

Kísérletek reflexió és szeizmikus adatok csökkentett bitszámú feldolgozására*

KORVIN GÁBOR – PETROVICS ILONA**

Az előadásban az utóbbi években végzett kísérleteinkről számolunk be, melyekkel azt kívántuk eldönteni, hogy a szeizmikus adatfeldolgozás alapvető eljárásait hány bit pontossággal szükséges elvégezni.

Úgy találtuk, hogy a néhány bítet – szélsőséges esetben csupán az adatok előjelét – felhasználó feldolgozás egyenértékű lehet a teljes adatdinamikát igénybevevő feldolgozással.

Gyakorlati példákkal illusztráljuk az adatok előjeleivel végzett teljes feldolgozási menetet, az auto és retrokorreláció, dekonvolúció, stacking és migráció végrehajtását.

Elméleti megfontolások és modell-kísérletek alapján elemezzük az előjeles összegezés hatását az összegezésben résztvevő csatornák száma és a jel/zaj viszony függvényében.

В докладе даются информация об экспериментальных работах, направленных на выяснение степени точности, необходимой для основных операций обработки сейсмических данных.

В результате работ авторы пришли к выводу о том, что обработка, основывающаяся на использовании лишь нескольких разрядов – в крайних случаях только разряда знака данных – может оказаться равноценной с обработкой, использующей весь динамический диапазон записи.

На практических примерах иллюстрируются ход всей обработки данных, проведенной с использованием знака данных, а также осуществление авто- и ретрокопирования, деконволюции, накопления и миграции.

Опираясь на геофизические соображения и модельные исследования, дается анализ зависимости суммирования с разрядом знака от количества суммируемых каналов и от отношения сигнал/шум.

The paper presents experiments carried out in recent years in order to clear how many bits are necessary for the different procedures of seismic data processing.

It has been found that a processing using only some bits – as an extremum, using only the sign of the data – can be of similar quality as a processing using the complete dynamics of data.

Some practical examples illustrate the course of the processing using only the signs of the data: execution of auto – and retrocorrelation, deconvolution, stacking and migration.

Based on theoretical considerations and on model experiments, the efficiency of the signed summation is analyzed as a function of the number of channels appearing in the summation and of the signal/noise ratio.

A 70-es évek szeizmikájának két legfontosabb tényezője a lebegőpontos, amplitúdóhú feldolgozás és a terepen is alkalmazható mikro- és miniszámítógépek megjelenése. Úgy gondoljuk, a szeizmikus amplitúdóban rejlő információk feltárásával párhuzamosan legalább olyan figyelmet kell fordítanunk az adatkompresszió különböző lehetőségeire, melyek nélkül nem lehet optimálisan kihasználni a speciális kis számítógépeket.

Az előadásban az adatkompresszió egy lehetséges módszeréről, az adatok előjelbitekkel való helyettesítéséről számolunk be.

Plyen vizsgálatokat a következő eljárásokkal végeztünk:

stacking

NMO és sebesség analízis

auto- és retrokorrelációs szelvény számítás

digitális szűrés

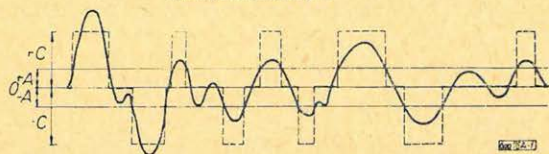
dekonvolúció.

* Elhangzott a 20. Szimpóziumon 1975. szept. 15–17.

** Korvin Gábor – Petrovics Ilona: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest.

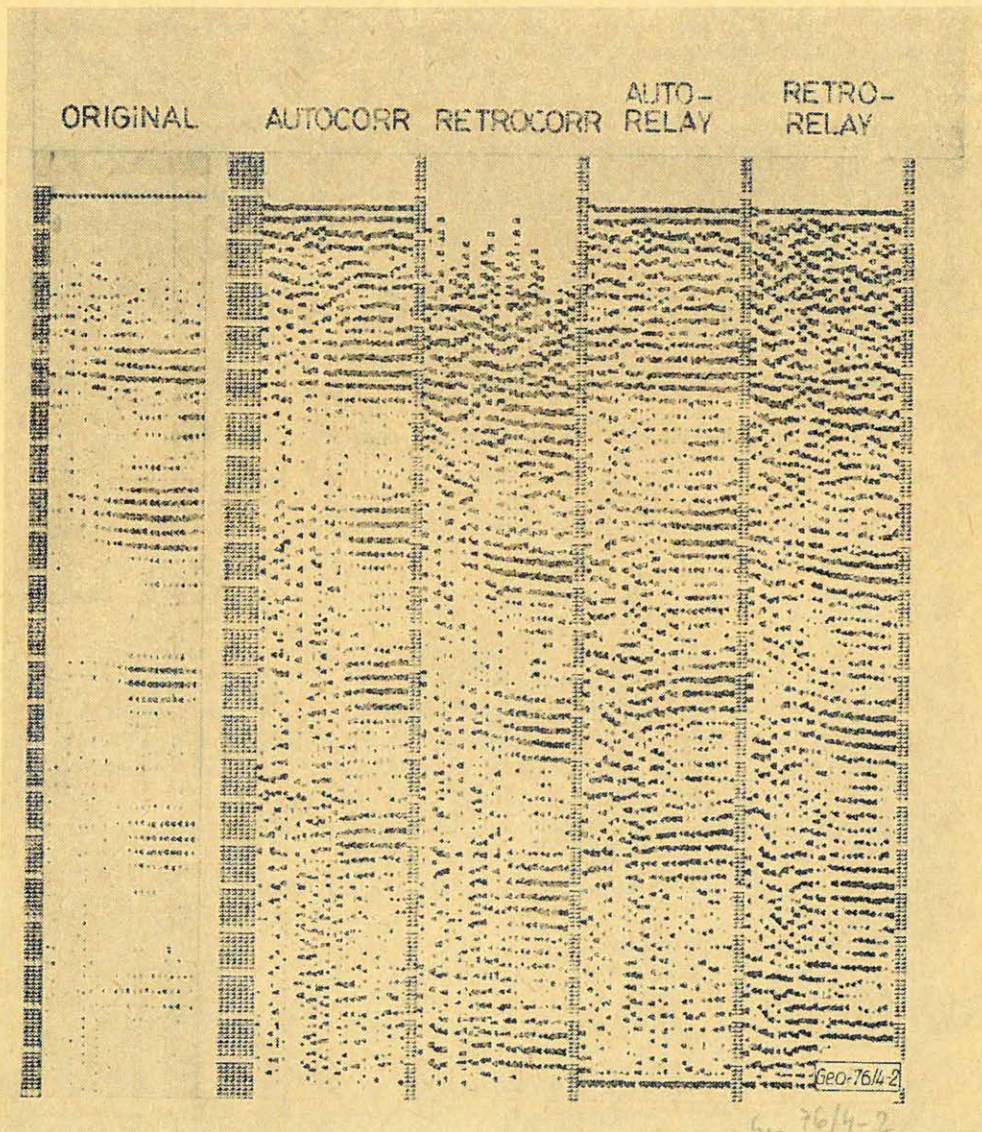
A fenti műveletek előjelekkel való végrehajtását gyakorlati példákkal illusztráljuk és beszámolunk egy kísérletsorozatról, ahol az előjelekkel végzett összegezés hatásfokát vizsgáltuk a jel/zaj viszony és az összegezésben résztvevő csatornák számának függvényében.

Adatkompresszió elve



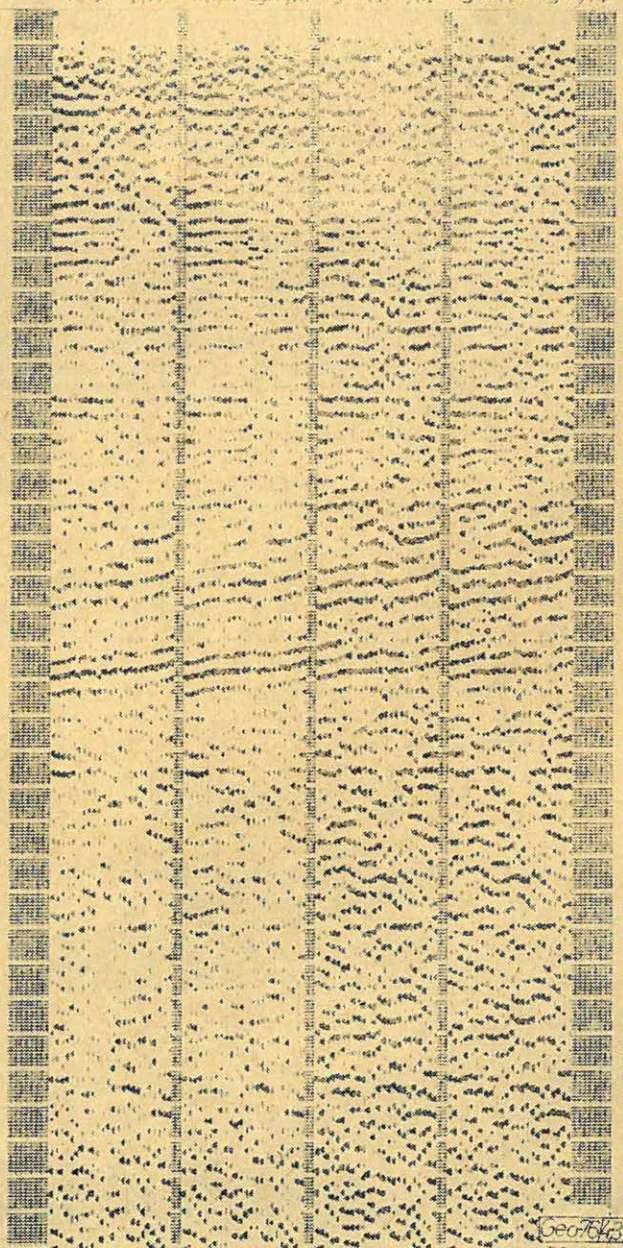
1. ábra – puc. – Fig.

2. ábra – puc. – Fig.



FILTER TEST

$x(t) * y(t)$ $x(t) * \text{sgn } y(t)$ $\text{sgn } x(t) * y(t)$ $\text{sgn } x(t) * \text{sgn } y(t)$



Geor 6/5

Geor 6/5 76/4-3

3. ábra - puc. - Fig.

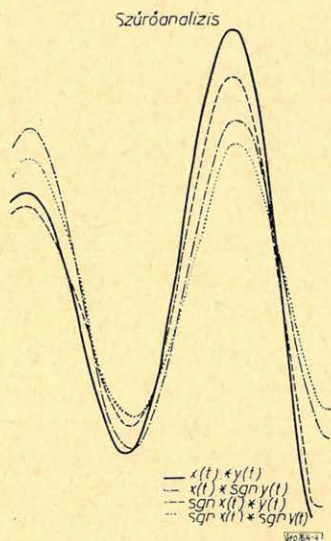
Az adatok előjelekkel való helyettesítését az 1. ábra szemlélteti. Az adatokat, előjelüknek megfelelően pozitív, ill. negatív négyszögimpulzusokkal helyettesítjük és a további feldolgozást az eredeti adatrendszer helyett a négyszögimpulzussorozattal végezzük.

A 2. ábra az auto- és retrokorrelációs szelvény számításának hagyományos és előjeles végrehajtását mutatja. Az auto-relay illetve retro-relay korrelációnál a függvény késletetett változatát helyettesítjük előjelekkel, így a fellépő szorzásokat összeadásokra és kivonásokra vezethetjük vissza.

A digitális szűrés is elvégezhető csak előjelekkel. A 3. ábra szerint nincs lényeges különbség a normál anyag – normál szűrővel való szűrése, normál anyag – előjelekkel való szűrése, előjelezett anyag – normál szűrővel való szűrése és előjelezett anyag – előjelekkel való szűrése között. Ezt igazolja a 4. ábra is, ahol az előző felvételek egy-egy kinagyított részlete látható.

Az 5. ábra a hagyományos feldolgozás és az adatok előjelen végrehajtott teljes feldolgozási menet összehasonlítása.

A továbbiakban egy kísérletsorozatot mutatunk be, amelyben az előjeles összegezés hatásfokát és az összegezés során a négyszögimpulzus alakjának változását vizsgáltuk. A vizsgálatokhoz model-felvételeket és valódi szeizmikus anyagot használtunk.



4. ábra – puc. – Fig.

A következő modellekkel dolgoztunk:

zaj-felvételek: 4 sec hosszú, korrelálatlan, egyenletes eloszlású, fehér spektrumú csatornák, amelyeket (25 – 60/Hz-es sávszűrővel szűrtünk, így Gauss-eloszlású zajcsatornákhöz jutottunk. A 6. ábrán a szűretlen és a szűrt zaj amplitúdó-eloszlása és autokorrelációs függvénye látható;

jel-nek 4sec hosszú, 40Hz-es, csökkenő amplitúdójú sinus-hullámot használtunk.

A kettő összegéből olyan csatornákat nyertünk, ahol a jel-zaj amplitúdóaránya időben a következőképpen változott:

$$4, 2, 1, 0,25, 0,125, 0,0625.$$

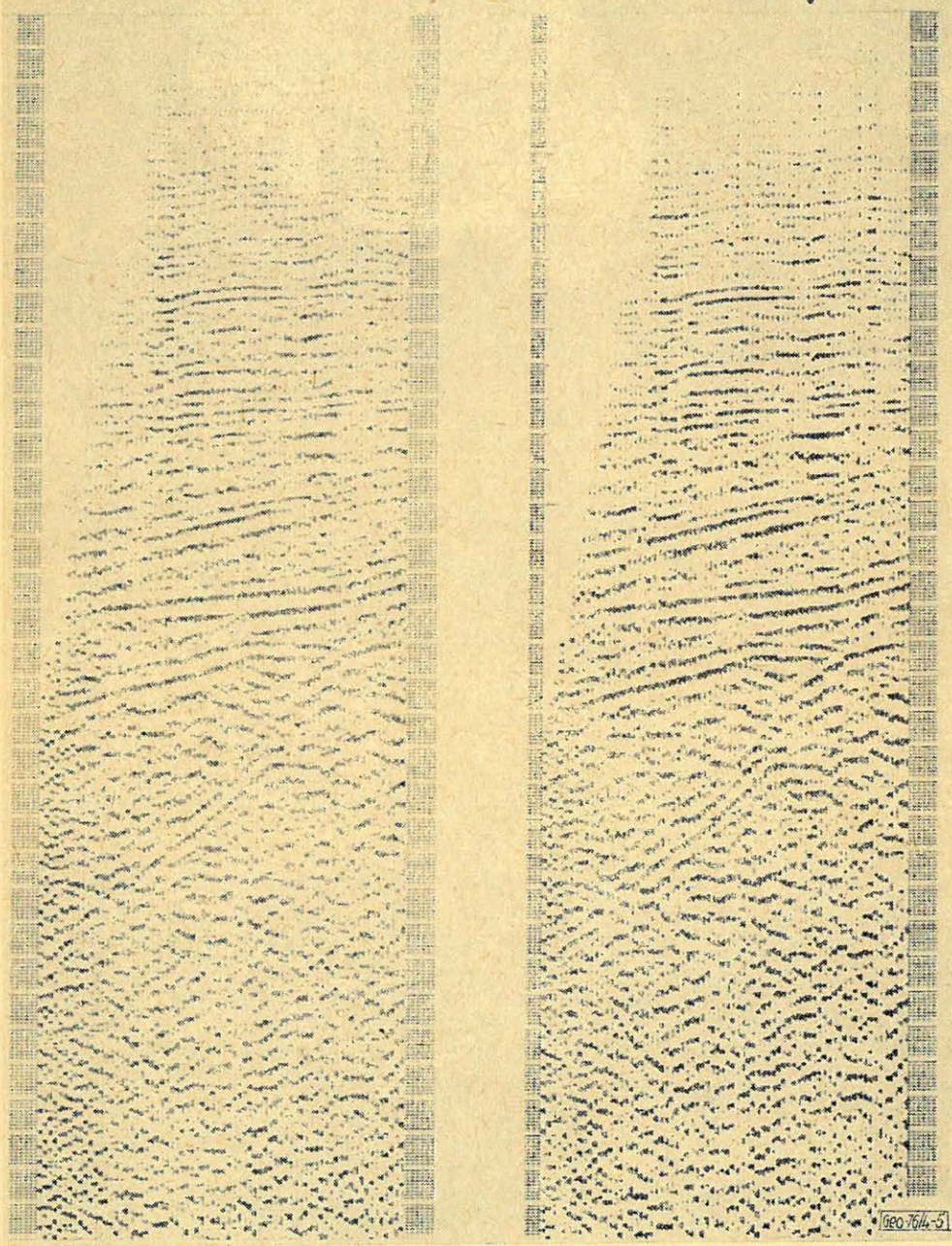
A szűrt zaj- és (jel + zaj)-csatornák autokorrelációs függvényét és spektrumát vizsgálva (7. és 8. ábra), szembetűnő az eredeti- és az előjelezett anyagból számolt spektrumok hasonlósága.

Megvizsgáltuk a normál- és az előjelzett-zaj amplitúdómenetének változását az összegezés hatására. A zaj amplitúdók csökkenését a fedésszám növelésével a 9. ábra szemlélteti, egy kiválasztott időpontra, összehasonlítva az elméletileg várható értékkel.

A jel és zaj szuperponálásával nyert model-csatornákon 1, 2, 3, 4, 6 és 12-szeres normál- és előjeles-összegezést végeztünk (10. ábra).

FULL RANGE STACK

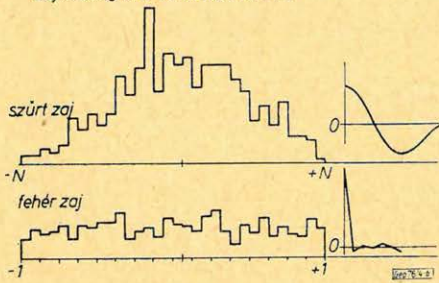
SIGN BIT STACK



GEO 764-5

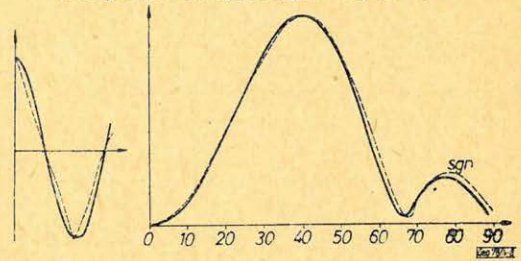
5. ábra - puc. - Fig.

Zaj hisztogram és autokorreláció



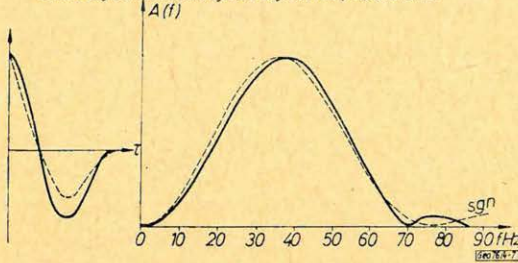
6. ábra — puc. — Fig.

Jel+zaj autokorrelációja és teljesítmény-spektruma



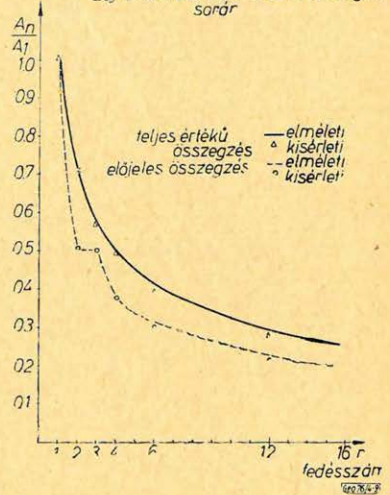
7. ábra — puc. — Fig.

Szűrt zaj autokorrelációja és teljesítmény-spektruma



8. ábra — puc. — Fig.

Zaj-amplitúdó csökkenés az összezés során



9. ábra — puc. — Fig.

A 11. ábra a kiinduló jel-, zaj-, (jel+zaj)-csatornák amplitúdómenetét mutatja, valamint a (jel+zaj)-csatorna amplitúdómenetét 12-szeres összegezés után. A 24 csatornára számított koherencia értékeket az idő- és fedésszám függvényében a 12. ábrán láthatjuk.

A 13. ábra a koherencia %-os javulását mutatja a 12-szeres összegezés hatására az egyszereshez képest, a kiinduló jel/zaj amplitúdó függvényében. Hasonló vizsgálatokat végeztünk valódi szeizmikus anyagokon is, — a normál — és előjeles-összegezést a 14. ábra, a koherenciák alakulását a 15. ábra szemlélteti.

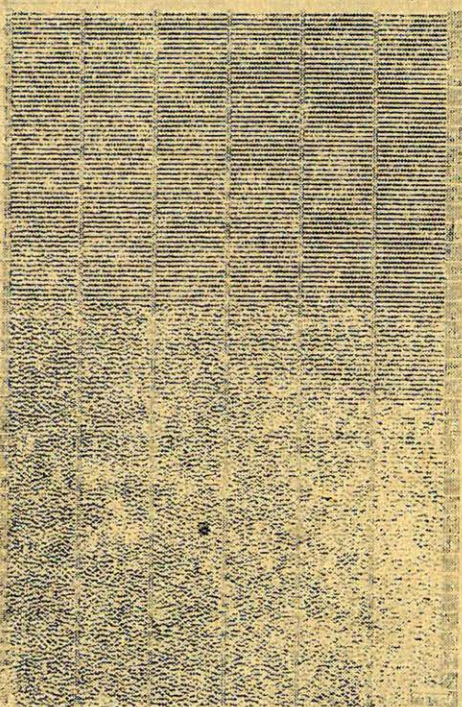
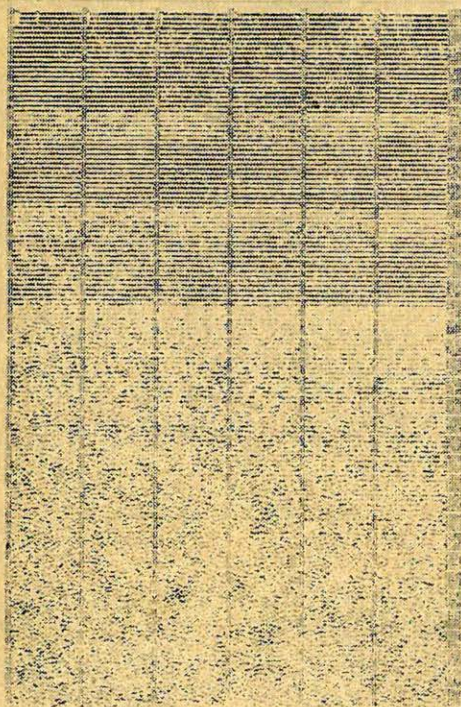
Bizonyos jel/zaj viszony tartományban az előjeles összegezés után — már 12-szeres összegezés esetén is — az összegezésben résztvevő négyszögjelekből kialakul a jel formája.

A 16. ábra az ismertetett modell-kísérletre vonatkozik:

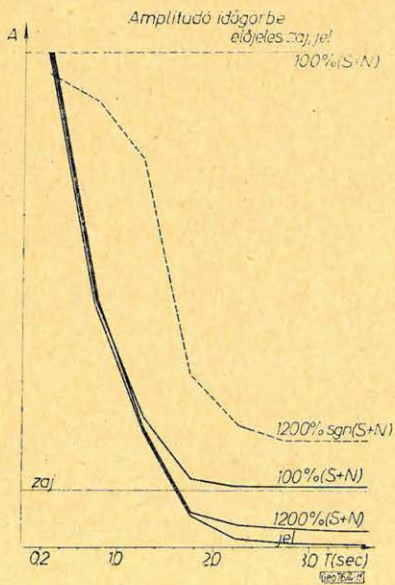
a 4:1 jel/zaj arány esetén az összegezés után is négyszögimpulzus marad a jel, 1:1 jel/zaj arány esetén az előjelek összege már hasonló a várt jel-alakhoz.

FULL DYNAMIC RANGE STACK

SIGN BIT STACK

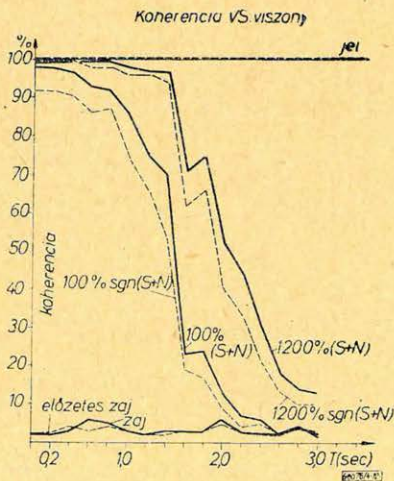


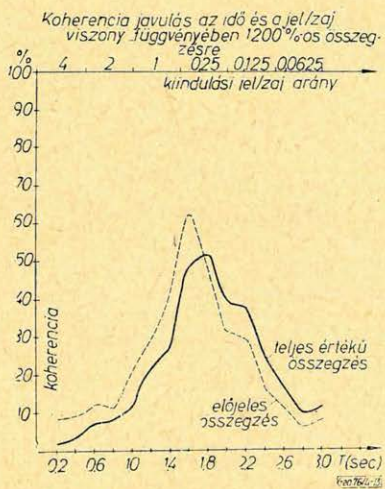
10. ábra - puc. - Fig.



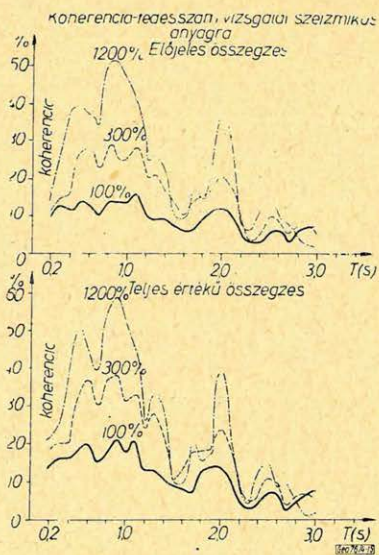
11. ábra - puc. - Fig.

12. ábra - puc. - Fig.

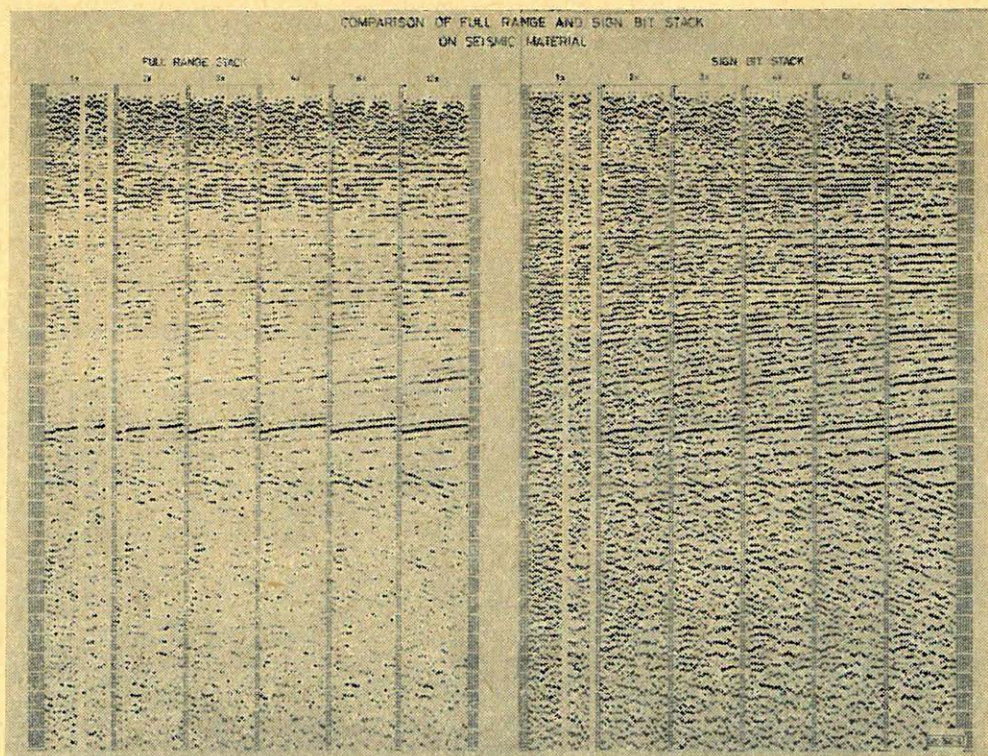




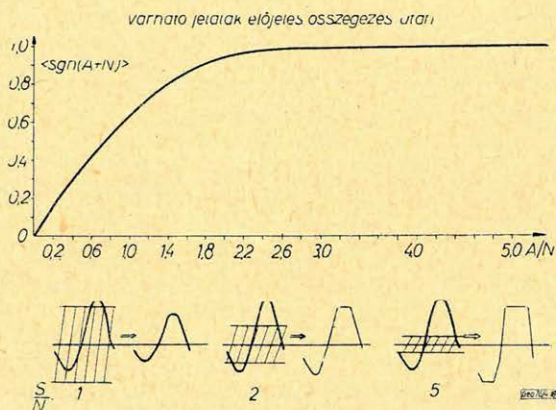
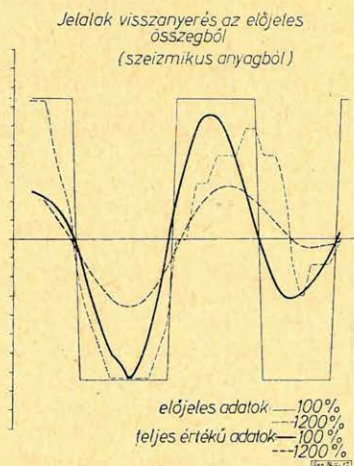
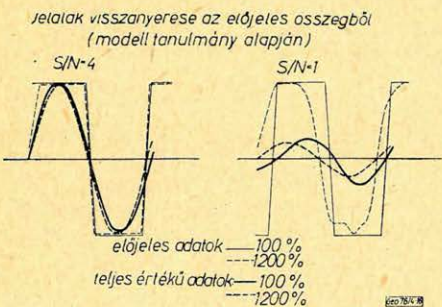
13. ábra - puc. - Fig.



15. ábra - puc. - Fig.



14. ábra - puc. - Fig.



A jelalak kialakulását a valódi szeizmikus anyagon is megfigyelhetjük (17. ábra).

Az előjeles összegezés hatására a jelalak elméletileg várható alakulását mutatja a 18. ábra. A zajszinthez képest nagy amplitúdók az előjeles összegezés során erősen torzulnak, míg a zajszint alatti jelamplitúdókra az eljárás közel lineáris.

Úgy gondoljuk az a felismerés, hogy az előjelekkel végzett feldolgozás jó minőségű elsődleges stacking-szelvényeket eredményez, új fellendülést adhat a terepi bázisra telepített kis-számítógépek fejlesztésében. Egy bittel kódolt csatornák esetében a szeizmikus eljárások legtöbbje igen gyorsan elvégezhető speciális aritmetikájú számítógépekkel. Az ily módon feldolgozott szeizmikus anyagok alkalmasak lesznek a lebegőpontos, valódi amplitúdót megőrző feldolgozásra érdemes szelvények kijelölésére.