

Magyar bányageofizika Kínában

BAKI GYÖRGY¹, BODOKY TAMÁS¹, CZIFRA FERENC¹, SUN XUESHI², WANG YOUYU²
ZHAO YUXU AN³, YUAN GUESEN²

A dolgozatban ismertetjük az ELGI bányageofizikai fejlesztéseit, a sújtólégbiztos bányaszeizmikus műszert és a bányabeli szeizmikus mérések adatfeldolgozásához professzionális személyi számítógépre (IBM – AT/PC) kifejlesztett interaktív szeizmikus adatfeldolgozó programrendszert. A bányabeli szeizmikus mérések ezen új eszközeinek alkalmazását kínai szénbányákban végzett mérések leírásán át mutatjuk be.

В работе описаны результаты, достигнутые институтом ЭЛГИ в шахтной геофизике, взрывобезопасный сейсмический прибор, а также интерактивная система программ обработки данных сейсмических исследований для профессиональной мини ЭВМ типа IBM – AT/PC, которая может быть применена для обработки данных подземных сейсмических измерений. Возможности применения этих новых методов подземных сейсмических измерений показаны на примере работ, выполненных в китайских угольных шахтах.

In this paper discussed are the methodological research on in-mine seismic measurements by ELGI, the firedamp-proof seismic instrument and the interactive program system compiled for professional personal computer (IBM – AT/PC) to process data of in-mine seismic measurements. The use of these new tools of in-mine seismic survey is illustrated in a description of measurements performed in coal-mines of the People's Republic of China.

Bevezetés

Az 1973. évi olajárrobbanás után világszerte újra megnőtt a szénbányászat jelentősége. A szén iránt jelentkező fokozódó kereslet hatására növekedett a bányákban a gépesítettség mértéke és ezzel együtt szükségessé vált a lefejtendő teleprészek geológiai kutatásának fejlesztése is. A bányabeli földtani kutatás részeként ekkor indultak tényleges fejlődésnek a bányabeli geofizikai kutató eljárások, ezeken belül is elsősorban a szeizmikus csatornahullámokra épülő telephullám-kutatás.

A bányabeli szeizmikus telephullám-kutatásokat elvileg *Krey (1963)* alapozta meg, majd gyakorlati bevezetésük a Ruhr vidék szénbányáihoz fűződik (*Brentrup, 1970*).

Magyarországon a kezdeti kísérletek (*Bodoky & al, 1976*) után a módszer fejlesztése komoly ütemben a nyolcvanas évek legelején indult meg négy jól elkülönülő területen, az elméleti kutatások, a műszerépítés, a mérési módszertan és a számítógépes feldolgozás terén.

A nyolcvanas évek második felére ez a munka olyan szintre emelte a hazai bányabeli szeizmikus telephullám-kutatásokat, hogy egyrészt a hazai bányákban mint rutinszerűen alkalmazott földtani kutatómódszer nyert polgárjogot, másrészt exportképes eladható terméké vált. Az ELGI sújtólégbiztos bányabeli használatra épült szeizmikus berendezését több példányban is exportálta a Szovjetunióba, majd Romániába. A hazai bányageofizika eddigi legjelentősebb sikerét azonban az jelentette, amikor a Kínai Népköztársaság Szénbányászati Miniszté-

¹ Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1146 Budapest, Columbus u. 17 – 23.

² Fengfeng Mining Bureau Handan, Hebei, Kínai Népköztársaság

³ Kailuan Mining Bureau Tangshan, Hebei, Kínai Népköztársaság

riuma megvette a teljes bányabeli telephullám szeizmika „know-how”-ját műszerrel és a számítógépes feldolgozás program csomagjaival együtt.

A Kínai Népköztársaság rendkívül gazdag kőszénvagyonnal rendelkezik, a kiváló minőségű fekete kőszén több száz bányauzemben fejtik. Ennek megfelelően a szénbányászat igen fontos szerepet játszik az ország energia ellátásában és jelenleg is igen intenzíven fejlődik. A bányabeli geofizikai kutatások bevezetését és fejlesztését Kínában is a szénbányászat gazdaságosságának egyik fontos feltételeként tekintik és az elmúlt években jelentős erőfeszítéseket tettek arra, hogy ezen a területen is felzárkózzanak a fejlett ipari országokhoz. Első lépésként megvették az NSZK weszfáliai bányászati kutatóintézetének SEAMEX műszerét, amely ma a bányabeli szeizmikus műszerek között az élvonalat képviseli. Ennek a műszernek kitűnő tulajdonságai mellett azonban komoly hátránya, hogy mérési anyagainak feldolgozásához komoly nagy számítógépközpontra van szükség. Ez sok kisebb bányánál nincsen meg és az anyagok szállíthatása a kontinensnyi országban nehézkes. Ezért keltette fel a Kínai Szénbányászati Minisztérium figyelmét az ELGI rendszere, amely egy viszonylag kis, kézben vagy háton is hordozható műszerre épül és adatfeldolgozását mindössze egy személyi számítógépre alapozza.

A következőkben az ELGI Kínába eladott bányaszeizmikus rendszeréről, annak eszközeiről és a velük végzett bemutató mérésekről szeretnénk beszámolni.

Az SSS – I sújtólégbiztos bányaszeizmikus műszer

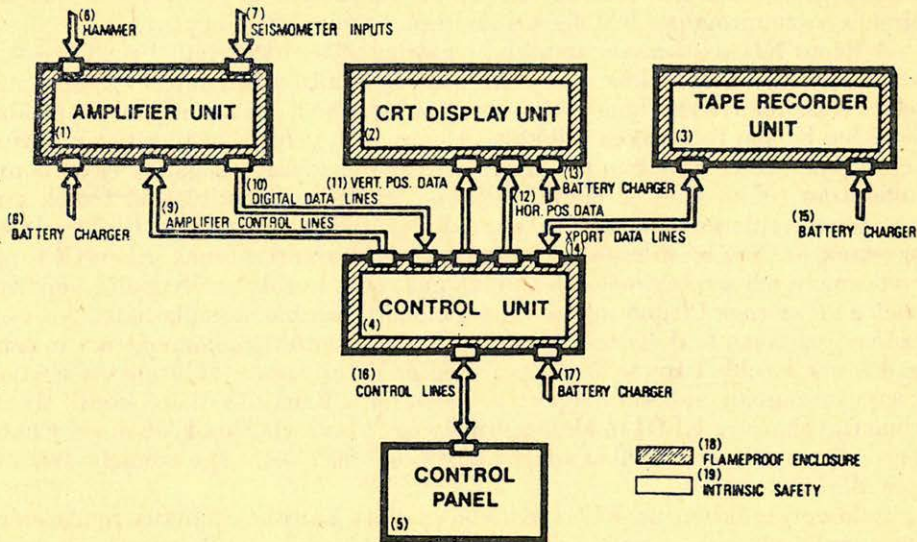
Az SSS – I sújtólégbiztos bányaszeizmikus műszerről először az ELGI 1983. évi jelentésében számoltunk be (*Czifra, 1984*).

Fejlesztésénél a következő célkitűzéseket követtük:

- tekintettel arra, hogy telephullámok spektruma egy nagyságrenddel is lehet nagyobb az átlagos szeizmikus frekvencia spektrumnál, a műszernek igen széles frekvencia átvitellet kell rendelkeznie,
- a nem robbantásos, kis energiájú rengéskeltők esetleges használata miatt, a műszernek tudnia kell vertikálisan összegezni,
- a műszer sújtólégbiztos kell legyen, hogy szénbányákban korlátozások nélküli biztonságos munkavégzést tegyen lehetővé,
- kis méretű és kézben is hordozható egységekből kell álljon a könnyű bányabeli szállíthatóság kedvéért,
- módot kell adni a felvételek azonnali vizuális ellenőrzésére,
- mágnesszalagos adatrögzítéssel biztosítani kell a felvételek későbbi számítógépes feldolgozásának lehetőségét.

A fejlesztés eredményeként létrejött műszer az *1. ábrán* bemutatott egységekből áll:

- erősítő egység (1), ami 12 azonos felépítésű, alul- és felülvágó szűrőkkel rendelkező erősítőt, 12 csatornás analóg multiplexert és A/D konvertert tartalmaz,
- megjelenítő egység (2), amely egy olyan 12 sugaras oszcilloszkópot tartalmaz, amely állókép formájában jeleníti meg a szeizmogramot,
- mágnesszalagos tároló egység (3), amely a szeizmogramot kazettás mágnesszalagon digitális formában rögzíti,



Geo 88/9-1

1. ábra. Az SSS – 1 bányabeli szeizmikus felvevőműszer általános blokkvázlata (1 – erősítő egység; 2 – képernyős megjelenítő; 3 – mágneskazettás tároló; 4 – vezérlőegység; 5 – vezérlőpult; 6 – indítójel; 7 – szeizmométer-csatlakozás; 8, 13, 15, 17 – akkutöltő csatlakozások; 9 – erősítő vezérlővonalak; 10 – digitális adatvonalak; 11 – a függőleges eltérítés adatvonalai; 12 – a vízszintes eltérítés adatvonalai; 14 – a mágneskazettás tárolóadat és vezérlővonalai; 16 – vezérlővonalak; 18 – nyomásálló tokozás; 19 – gyújtószikramentes csatlakozópontok)

Рис. 1. Общая схема шахтного сейсмического прибора типа SSS – 1. 1 – усилительный блок 2 – экран 3 – память на магнитных кассетах 4 – блок управления 5 – пульт управления 6 – пусковой сигнал 7 – контакты сейсмометра 8, 13, 15, 17 – контакты зарядчика аккумуляторов 9 – усилительные линии управления 10 – линии цифровых данных 11 – линии данных вертикальных отклонений 12 – линии данных горизонтальных отклонений 14 – линии данных и управления памяти на магнитных кассетах 16 – линии управления 18 – корпус, непроницаемый под давлением 19 – искробезопасные контакты

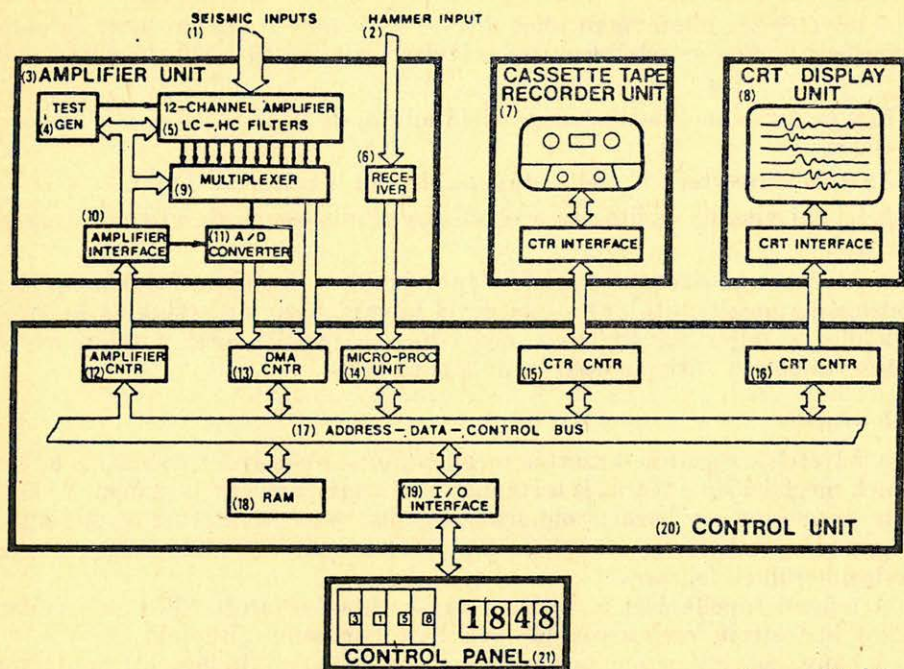
Fig. 1. Block diagram of the SSS – 1 firedamp-proof seismic digital system

- vezérlőegység (4), ami a mikroprocesszoros központi vezérlést, a memóriát (a vertikális összegzéshez), valamint a többi egység perifériavezérlőit tartalmazza,
- vezérlőpult (5), amely a műszer paramétereinek, illetve üzemmódjának beállításához szükséges kezelő és kijelző szerveket tartalmazza.

A műszer funkcionális blokkvázlatát a 2. ábra mutatja be. Ennek az ábrának a segítségével mutatjuk be a műszer három fő üzemmódját, az ellenőrzést, a felvételkészítést és az adatrögzítést.

1. Ellenőrzés

Ez az üzemmód belső vizsgálógenerátor (4) segítségével ellenőrzi a csatornák amplitúdó- és fázisazonosságát, valamint a terítéskábel és a szeizmométerek működését (nincs-e szakadás vagy zárlat).



Geo 88/9-2

2. ábra. Az SSS-1 funkcionális blokkvázlata (1 - szeizmométer bemenetek; 2 - indítójel-bemenet; 3 - erősítőegység; 4 - vizsgáló generátor; 5 - 12 csatornás erősítő, alul-felülvilágító szűrők; 6 - indítójel-fogadó; 7 - mágneskazettás tárolóegység; 8 - katódsugárcsöves megjelenítő-egység; 9 - analóg multiplexer; 10 - erősítő proféria vezérlője; 11 - analóg-digitális konverter; 12 - erősítő vezérlő; 13 - felvételi DMA-csatoló; 14 - központi vezérlő; 15 - kazettás egységvezérlő; 16 - megjelenítő egységvezérlő; 17 - cím-, vezérlő- és adatbusz; 18 - memória; 19 - I/O csatoló; 20 - vezérlőegység; 21 - vezérlőpult)

Рис. 2. Функциональная схема прибора SSS-1: 1 - вводы сейсмометра 2 - вывод пускового сигнала 3 - усилительный блок 4 - изучающий генератор 5 - 12 тиканальный усилитель с фильтрами верхних и нижних частот 6 - приемник пускового сигнала 7 - память на магнитных кассетах 8 - осциллограф 9 - аналоговый мультиплекс 10 - блок управления усилительной периферии 11 - аналогово-цифровой преобразователь 12 - усилительный блок управления 13 - приемный соединительный блок DMA 14 - центральный блок управления 15 - кассетный блок управления 16 - блок управления экрана 17 - шина данных, адресов и управления 18 - память 19 - соединительный блок ввод-вывод 20 - блок управления 21 - пульт управления

Fig. 2. Functional scheme of the SSS-1

2. Felvétélkészítés

Ebben az üzemmódban készül a felvétel. A felvétélkészítés a rengéskeltőhöz kapcsolt jeladó által küldött indítójel (2) hatására indul el.

A szeizmométerek jelei a 12 csatornás erősítőbe (5) kerülnek, ahol az erősítés csatornánként külön-külön 12 dB-es lépésekkel 24-től 108 dB-ig változtatható. A csatornákon egységesen a következő alulvágó szűrők állíthatók be: 62,5, 125, 250 és 500 Hz.

A felvételezés mintavételi ideje $1, 0.5, 0.25$ vagy 0.125 ms lehet és ennek megfelelően a műszer felső frekvenciaátviteli határa $250, 500, 1000$ vagy 2000 Hz.

Egy csatorna maximális hossza 2048 minta, de beállítható ennek fele vagy negyede is.

Az A/D konverter (11) felbontása az előjelet is beleértve 10 bit.

A jel-zaj viszony javítására szolgáló vertikális összegzés 64 -szeres összegig végezhető.

A felvétel a műszer memóriájába (18) kerül, a memóriatartalmat pedig a katódsugaras megjelenítő (8) segítségével folyamatosan láthatjuk. A képernyő egyidejűleg a teljes felvételhossz negyedrészt jeleníti meg, a teljes felvétel vizuális vizsgálata „átlapozással” valósítható meg.

3. Adatrögzítés

A felvételek rögzítése kazettás magnetofon segítségével történik. A felvételezésnek megfelelően a felírás is történhet feles vagy negyedes hosszban, a választott hossz szerint egy kazetta oldalra $6, 11$, illetve 21 felvétel fér el. A mágneszalagra az adatok csatornafolytonosan, előírt formátumú blokkokban, fileszervezésben kerülnek felírásra.

A műszer tápellátását a tokozott egységekbe beépített NiCd akkumulátor blokkok biztosítják, ezek kiszerelem nélkül a tokon belül tölthetők.

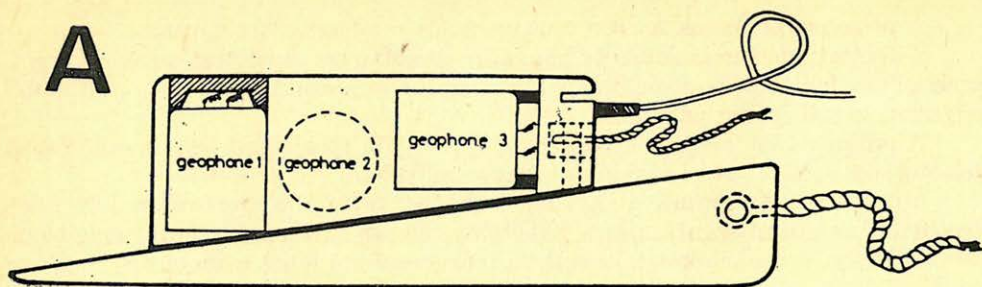
A bányaszeizmikus műszert bányabeli használatra kifejlesztett háromkomponenses geofonok, két, illetve háromkomponenses kábelrendszer és egy egy-, kettő-, illetve háromkomponenses üzemben egyaránt használható „stacking” kapcsoló egészíti ki.

A geofonok kialakításánál arra kellett figyelemmel legyünk, hogy a bányabeli szeizmikus kutatásoknál a geofonokat, illetve a több (kettő vagy három) komponenses geofonozondákat általában a vágatfalba fúrt nagyjából horizontális lyukakba kell beszorítani, mégpedig úgy, hogy megbízható csatolása legyen még a magas frekvenciánál is és ne lépjen fel sehol a bizonytalan fekvésből eredő rezonancia. Ezért szondaházainkat hasáb alakúra képeztük ki és beszorító ékkel láttuk el (3. ábra). A szondaházak anyaga alumínium, amelyet a szikravédelem követelményeinek kielégítésére speciális felületkezeléssel látnak el.

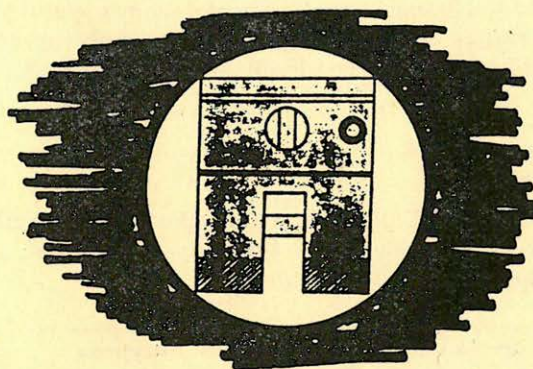
A bányabeli szeizmikus telephullám-mérések feldolgozása

A 80-as évek közepére a bányabeli szeizmikus telephullám-mérések túljutottak a kísérleti stádiumon és egyes bányavidékeken rutinszerűvé, a bányaművelés mindennapos részévé váltak. Ez az új helyzet új követelményeket teremtett elsősorban a bányageofizikai mérések eredményszolgáltatásának gyorsaságával kapcsolatban. Az új igényekhez mérten az elsősorban előkutatási és kóolajkutatási feladatoknak megfelelően megszervezett nagy számítógépes szeizmikus adatfeldolgozás átfutási ideje túl hosszúnak bizonyult. Ezért a bányabeli szeizmikus mérések feldolgozásának felgyorsítására és rugalmasabbá tételére egy nagy teljesítményű személyi számítógépre (IBM – AT/PC) alapozva új szeizmikus adatfeldolgozó rendszert fejlesztettünk ki.

A megvalósított feldolgozás elvi alapjait és gyakorlati alkalmazását itt nem kívánjuk tárgyalni, ez megtalálható a Magyar Geofizika korábbi számaiban (Bodoky & al, 1986; Bodoky & al, 1986 b).



B



Geo 88/9-3

3. ábra. A bányabeli használatra kifejlesztett geofonsonda oldalnézeti vázlata (A) és helyzete a vágatfalba fúrt lyukban (B)

Рис. 3. Геофон, разработанный для использования в шахтах (вид сбоку А) и положение его в шпуре, пробуренном в стенке горной выработки В)

Fig. 3. Scheme of the three component seismometer (A side view; B position in a hole)

Az új feldolgozó rendszerben a mérési eljárástól függően három különböző programcsomag vehető igénybe a feldolgozáshoz, a telephullám átvilágításos, a telephullám reflexiós és a háromkomponenses reflexiós feldolgozó rendszer.

Mindhárom programcsomag azonos hardware konfigurációt követel meg:

- IBM – AT/PC számítógép
- 20 Mb Winchester lemez háttértár
- 1.2 Mb Floppy lemez
- 512 Kb memória

- IBM színes grafikus adapter és display
- Matematikai segédprocesszor (INTEL 80287)
- Kazettás mágnesszalagos egység soros (RS – 232) interface-el
- Mátrixnyomtató

A programcsomagok a DOS 3.0 operációs rendszer alatt futnak.

A fentiek szerint kialakított hardware és software együttest, azaz a bányászati szeizmikus feldolgozó munkahelyet a nagyfokú interaktivitás és a rendkívül egyszerű kezelhetőség jellemzi.

A programcsomagok behívásakor a képernyőn megjelenik egy menü, amely felsorolja a választható funkciókat, illetve műveleteket (4. ábra).

Mindhárom programcsomag azonos módon végzi el a szeizmikus felvételek bevitelét, az adatmozgatást és a felvételek, illetve szelvényrészletek megjelenítését. Ezeket a funkciókat a következő parancsokkal lehet a menüből kiválasztani:

INSTALLATION – a feldolgozás alapvető paramétereinek (pl. mintavételi idő, csatornahossz, felvételek csatornaszáma stb.) definiálása,

LOAD – szeizmikus felvétel beolvasása a kazettás mágnesszalagos egységről, Winchester lemezről vagy Floppy lemezről,

VIEW – szeizmikus felvételek vagy szelvényrészletek megjelenítése képernyőn, ahol változtatható az erősítés, a felvételek „scroll-”ozhatók, valamint kurzorral az egyes csatornákon időpontok, illetve időablakok jelölhetőek ki,

SAVE – a feldolgozott felvételek felírása Floppy vagy Winchester lemezre,

PRINT – a szeizmikus felvételek vagy szelvények megjelenítése mátrix nyomtatón hullámalak kiírással,

SYSTEM – a rendszer a **SYSTEM** állapotban a kiválasztott geofizikai művelet végrehajtja az összes olyan felvételen vagy szelvényen részleten, amelyiket ennek a parancsnak a paraméterlistájában megadtunk.

IN-SEAM Seismic Reflection Program Version 1.00 (C) Copyright ELGI 1986		
Installation	Edit	Spectrum
Load	<input type="text" value="Norm"/>	Correction
View	Filter	Velocity scan
Print	Envelop	Group velocity
Save	Rotation	Phase velocity
Return to DOS	Stack	System
Norm		Work files
Window lenght	: 300	Last loaded file:
Shift lenght	: 150	Dorog03
Gain	: 200	Last saved file:
Average amplitude		Dorog02
Average energy		
Maximum amplitude		

4. ábra. A szeizmikus telephullám reflexiós feldolgozó programcsomag menü képe

Рис. 4. Графическое изображение программы обработки данных отражения сейсмических волн

Fig. 4. Menu of the in-seam seismic reflection processing system on the screen

A menü bal alsó sarkában jelenik meg az egyes utasításokhoz tartozó paraméterlista, jobb alsó sarkában pedig az éppen beolvasott, illetve kiírt felvétel neve.

Az általános adatbeviteli parancsok mellett vannak speciális ilyen jellegű utasítások is, például az átvilágításos csomagban a mérési geometria adatainak bevitelére vagy a reflexiós csomagban a statikus korrekciók bevitelére stb. Ugyanígy van a megjelenítésnél is, ahol például az átvilágításos mérések eredmény térképei megjeleníthetők a nyomtatón térkép vagy számjegyes mátrix formájában is.

Az utasítások másik nagy csoportja szeizmikus feldolgozó alapműveleteket hajt végre:

- szeizmogramok szerkesztését, hibás csatornák törlését vagy polaritásának fordítását,
- csatornák normálását, illetve skálázását (átlagenergiára, átlagamplitúdóra vagy amplitúdó maximumra),
- csatornák alulvágó-, felülvágó- vagy sávszűrését,
- csatornák burkoló képzését (Hilbert transzformációval),
- csatornák orientációjának forgatását (több komponenses méréseknél),
- csatornák normál korrekcióját,
- szeizmogramok közös referenciapontos összegzését, vagy az átvilágításnál,
- csatornák relatív átvilágíthatósági értékeinek meghatározását,
- relatív átvilágíthatósági térképek számítását.

Végül az utasítások harmadik csoportja a különböző szeizmikus paraméterek vizsgálatát, pl. spektrum, diszperzió vagy polarizáció analízisét szolgálja.

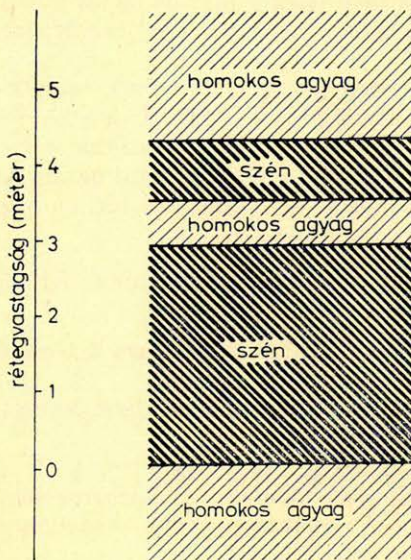
A programcsomagok strukturális felépítésűek és tetszőlegesen tovább bővíthetők, az egyes modulok könnyen módosíthatók vagy cserélhetők.

Szeizmikus telephullám-mérések a Feng-Feng-i szénbányákban

A Kínai Szénbányászati Minisztérium és a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet között létrejött kereskedelmi szerződés értelmében 1987 első felében az ELGI Kínába szállított egy tartozékokkal felszerelt SSS-1 bányaszeizmikus berendezést és átadta a bányabeli szeizmikus mérések feldolgozására szolgáló programcsomagjait, majd ugyanez év szeptemberében és októberében résztvett az eszközök üzembe állítását célzó bányabeli szeizmikus telephullám-mérésekben a Hebei tartománybeli Feng-Feng Szénbányák Sun-Zhuang bányáüzemében.

A mérések bányászati ismert területeken folytak, földtani-geofizikai céljuk elsősorban a magyar bányákban kialakított mérési metodika (Bodoky & al, 1986; Bodoky & al 1986 b) Feng-Feng-i alkalmazhatóságának vizsgálata volt. Ennek megfelelően egy átvilágító és egy reflexiós mérést végeztünk.

A kutatási területen több telep található egymás alatt, a vizsgált telep kb. 250 m-es felszín alatti mélységben helyezkedett el, földtani felépítése 5. ábránkon látható. Számítottuk ennek a közelítőleg 3 m vastag két pados telepnek a diszperziós összefüggését egy öt réteges modell alkalmazásával (Rüder & al, 1986). A kapott görbéket 6. ábránk, a hozzájuk tartozó amplitúdó eloszlásokat 7. ábránk mutatja be.

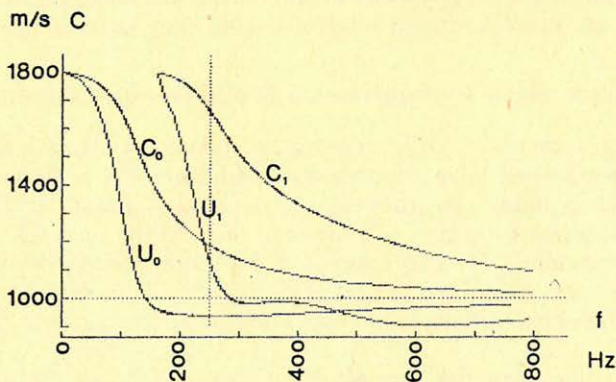


Geo 88/3-5

5. ábra. A széntelep felépítése a Sun-Zhuang-i kísérleti területen (Feng-Feng, Hebei, Kína)

Рис. 5. Строение угольного пласта на опытной территории Сун-Зуанг (Фенг-Фенг, Хеbei, Китай)

Fig. 5. Geological scheme of the investigated seam in the Sun-Zhuang Colliery

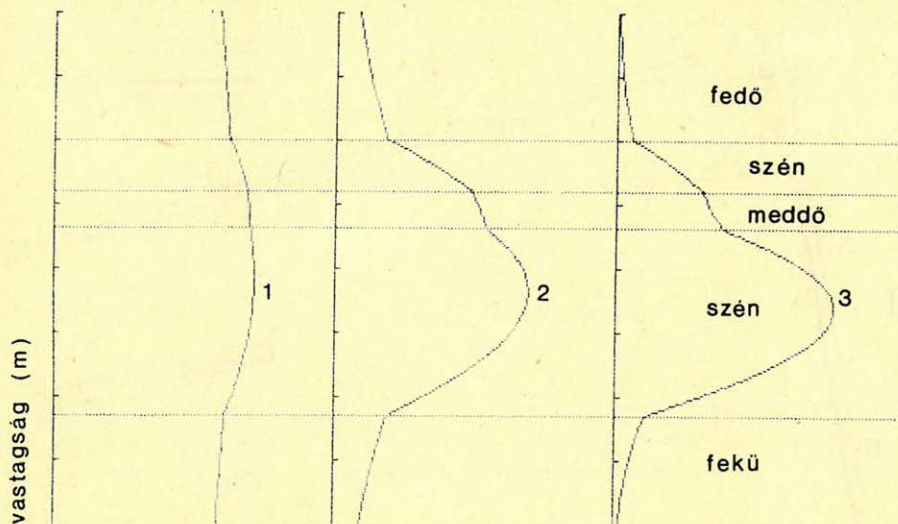


Geo 88/9-6

6. ábra. A kísérleti terület széntelepének öt réteges modellel számított diszperziós görbéi, (paraméterek: fedőre és fekére $V = 1800$ m/s, $\rho = 2,3$ g/cm; szénre $V = 1000$ m/s, $\rho = 1,3$ g/cm; meddő padra $V = 1400$ m/s, $\rho = 2,1$ g/cm)

Рис. 6. Дисперсионные кривые угольного пласта опытной территории, вычисленные с помощью пятислойной модели. Параметры: для кровли и подошвы — $V = 1800$ м/сек., $\rho = 1,3$ г/см; для угля — $V = 1000$ м/сек., $\rho = 1,3$ г/см; для прослойки пустых пород — $V = 1400$ м/сек., $\rho = 2,1$ г/см

Fig. 6. Dispersion curves of the investigated seam



Geo 88/9-7

7. ábra. A telephullám amplitúdó eloszlásai a telepben különböző frekvenciáknál (1 - $f = 50$ Hz; 2 - $f = 150$ Hz; 3 - $f = 250$ Hz)

Рис. 7. Распределение амплитуды волн в пласте при различных частотах
1 - $f = 50$ Гц; 2 - $f = 150$ Гц; 3 - $f = 250$ Гц)

Fig. 7. Amplitude distribution of the SH seam waves at 50 Hz (1), 150 Hz (2) and 250 Hz (3) in the investigated seam

Átvilágító mérések

A kutatási terület helyszínrajza a 8. ábrán látható. A kutatott mezőt három vágat határolta, ezekből kellett a mérést elvégezni. Így a hullámforrásként szolgáló 23 robbantó pontot az I. és a III., míg a négy (A, B, C és D jelű) terítést a II. és a III. vágatba telepítettük.

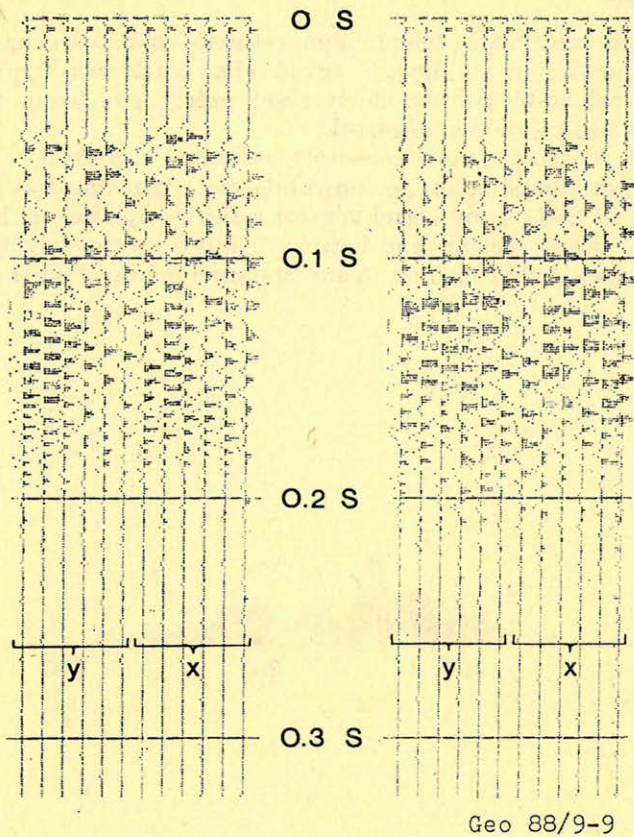
Terítéseink az SSS-1 műszer 12 csatornájának megfelelően 6 darab két horizontális komponenset tartalmazó szondából épültek fel, a terítéseken belül a szondák távolsága 10 m volt. A szondákat a 7. ábra amplitúdó eloszlásainak maximum helyére, vagyis az alsó pad közép síkjában a vágat falra merőlegesen fúrt lyukba helyeztük. (A szondák valójában természetesen három komponensesek, de a telephullám szeizmikában csak két horizontális komponensüket regisztráljuk.)

A robbantásokat a geofonszondákhoz hasonlóan szintén az alsó pad közép-síkjába fúrt lyukakban végeztük.

A telephullámalap módosulatának diszperziós görbéje alapján (6. ábra) mintavételi időnek a 0-250 Hz-es átvitt biztosító 1 ms-ot választottuk.

A mérés során 18 feldolgozásra alkalmas felvételt regisztráltunk. Két tipikus felvételt mutat be 9. ábránk.

A felvételek feldolgozásánál szerkesztést, majd spektrumanalízist végeztünk (10. ábra). A mért spektrumok és a számított diszperziós görbék figyelembe-



Geo 88/9-9

9. ábra. Tipikus átvilágító felvételek

Рис. 9. Типичные сейсмограммы просвечивания

Fig. 9. Typical transmission records in Sun-Zhuang Colliery

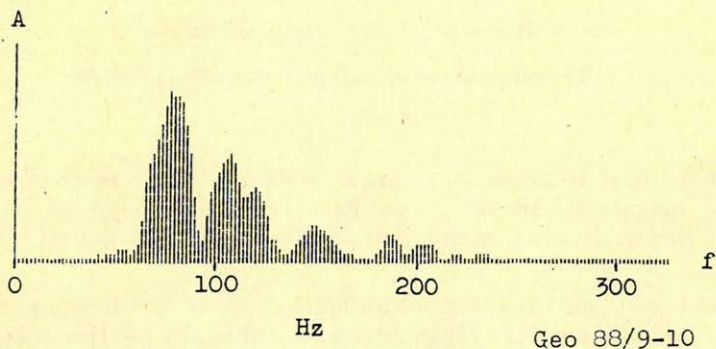
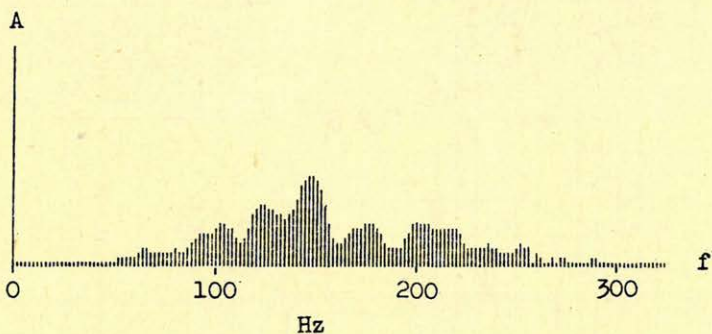
- a terület bal felső részének (I. vágat 1. robbantó pontja és az A terítés közé eső rész) magasabb frekvenciákon jelentkező zavartsága az itt kihajtott vágatok, illetve kamrák számlájára írható, tektonikai zavart valószínűleg nem jelez,
- jelentősebb vetőnek vagy más tektonikai zavarnak kell fellépnie az I. vágat 10. és 1., valamint a III. vágat 10. és 11. robbantó pontjai között elterülő térrészen, erre utal az itt jelentkező tömör árnyékszóna.

A telepzavar helye az árnyékszónán belül nem volt pontosabban lokalizálható – ehhez a mérést az eredmények ismeretében további felvételekkel kellett volna kiegészíteni – az eredményeket az utólagos egyeztetésnél mégis helyesnek fogadták el, mert az árnyékszónában egy kb. 5 m-es elvetési magasságú vető húzódtott.

Reflexiós mérések

A bányabeli szeizmikus telephullám reflexiós mérésekre az átvilágításos mérések helyszínétől nem túl messze, ugyanabban a telepben került sor. A geofonsondák és robbantó pontok elhelyezését ezért ugyanazon megfontolások alapján teljesen azonos módon végeztük.

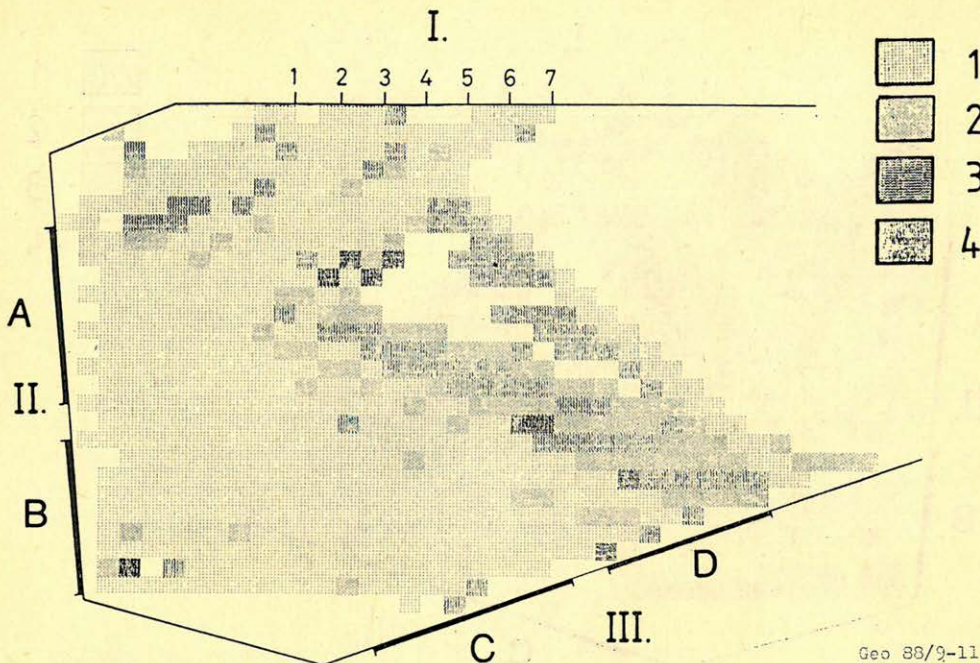
Az SSS-1 műszerhez rendszeresített reflexiós „stacking” kábelrendszer egyidejűleg 18 két komponenses geofonsonda csatlakoztatását és kezelését teszi lehetővé. Ezért az SSS-1 műszerrel végzett reflexiós méréseknél kialakítottunk egy „standard” terítési sémát, ami kétirányú külső lövéses felvételezés mellett egyetlen hatszoros fedést biztosít. A sun-zhuang-i mérésnél is ezt a sémát alkal-



10. ábra. Átvilágító felvételek frekvencia spektrumai (felül jó, alul rossz átvilágíthatóság esetén)

Рис. 10. Частотные спектры просвечивания (в случае хорошей просвечиваемости в верхней части и плохой просвечиваемости в нижней части)

Fig. 10. Typical spectra of the channel waves in the case of good (upper) and bad (lower) transmittance



Geo 88/9-11

11. ábra. Relatív átvilágíthatósági térkép a Sun-Zhuang Bányüzemből 135–170/50–120 Hz-es kapura számítva (1 – a zavartalan, 2 – az enyhén zavart, 3 – az erősen zavart átvilágíthatóságot, 4 – az átvilágíthatatlan árnyékszónákat jelzi)

Рис. 11. Карта относительной просвечиваемости рудника Сун-Зуанг, вычисленной для окна 135–170/50–120 Гц (1 – без помех, 2 – с незначительными помехами, 3 – со значительными помехами, 4 – непросвечиваемые зоны)

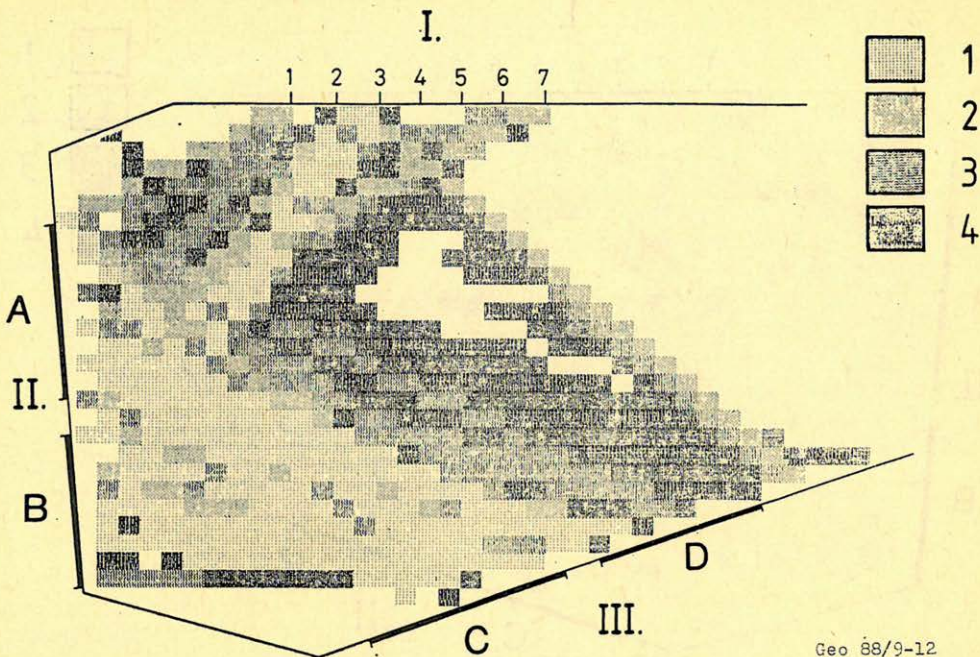
Fig. 11. Relative transmittance map for the 135–170/50–120 Hz frequency windows in Sun-Zhuang Colliery (1. good transmittance; 2. slightly decreased transmittance; 3. strongly decreased transmittance; 4. no transmittance)

maztuk 5 m-es geofonsonda-távolsággal és mindkét irányban 12,5 m-es offsettel átterítés nélkül, vagyis a vonal pont 18 szondahely hosszú volt. A telep azonoságára való tekintettel itt is 1 ms mintavételi időt használtunk.

A mérés helyszínrajzát a 14. ábra mutatja be.

A mérés során 21 feldolgozásra alkalmas felvétel készült.

A feldolgozást a jeleknek a viszonylag nagy telepvastagságból adódó alacsony frekvenciás jellege miatt az úgynevezett „felszíni” séma szerint végeztük, vagyis szerkesztést, normálást és amplitúdó skálázást, normál korrekciót, közös referenciapontos összegzést és különböző szűréseket foglalt magában. A két komponens feldolgozása külön külön, de ugyanazon módon történt.



Geo 88/9-12

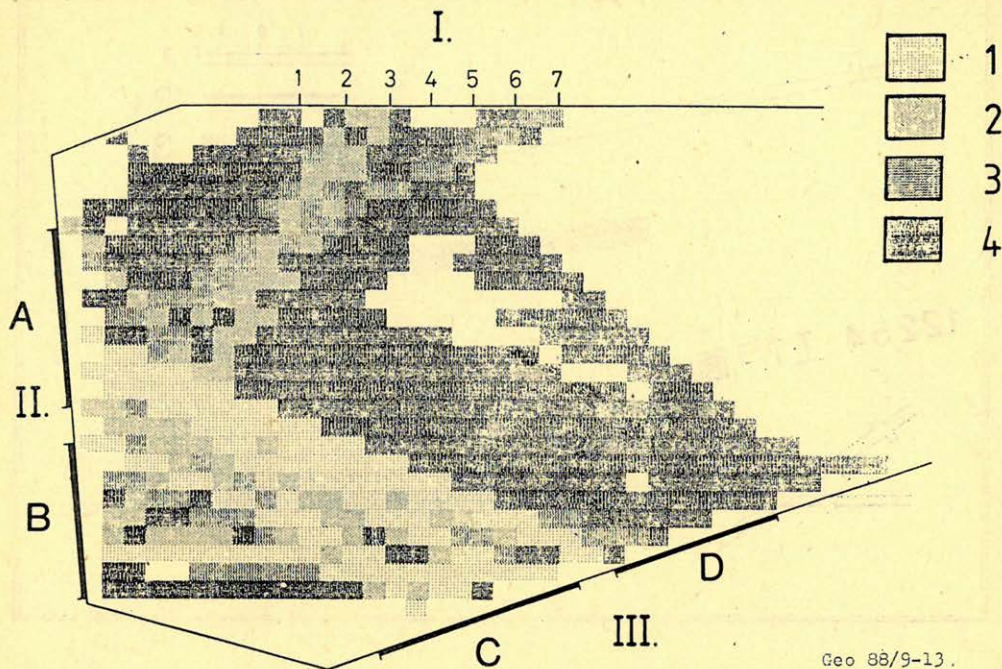
12. ábra. Relatív átvilágíthatósági térkép a Sun-Zhuang Bányázumból 170 – 205/50 – 120 Hz-es kapura számítva (1 – a zavartalan, 2 – az enyhén zavart, 3 – az erősen zavart átvilágíthatóságot, 4 – az átvilágíthatatlan árnyékszónákat jelzi)

Рис 12. Карта относительной просвечиваемости рудника Сун-Зуанг, вычисленной для окна 170 – 205/50 – 120 Гц (1 – без помех, 2 – с незначительными помехами, 3 – со значительными помехами, 4 – непросвечиваемые зоны)

Fig. 12. Relative transmittance map for the 170 – 205/50 – 120 Hz frequency windows in Sun-Zhuang Colliery (1. good transmittance; 2. slightly decreased transmittance; 3. strongly decreased transmittance; 4. no transmittance)

A reflexiók eredmény szelvények közül az Y (a vágattal azonos irányban polarizált) komponens szélessávú összecszelvényét és ennek 50 – 90 Hz-es, illetve 70 – 120 Hz-es sávval szűrt változatait mutatjuk be 15., 16. és 17. ábránkon. Szelvényeinken 130 – 140 ms körül egy gyenge reflexió jelentkezett, ezt bejelöltük és megszerkesztettük – a 17. ábrán a bejelölt szelvény látható. A szerkesztéshez az átvilágításos felvételek csoportsebesség analiziséből kaptuk a terjedési sebességet (18. ábra). A reflexió gyenge jel-zaj viszonyából az elvetési magasság egésztelepesnél kisebb voltára következtettünk. Eredménytérképünket a 14. ábrán közöljük.

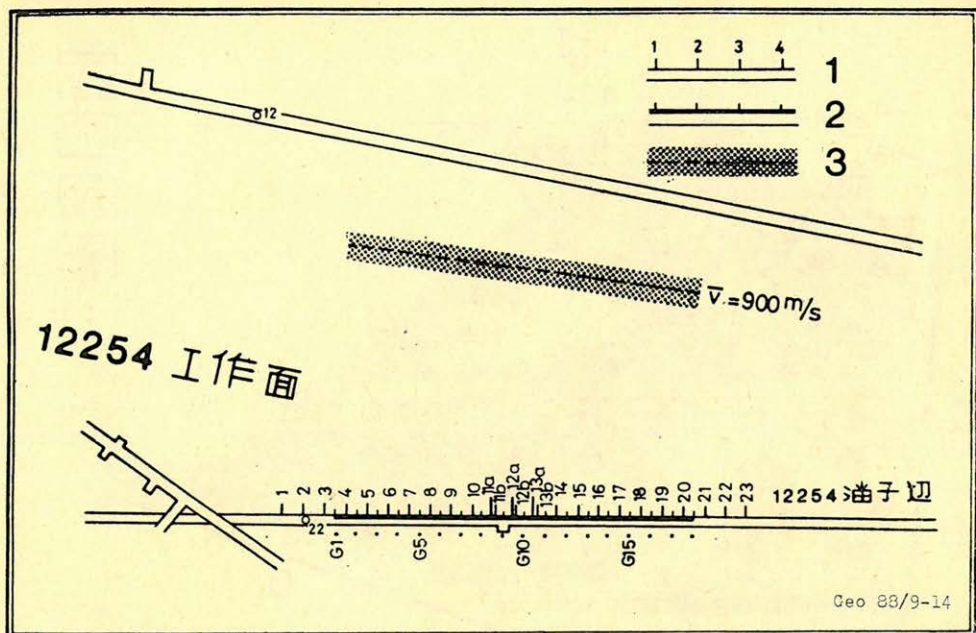
Az utólagos egyeztetésnél ez a mérési eredmény is helytállónak bizonyult, mert 6 – 8 m-en belül egyezett egy a vágatokból ismert vető – elég távolról – bevetített helyzetével.



13. ábra. Relatív átvilágíthatósági térkép a Sun-Zhuang Bányüzemből 205 – 240/50 – 120 Hz-es kapura számítva (1 – a zavartalan, 2 – az enyhén zavart, 3 – az erősen zavart átvilágíthatóságot, 4 – az átvilágíthatatlan árnyékszónákat jelzi)

Рис. 13. Карта относительной просвечиваемости рудника Сун-Зуанг, вычисленной для окна 205 – 240/50 – 120 Гц (1 – без помех, 2 – с незначительными помехами, 3 – со значительными помехами, 4 – непросвечиваемые зоны)

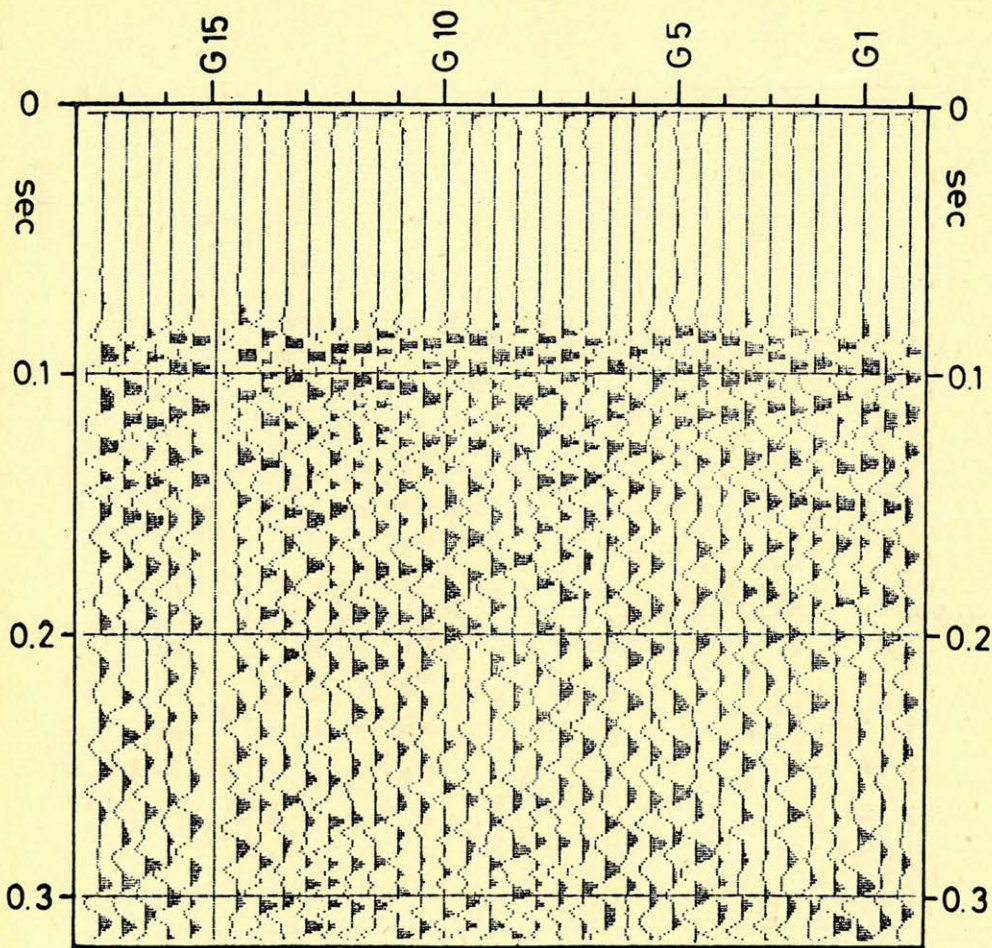
Fig. 13. Relative transmittance map for the 205 – 240/50 – 120 Hz frequency windows in Sun-Zhuang Colliery (1. good transmittance; 2. slightly decreased transmittance; 3. strongly decreased transmittance; 4. no transmittance)



14. ábra. A szeizmikus telephullám reflexiós mérések helyszínrajza és eredménytérképe (Sun-Zhuang Bányász, Feng-Feng, Hebei, Kína) (1 – robbantó pontok, 2 – terítés, 3 – reflektáló felület)

Рис. 14. План и карта полученных результатов измерений отражения сейсмических волн (рудник Сун-Зуанг, Фенг-Фенг, Хеbei, Китай) (1 – точки взрывов, 2 – распределение, 3 – поверхность отражения)

Fig. 14. Location map of the reflection survey in Sun-Zhuang Colliery (1. shot points; 2. receiver spread; 3. reflecting interface)

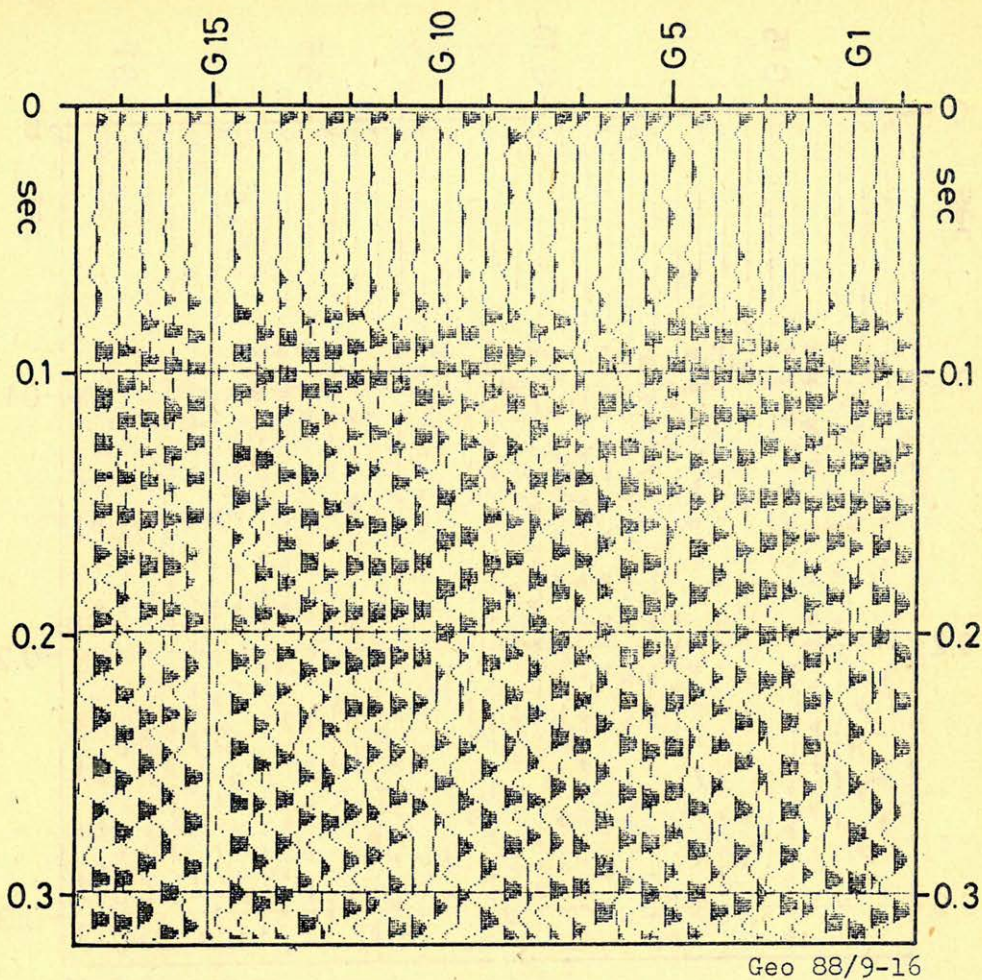


Geo 88/9-15

15. ábra. Szeizmikus telephullám reflexiók összszelvény (Sun-Zhuang Bányüzem)

Рис. 15. Сводный разрез отражения сейсмических волн (рудник Сун-Званг)

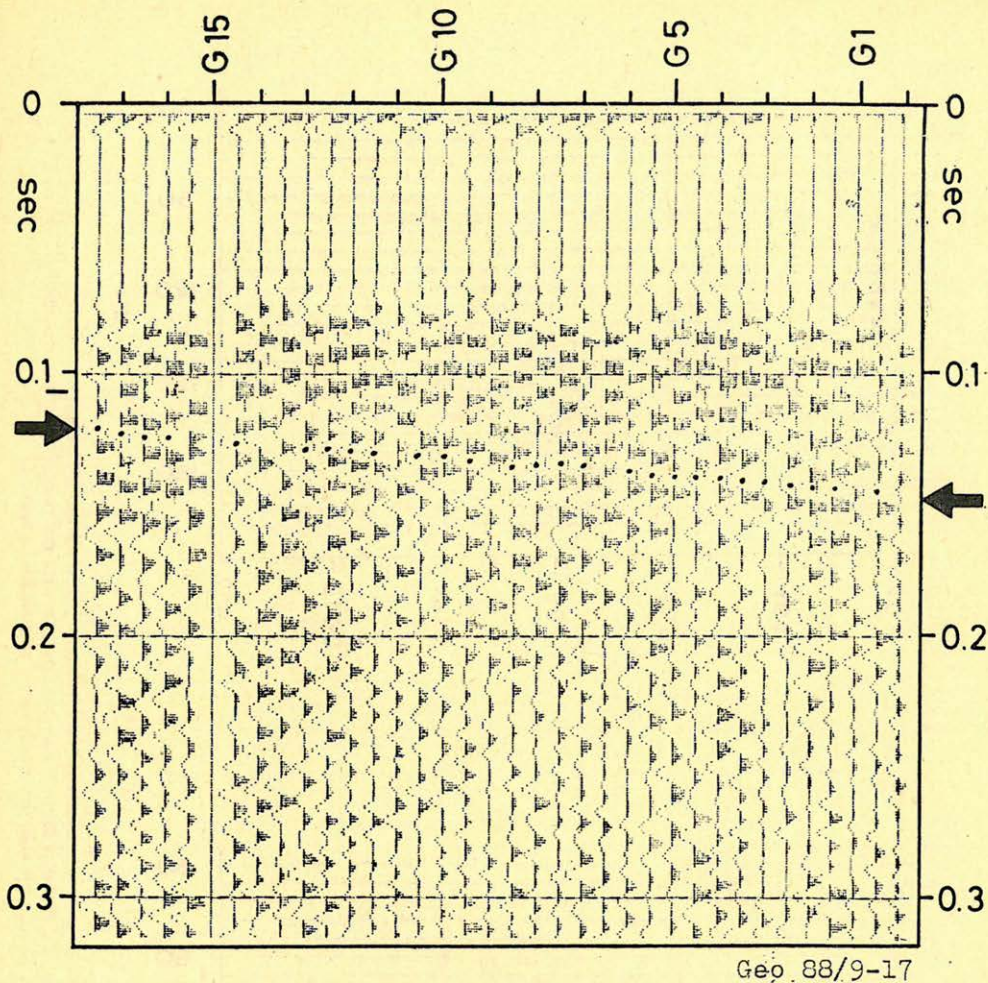
Fig. 15. In-seam seismic reflection profile in the Sun-Zhuang Colliery (wide band version)



16. ábra. A 15. ábrán bemutatott időszelvény 50 – 90 Hz-es frekvenciasávval szűrt változata

Рис. 16. Вариант временного разреза, показанного на рис. 15, при фильтрации диапазоном частот 50 – 90 Гц

Fig. 16. In-seam seismic reflection profile in the Sun-Zhuang Colliery (50 – 90 Hz band version)

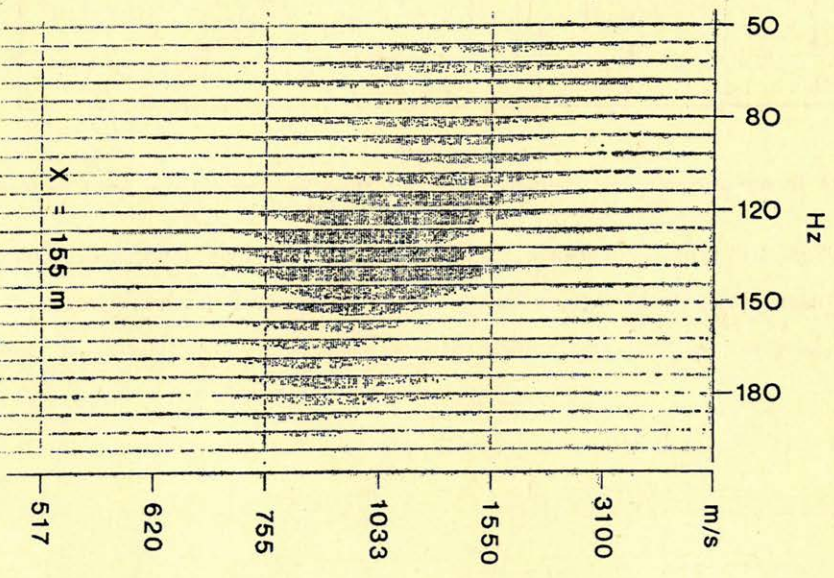
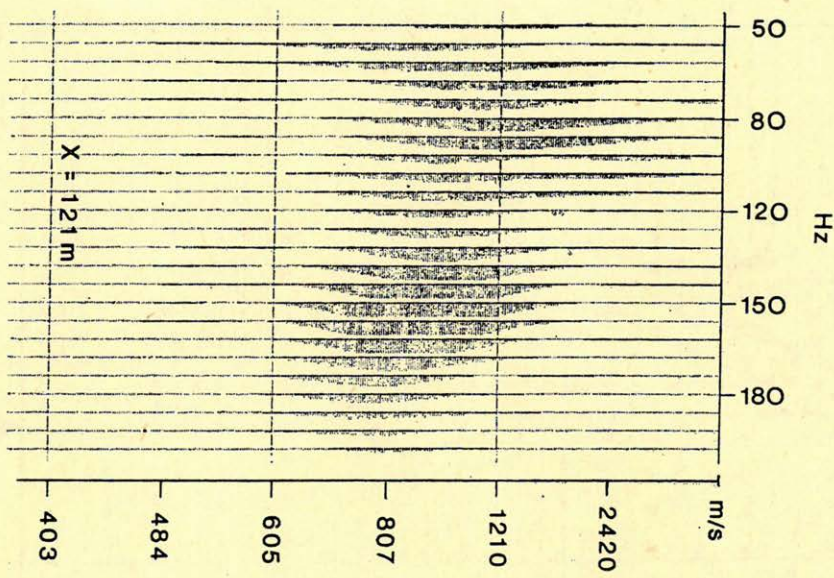


Geo. 88/9-17

17. ábra. A 15. ábrán bemutatott időszelvény 70–120 Hz-es frekvenciasávval szűrt változata (a reflexiónak értelmezett jelet nyilak és pontozás jelöli)

Рис. 17. Вариант временного разреза, показанного на рис. 15, при фильтрации диапазоном частот 70–120 Гц (сигналы, интерпретированные как отражение, показаны стрелками и точками)

Fig. 17. In-seam seismic reflection profile in the Sun-Zhuang Colliery (70–120 Hz band version)



18. ábra. A telephullámok csoport sebességének analízise és a terjedési sebesség meghatározására
 Рис. 18. Анализ групповой скорости волн с целью определения скорости распространения
 Fig. 18. Group velocity analysis on transmission records

- Bodoky, T., Lajgut, J., Sédy, L. & Szeidovitz, Zs.* 1976, Andezit áttörések előrejelzése bányabeli szeizmikus mérésekkel, *Bányászati és Kohászati Lapok Bányászat* 109, 671 – 675.
- Bodoky, T., Hermann, L., Dianiska, L. & Törös, E.*, 1986, A szeizmikus csatornahullámok alkalmazása a szénbányászatban (I. rész: Telephullám átvilágító mérések), *Magyar Geofizika* 27, 157 – 182.
- Bodoky, T., Cziller, E., Táborszky, Gy. & Törös, E.*, 1986 b, A szeizmikus csatornahullámok alkalmazása a szénbányászatban (II. rész: Telephullám reflexiós mérések), *Magyar Geofizika* 27, 197 – 215.
- Brentrup, F. K.*, 1970, Seismische Vorfelderkundung zur Ortung Tektonischer Störungen im Steinkohlenbergbau, *Glückauf* 106, 933 – 938.
- Dobróka, M. és Ormos T.*, 1983, Absorption – Dispersion Relations for Love Channel Waves, *Geofizikai Közlemények* 29., 117 – 127.
- Czifra, F.*, 1984, Bányaszeizmikus műszerfejlesztés, A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1983. évi jelentése-ben, ELGI, Budapest.
- Krey, T.*, 1963, Channel Waves as a Tool of Applied Geophysics in Coal Mining, *Geophysics* 28, 701 – 714.
- Räder, D., Schott, W., Dresen, L. & Rüter, H.*, 1985, Calculation of Dispersion Curves and Amplitude-depth Distributions of Love Channel Waves in Horizontally-layered Media, *Geophysical Prospecting* 33, 800 – 816.