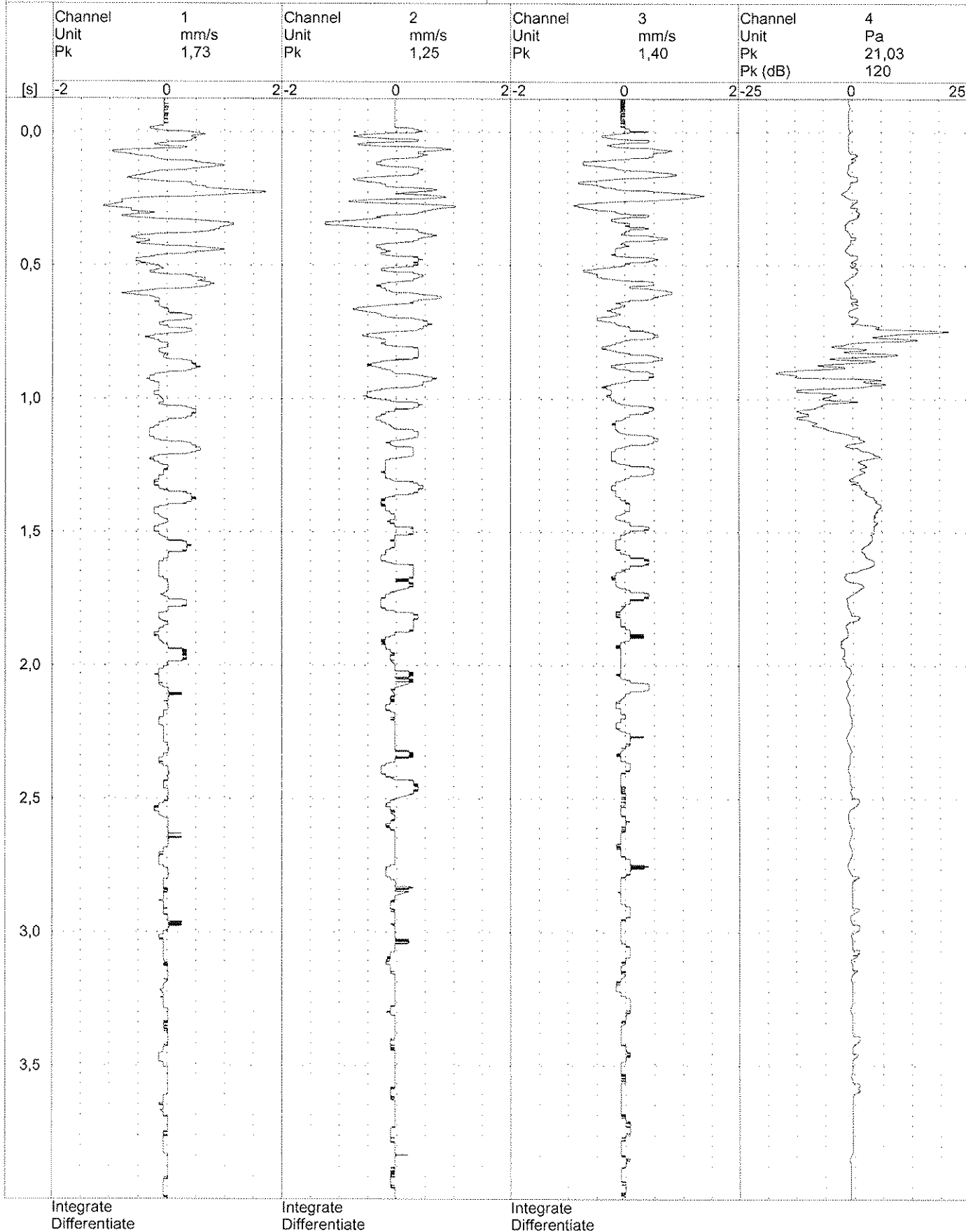
|                     |                          |            |  |
|---------------------|--------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |  |
| Event number        | 8971                     | Operation: |  |
| Date & time         | mer 30 dic 2015 11:24:59 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,84 mm/s at 0,225 s     | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |  |

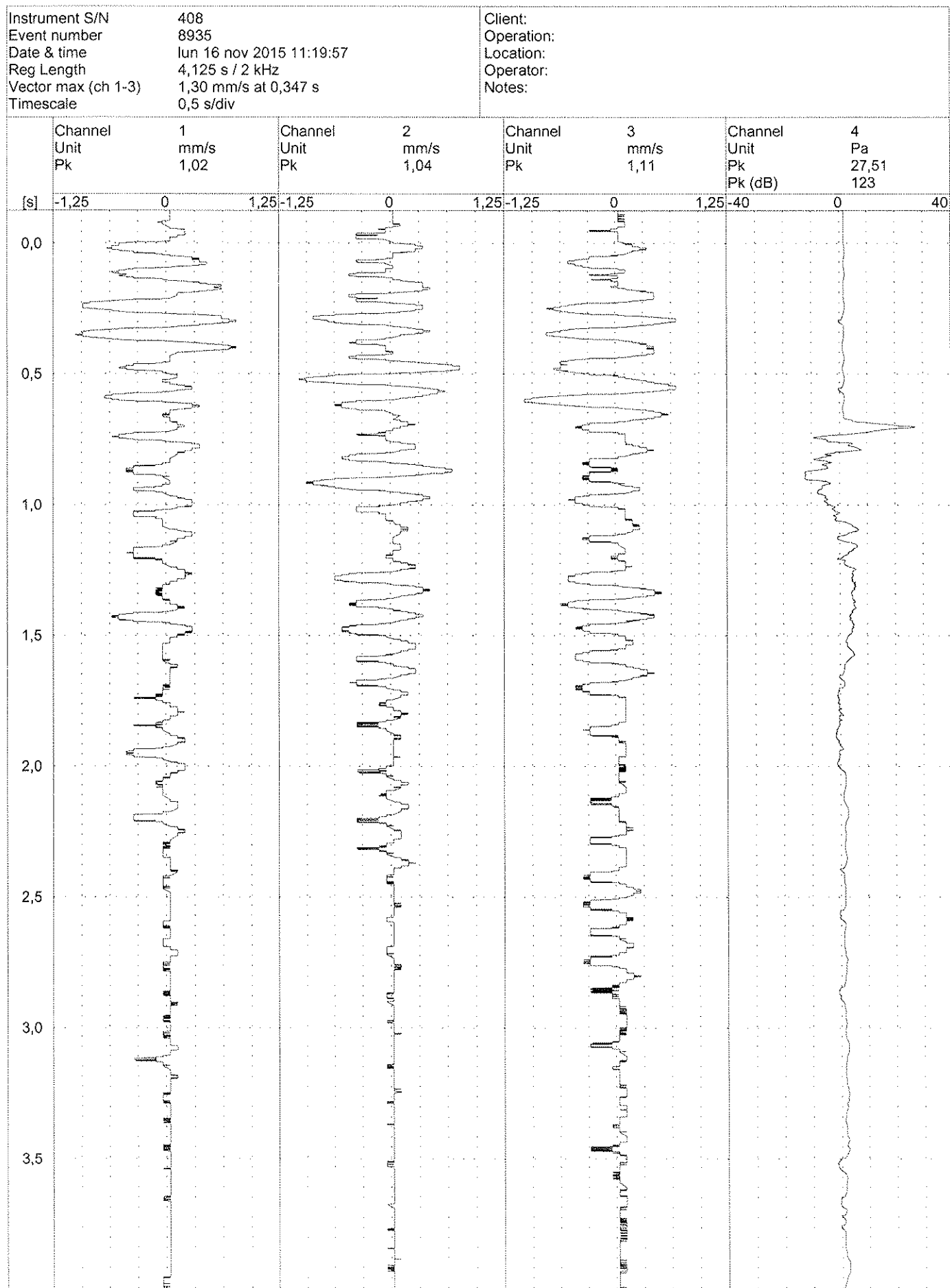


**All. 1b**

**Sismogrammi corretti**

|                     |                          |            |  |
|---------------------|--------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |  |
| Event number        | 8971                     | Operation: |  |
| Date & time         | mer 30 dic 2015 11:24:59 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,93 mm/s at 0,225 s     | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |  |



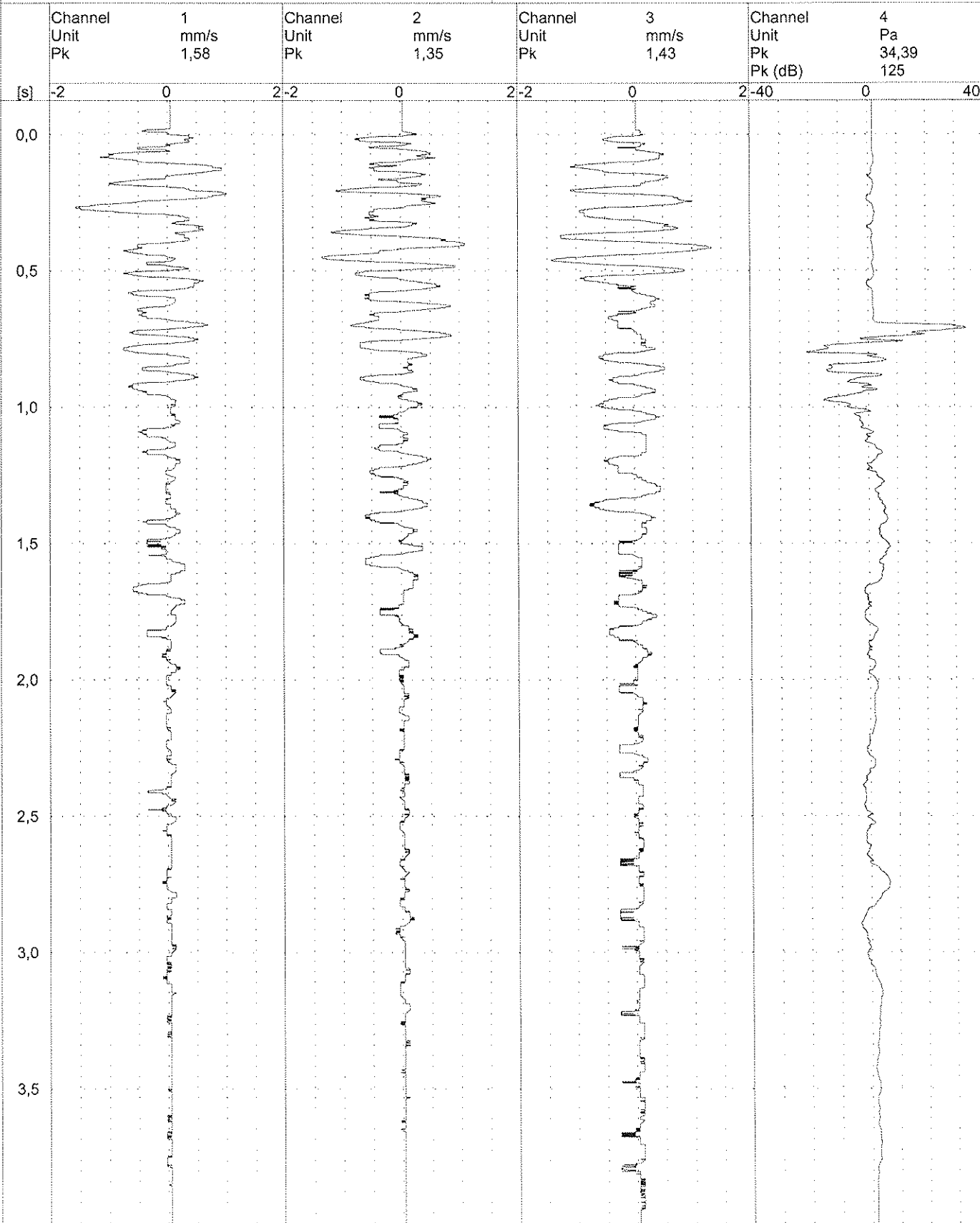


Integrate  
Differentiate

Integrate  
Differentiate

Integrate  
Differentiate

|                     |                          |            |  |
|---------------------|--------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |  |
| Event number        | 8947                     | Operation: |  |
| Date & time         | ven 27 nov 2015 11:15:02 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,85 mm/s at 0,455 s     | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |  |



Integrate

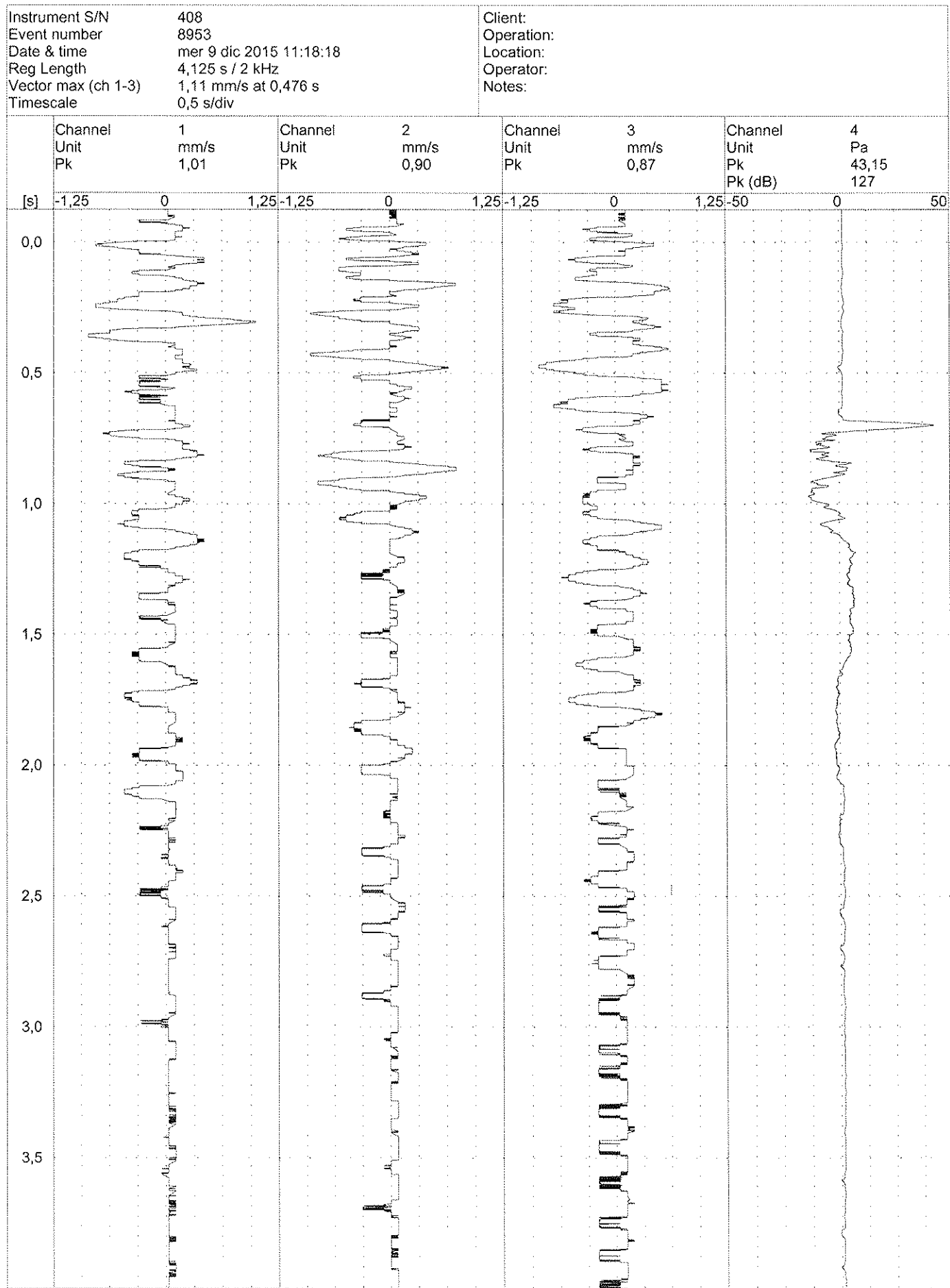
Differentiate

Integrate

Differentiate

Integrate

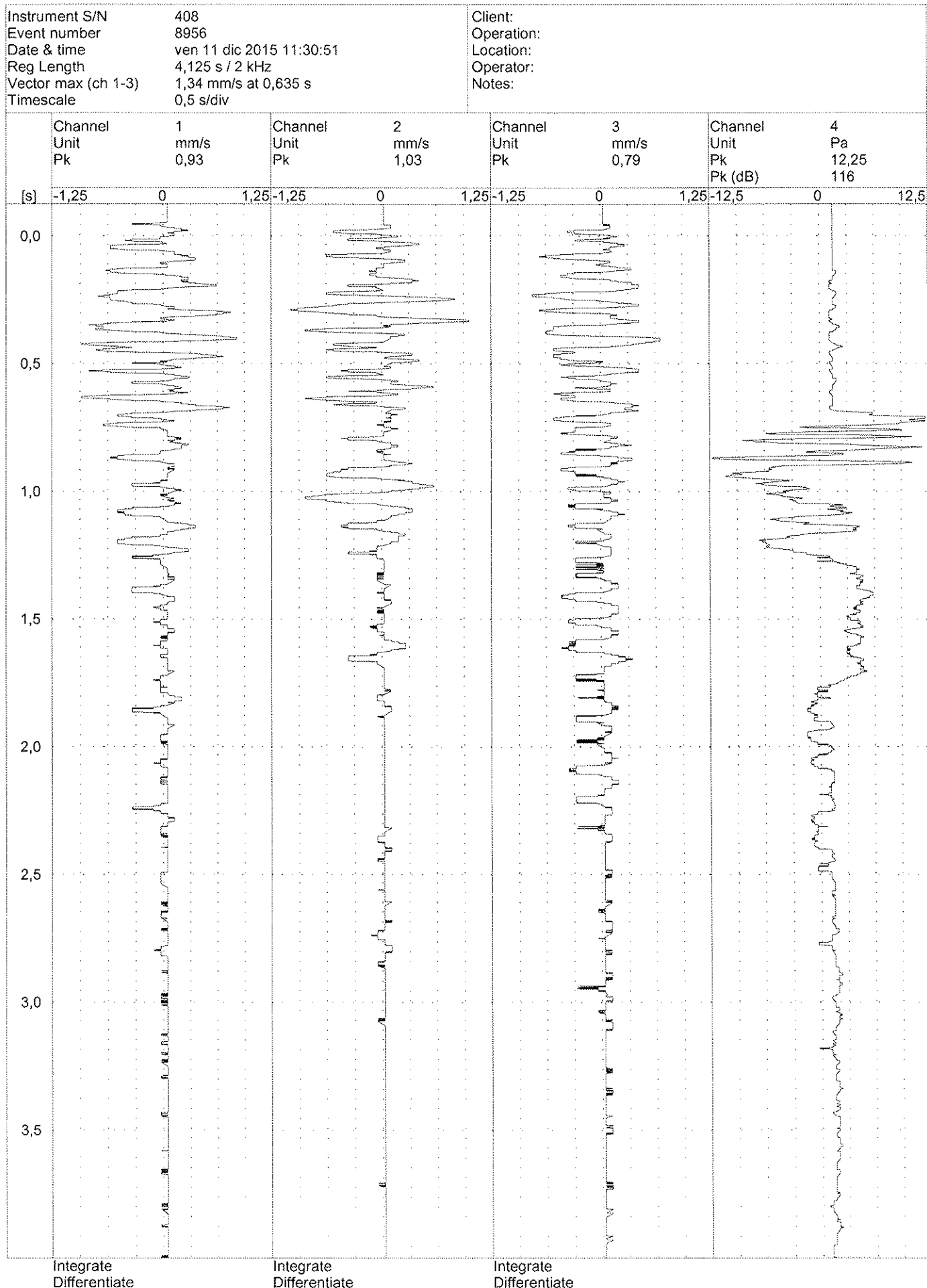
Differentiate



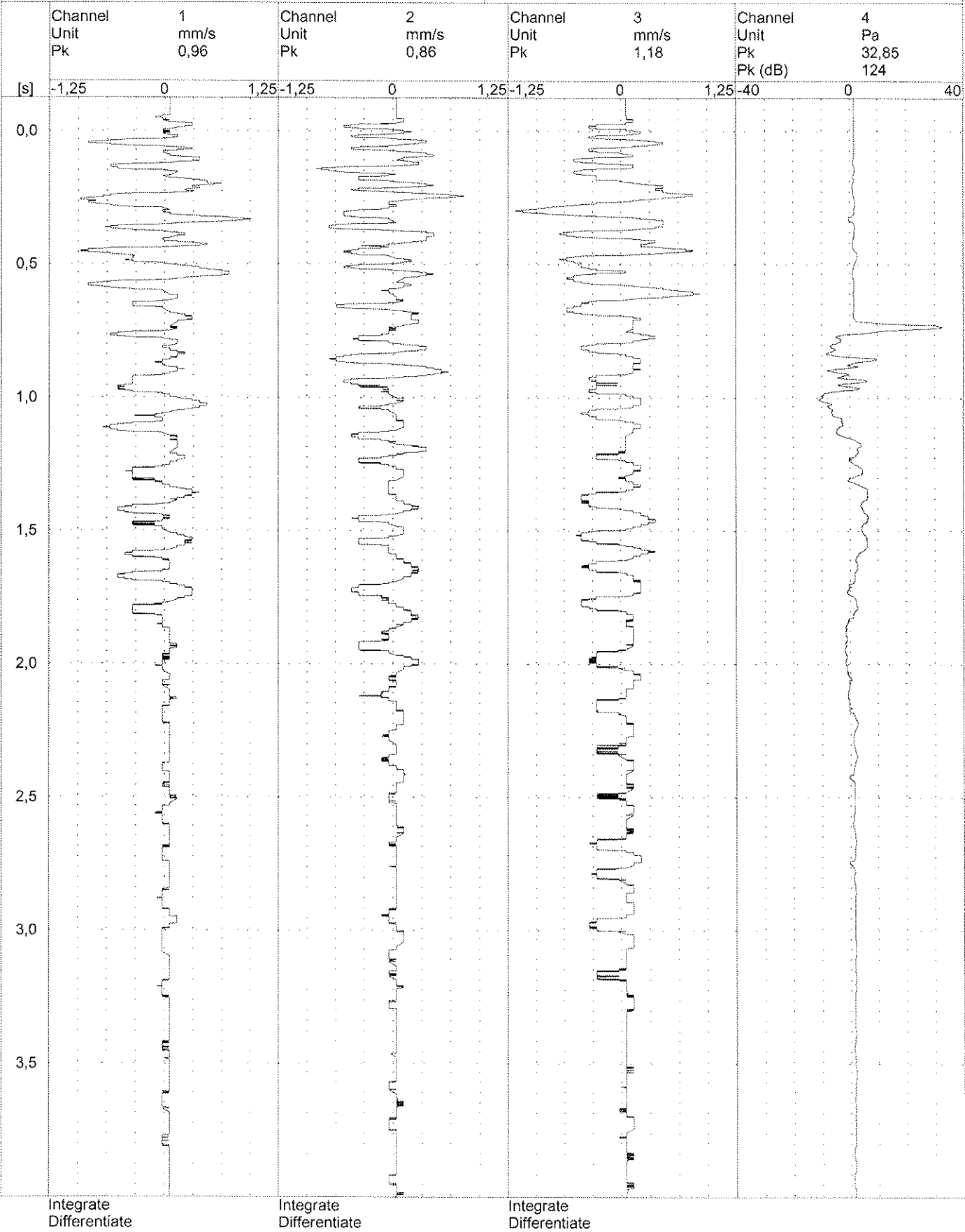
Integrate  
Differentiate

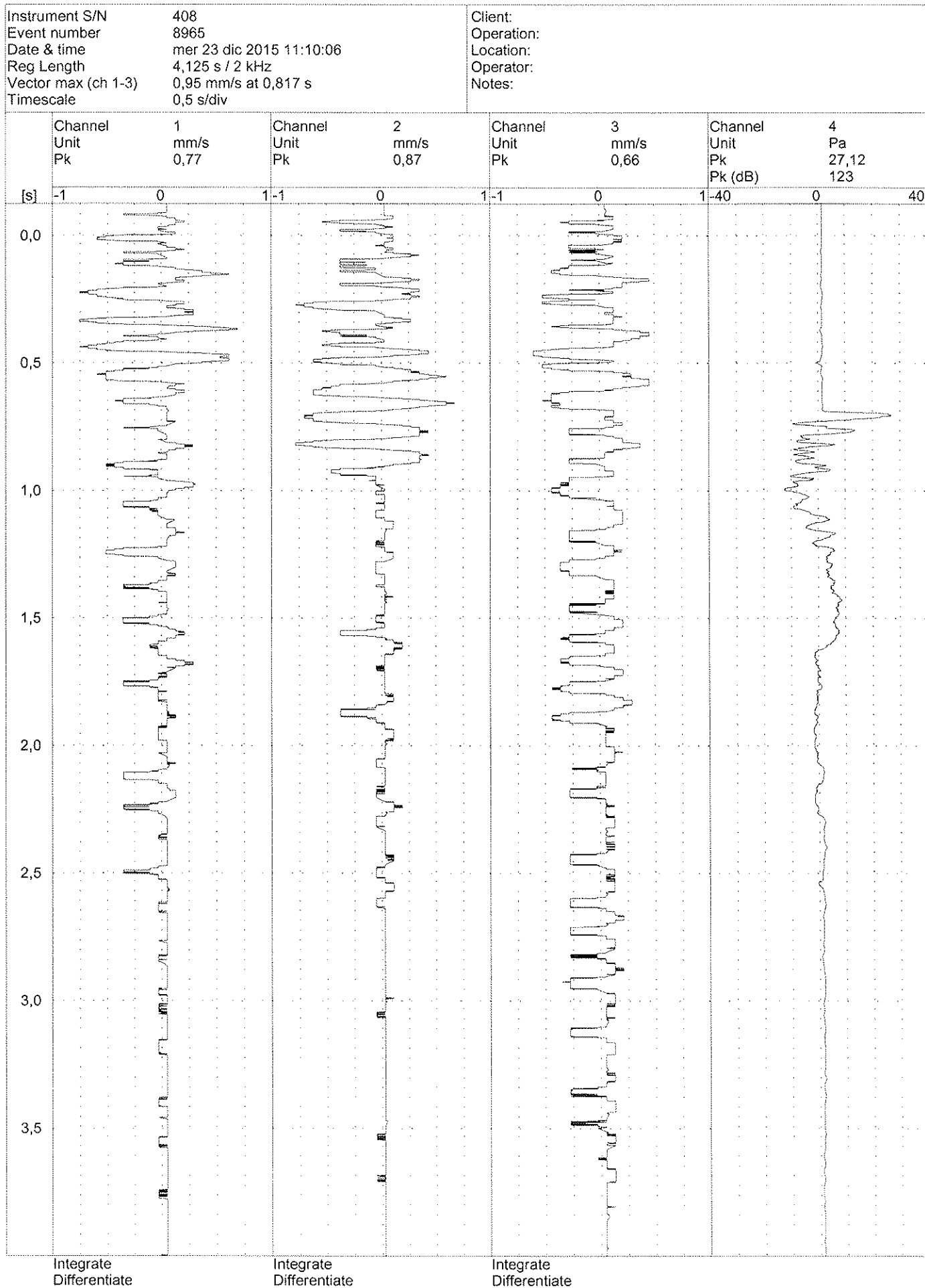
Integrate  
Differentiate

Integrate  
Differentiate

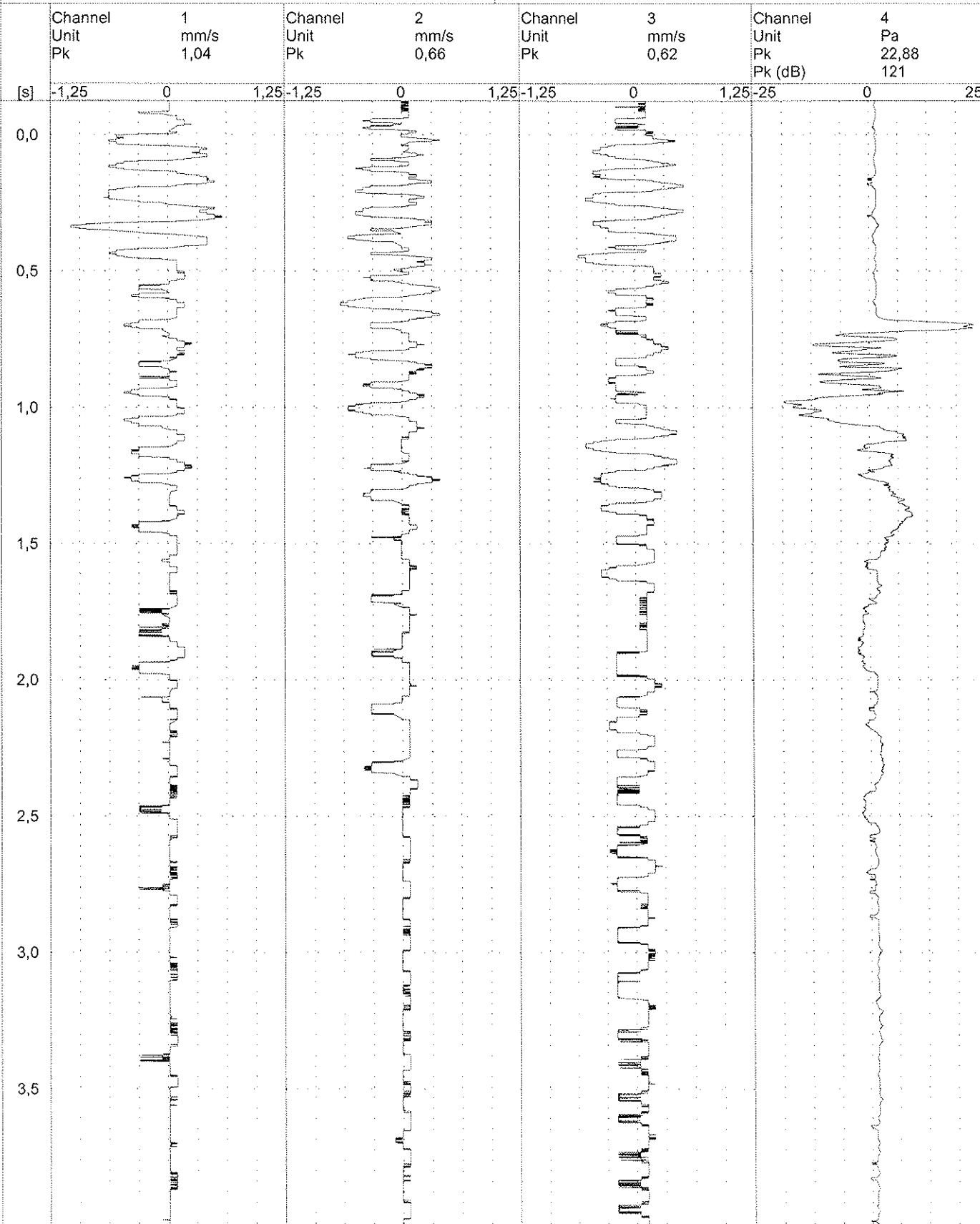


|                     |                          |            |
|---------------------|--------------------------|------------|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |
| Event number        | 8959                     | Operation: |
| Date & time         | mer 16 dic 2015 11:18:36 | Location:  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,29 mm/s at 0,449 s     | Notes:     |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |





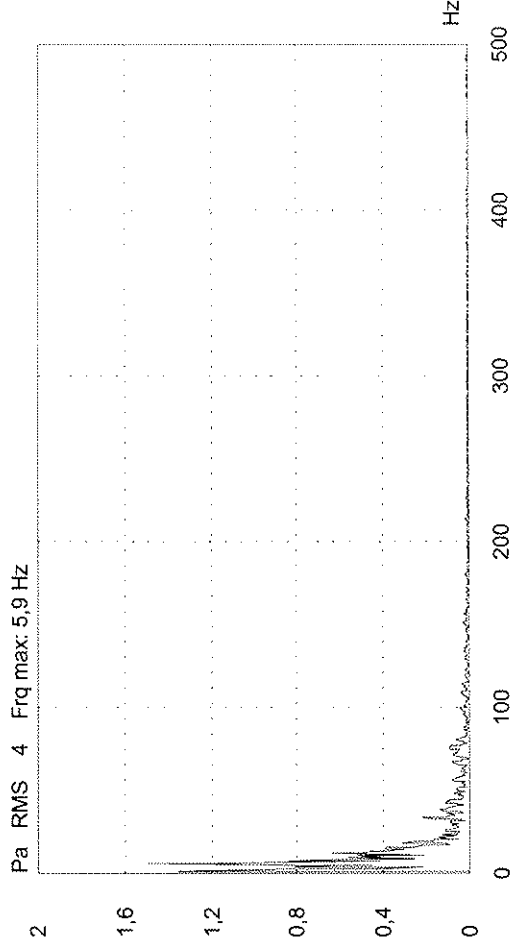
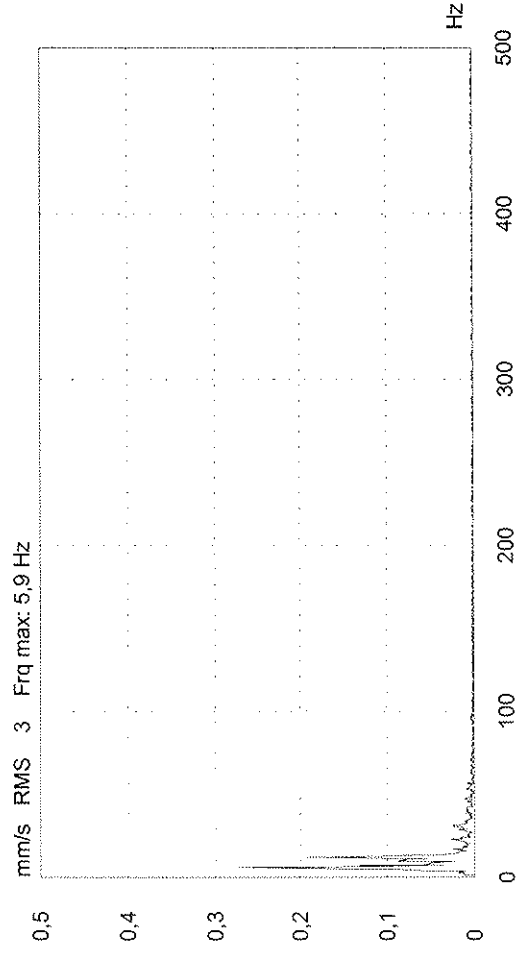
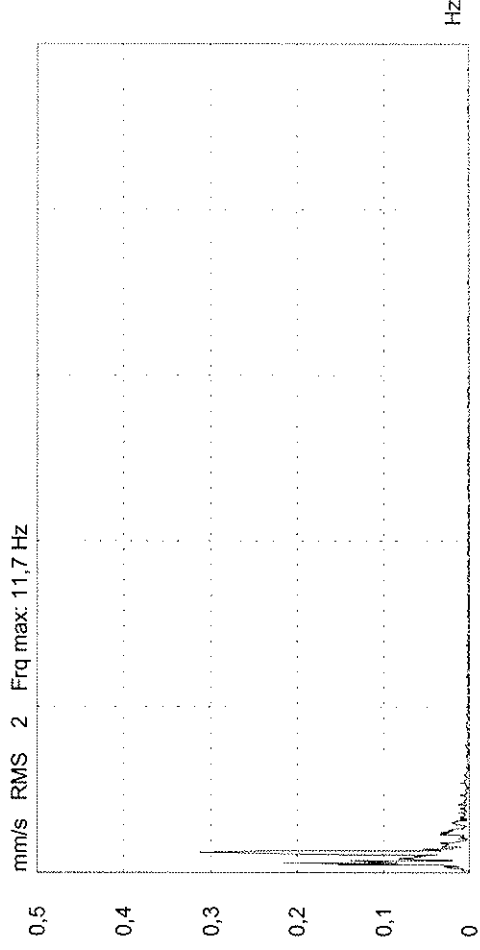
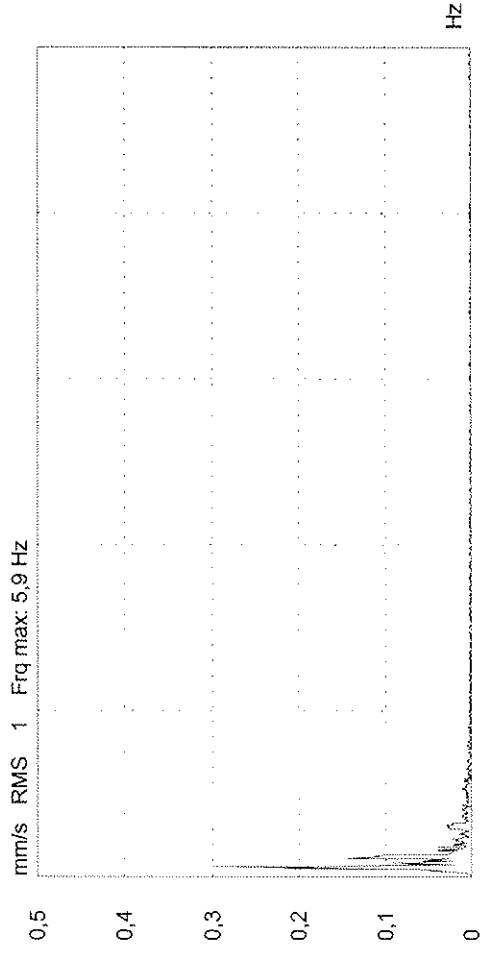
|                     |                          |            |  |
|---------------------|--------------------------|------------|--|
| Instrument S/N      | 408                      | Client:    |  |
| Event number        | 8968                     | Operation: |  |
| Date & time         | lun 28 dic 2015 11:15:25 | Location:  |  |
| Reg Length          | 4,125 s / 2 kHz          | Operator:  |  |
| Vector max (ch 1-3) | 1,12 mm/s at 0,333 s     | Notes:     |  |
| Timescale           | 0,5 s/div                |            |  |



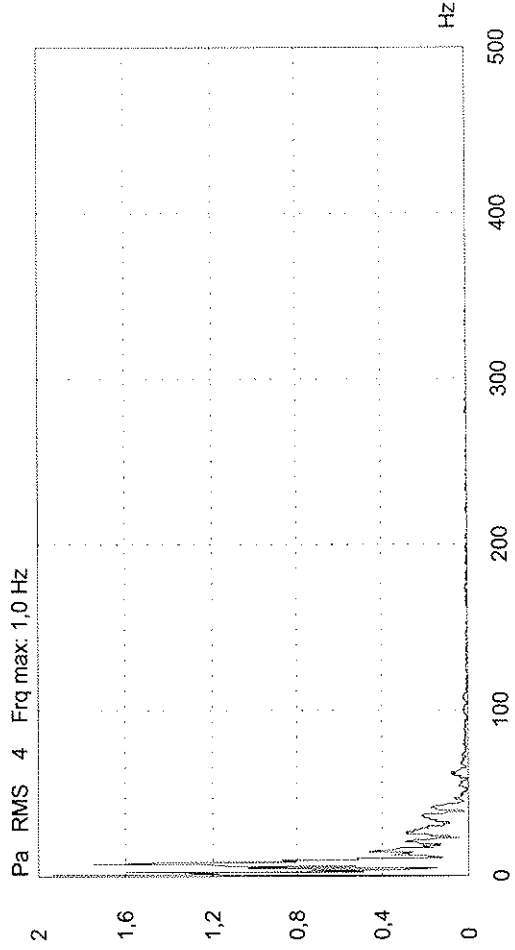
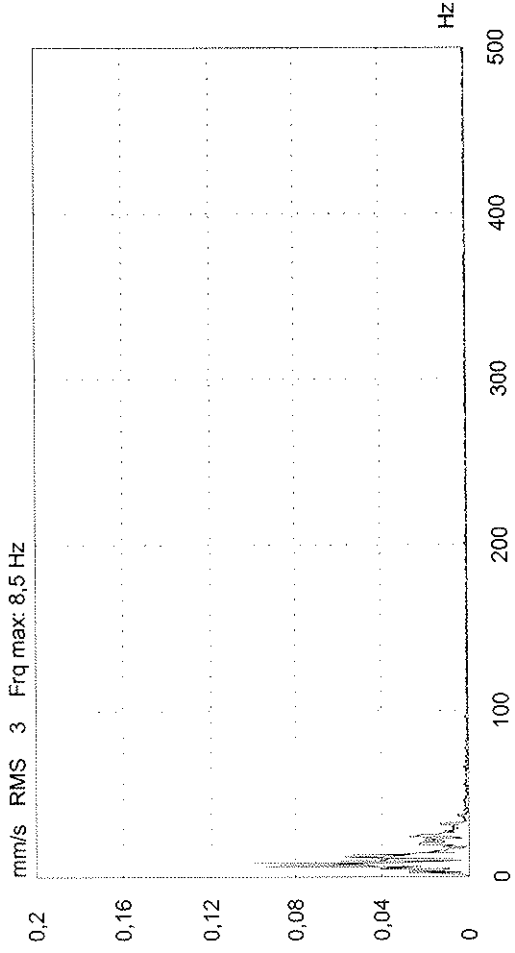
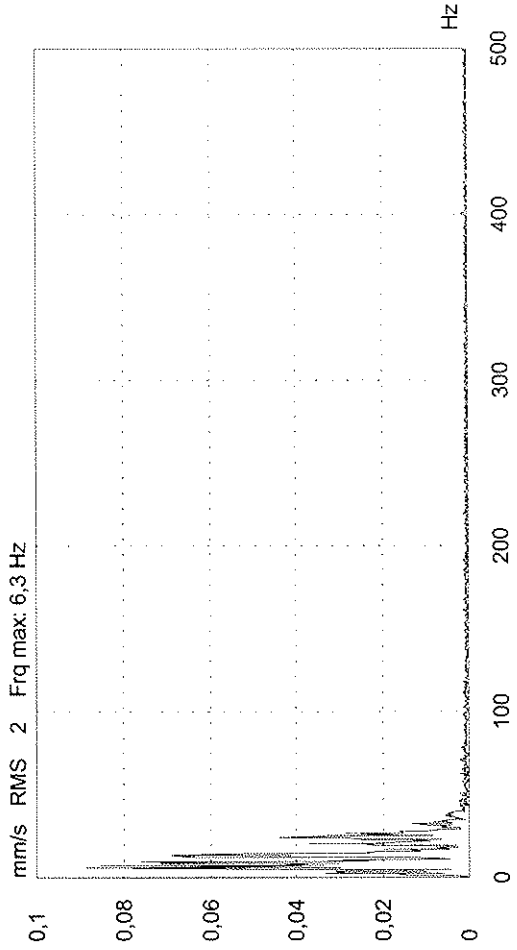
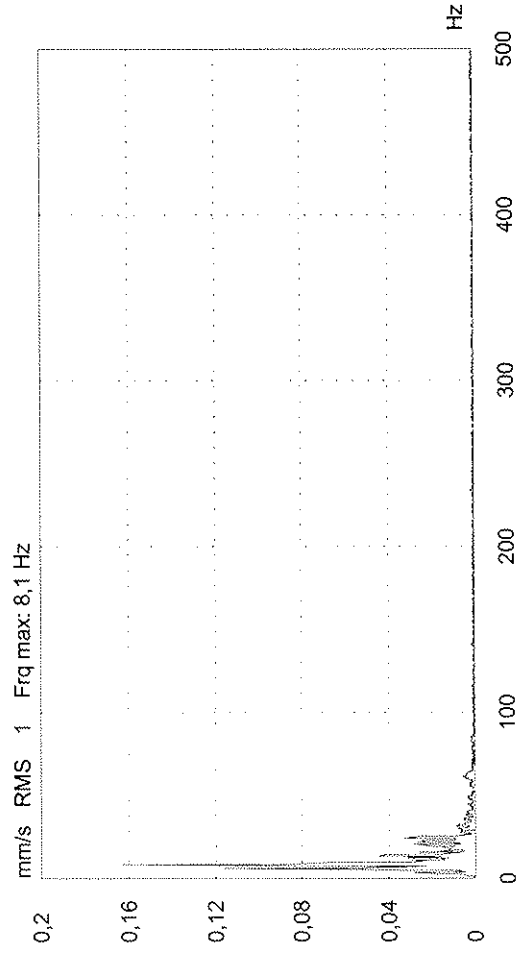
|               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| Integrate     | Integrate     | Integrate     |
| Differentiate | Differentiate | Differentiate |

## **Studio della frequenza (FFT)**

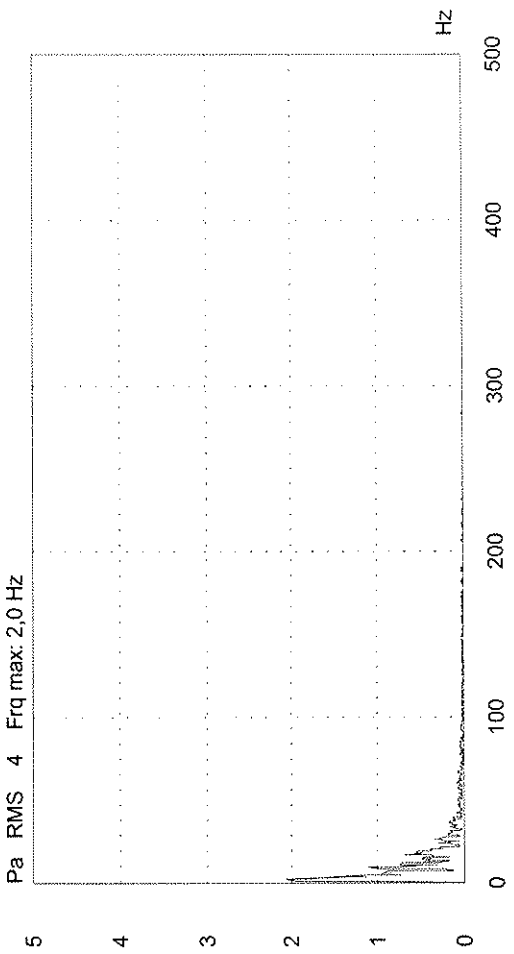
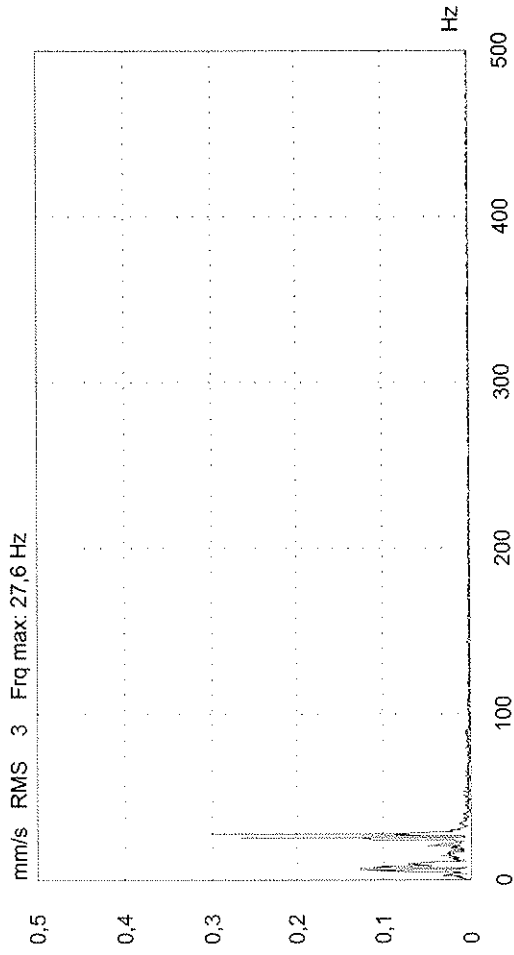
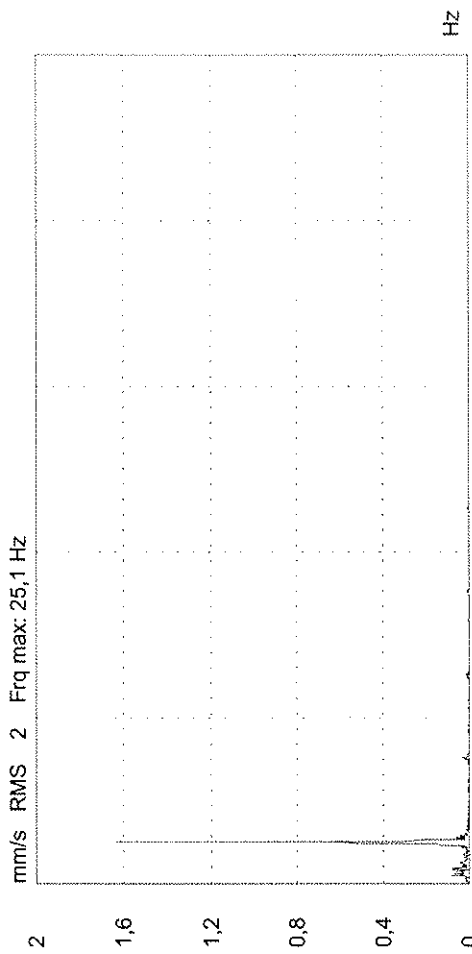
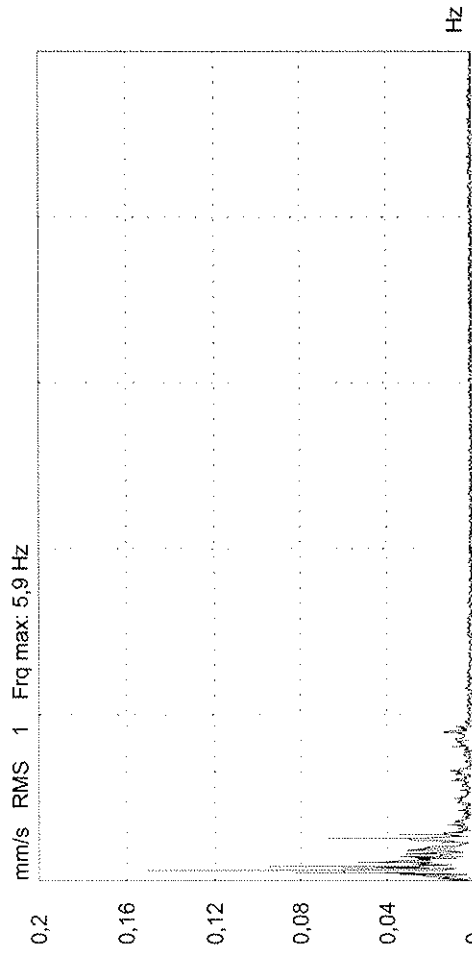
1/delta = 0,568 [Hz]



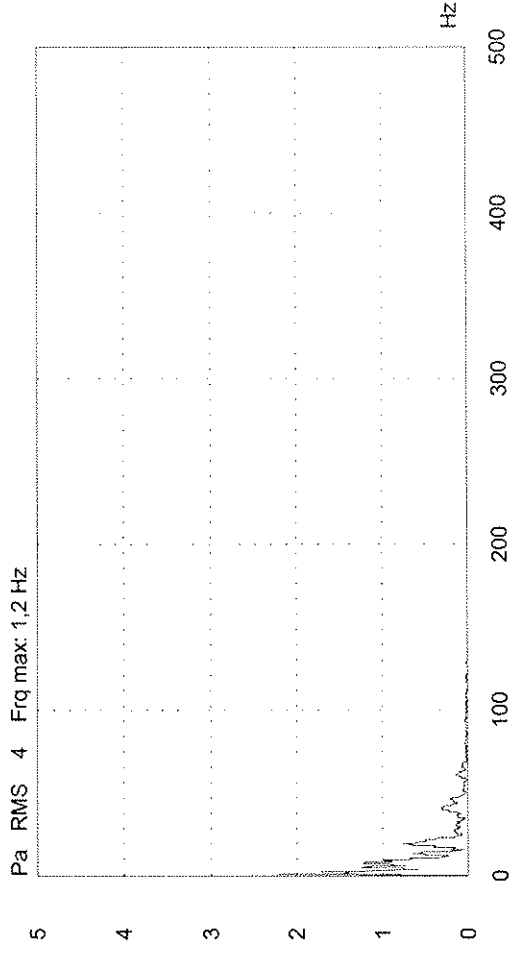
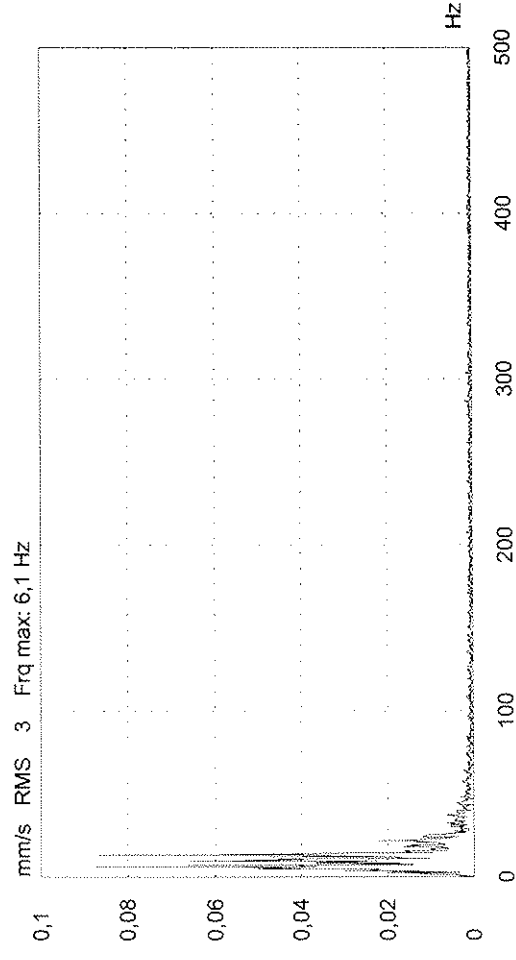
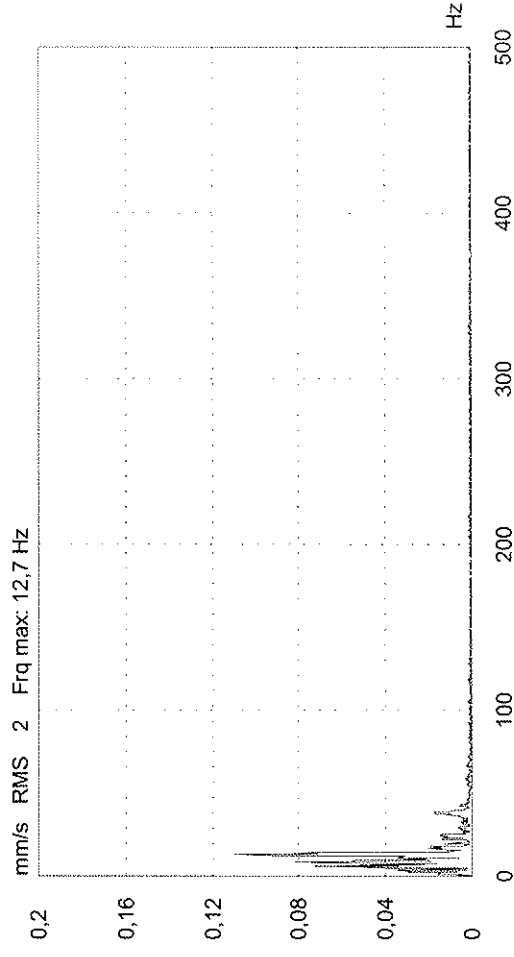
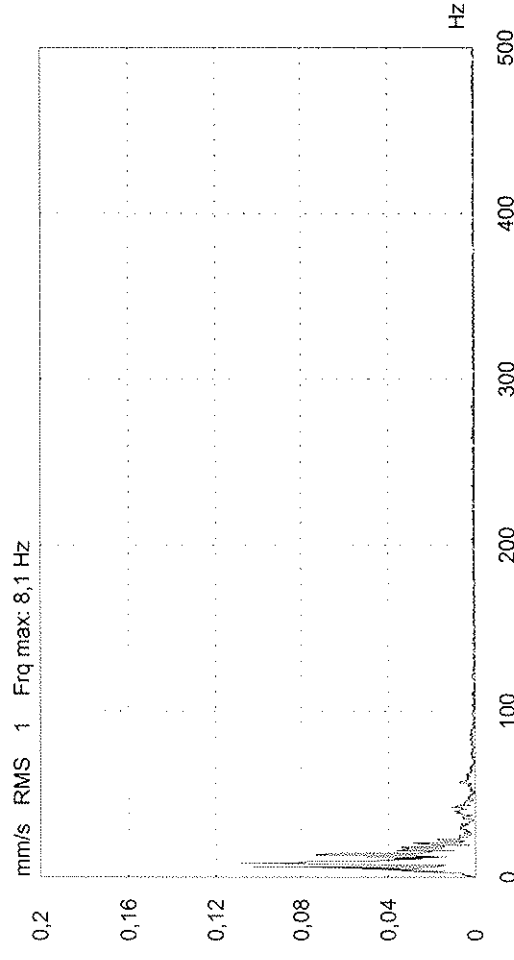
1/delta = 0,356 [Hz]



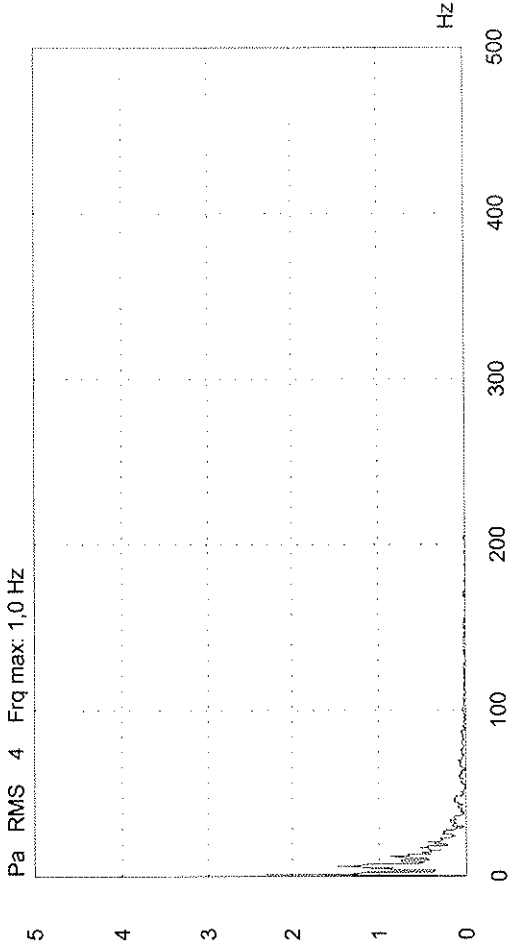
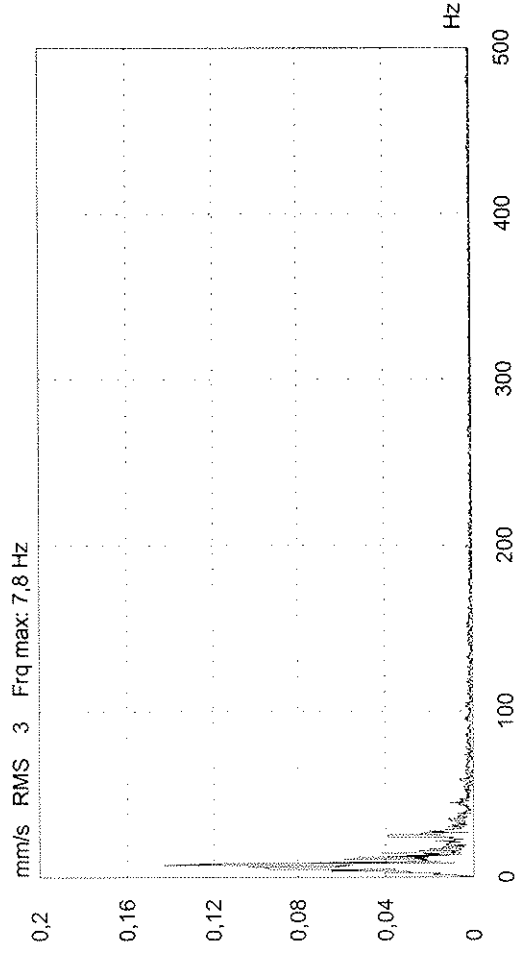
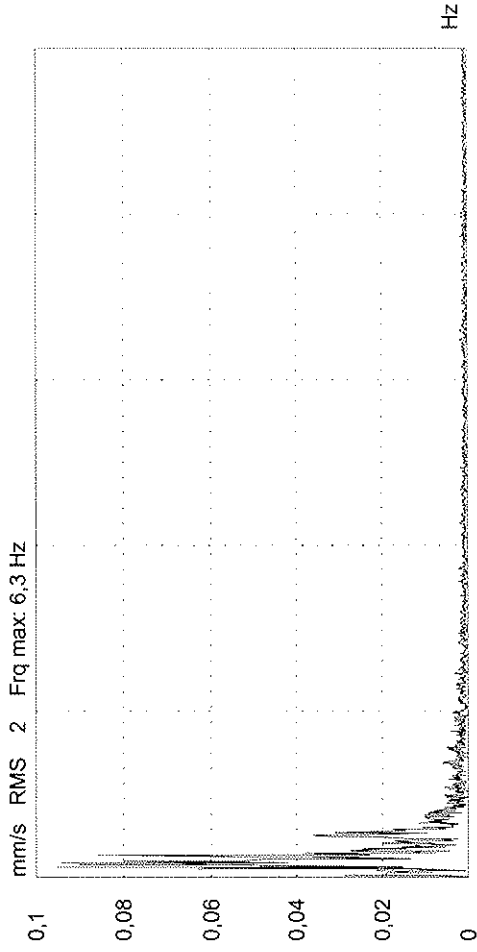
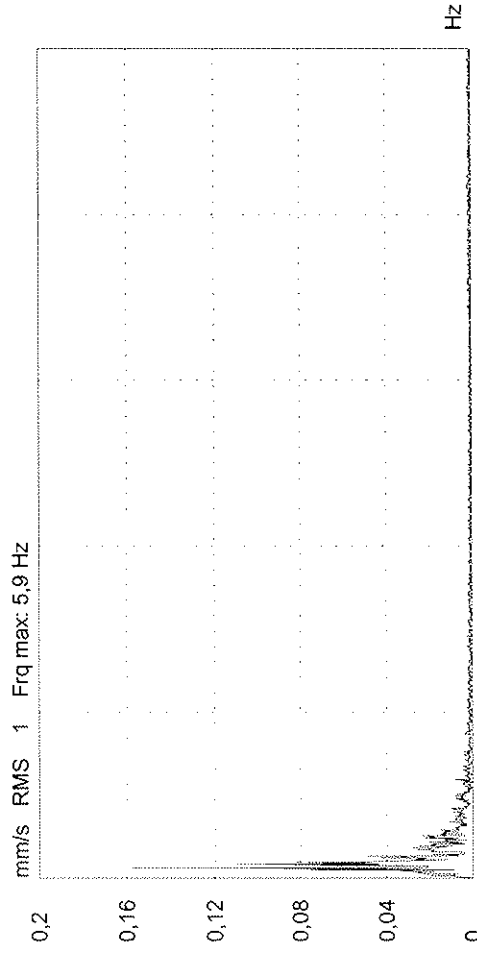
1/delta = 0,351 [Hz]



1/delta = 0,414 [Hz]



1/delta = 0,464 [Hz]



1/delta = 0,472 [Hz]

