

Aplicația SeisGram



Rețeaua Seismică Educațională din România

ROmanian EDUcational SEISmic-network

Aceste materiale au fost realizate în cadrul proiectului „Rețeaua Seismică Educațională din România“ (ROEDUSEIS-NET), nr. contract 220/02.07.2012, finanțat de UEFISCDI prin Programul Parteneriate. Instituția coordonatoare de proiect: INCDFP, Director de proiect: Dr. Ing. Ionescu Constantin. Instituții partenere: INCĐ „URBAN-INCERC”, UNIVERSITATEA „BABEȘ BOLYAI”, BSM SA.



Cuprins

Descărcare și instalare SeisGram	5
Încărcarea datelor în SeisGram	5
Utilizarea programului SeisGram.....	8
Meniul SeisGram	8
Graficul timpilor de parcurs pentru evenimente locale.....	9
Sosirile fazelor teoretice.....	10
Filtrarea unei seismograme	12
Spectrul unei seismograme.....	12
Spectrograma unei seismograme	14



Rețeaua Seismică Educațională din România

ROmanian EDUcational SEISmic-network

Aplicația SeisGram, dezvoltată de către Anthony Lomax (<http://alomax.free.fr>), este un program Java care permite vizualizarea și analiza interactivă a seismogramelor cutremurelor înregistrate la diferite stații seismice. Acest program este folosit în cercetările seismologice, dar a fost adaptat și pentru utilizarea lui de către elevi și profesori în școli și licee.

Descărcare și instalare SeisGram

Programul poate fi folosit ca aplicație independentă (SeisGram2K) care rulează local pe orice tip de calculator (Windows, Linux, Mac) sau ca un program denumit „applet” (SeisGram2Kapp) care rulează pe un server și poate fi accesat pe Internet.

Instrucțiuni privind descărcarea și configurarea programului pot fi găsite accesând următoarea pagină de Internet: http://alomax.free.fr/seisgram/ver70/SeisGram2K_install.html. Trebuie avut grijă ca, pentru a rula programul ca aplicație independentă sau „applet”, o versiune de Java (minim 1.7) să fie instalată pe calculator. Instrucțiuni pentru a verifica dacă softul Java este instalat și pentru descărcarea gratuită a acestuia pot fi găsite de asemenea accesând link-ul de mai sus.

Încărcarea datelor în SeisGram

Dacă se folosește aplicația independentă, datele pot fi încărcate selectând meniul **File**, apoi **Select File** și în final utilizând fereastra de dialog nou deschisă. Se selectează directorul cu datele dorite și se marchează fișierele ca în Figura 1. Se apasă **Open** iar în următoarea fereastră deschisă **Open channels** se verifică dacă în caseta **Fomat** este selectat **Auto** (prin selectarea **Auto** programul identifică în mod automat formatul datelor) și apoi se apasă butonul **Open**.

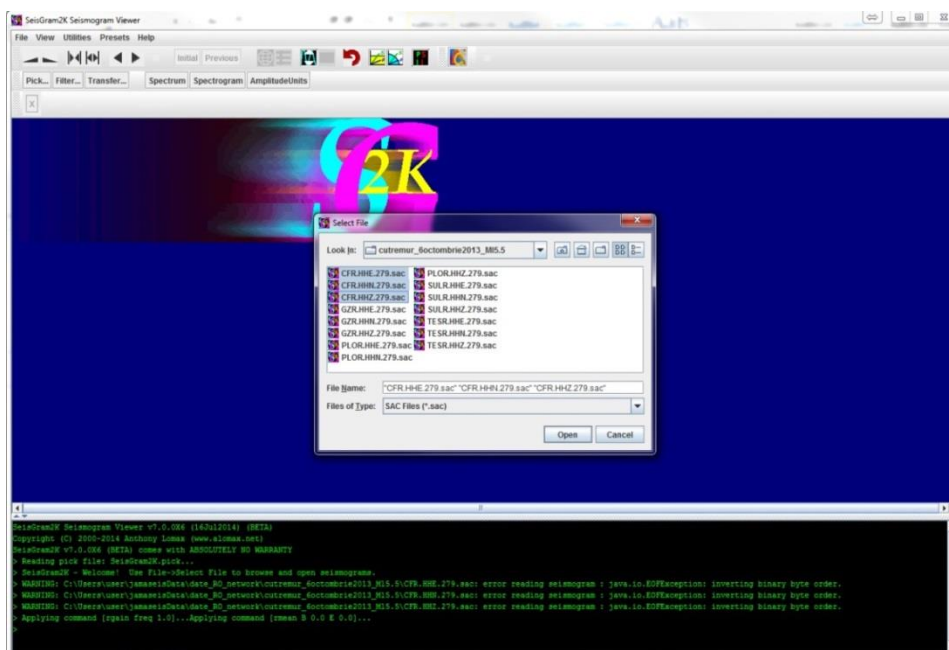


Figura 1. Încărcarea unei forme de undă în SeisGram

Datele vor apărea pe ecran colorate: în cazul în care se încarcă toate cele 3 componente ale mișcării terenului înregistrate în timpul unui cutremur (componenta verticală și cele două componente orizontale – NS și EV) culorile diferite vor indica componentele diferite ale seismometrului. De exemplu, în Figura 2, cu albastru deschis – componenta verticală, cu galben – componenta orizontală NS iar cu magenta – componenta orizontala EV. Axa X reprezintă axa timpului, iar axa Y reprezintă axa amplitudinii (poate fi exprimată in diferite unități: counts, unități ale mișcării terenului – cm, cm/s, cm/s*s, etc). În partea cea mai de jos a ecranului există o zonă în care se derulează un text scris cu verde și care reprezintă un jurnal al activității desfășurate.

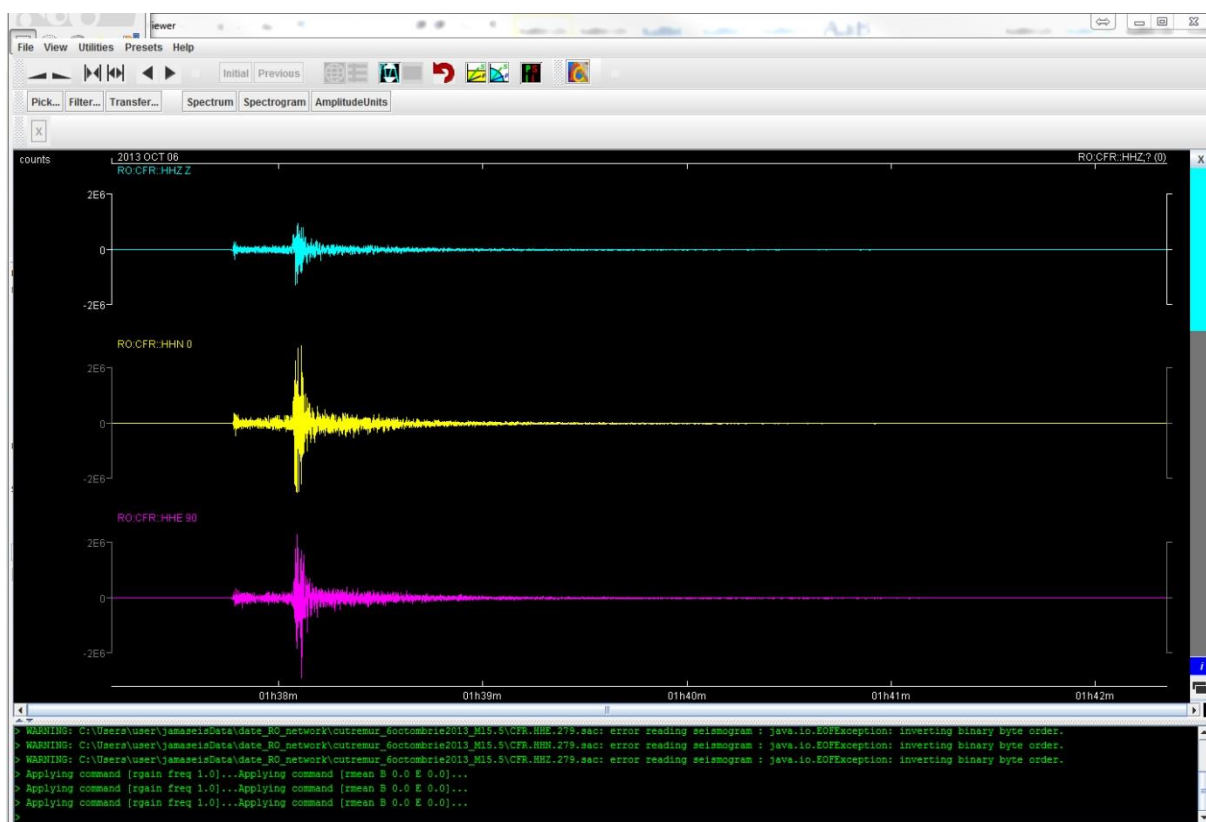


Figura 2. Seismograme reale înregistrate la stația seismică (Carcaliu – CFR) în timpul cutremurului vrâncean din 6 octombrie 2013 de magnitudine $M_L = 5,5$ și adâncime $H = 135$ km.

În cazul aplicației de tip „applet”, se accesează pagina de Internet unde se găsesc formele de undă și se face click pe stația și componenta dorită. Pentru exemplificare se accesează pagina http://www.seismoatschool.ethz.ch/index.php?option=com_sismodata&task=sasdata&Itemid=47&lang=en, se selectează cutremurul, stația și componenta/componentele, se apasă butonul **Show in SeismoGram2K** și formele de undă sunt deschise în „appletul” SeisGram instalat pe serverul <http://www.seismoatschool.ethz.ch/> (Figurile 3, 4).

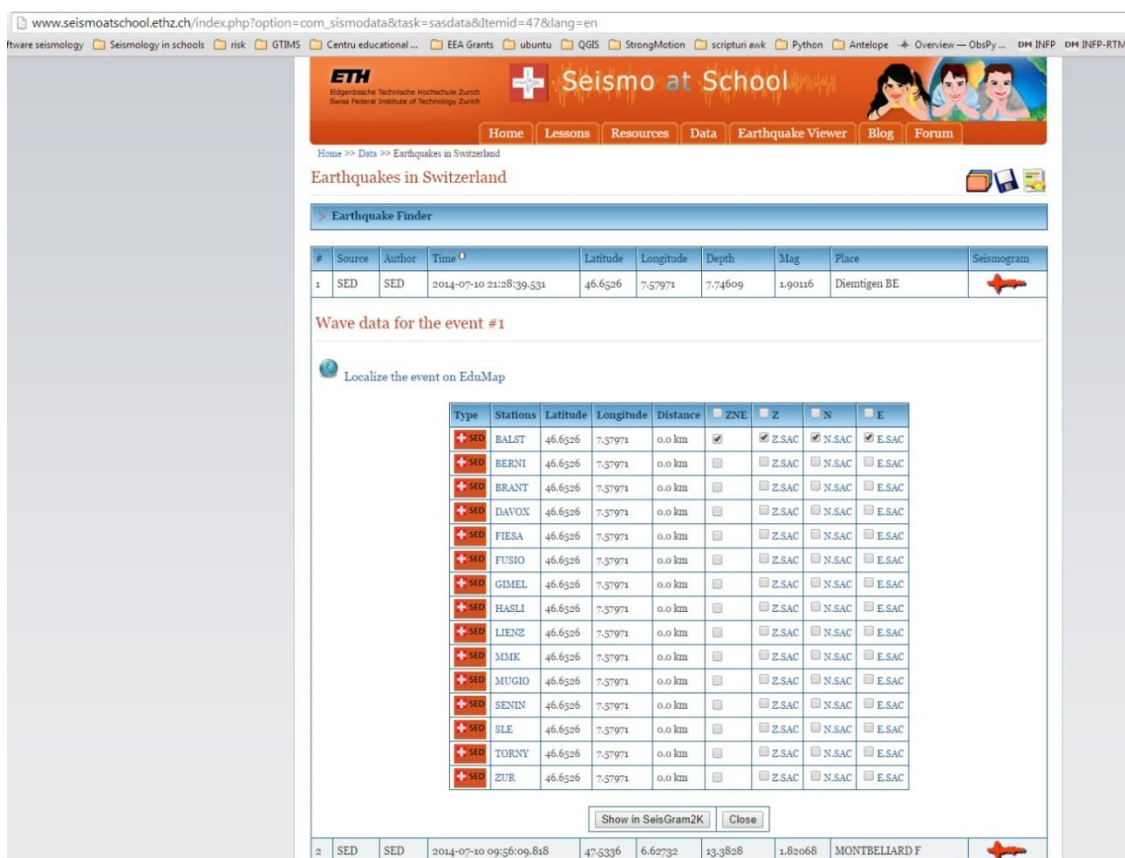


Figura 3. Pagină de Internet ce rulează „applet-ul” SeisGram

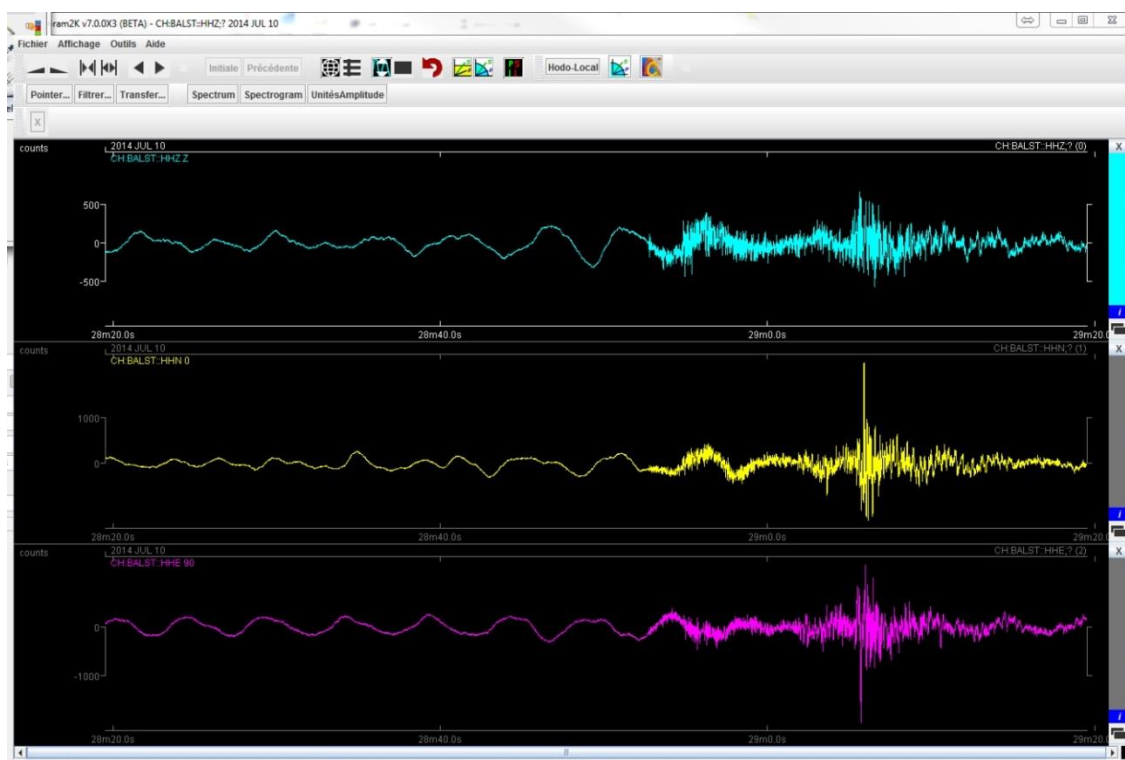


Figura 4. Formele de undă selectate (vezi Figura 3) deschise cu „applet-ul” SeisGram

Atenție!!! Formele de undă înregistrate la stațiile ROEDUSEIS precum și cele făcute disponibile în cadrul rețelei ROEDUSEIS vor putea fi accesate, vizualizate și prelucrate folosind „applet-ul” SeisGram ce va rula pe serverul ROEDUSEIS (www.roeduseis.ro)

Utilizarea programului SeisGram

Indiferent dacă se utilizează aplicația independentă sau „applet-ul” meniul și funcțiile programului sunt aceleași. În secțiunea următoare se vor prezenta principalele funcții/caracteristici ale programului SeisGram adaptat pentru utilizarea în școli și licee. Pentru exemplificare, se va folosi o seismogramă înregistrată la stația seismică românească Carcaliu (CFR) în timpul cutremurului vrâncean din 6 octombrie 2013 de magnitudine $M_L = 5,5$ și adâncime $H = 135$ km. Se va folosi doar componenta verticală HHZ. Forma de undă este încărcată urmând instrucțiunile prezentate în secțiunea *Încărcarea datelor în SeisGram* și arată ca în Figura 5.

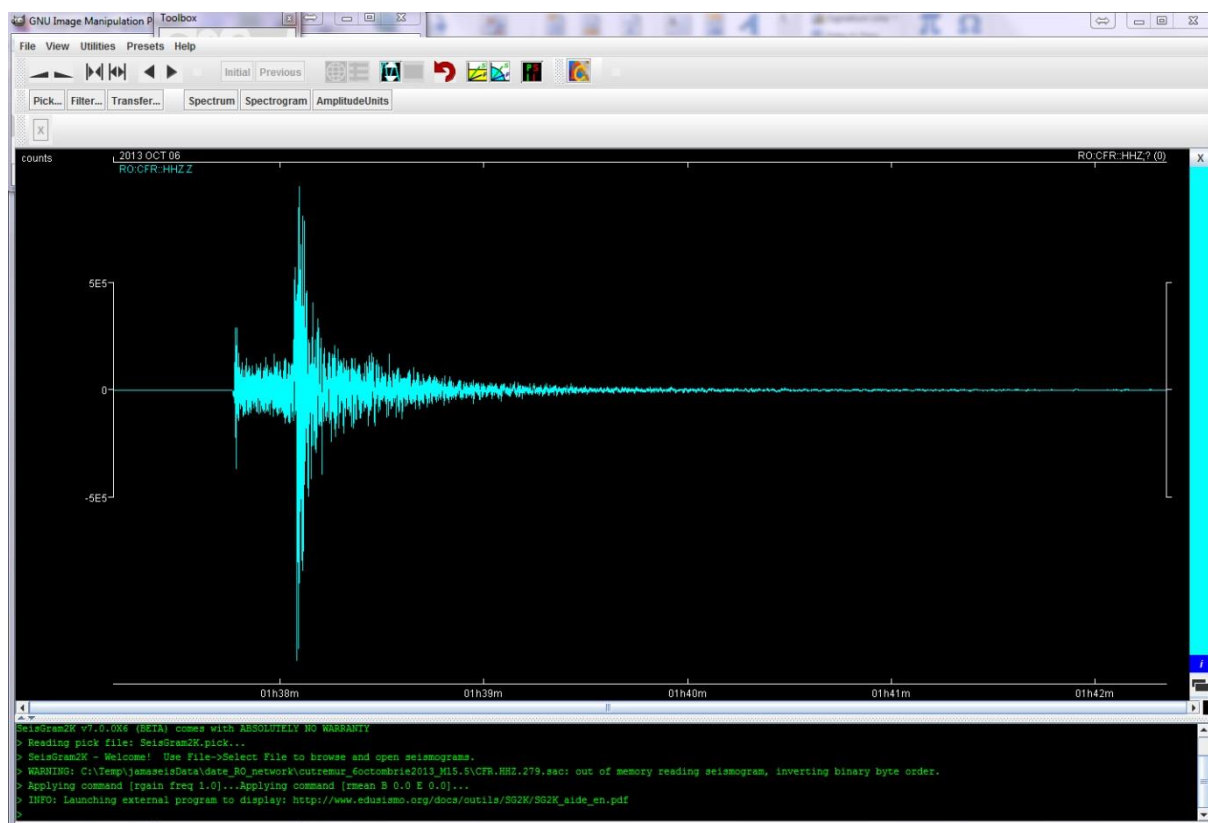

















Figura 5. Seismograma cutremurului din 6 octombrie 2013 ($M_L = 5,5$) înregistrată la stația CFR, componenta verticală (HHZ)



Meniul SeisGram

Butoanele de sub meniul principal (**File**, **View**, **Utilities**, **Presets**, **Help**) sunt și au următoarele funcții (de la stânga la dreapta):  - *Increase amplitude* – mărește amplitudinea

semnalului;  - *Decrease amplitude* – micșorează amplitudinea semnalului;  - *Decrease time window* – micșorează fereastra de timp;  - *Increase time window* – mărește fereastra de timp;  - *Scroll backwards in time* – derulează seismograma înapoi în timp;  - *Scroll forwards in time* – derulează seismograma înainte în timp; *Initial* – revenire la starea inițială; *Previous* – revenire la starea anterioară;  - *Align all traces to global time base* – alinierea într-o fereastră de timp a tuturor seismogramelor;  - *Lock current trace alignment* – blochează alinierea în timp a seismogramei active pe durata analizei;  - *Align Amp to window* – alinierea amplitudinilor;  - *Expand active trace group to full Window* – afișează grupul activ de trase în toată fereastra;  - *Reset active trace group to initial state* – resetează grupul activ de trase la starea inițială;  - *Display active seismogram in travel time graph for local events* – afișează seismograma activă în graficul timpilor de parcurs pentru evenimente locale;  - *Display active seismogram in travel time graph for distant events* – afișează seismograma activă în graficul timpilor de parcurs pentru evenimente îndepărtate;  - *Show theoretical phase arrivals* – afișează timpii de sosire teoretici;  - *Educarte* – deschide într-o pagină de Internet portalul Educarte.

Sub aceste butoane se găsesc butoanele care permit: marcarea sosirilor diferitelor faze (*Pick...*), filtrarea formelor de undă (*Filter...*), aplicarea funcției de transfer pentru diferite instrumente (*Transfer...*), calcularea și afișarea spectrului Fourier al seismogramei (*Spectrum*), calcularea și afișarea spectrogramei seismogramei (*Spectrogram*), afișarea seismogramei în unități ale mișcării terenului (de exemplu cm, cm/s, etc) prin aplicarea funcției de răspuns a instrumentului (*AmplitudeUnits*).

Graficul timpilor de parcurs pentru evenimente locale

Aplicația SeisGram permite determinarea distanței epicentrale pornind de la diferența de timp între sosirile undelor S și P înregistrate la o stație seismică. Acest lucru se poate face având o seismogramă selectată și apăsând butonul  pentru un cutremur local, respectiv  pentru un cutremur îndepărtat. Prin apăsarea acestui buton se deschide o nouă fereastră *Hodochrone* care conține curbele timpilor de parcurs pentru unde P (curba verde) și unde S (curba roșie). Seismograma selectată este deplasată sus-jos și dreapta-stânga până ce liniile verticale albastre ce intersectează curbele timpilor de parcurs coincid cu sosirile undei P, respectiv S. Pentru seismograma înregistrată la stația CFR distanța epicentrală determinată este de 125 km (Figura 6), diferența de timp dintre sosirea undei S și cea a undei P este de 17,8 s, iar diferența de timp dintre timpul la origine T_0 și timpul de sosire a undei P este de 25,3 s. Trebuie menționat faptul că utilizatorul are posibilitatea să vizualizeze modul în care se modifică curbele timpilor de parcurs în funcție de diferiți parametrii (viteza undelor P și S

în crustă și manta, adâncimea cutremurului, etc.), variind valorile parametrilor de la baza ferestrei *Hodochrone*.

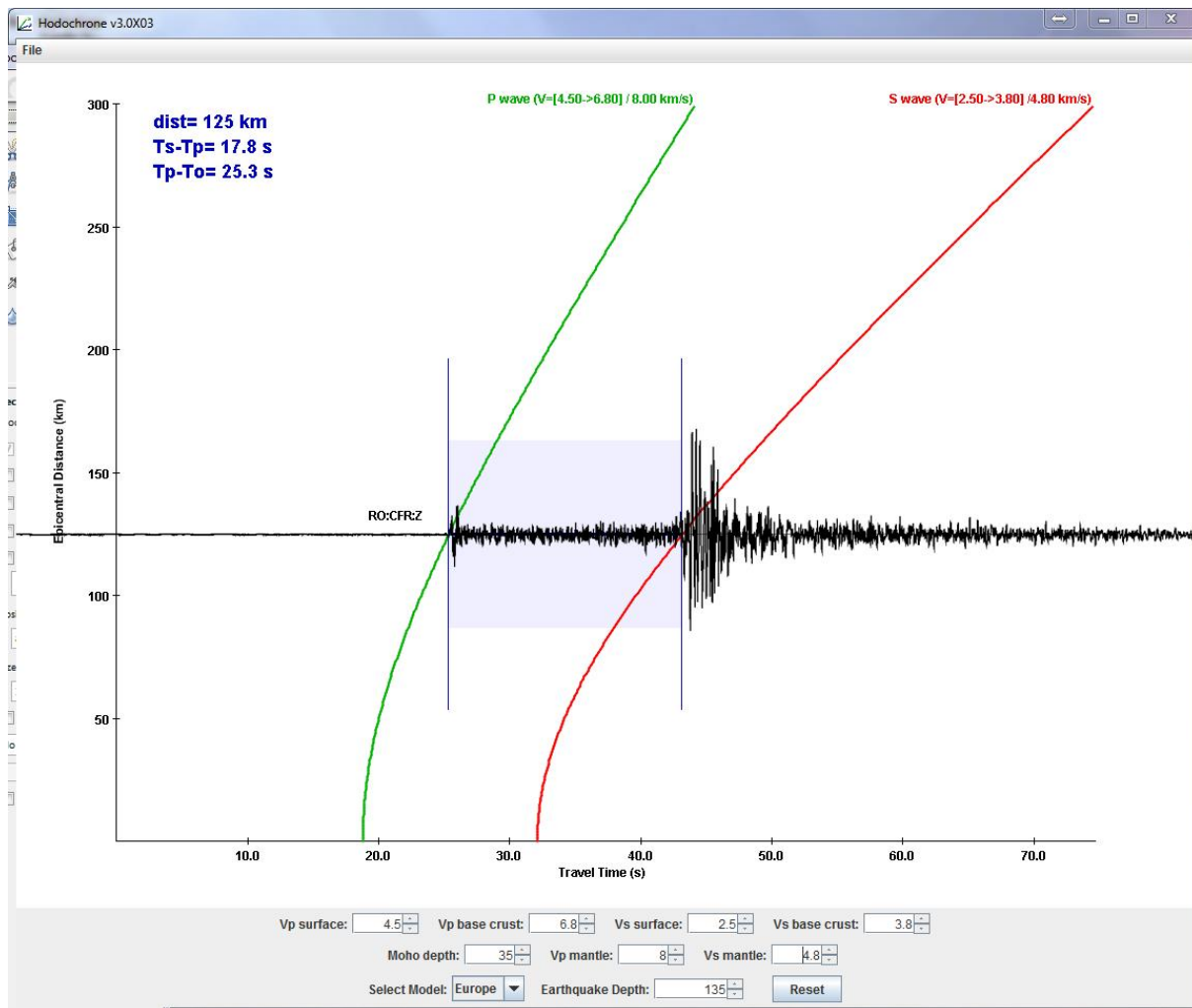



Figura 6. Determinarea distanței epicentrale folosind graficul timpilor de parcurs ai undelor P și S.

Sosirile fazelor teoretice

Apăsând butonul  utilizatorul are posibilitatea să determine sosirile diferitelor faze teoretice. Din fereastra nou deschisă **Phase Options** se selectează fazele pentru care se dorește calcularea timpilor teoretici, unitățile de măsură pentru distanță (km), timpul la origine (T_0) și apoi se apasă butonul **Apply**. Astfel, un nou meniu devine vizibil. Acesta permite modificarea unor parametri (timpul la origine T_0 format din h – ora, m – minutele, s – secunde; D – distanța dintre stație și epicentru – în km; adâncimea cutremurului – în km) care influențează sosirile fazelor teoretice. După modificarea acestor parametri, fazele teoretice sunt afișate sub forma unor linii verticale pe seismogramă. Figura 7 prezintă fazele teoretice ale undelor P și S determinate la stația CFR.

Filtrarea unei seismograme

Apăsând butonul **Filter...** utilizatorul are posibilitatea să filtreze seismograma. Procesul de filtrare are ca scop evidențierea anumitor frecvențe sau eliminarea unor frecvențe care pot contamina semnalul seismic în vederea îmbunătățirii raportului semnal zgomot. Domeniul de filtrare poate fi selectat de către utilizator completând câmpurile devenite disponibile în meniul **Filter**: **Low Freq** – se completează frecvența limită inferioară și **High Freq** – se completează frecvența limită superioară. Apăsând butonul **Apply** seismograma selectată va fi filtrată în domeniul dat de cele două frecvențe limită introduse. Altfel spus, seismograma filtrată va conține numai frecvențe cuprinse între cele două limite. În Figura 8 este prezentată comparația dintre seismograma nefiltrată înregistrată la stația CFR și seismograma filtrată în domeniul 0,5 - 1 Hz.

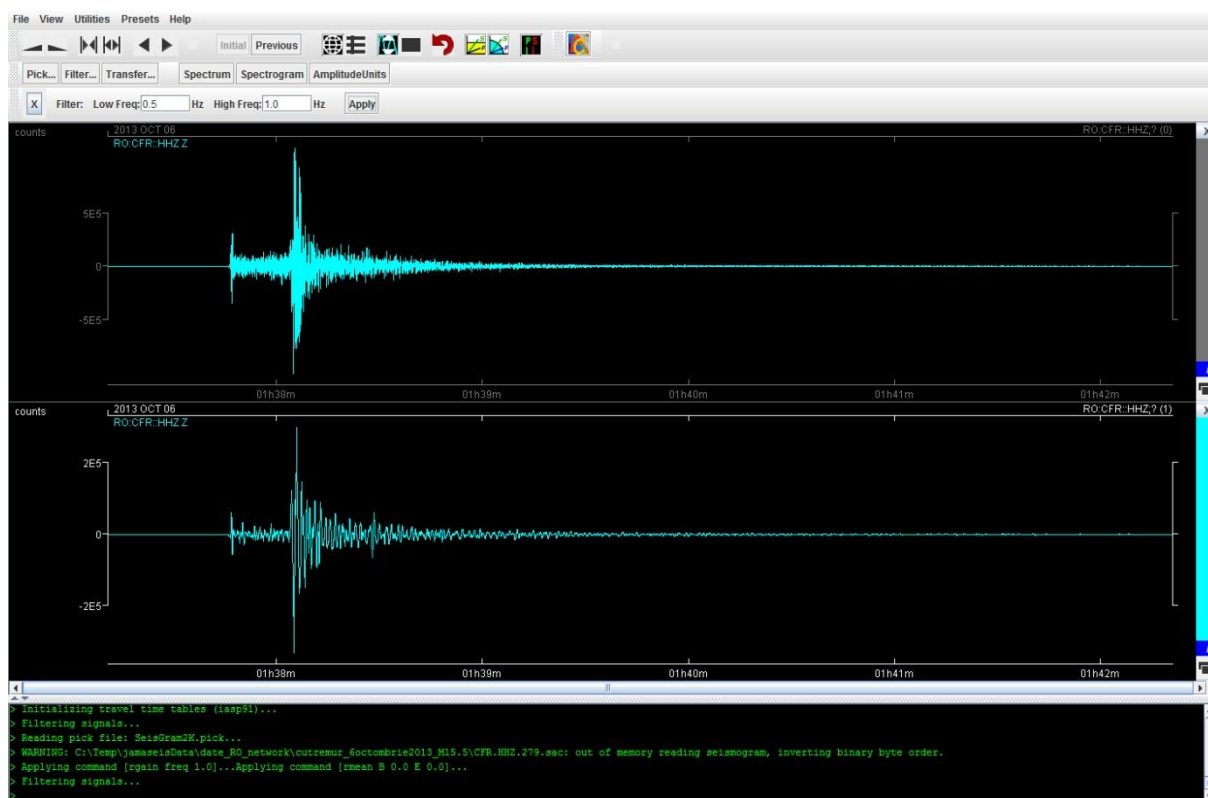


Figura 8. Comparație între seismograma înregistrată la stația CFR nefiltrată (sus) și filtrată în domeniul (0,5 - 1 Hz) (jos)

Spectrul unei seismograme

O seismogramă a unui cutremur poate fi transformată din domeniul timp în domeniul frecvență printr-o transformare matematică, numită transformata Fourier. Reprezentarea seismogramei în domeniul frecvență se numește spectru Fourier. Acest spectru indică conținutul de frecvențe pe care îl are seismograma. Pentru a obține spectrul unei seismograme în SeisGram se selectează seismograma și se apasă butonul **Spectrum**. Se va deschide o nouă fereastră **SpectrumDisplay** în care utilizatorul poate selecta modul în care poate fi afișat

graficul (scara logaritmică pe ambele axe, scară liniară pe ambele axe, etc.), domeniul de reprezentare pe cele două axe (X – orizontală și Y – verticală), tipul spectrului (amplitudine, fază, real, imaginar, densitate spectrală). În Figura 9 este comparat spectrul seismogramei înregistrată la stația CFR și spectrul seismogramei filtrată în domeniul 0,5 – 1 Hz de la aceeași stație (vezi subcapitolul *Filtrarea unei seismograme*).

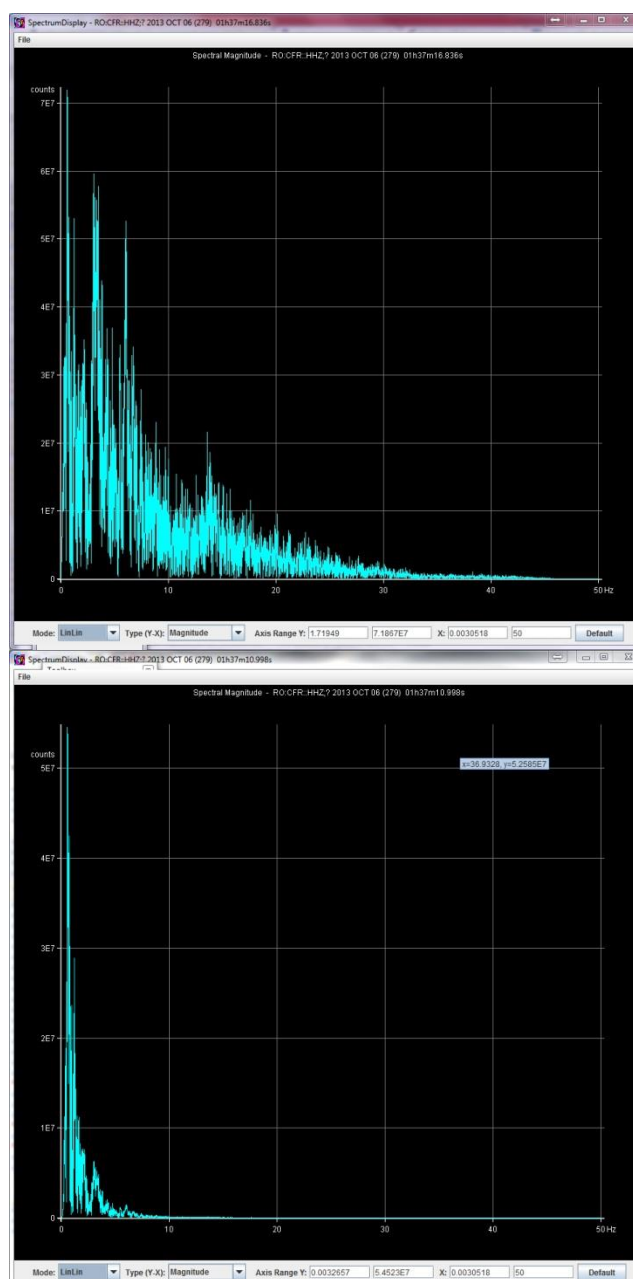


Figura 9. Spectrul seismogramei înregistrată la stația CFR nefiltrată (sus) și filtrată în domeniul 0,5 – 1 Hz (jos).

Spectrograma unei seismograme

Spectrograma este o reprezentare vizuală a spectrului de frecvențe al unui semnal variabil în timp. Spectrograma este reprezentată printr-un grafic care are pe axa orizontală timpul și pe axa verticală frecvența. Există și o a treia dimensiune, intensitatea culorii punctului de pe imagine, care indică amplitudinea (energia) unei frecvențe particulare la un anumit timp. Obținerea spectrogramei unei seismograme este utilă pentru identificarea momentelor de timp la care energia semnalului are valori mari. În Figura 10 sunt comparate spectrogramele seismogramei nefiltrată și filtrată în domeniul 0,5 – 1 Hz pentru stația CFR.

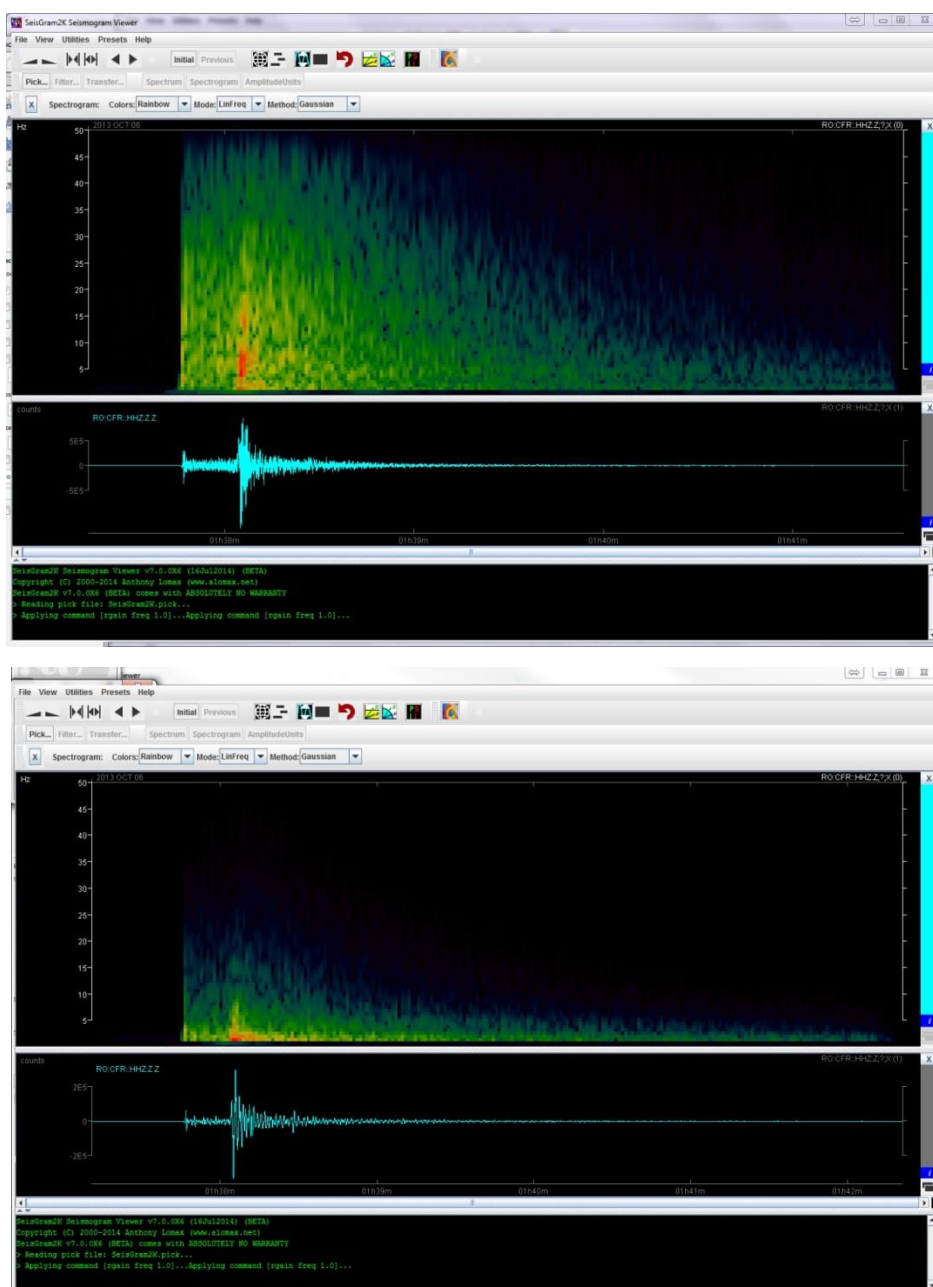


Figura 10. Spectrograma seismogramei înregistrată la stația CFR nefiltrată (sus) și filtrată în domeniul 0,5 – 1 Hz (jos).