

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1976. XVII. ÉVFOLYAM, 5. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>R. W. van Bemmelen</i> : Az új globális tektonika és az undációs elmélet összehasonlítása II. rész	161
<i>M. Pieuchot</i> – <i>M. Burger</i> : Modularitás számítógéppel készített terepi rendszerben	176
<i>G. Löser</i> – <i>W. Holdt</i> – <i>H. Wolf</i> : A digitális szeizmika eredményeinek minőségi javítása modern feldolgozási és értelmezési módszerekkel	182
<i>E. Poleszak</i> – <i>Z. Makojnik</i> – <i>Z. Wisniewski</i> : A terepi munkák korszerű metodikájának és a digitális technikának hatása a szeizmikus kutatás eredményeire a Lengyelország területén lévő permi medencében	193
Könyvszemle	175, 192
EGYESÜLETI HÍREK	181

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Technikai szerkesztő: Ujhelyi Györgyné egyesületi titkár

Szerkesztő bizottság: Dr. Bence Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gerzson István, Hursán László, Lakatos Sándor, Dr. Posgay Károly, Rádler Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: 1368. Budapest, VI., Anker köz 1. félem. 17. Postafiók 240.

Az új globális tektonika és az undáció elmélet összehasonlítása*

R. W. van BEMMELEN**

A XVII. évf. 4. számában megjelent cikk folytatása

II. rész***

3.5. A felszálló áramok terjeszkedési tendenciája

A felszállóáramok hajlamosak arra, hogy oldalirányban terjeszkedjenek a nehézség hatására, amint a környezeti nyomás csökken. Ez fennáll a nagyméretű feltornyosulásokra, melyek valamennyi szerkezeti szintet érintik (alsó köpeny, a felső köpeny mezoszférának nevezett alsó része és a litoszféra), valamint a legkisebb felboltozódásokra is, melyek helyi undációkként jelentkeznek (vulkáni dómok, só-diapirok).

Ez a gravitációs terjeszkedés kétféle módon jöhet létre. Normálisan, ha az emelkedő áramcső feletti rétegek felfelé boltozódnak, a terjeszkedés a „*ferde palló*” alkalmazásával létrejövő mechanizmus szerint történik. Ez azt jelenti, hogy a magasabban fekvő szerkezeti rétegek természetesen oldalra és lefelé igyekeznek kitérni nagyobb sebességgel és nagyobb távolságra.

Az ilyenfajta terjeszkedést a legjobban azzal szemléltethetjük, ha megdöntjük az alapját egy olyan oszlopnak, mely lemezekből, téglákból, lapokból, könyvekből vagy kártyákból áll.

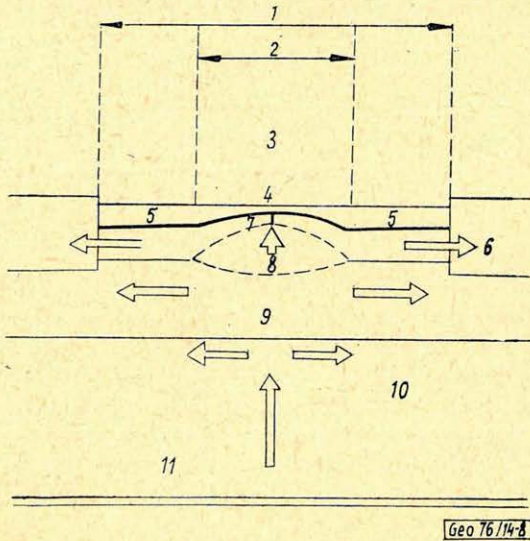
A terjeszkedés másik módját, „*gombafej*” – terjeszkedésnek nevezhetjük. Ez olyankor jön létre, ha a szerkezeti rétegek (német terminológiával: emeletek) határán jelentősen megnő emelkedő áramcső tetején fellépő deformációval szembeni ellenállás (a viszkozitás, illetve merevség változása folytán). Ilyenkor az emelkedő áramcső felfelé irányuló nyomását ellensúlyozza a felboltozódó tető lefelé irányuló nyomása és az emelkedő áramcső hajlamos arra, hogy oldalirányú összenyomást szenvedjen, kifelé radiális irányban gomba-szerkezetet véve fel, vagy eldőljön egy bizonyos irányba, illetve injektálódják az öt körülvevő falba. Ilyen emelet-határ működik a mag- és köpeny-átmeneten úgy, hogy a külső mag magneto-hidrodinamikai turbulenciája nem hatolhat bele az alsó köpenybe; az alsó köpeny konvektív cellái nem tudnak behatolni a kristályos mezoszférába; az aszthenoszféra konvektív cellái erre a szerkezeti övre korlátozódnak; ultraalacsony-sebességű testek, melyek diapír jelleggel behatolnak a litoszférába, oldalt injektálódhatnak, pl. a Moho-réteg mentén vagy egy termálisan mobilizált kata-zonájában az alaphegység-komplexumnak; végül vulkánikus kürtők parazita kitéréseket és só-diapirokat hozhatnak létre, melyek gombaszerűen fejlődhetnek valamely erősebb üledékes réteg fedése alatt.

* Elhangzott 1975. okt. 16-án. Fordította Tóth Géza

** Hága – Wassenaarsweg 142. Hollandia

*** I. rész a Magyar Geofizika XVII. évf. 4. számában. A III. befejező részt a 6. számban közöljük.

A 8. ábra bemutatja a „lejtő palánk” mechanizmus alkalmazását olyan rétegekre, melyek az alsó köpeny konvektív áramkörei felett fekszenek.



8. ábra. Kontinentális eltolódás és a tengerfenék-terjeszkedés modellje mega-undációk hatására a „mega-sikló padok” elgondolásának megfelelően. — 1. óceáni medence felnyílása atlanti típusú óceánkeletkezés alkalmával, — 2. Közép-óceáni hátság, — 3. közép-óceáni rift, — 4. megdőlt bazalt szilánkok, — 5. bazalt kötény, — 6. kontinentális litoszféra, — 7. óceáni litoszféra, — 8. bazalt buborék, — 9. kisebbességyű csatorna, vagy „aszthenoszféra” szkleroszféra (kristályos felső köpeny), — 10. a felső köpeny mega-undációs feltüremlése az alsó köpeny anyagának mega-áramlása következtében.

Рис. 8. Модель дрейфа континентов и расширения дна океанов на основе мегаскладчатости, согласно концепции „мегаскользающих пластин”. 1. Прободение океанского бассейна посредством восходящих потоков атлантического типа 2. Срединно-океанические хребты. 3. Срединно-океанический рифт 4. Наклонившиеся базальтовые осколки 5. Базальтовое покрытие 6. Континентальная литосфера 7. Океаническая литосфера 8. Базальтовый пузырь 9. Канал низких скоростей или астеносфера (кристаллическая верхняя мантия) 10. Растекание вверх мегаскладчатости верхней мантии как следствие мегатечений вещества нижней мантии.

Fig. 8. Model of continental drift and ocean floor spreading by mega-undations, according to the concept of „mega-glide planks”.

Az alsó- és felső-köpeny közötti határ-zóna (átmeneti zóna, melyet szeizmológiailag nehéz nyomon követni) felpúposodik, mega-undációt alkotva. Ez a mega-undáció azonnal terjeszkedni kezd a gravitáció hatása alatt, óceáni medencét hozva létre gerince felett és kontinentális eltolódást okozva a szárnyakon. A terjeszkedés sebessége a legnagyobb és az előhaladás a legmesszebbre megy a felső emeleten, a lithoszférában. Az aszthenoszféra „kenő-réteggént” szerepel. A mezoszféra is terjeszkedhet bizonyos mértékig a gravitáció hatására és így forró „csuszamlások” jönnek létre kristályos anyagában.

3.6 Fázis-eltolódások (átsorolások) fizikai-kémiai reakciók folytán

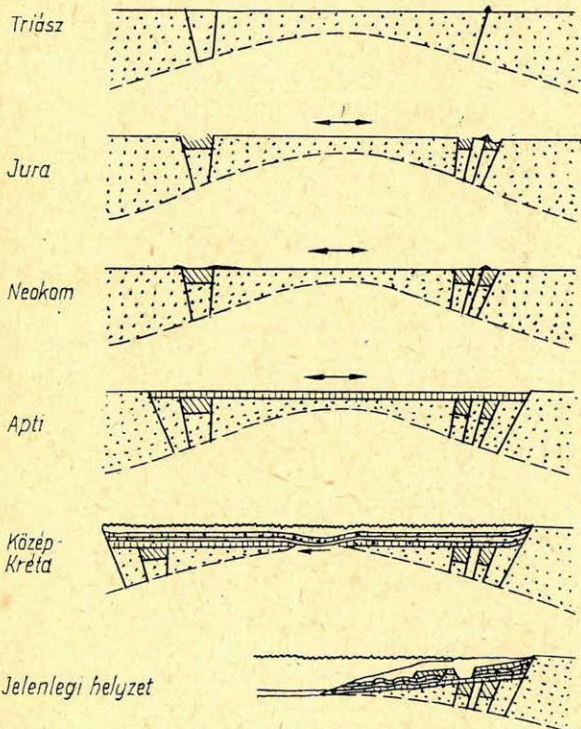
A szilárd föld szerkezeti rétegeiben keletkező konvektív anyag-körzések útján történő lépcsőzetes szabadenergia- felszabadulási sémában „bonyolító” tényezőként lépnek fel az anyag fizikai-kémiai reakciói, melyeket a változó

nyomási és hőmérsékleti feltételek okoznak. Fázis-átmenetek keletkezhetnek, melyek megváltoztatják az anyag sűrűségét, ez pedig a maga részéről gravitációs instabilitásokat hoz létre.

Ennek példaként a felső-köpeny felboltozódását és terjeszkedését említhetjük egy mega-undulációs geodinamikai ciklus folyamán. A mega-undáció tetőrézében bekövetkező nyomás-kioldódás bazaltos magma eutektikus elválását hozza létre, melynek nagyobb sztatikus emelkedési képessége van, mint az emelkedő áramcső fő részének. Bizonyos idővel a mega-undációs felemelkedés megindulása után anomális felső-köpeny-anyag – „pattanás” gyűlik össze a mega-undáció tetején, mely telve van bazalt-magma-zsebekkel melynek nagyobb sűrűségkülönbségből eredő emelkedőképessége van. Ez a „pattanás” kisebb, mint a mega-undáció és csak mintegy 100–1500 km széles. Ennek izosztatikus emelkedése geoundációt hoz létre, nevezetesen óceán-középi emelkedést, tetején feszültségből eredő rift-képződéssel. Ez a geoundáció az okozó megaundáció utóhatása, mely nagy késéssel jelentkezik (több tízmillió évvel), míg az alapvető megaundációs áram esetleg már átment közben aktivitásának csúcspontján. Így időbeli eltolódás jelentkezik a mega-undáció és a geo-undáció megnyilvánulás között.

A mély óceáni medencék szimaikus alapja két különböző típust képviselhet:

1. A szabálytalanul elosztott erupciós centrumokból jövő bazalt-folyásból alakuló széles teraszok, melyek bazalt-szekvenciás platókká állhatnak össze a szomszédos kontinentális pajzsokon, továbbá a



00076/74-1

2. paleomágnesesen övezetekre oszló bazaltos kéreg az óceánközépi gerincen, melyet bazaltos injekciók táplálnak az emelkedésen jelentkező rift mentén.

9. ábra. A Délatlanti-óceán felnyílásának sémája palinszasztikus szakaszokkal illusztrálva Angola szélességében.

Рис. 9. Схема трещин в южной части Атлантического океана, иллюстрированная палинспастическими профилями на широте Анголы.

Fig. 9. Scheme of the opening of the South Atlantic ocean, illustrated by palinspastic sections across the latitude of Angola.

Legend:

- 1 = continental crust and older sediments.
- 2 = Jurassic and Neocomian shallow water sediments.
- 3 = Aptian evaporites.
- 4 = Mesozoic and Paleogene sediments.
- 5 = Neogene sediments.

Ezek a gerincen jelentkező injekciók „felszívódnak”, miután pontosan adagolják őket úgy, hogy lépést tartsanak az árok szélesedése okozta potenciál-úrral, miközben a bazaltkéreg lesiklik az óceán-középi gerinc vállairól.

A 9. ábra a Dél-Atlanti-óceán felnyílásának egy sor palimpszesztikus rekonstrukcióját mutatja be, melyeket Burolet és Byramjee, a „Compagnie Française du Pétrole” olajgeológusai szerkesztettek (1974). Ezen metszetek szerint a közép-óceáni hátság később keletkezhetett, a Közép-Krétában, mint a megaundációs terjeszkedés geokémiaiailag késleltetett utóhatása.

3.7. Az óceánok keletkezésének problémája

1958 óta a szerző két lehetőséget különböztet meg a mély óceáni medencék keletkezésére: mechanikait és geokémiaiit. A mechanikai út a szialikus pajzsok „széttolódásában” áll, melynek folytán mély óceáni medence marad vissza, szimaikus kéreggel a „hullámvölgyben”. (Tipikus példa: az Atlanti óceán.) Az ilyen mély óceánok „sébek”, hézagok a szialikus kéregben, Careynak (1958) a széttolódásos elválás számára felállított terminológiája szerint. A geokémiai út viszont a szialikus kéregre a felső-köpeny anyaga felől jövő, helyben működő korrodáló, romboló és vagy impregnáló támadásának eredménye. Újabb megfigyelések szerint a kéregrészt, mely a kisebb óceáni medencék alatt helyezkedik el, nagyrésztben vagy teljes egészében helyben keletkezhetett. Ez az, amit az „óceánképződés mediterrán típusának” nevezhetünk (van Bemmelen 1969, 1972, a és b, 1973, 1975). Továbbá a vezető olajtársaságok korszerű tengeri kutatásai szerint új, alapvető tények lettek ismeretessé a kontinentális pajzsok és a szomszédos atlanti-típusú óceáni medencék közötti átmenetre vonatkozóan, melyek módot adnak arra, hogy nézeteinket ebben az irányban is kiépipítsuk. (Lásd még Burolet és Byramjee cikkét (1974) és a 9. ábrát, valamint Beck (1972), Beck és Lehner (1974), Beck és mások (1975), továbbá Grünau és mások (1975) cikkeit, akik mind a Shell International Petroleum Co. alkalmazottai.)

A 9. ábra metszetei, valamint az említett cikkek nem mutatnak jól megkülönböztethető törést a kéregben vagy a felül levő mezozoikus és harmadkori üledékrétegben. A Moho-réteg is, amint átmegy a mély óceáni területről a szomszédos kontinensre, szintén lassan, fokozatosan süllyed eredeti sekély helyzetéből (az óceán alatt) a kontinens alatti mélyebb elhelyezkedésig. A Jura mindkét oldalán jelentkező szegély-árkok keletkezése óta nem fordult elő további feszültség-okozta törés a szialikus alapkomplexumban. Így a kontinentális kéregnek a mély óceán irányában történő kiékelődése nem tulajdonítható egyszerűen és egyedül az óceáni medencék dilatációs úton történő mechanikus keletkezésének. Továbbá, a kontinensek lesüllyedt szegély-övezeteit vastag üledék-nyelvek fedik, sekély-vízi Apti (krétabeli) emeleti lerakódásokkal. Ez azt jelenti, hogy az ilyen ék normál vastagságú szialikus kéregként kezdte, majd izosztatikusan süllyedt, mert a Moho-határ fokozatosan emelkedett. Másszóval, a szialikus kéregvastagság helyben (in situ) redukálódott, amit a köpeny okozta kéregalatti kémiai korrózióként értelmezhetünk.

Ilyen kéregalatti korróziót sejtett nemrégben Gidon (1963), aki a szialikus korrózió modelljét állította fel alulról, a köpenyből jövő áramlatok hatására. Ugyancsak összegeyztethető ez Burnham (1975) fiziko-kémiai kutatásaival, aki arra a következtetésre jutott, hogy gránitikus és gabbroikus magmatömegek ideálisan keveredhetnek. A szialikus anyag lefelé elsöpörhető, mint köpeny-kéregkeverék (Cook, 1962). Az ilyen alsó áramlások eredetét a Dél-atlanti mega-undáció oldalt terjeszkedésében kereshetjük, az emelkedő köpeny-

áramok terjeszkedési tendenciájának elve szerint, mint annak a mega-undáció-nak a terjeszkedését, mely a Dél-Atlanti-óceáni medence felnyílásának elsődleges oka volt.

Az óceánképződés eme típusa az Atlanti és Indiai óceánok szegélyein eltér attól a geokémiai óceánképződés típustól, melyet „*mediterrán típusnak*” nevezünk. Ennek az óceánképződési típusnak példája a Pannon-medence: ez a típus kisebb mély óceáni medencéket hoz létre az alpi-típusú orogén ívek belső (konkáv) oldalán jelentkező diasztrofizmusos centrumokban. (van Bemmelen, 1972 c, 1973).

Amint azt a III. sz. vizsga-eset (van Bemmelen, 1974, 104–105 old.) elemzése mutatta, a Pannon-medence alatt kupola-alakú Moho-réteg van úgy, hogy annak szialikus kérge mintegy 10 km-rel vékonyabb, mint a környező kontinentális pajzsok alatt. Ezt a kivékonyodást nem lehet felszíni erózióval magyarázni; ugyancsak nem szolgáltat eléggé plauzibilis magyarázatot a Gidon-modellben szereplő (1963) szialikus alsó áramlások okozta oldalirányú elmozgatása a szialnák. A kéreg-redukció oka inkább a köpenykéreg keverék lefelé való elmozdítása volt felülről jövő megállítást útján, melyet egy diapirikus ultra-alacsony-sebességű test fejtett ki, mely az aszthenoszférából a lithoszférába emelkedett. (Lásd a 21. ábrát a II. vizsgálati-esetnél a 61. oldalon a szerző 1973-as cikkében).

Igy ebben a szakaszban arra a következtetésre jutottunk, hogy a kontinentális (szialikus) pajzsok geokémiai organizációja két altípusba osztható: az egyiket szimaikus köpeny-anyag alulról jövő áramlása okozza, mely a felső-köpeny mega-undációs feltüremleéseiből terjeszkedik (típus-példa: a Dél-Atlanti-óceán (x); a másik altípus felülről, a kéreg felől jövő „*megállítást*” eredménye, mezo-undációs, az aszthenoszféra felől eredő és a lithoszférába behatoló diapirizmus következtében (típusminta: a Pannon-medence).

3.8 Relativisztikus szerkezeti kapcsolatok térben és időben

A fázisátmenetek kivételével a föld belsejében fellépő geodinamikus konvekciós rendszerek volumetrikusan kompenzátívek, tekintettel a földi anyag korlátozott összenyomhatóságára. Csak, ha a föld felszínét érik el az ilyen konvektív rendszerek, akkor lehet átmeneti térfogati kihatásuk a kéreg undációi alakjában. A jól ismert, eléggé szaggatott, „*görcsös*” menetű orogenikus történések, melyeket gyakran mega-lemezek közötti „*összeülkötéseknek*” tulajdonítanak, nem magyarázhatók csupán kvázi-állandó kontinentális drifttel és/vagy tengerfenék-terjeszkedéssel. Ilyen, a kéregben végbemenő kivételes energia-felszabadulások könnyebben magyarázhatók az alacsonyabb szinteken végbemenő esetenkénti potenciális-energia-felszabadítással, amely időlegesen geokémiai alakban tárolódott, amint azt a 3,6 szakaszban leírtuk.

Ha a nyírásos töréseken végbemenő mozgásokat tanulmányozzuk, akkor relativisztikus szerkezet-elemzés útján meg kell állapítanunk, hogy ténylegesen melyik oldal mozdult el. Ugyanígy, ha az epicentrumban levő nyírásos törések hatását tanulmányozzuk a földrengésekre, figyelembe kell vennünk, hogy elméletileg négyféle lehetőség van az aktív mozgások számára: nevezetesen, vagy az alsó, vagy a felső, vagy a frontális, vagy a hátsó blokk változtatta helyét aktíve és hirtelen a szélesebb kerethez viszonyítva. A lemeztektonikai irodalomban rendszeren csak olyan megoldásokat vesznek figyelembe, melyek összhangzásban vannak az „*anyamoddellel*” – vagy legalábbis nem mondanak annak ellent – és teljességgel elhanyagolják azt a tényt, hogy esetleg más

lehetőségek is ugyanolyan mértékben érvényes alternatív modellt nyújtának. A geodinamikai kutatásoknál vezető elv kell legyen a szerkezeti kapcsolatok relativisztikus elemzése.

4. *Néhány igazolás a prognózis-diagnózis módszer segítségével*

Az ellenőrzésnek prognózis-diagnózis-módszerét (van Bemmelen, 1961) a szerző különböző „vizsga-esetekre” alkalmazta, hogy igazolja saját következtetéseit, melyekre a geodinamikai modellekkel foglalkozó könyvében jutott (1972 b). Ezek a vizsga-esetek a következők: a Tirreni-tenger területe a Földközi-tengerben – 1972 c, az Alpi-orogén-rendszer – 1973, a Nyugat-Csendes-óceáni sziget-ívek, különösen a Japán-ív – 1974. Ezek az összehasonlító vizsgálatok kielégítő megerősítést nyújtották az undációs-modellnek. Ennek a modellnek alapvető elveit dolgozatunk megelőző fejezetében vázoltuk.

Az undációs modell elvei közül különösen a három következő alapvető elv bír jelentőséggel a geodinamika szempontjából:

Az az elgondolás, hogy az alsó-köpenyben létrejövő feltornyosulások szolgáltatók a mozgató erőket a litoszférikus lemezek eltolódása számára, valamint a kisebb méretű deformációk egymásrakövetkezésének egész hierarchiája.

Az az elgondolás, hogy a geodinamikai fejlődés a Földnek nem uniformitárius, végtelenül ismétlődő mechanikus megszokása, hanem kölcsönhatásban levő folyamatok előrehaladó fejlődése, mely visszaütésekkel dolgozik a folyamatok két csoportja: a mikro-térben aktívok (nukleárisok és kémiai-fizikai természetűek) és a makro-térben működők (geodinamikaiak) között.

Az az elgondolás, hogy a geodinamikai fejlődést az inherens tömeg-tehetetlenség figyelembevételével, vagyis a legáltalánosabb értelemben vett nehézségi tektonika alapján, a rheológiai alapelvek szerint eljárva kell vizsgálni.

Az új globális tektonika által ma használatos antropomorfnisztikus mechanikai megközelítés (hogy a „merek” lemezeket külső erők lökik, húzzák vagy vonszolják) egy olyan önalkotta merev kényszer, mely végül is alkalmatlan a geodinamikai folyamatok globális skálában történő (mega- és geo-tektonikai) átgondolására.

Ebben a fejezetben néhány további ellenőrző eljárást javasolunk az undációs és lemez-tektonikai modellek összehasonlítására, és pedig a Föld gravitációterére alapozva (amint azt a műholdak segítségével megismertük), vagyis a pillanatnyilag rendelkezésre álló legmodernebb adatforrás alapján.

4.1 *Prognózisok a geoid-alak és a globális tektonikai jellegzetességek közötti korrelációt illetően*

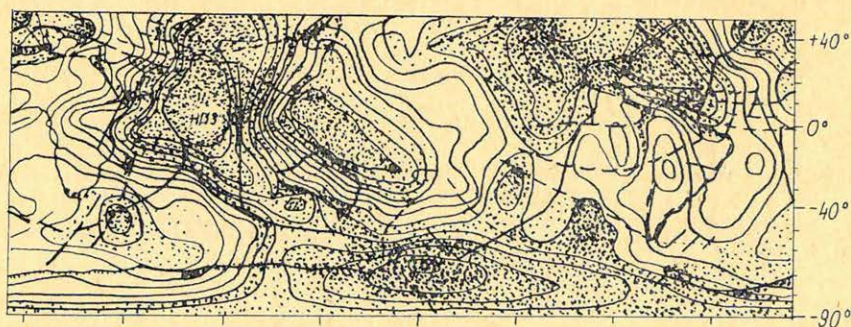
„Mint hogy a geoid alakja a Föld belső szerkezetét tükrözi, a geoid szintvonalainak a tektonikai jellegzetességekkel való korrelálási lehetősége ma a kutatás kézenfekvő feladatköre”, írja King-Hele a „Geodynamics Today” c. jelentésben (King-Hele, 1975, 96 old.).

Már Runcorn is kifejtette azt a véleményét (1964), hogy a köpenybeli konvekciós áramok jelenléte megmutatkozik abban, hogy geoidban nem-hydrosztatikus jellegű alacsony-rendszámú harmonikusok szerepelnek. De eltekintve ettől a nézettől, hogy ti. a köpeny konvekciós áramai a geoid-undulációkkal korrelálhatók, mindeddig nem történt kísérlet a lemez-tektonikusok részéről arra, hogy részletesebben korrelálják a közvetlenül észlelhető globális tektonikai jellegzetességeket a nagyobb méretű gravitációs anomáliákon tapasztalható alapvető tényekkel. Az első kísérletet ebben az irányban a szerző

tette az Amsterdam-ban, 1975 áprilisban tartott geodinamikai szimpóziumon. Jelen dolgozatunkban ezt az ígéretes vonalat követjük.

A földi nehézségi tér nagyobb méretű anomáliái ma már – hála a műholdak keringéseiben végzett geodéziai megfigyelések szolgáltatata adatoknak – pontos térképekben állnak rendelkezésre. A menetükben mutatkozó anomáliák láthatók azokban az eltérésekben, melyek forgó bolygónk tisztán szferoidikus alakjával szemben mutatkoznak a felrajzolt geoid-alakban. Természetesen ezek az eltérések nem reprezentálják a szilárd Föld valóságos topográfiai deformációit, nem mutatnak külső morfológiai kidudorodásokat vagy depressziókat, hanem csupán matematikai megfogalmazásai a „szilárd” Föld belsejében megjelenő tömeg-fölöslegeknek, illetve hiányoknak. Ezek a belső gravitációs instabilitások az idő folyamán eltűnnek, éspedig olyan ütemben, mely a szereplő anyagok viszkozitásától függ, amíg a rheológiai egyensúlyt el nem érik, hacsak nem működnek állandó vagy időnkint megjelenő zavaró folyamatok (lásd a II. táblázatot a van Bemmelen 1972 b cikkben a 130. oldalon a jobb felső sarokban) Természetesen a sokkal kevésbé viszkozus hidroszféra késedelem nélkül alkalmazkodik a gravitációs instabilitásokhoz, de a szilárd Föld alkalmazkodása késést szenved a lassú, viszkozus folyás következtében. A földgömb belső részei, melyek sűrűsége aránylag kicsiny, lehetőséget nyújtanak felszálló áramok kifejlődésére, míg az aránylag nagy átlagos sűrűséggel bíró részek lefelé mozognak.

Ebből kifolyóan azt várhatjuk, hogy a litoszféra nagyobb méretű undációi nagy gravitációs anomáliákkal kapcsolatosak. A mélységben kifejlődő, aktív felhajtóerővel rendelkező áramlások a felszínen mega vagy geo-undációs fel-türemlésekként jelentkeznek, melyek negatív anomáliákkal korrelálnak; ezzel szemben az aktív módon leszálló áramok kapcsolatban állanak süllyedő területekkel, melyek a Föld gravitációs terének pozitív anomáliáival állanak korrelációban.



1 —
2 - - -

3

Geo 76 / 14-10

10. ábra. Korrelációk a Föld legnagyobb nehézségi anomáliái és egy globális tektonikai alakulatok között – 1. átfogó földi árokrendszer, – 2. nagyobb nyírási törések, – 3. sziget-ív rendszerek.

Рис. 10. Корреляция между самыми большими аномалиями силы тяжести на Земле и некоторыми глобальными тектоническими структурами. 1. Общая земная система дуг 2. Большие сдвиговые трещины 3. Системы островных дуг.

Fig. 10. Correlation between the earth's major gravity anomalies and some features of global tectonics.

A 10. ábra bemutatja a Smithsonian Standard Earth nagyobb gravitációs anomáliáit, mint a geoid-magasságok eltéréseit a sferoidikus lapultságtól (1/298.255) 10 méteres közökben King-Hele szerint. (1974). Ugyancsak King-Hele nemrégén egy kissé eltérő részletesebb térképet tett közzé (1975, 2. ábra a 96. oldalon), de az általános kép ugyanaz maradt. Erre a gravitációs anomália-térképre felrajzoltunk egyes nagyobb, globális tektonikai alakzatokat, mint pl. a világméretű rift-rendszert és a nagyobb nyírási töréseket (van Bemmelen 1975 c).

4.2 A keleti félgömb

A Pacifikus-Indiai-Távol-Keleti területen nagyobb negatív nehézségi anomáliák gyűrűje húzódik végig, mely egybeesik – nagyjából – egy gyűrűalakú, közepes aktivitású emelkedési-rift-rendszerrel. Ez utóbbinak átmérője mintegy 20 000 kilométer és ő maga a következő részekből áll: a) a Kelet-Pacifikus rift, b) a Délkelet-Pacifikus rift, c) az Ausztrália és az Antarktisz közötti rift, d) az Indiai-Óceán délkeleti részében elhelyezkedő rift; a b), c) és d) részek többé-kevésbé a Föld egy főkörén vannak. Majd megszakítás következik a Ceylon körül elhelyezkedő nagy negatív anomália által (-113 m), hogy azután elkezdődjék a menet utolsó részlete: e) az aktív Baikal-rift, míg az Indiai-óceáni rift tovább halad északnyugatra a Felső-Kenozoikus Carlsberg emelkedő-rift – övezetbe.

A mai tengeri kutatások szerint az aktív riftek a tengeri lemezek alkotó szegélyei: ezek a geo-undációs méretű közép-óceáni emelkedések tengelyében levő gerinceken helyezkednek el. A gerincek maguk a litoszféra mega-undációs kidudorodásainak geokémiailag generált kidudorodásait képezik; (lásd a dolgozat 3.6 szakaszát).

Ezek a kiemelkedő árok-rendszerek mintegy néhány tízmillió évvel ezelőtt jöttek létre, a paleomágneses övezetelosztási időszámszámítások szerint. Így hát nagyjából már túl vannak geo-undációs fejlődésük csúcspontján, amikor is a centrális riftek még többé-kevésbé aktívak (mind oldalirányú feszültségek, mind vulkánizmus tekintetében), de maguk az óceánközépi kiemelkedések már részben elmaradoznak izosztatikusan a hűlés és az annak megfelelően az alattuk fekvő aszthenoszférikus pattanásokban bekövetkező sűrűsögnövekedés következtében. A negatív gravitációs anomáliák maximumai eltolódtak a Cirkum – Pacifikus emelkedési-riftrendszer belső része felé a Kelet-Pacifikus, Délkelet-Pacifikus és Délkelet-Indiai-óceáni szektorokban. Az Ausztráliai és Antarktisz-i szektorok, valamint a Ceylon körüli rész és a Keletázsiai-terület még most is egybeesnek az erős negatív anomáliájú térrészekkel.

A köpeny legaktívabban úszó centrális része a Ceylon-i mega-undáció alatt helyezkedik el; ennek északi szárnyán van az India-i szubkontinens, mely észak felé tolódik a szeizmológiai, paleomágneses és tektonikai vizsgálatok szerint. Ez az eltolódás az India-i lemez inherens gravitációs energiájának következménye (lásd a 8. ábra sémáját). India így „úszik” a kelet-nyugati irányban vonuló Alpi orogenikus övezet irányába és annak Himalája-részletét észak felé tolja el. (Lásd van Bemmelen 1969 b és Wensink 1975, ábra a 104. oldalon).

Az India-i litoszférikus egység („lemez”) észak felé való eltolódásának következménye az, hogy „ütközésbe” kerül a kínai mega-undáció déli szárnyával. Így a Tibet-i területet körülférták és szükségszerűen felemelték, úgy hogy terjeszkedni kezdett oldalirányban nagyobb, kelet-nyugati vonulási nyírási

törésrendszerek, baloldali transzform-vetődések mentén a kínai és indonéziai pajzsok keleti „folyásában” és jobboldali vetődésekkel a Közép-Szibéria-i deformációkban (van Bemmelen 1972 b, 6. ábra a 64/65 oldalon és 10. ábra a 218. oldalon).

A Keleti-félteke „gyűrűs rift-rendszerét” köpeny-feldudorodások okozta egy sor mega-undáció vezette be, melyekre a Ceylon-i mega-undáció szolgálhat példaként (annak a globális tektonikai folyamatokra gyakorolt konzekvenciáival együtt). Ezek a mega-undációk nyilván nem szükségképpen ugyanolyan korúak és nem esnek a ciklikus fejlődés ugyanazon fokozatába, bár valamennyien a Közép-Mezozoikum időiben fejlődtek.

A Pacifikus-térséget övező nagy negatív gravitációs anomáliák gyűrűjével ellentétben a Csendes-óceán középső részére pozitív anomáliák hatalmas övezete jellemző. Ennek maximuma aszimmetrikusan fekszik a Karolinák medencéje és New Guinea alatt és keleti irányban Mikronézián és Polynézián át kiterjeszkedik. Északi szegélyén a Marcus-Necker-kiemelkedés határolja mintegy a 20. északi szélességen; déli oldalán találjuk a Melanézia-i ívrendszert, mely mintegy 6000 km-nyire terjeszkedik ki az Új Hebridáktól a Salamon-szigeteken és a Bismarck-szigeteken keresztül a Kelet-Indonézia-i Halmahera-ig. Menard (1964) ennek a szigetekből és guyot-okból álló komplexumnak a „Darwin-emelkedés” nevet adta: a szerző ezt, mint fosszilis mega-undációt ismerte fel (van Bemmelen 1972 b, a 6. ábrával a 64–65 oldalon és az I. Táblázatban a 71. oldalon).

Ha a Darwin-emelkedést fosszilis mega-undációnak tekintjük, akkor evolúciós-ciklusának várható menete a következőképpen vázolható:

A bevezető mega-undációs feldudorodás feltehetően a Jura-időkben kezdődött a Darwin-emelkedés keleti részén (Polynéziában). Majd – rotációs tehetetlenségi erők folytán – gerince nyugati irányba vándorolhatott néhány cm évi sebességgel (v. ö. a dolgozat 15. ábrájával). Így Polynézia délkelet-északnyugati csapású gerincei úgy interpretálhatók, mint „nemathat”-ok, hasonlóan a kilencvenedik keleti hosszúság körül az India-i szubkontinens mögötti hullámvölgyben szereplő hátságokhoz. A Kréta-időszakban a Darwin-mega-undáció gerince elérte a Mikronézia-i területet, majd aktív úszási periódusa befejeződött, lehülés következett be a sűrűség növekedésével, valamint izosztatikus süllyedés: előbb Polynéziában, majd Mikronéziában is, ahol a nehézségi anomáliák maximális értéket mutatnak fel.

Ennek a pozitív gravitációs anomáliának a létrejötténél a fentebb említett hülésen kívül – mely a fosszilis Darwin-mega-undáció tetején beállott – még egy másik ok is közrejátszhatott.

Wensink (1975) szerint a Gondwana-területen végzett legújabb paleomágneses kutatások arra mutatnak, hogy 32 millió évvel ezelőtt a Gondwana két része: India és Ausztrália összeolvadt és ezek együtt észak felé tolódtak el. Az India-i pajzsot az Alpi orogén Himalája-része elnyomta és az felemelkedett a Tibeti régióba. Az észak felé driftelődő Ausztrália-i pajzs úi „felütődött” a Darwin-emelkedésen és felnyomta északi szegélyét (New Guinea). Ez az „összeütközés” lehet az oka az ebben a konvergáló szegély övezetben jelentkező nagy pozitív anomália jó részének. Ez az elgondolás összhangban áll az Alpi rendszer általános szerkezeti elképzelésével, amint azt az 1. ábra bemutatja a van Bemmelen 1972 b dolgozat 191. oldalán.

Ugyancsak Wensink (1975) jegyzi meg azt, hogy a régebbi terjeszkedési központ, mely az Indiai-óceán keleti részében kelet-nyugati irányban húzódott,

— a „Keleti kilencven-gerinctől” keletre már eltűnt a délfelé migráló Szunda-árok alatt. Ez azt jelenti, hogy az Indonézia-i szubdukciót — annak észak felé merülő Benioff zónájával együtt — nem óceáni lemezek aktív alábújása okozza, hanem Délkelet-Ázsiának déli—délkeleti irányban való terjeszkedése. Ez a diagnosztikus tény megerősíti az undációs modellt, mely azt mondja, hogy a szubdukció passzív folyamat, mely aktív sziget-ívek terjeszkedéséből származik (van Bemmelen 1973, 77. old. és a III. teszt-eset, 1974).

Az egész középső Pacifikus-terület — a mega-undációs feldudorodási gyűrű belsejében — süllyedőben, van, miután a köpenyben levő süllyedő mozgások felett helyezkedik el, melyek — koncentrikus alakzatban — volumetrikusan kompenzálják a környező megaundációkban jelenlevő emelkedő áramlatokat (lásd a 3.8 szakaszt). Ezek a nagyobb területre kiterjeszkedő leszálló áramok ráhelyeződtek az izosztatikussá süllyedésre a Darwin-emelkedés területén, ami az előrehaladó hűlés következménye.

Ez a komplex rheológiai anyag-áramlás annak kölcsönös volumetrikus kompenzációival együtt csaknem a földgömb felét magában foglalja, és pedig a Pacifikus oldalt. Hatására extenzív, bár kis-gradiensű feszültségi terek jönnek létre a Csendes-óceáni térségben, melyek elősegítik a litoszférikus mozgásokat a Csendes-óceán középpontja irányába, mint pl. nagyskálájú nyugatra menő tengerfenék-eltolódást és a sziget-ívek keleti migrációját. Ezen a körkörös horizonton belül a Darwinkiemelkedés a Csendes-óceán magvát képezi és természetesen akadályt jelent a befelé irányuló mozgások számára. Az alkalomszerűen nyugatról bekövetkező sziget-ív-siklások és a keletről szinte folytonosan bekövetkező tengerfenék-terjeszkedés ennek a centrális pacifikus akadálynak a mentén zajlanak le.

Az ennek a geodinamikussá helyzetnek a részleteibe való mélyebb betekintés módot ad nekünk arra, hogy lássuk, hogyan erősítik meg a tektonikai megfigyelések az undációs modell felállította prognózisokat.

A keletre migráló Bonin-Mariana-ív déli végén le van vágva ott, ahol közeledik a Darwin-emelkedéshez, és pedig kelet-nyugati csapású jobboldali nyírási vetődésekkel, eltolva azt a Yap és Palau gerincekhez képest, betörve így a Darwin-hátság nyugati végébe.

Tovább délre a Fülöp-szigeti szigettenger a Darwin-hátság nyugati széle mentén mozog, melytől több baloldali nyírási törés választja el. (Manilla-törés pl.).

Még délebbre az Indonézia-szigetvilág szabadabban terjeszkedik a Darwin hátság délnyugati sarka körül úgy, hogy a Szunda ív keleti része (Banda-ív néven) a Sula-sarkantyú körül mozog (van Bemmelen 1949). A felső-kenozoos időkben történt, hogy a Szunda-ív déli irányú migrációja kelet felé elhajlott, elhaladva így a Sula-sarkantyú mellett és létrehozva nyírási törések baloldali rendszerét a Darwin-hátság déli szárnyán (pl. a Sorong-törés a Nyugat-Guinea-i csőrben, melyet ma Iriannak neveznek).

Még az általunk adott, a Darwin-hátság akadályai körüli mozgások körbeteckintő képéhez tartozóan a Fiji-szigetek mikro-lemeze is mozog a nagy pozitív gravitációs anomáliák területének délkeleti sarka körül. A Fiji-szigetek szialikus egységet alkotnak redukált gránittréteg-vastagsággal, mely ma egy igen feltűnő ciklonális spirális „szemét” képezi, két karral, melyek ellenkező irányban terjeszkednek. Az egyik kar délnyugatra és északnyugatra terjeszkedik egymást követően a Hunter-gerinc és az Új-Hebridák mentén. A délnyugat felé migráló részt délnyugatról — előtte — mély árok kíséri, míg mögötte

északkelet felé a Benioff-zóna merül a mélybe. A Fiji-spirális másik karja egy sor erősen hajlott szigetecskével kezdődik a főcsoport nyugati lodalán, mely azután fokozatosan észak és kelet felé bontakozik ki, felcsatlakozva a csaknem egyenesen *NNE-SSW* irányban húzódó Kermadec-gerinchez. Ez utóbbi délkeleti irányban migrál, előtte mély árokkal és mögötte Benioff-zónával, mely a Lau-medencébe merül.

A Tonga-Kermadec gerinc Újzélandhoz csatlakozik, melyet axiális, jobboldalas Alpin nyírási törés jellemez és ez a nematitikus gerinc végül is a Macquarie-szigeti gerincbe torkollik a Tasman-tengertől délre.

A Fiji-csoport északkeleti előhaladása és a körülötte végbemenő anticiklonális spirál-kifejlődés nyilván szpazmodikus epizódyszerű esemény volt, melyet mögötte végbemenő medence-felnyílások egymásutáni fázisai kísérték: az első ilyen felnyíló medence a Tasman-tenger Ausztrália és Újzéland között, mely a Felső-Krétától a Paleocén korig ment végbe; ezt követte a Fiji-tenger, melynek talaja Alsó-Harmadkori; a Lau-medence talán a Felső-Kenozoikumban keletkezett.

A Lau-medence alatt jelenleg jellegzetes diapirikus asztenoszféra kidudorodás van, mely szeizmikusan „*ultra-alacsonysebességű test*”; vulkánikus aktivitást mutat szegélytörések mentén, melyek őt a Tonga-gerinctől elválasztják. Ez utóbbi kifelé „*siklik*” a Lau-diapirikus kidudorodás gomba-hatása folytán. Ez a távolító hatás hasonló az Alpi-típusú orogén folyamataihoz, melyeket a szerző fentebb említett három tesztesete során leírt (1972 c, 1973, 1974). A Fiji-spirális hasonlít a Szunda-ív spirálisához és a Földközi-tengerben levő Genua-spirálshoz (Caire 1974).

A Tonga – Macquarie-gerinc mintegy 6000 km hosszú és hasonlít a Szunda-ívhez, mely szintén mintegy 6000 km az Andamanok – Nikobarok vidékétől a Banda-ívig. Szumatra és Jáva szigete (melyek a jobboldalas Semangko törést foglalják magukban, lásd Posavec és társai 1973), igen hasonló jellegű, mint Újzéland északi és déli szigete.

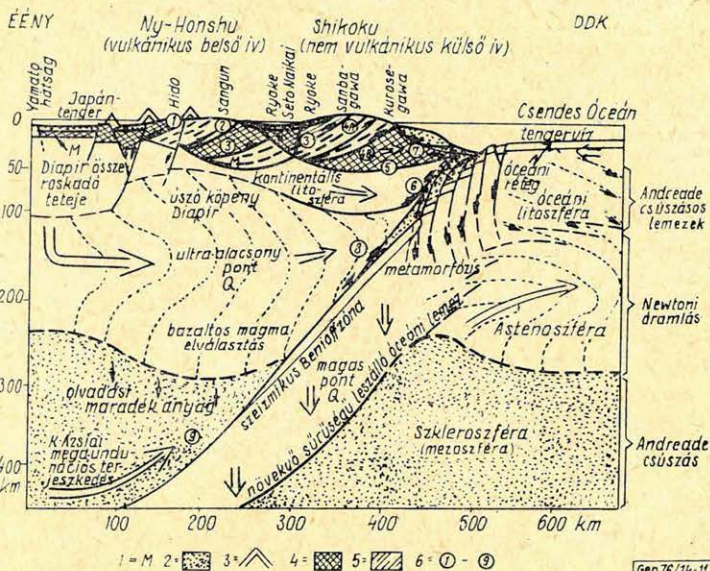
Mindezek a hasonlóságok a geodinamikai fejlődésben összesítve demonstrálják az undációs elmélet által adott rheológiai interpretáció plauzibilitását.

A Korzika – Szardínia-i óramutató járásával ellenkező irányú forgások és az olasz „*mikro-lemezek*” forgása az Alpi spirális „*Genua-szeme*” körül paleomagnetikusan igazolást nyertek De Jong és társai (1973) valamint Van den Berg és társai (1975) vizsgálataiban. Ezek a forgások is pontosan beleillenek a rheológiai képbe. Világos, hogy a globális tektonikai folyamatoknak csak a nagyskálájú képe adhatja a „*folyás*” képét, és hogy kisebb litoszférikus egységek, „*mikro-lemezek*” úgy mozoghatnak, mint a jégtáblák az óceánon.

A rheológiai modell illetően paleomágneses tekintetbevétele azt a várakozást kelti, hogy mind az Indonéziai szigettenger keleti része, mind a Fiji spirális kiváló vadászterületet nyújtanak a paleomágneses kutatóknak a forgó mikrolemezek utáni keresésben. Ha ezt a prognózist a jövő paleomágneses diagnosztikus tényei igazolják, akkor ez az undációs modell funkcionális jellege helyességének újabb bizonyítéka lenne.

Ellentétben a rheológiai interpretáció ezen sokatigéző eredményeivel a geodinamikát illetően, felemlítjük itt a Pacifikus geodinamika néhány újabb mechanikai elemzését a „*merev*” lemezek feltételezése alapján. Karig és Moore (1975) a Bonin-ívet tisztán a Pacifikus-lemez aktív szubdukciójának feltételezése alapján tárgyalják, mely kvázi-állandó típusú „*folyásban*” venne részt, míg ezek a sziget-ívek szpazmodikus jellegű fejlődést mutatnak a központi Pacifikum

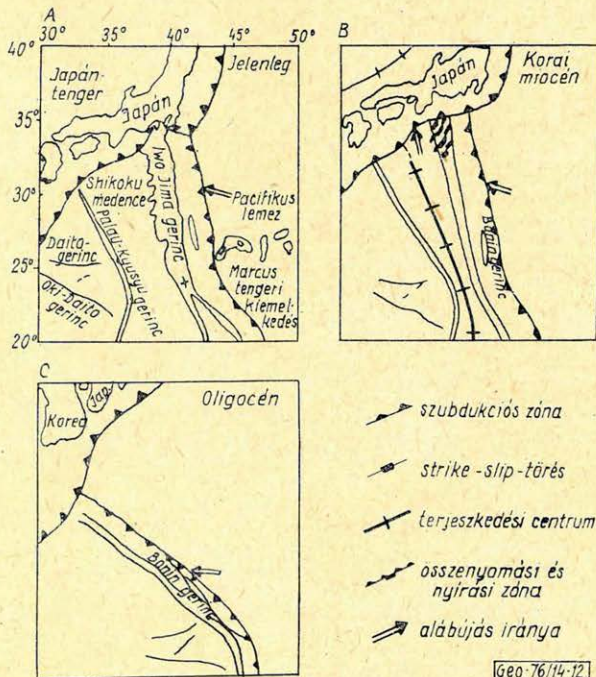
irányában. Ezek a szerzők nem veszik észre az elemzésükben jelentkező ezen mechanikai ellentmondást a mozgások időbeli és térbeli elhelyezkedésével kapcsolatban (lásd cikkünk 3.9 szakaszát). (11. és 12. ábrák).



11. ábra. Metszet a Japán-ív nyugati részén keresztül az undációs elmélet szerint.

Рис. 11. Сечение западной части японской дуги согласно теории складчатости.

Fig. 11. Section across the western part of the Japan Arc according to the Undation Theory.

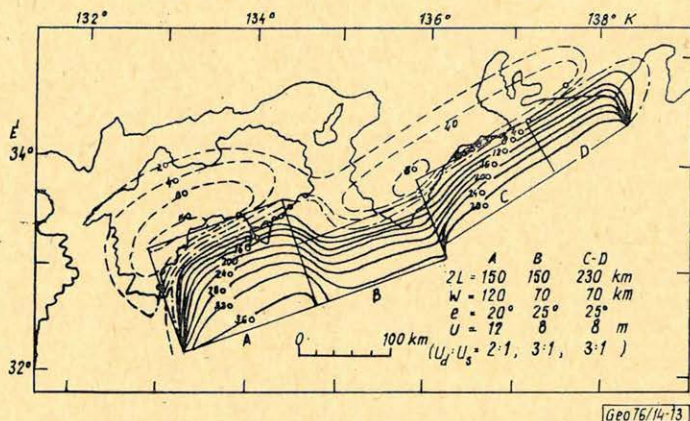


12. ábra. A Bonin-ív-rendszer feltételezett fejlődése — A) jelenlegi helyzet, — B) helyzet a korai miocénben, a Bonin és Shikoku medencék felnyílnak, tektonizmus jelentkezik a Bonin-ív északi végén, C) Oligocén; ferde szubdukció megy végbe a Bonin-árok mentén és ez a Bonin gerinc észak felé való eltolódását eredményezi.

Рис. 12. Гипотетическое развитие системы островной дуги Bonin. А. — Существование положение Б. — Положение в раннем миоцене: сформировался позвоночник сис темы Bonin, бассейны Ямато и Шикoku раскрываются, тектонизм, проявляется в северной части дуги Bonin В. — Олигоцен: наклонная субдукция происходит вдоль дуги Bonin, в результате появляется сдвиг позвоночника Bonin к северу.

Fig. 12. Hypothetical development of the Bonin Arc System.

A Tectonophysics folyóirat ugyanban a számában Ando (1975) egy másik egyoldalú interpretációt ad a Japán-ív mentén végbemenő szubdukció számára. Itt is csak aktív szubdukciót vesznek tekintetbe, míg valamennyi geodéziai tény, melyet a Japán-ív nyugati részében a nagyobb történelmi földrengések után feljegyeztek, világosan indikálja, hogy az ilyen rengések mind a Japán hátságban felhalmozódott potenciális energia hirtelen, az óceán felé irányuló kiváltódásának eredményeként állottak elő. (13. ábra).



13. ábra. A Hoi-ei – rengés (1707. okt. 28.) geodéziai adatai a Japán-ív nyugati részében. – A folytonos és a szaggatott szintvonalak emelkedést, illetve süllyedést jelentenek, – Q_u = lejtésszög, U_n = diszlokáció, U_d = fordított csúszási komponens-lejtés, U_r = jobb-aldalsó komponens.

Рис. 13. Геодезические данные о землетрясении в Хоеи (28 окт. 1707 г., западная часть японской дуги). Непрерывные и пунктирные линии означают, соответственно, поднятие и опускание; Q_u – угол глубины, U_n – дислокация, U_d – наклон обратной скользящей компоненты, U_r – правосторонняя компонента.

Fig. 13. Geodetical data on the Earthquake of Hoi-ei, October 28, 1707, in the western part of the Japan Arc.

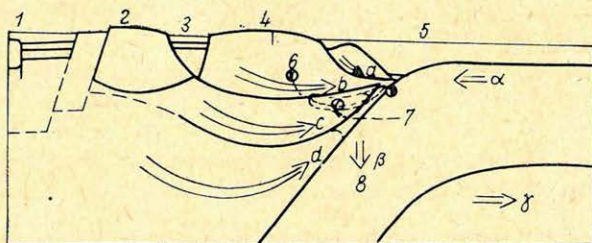
Legend:

Solid and dashed contours represent uplift and subsidence respectively.

Q_u = dip angle, U_n = dislocation, U_d = reversal dip slip component, U_r = right-lateral component.

Ezek a rengések hatalmas csúszó tömegek hirtelen mozgásai következtében keletkeztek, melyek egy töltő-csatorna alakú alaprétegen mozogtak. A potenciális gravitációs energia ilyenén relaxációi süllyedéseket okoztak a hátság magas oldalán és felemelkedéseket az árkos (alacsonyabb) oldalon. Az alapi törések horizontális projekciója lópatkó alakú, felfelé fordított élekkel mindkét oldalon. Ez a szokott alakulás minden felszíni csúszamlásnál, mely egy út- vagy csatorna-kivágás falain jelentkezik. Egyetlen terepi geológus sem mondaná azt, hogy az ilyen csúszamlások a kivágás alapjának aktív alábújásából keletkeznek. Ha ezt az alapot a csúszamlás lefedi, akkor ez az útnak vagy a csatornafeneknek passzív „szubdukciója” volna. Miért nem látják be a lemeztectonikusok az ilyen egyszerű mechanikai vonatkozásokat?

Ernst (1975) azt mondta, hogy a szerző modellje csupán a lemeztectonikai modell egy változata, de nem vitatja, sőt meg sem említi a 14. ábrával illusztrált argumentumaimat. Mindhárom említett dolgozat észlelt alapvető tényeket kiválóan mutat be, de az interpretációban rossz úton jár. A mobilitás az ő magyarázataikban túlságosan „immobilá” lesz, amikor az alapvető tényeket megvilágítják.



II. modell a köpeny-diapirizmus szerint

Geo 76/14-15

14. ábra. A Japán-ív keletkezése, különösen tekintettel a metamorfizmusok kékpala-fáciésének kialakulására – az I. modell a lemeztektonika aktív szubdukciós feltevés szerint, – II. modell az orogenikus ívek konkáv oldalán bekövetkező köpeny – diapirizmus és gomba-fejlődés okozta passzív szubdukciónak megfelelően. – a) vulkanikus belső öv, – b) nem-vulkanikus külső öv, – c) postkinematikus kitüremlés, – d) szubdukció kezdete, – e) aktív szubdukció, – f) mély tartomány magas P- alacsony T- metamorfizmussal, g) akciózónák érintkezése, – 1. összeroskadó medence (hátsó mélyedés), – 2. vulkáni belső ív, – 3. közbülső mélyedés, 4. nem-vulkáni külső ív, – 5. előmélység, – 6. meginduló árokkepződés, – 7. aránylag sekély szinkinetikus zóna magas P- alacsony T- metamorfizmussal feszítés és tektonikus túlnyomás következtében, – 8. főként passzív szubdukció.

Рис. 14. Происхождение Японской островной дуги (причем, обращается особое внимание на образование метоморфизмов фаций синего мела). I. – Модель с предположением об активной субдукции в тектонике плит, II. – Модель с концепцией пассивной субдукции – диапиризма и гриборазвития на конкавной стороне орогеновой дуги. а) пояс внутреннего вулканизма, б) невулканический внешний пояс, в) посткинематическое выпучивание, г) начало субдукции, д) активная субдукция, е) глубинные области с метаморфизмом с большим P и низким Tж). соприкосновение зон действия, 1. схлопывающийся бассейн (заднее углубление), 2. внутренний вулканический пояс 3. переходное углубление, – невулканический внешний пояс 5. предуглубление 6. начинающееся образование трещины 7. Сравнительно мелкая зона метаморфизма с высоким P и низким T, как следствие – напряжения и тектоническое сжатие 8. главным образом, пассивная субдукция

Fig. 14. Origin of the Japan arc (with emphasis on the formation of the blueschist facies of metamorphism)

Model I according to the concept of active subduction in plate-tectonics (Miyashiro, Ernst, and others).

Model II according to the concept of passive subduction by mantle-diapirism and mushrooming at the concave side of the orogenic arc.

Az ebben az alfejezetben nyert rheológiai megvilágítást – a keleti féltekére vonatkozóan – kiegészítjük most azzal, hogy figyelmünket az Emperor – Hawaii-hátságra fordítjuk. Ezt számos lemeztektonikus úgy tekinti, mint „melegpontot” mely a köpenyben fixált helyzettel bír; az óceáni lemezről felteszik, hogy a pont felett eldriftelődik magával víve a vulkáni szerkezeteket, melyek fokozatosan kialszanak, amint elvágják azokat alap-forrásuktól. Az Emperor-hátság északkeleti vége a legrégebb, már kialudt rész, a Hawaii-rész délkeleti vége pedig a legfiatalabb és a meleg-pont aktív kivezető nyílása. Ezzel a lemez-tektonikai fejlődéssel egyidejűleg a sarki tengely elvándorlása is végbe ment. Mindezek a plauzibilis magyarázatok megbízható bizonyítékokon alapulnak, melyeket izotop-kormeghatározással, paleomágneses megfigyelésekkel és modern tengeri felmérésekkel szereztek.

Azonban újabb adatok azt mutatták, hogy a Hawaii-hátságot nem magyarázhatjuk a fix melegpontmodell segítségével. A „melegpontoknak” az egész

Földre kiterjedő elemzése azt mutatta, hogy ezek maguk is mozognak, mégpedig olyan sebességgel, mely hasonló a kontinensek és a tengeri litoszférikus egységek mozgási sebességéhez.

Az előző oldalakon számos adatot gyűjtöttünk össze, melyek tektonikus alakulatok nagy választékának befelé való migrációjára utalnak, a Cirkumpacifikus gyűrűárok-rendszerből a Csendes-óceán középponti részei felé. Ilyenek voltak nevezetesen: a rift-övezetről óceán felé irányuló nyírás törések által leszakított részek, a szimaikus litoszféra tengerfenék-leszakadásai, befelé migráló sziget-ívek és spirális-szerűen forgó „mikrolemezek”; továbbá, a negatív gravitációs anomáliák maximumai is világosan befelé migrálnak, megváltoztatva a gyűrűárkon elfoglalt kezdeti helyzetüket a Csendes-óceán központi része irányába. (Lásd a 10. ábrát).

Ezek a megfigyelések nagy súlyt adnak ama rheológiai folyamatok szintetikusan felfogásának, melyek a késői Mezozoikum óta kezdődtek a megaundációk gyűrűövezetben negatív gravitációs anomáliákkal és melyek végülis a jelenlegi megaundációs-tektonikai konfigurációhoz vezettek. Ebbe az általános képbe beleilleszthető az a felfogás is, hogy az Emperor-Hawaii – hátság is köpenyfeldudorodás eredménye, mely befelé migrál úgy, hogy az Emperor – rész már kialudt és a Hawaii rész ma is aktív. Az Emperor-rész már lehült és ma pozitív gravitációs anomáliákkal esik össze, míg az aktív Hawaii részt gravitációs anomáliák negatív tere jelzi, éspedig jól kivethető módon.

Folytatás (befejezés) a 6. számban.

Könyvszemle

Markus Bath: Spectral Analysis in Geophysics (Developments in Solid Earth Geophysics No 7.) Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam – Oxford – New York, (1974.) XII + 564 old., 101 ábrával, 54 táblázattal.

A spektrum-elemzéses módszerek ma fontos szerepet játszanak a geofizikai kutatásban. A könyv célja az olvasót ezekbe a módszerekbe bevezetni, a figyelembeveendő nehézségekre rámutatni és geofizikai alkalmazásokat adni. Tekintettel arra, hogy az illusztris szerző fő érdeklődési területe a szeizmológia, az alkalmazások között ez a kutatási terület szerepel a legnagyobb súllyal, hiszen a legtöbb sikert eddig a módszer éppen ezen a területen mutatta fel, de látunk példákat a légkörten, az oceanográfia, a gravitáció és mágnesség köréből is. A szerző fő célja azonban a módszerek bemutatása és az alkalmazások csak példaként szerepelnek.

A könyv jellege: elsősorban egyetemi tankönyv, hasznos forgatása jelentékeny ismeretet kíván meg mind a geofizika, mind a matematika és statisztika területéről. A szükséges speciális ismereteket azonban a szerző bőven kifejti, úgy hogy az előismeretek csak az általános alapokra szorítkozhatnak. Igen hasznos része a könyvnek a szakirodalom felsorolása, mely 63 oldalon több ezer referenciát tartalmaz. Több mint 10 oldalra terjedő tárgymutató is hozzájárul a könyv használhatóságához. Mindezek a könyvet kézikönyvként való forgatásra is igen alkalmassá teszik.

A fontosabb fejezetcímek:

1. A hullámformák és spektrumok tanulmányozásának módszerei.
2. Fourier-sorok és Fourier-transzformáltak
3. Teljesítmény (sűrűségi)-spektrumok és az észlelési spektrumok alapvető tulajdonságai
4. Az észlelési adatok spektrumainak számítása
5. A spektrumok megbízhatósága és ábrázolása
6. A szűrés alapelvei és geofizikai alkalmazása
7. A földszerkezetre vonatkozó speciális tanulmányok
8. A szeizmikus források tulajdonságaira vonatkozó speciális tanulmányok
9. Spektrum-vizsgálatok a meteorológiában, óceánográfiában és a mikro-szeizmológiában
10. Spektrum-vizsgálatok a gravitáció és földmágnesség területén.

T. G.



Modularitás számítógéppel készített terepi rendszerben*

M. PIEUCHOT – M. BURGER**

Egy számítógép a tényleges adatfeldolgozó egységből, az egységhez csatlakozó memóriákból és perifériákból áll. Manapság mindenki tudja, hogy a perifériák megválasztása attól az adatfeldolgozási sémától függ, amelyet a központban kell végrehajtani. Ugyanezt az elvet alkalmazzák a TDR 49 típusú moduláris számítógéppel kiegészített adatgyűjtő rendszernek.

A TDR 49 a Hewlett Packard 21MX sorozatú minikomputerre épül.

Csak adatgyűjtés esetén az alapkonzfiguráció az adatkezelés, digitalizálás eszközeit és a szeizmi-
kus jelek regisztrálását tartalmazza multiplex formátumban.

Az alapkonzfiguráció memóriákkal (diszkettekkel), különleges adatfeldolgozó egységekkel és külön-
böző kiterő eszközökkel egészíthető ki, úgy, hogy az egyszerű adatregisztrálástól eltérő követelményeknek
is eleget tegyen.

Minden egyes egységben gondoskodtak a csatlakoztathatóságról úgy, hogy a hardware egy vagy
több további modullal egyszerű dugaszolás útján kiegészíthető.

Több, a szokásos műveleteknek megfelelő konfigurációhoz software készült.

Különleges igényeknek megfelelő tipikus konfigurációkra példákat ismertetnek.

Электронные вычислительные машины состоят из эффективной вычислительной
части, из МОЗУ и из подключенных к ней периферийных устройств. Общеизвестно, что
выбор периферийных устройств зависит от схемы обработки данных, выполняемой в дан-
ном центре. Этот же принцип применяется в системе сбора данных, дополненной модуляр-
ной ЭВМ типа ТДР 49.

ЭВМ типа ТДР 49 основывается на миникомпьютере серии 21 МХф фирмы Хьюлетт-
Пакард.

Если осуществляется только сбор данных, основная конфигурация содержит средства
для обработки, кодирования и записи сейсмических данных в формате коммутации.

Эта основная конфигурация может быть дополнена устройствами массовой памяти
(дисками), специализированными обрабатывающими устройствами и различными средста-
вами представления результатов, чтобы иметь возможность выполнить операции не
только прямой записи данных.

В каждом блоке предусмотрена возможность стыковки, так что аппаратные
устройства могут дополняться одним или несколькими блоками простым штепсельным
присоединением.

Для ряда конфигураций, соответствующих стандартным операциям, создано мате-
матическое обеспечение.

Приводятся примеры характерных конфигураций, соответствующих специальным
требованиям.

*A computer consists of the actual processing unit with its associated memory and of a variety
of peripherals interconnected to his unit. Today, everybody knows that the choice of peripherals depends*

* Elhangzott a 20. Szimpóziumon, 1976. szept. 16 – 19. Szentendrén. Fodította: Petrik Iván.

** Sercel Division Geophysique Paris.

upon the type of processing which is to be performed in the center. The same principle is applied to the TDR 49, a modular computer assisted data acquisition system.

The TDR 49 is built around a HEWLETT PACKARD minicomputer of the series 21 MX.

For data acquisition only, the basic configuration includes means to process, digitize and record seismic signals in a multiplexed format.

The basic configuration can be upgraded with mass memories (discs), specialized processors, and various output devices so as to meet requirements other than a straight data recording.

Provisions for interfacing are included in all units so that the hardware can be upgraded just by plugging one or several additional modules.

Software is prepared for several configurations corresponding to conventional operations.

Some examples of typical configurations are given for specific needs.

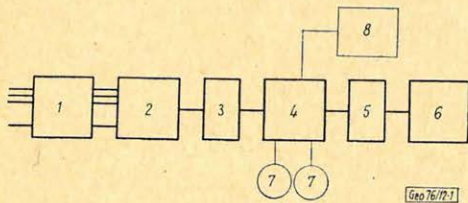
Bevezetés – Modularitás a flexibilitás biztosítására

A hagyományos szeizmikus rendszerekben a műveleteket logikai áramkörök szabályozzák, amelyek egy bizonyos fajta specializált komputert alkotnak. A programokat a készülék előállításánál egyszerűs mindenkorra rögzítik. Később azok nem módosíthatók.

Részből nagyobb flexibilitás biztosítására jelentettek be három évvel ezelőtt egy új elgondolást, a „számítógépre alapozott”, vagy „számítógéppel kiégésített” rendszereket, amelyekben a szabályozó logikát egy mini-komputer helyettesíti. A műveletek programozhatók és ez egy bizonyos mértékű flexibilitást eredményez.

Ma még nagyon kevés ilyen rendszer működik. Fizikai szempontból mindegyik ugyanazon az elgondoláson alapszik, amelyen a számítógép-központokban rendszerint található konzolok is alapulnak. Flexibilitásukat a software biztosítja. A software-flexibilitás azonban korlátozott.

Túl gyakran találkozunk olyan tendenciával, hogy azt hiszik, ha egy rendszert software szabályoz, akkor ez a rendszer mindent tud. A software-fejlesztéssel megbízott programozók jól tudják, hogy a hardware-t számításba kell venni. Egyebek között a hardware határozza meg, hogy mi végezhető el. A szeizmikus feldolgozásban, ahol a kezelendő információ mennyiség óriási és ahol az adatáramlási sebességek különösen nagyok, ezeket a lehetőségeket nagyon gyakran kimerítjük. Ennek következtében a software-szabályozással biztosított flexibilitást olyan modularitással kell összekapcsolni, amely biztosítja a hardware flexibilitását. Összefüggő szekrények helyett a software által szabályozott rendszereket modulokból kell felépíteni éppúgy, mint a hagyományos adatgyűjtő berendezést. Ténylegesen, alapjában véve ezek a rendszerek ehhez a kategóriához tartoznak, nem a feldolgozó berendezéshez.



1. ábra. A TDR 49 felépítése – 1 bemeneti és vizsgáló egység – 2 analóg egység – 3,5 interface – 4 MP 21 M 20 számítógép – 6 szalagtovábbító egység – 7 rögzített fejű disc-ek – 8 TS 30 plotter.

Рис. 1. Блок-схема системы ТДР – 49 – 1 – устройство ввода и теста – 2 – аналоговое устройство, 3,5 – интерфейс, – 4 – ЭВМ типа МП 21 М 20, 6 – накопитель на магнитной ленте, 7 – диски с зафиксированными головками, 8 – Плоттер ТС 30.

Fig. 1. Lay-out of TDR 49 1: Input and monitoring unit – 2: analogue unit – 3 and 5: interface – 4: MP 21 M computer – 6: tape transporting unit 7: fixed head discs – 8: TS 30 plotter.

Egy rendszert különböző modulokból kell felépíteni, attól függően, hogy az adatokkal mit kell tenni.

A TDR 49 felépítése (1. ábra)

A TDR 49 ennek az elvnek az alapján készült. A hagyományos adatgyűjtő berendezéshez hasonlóan négy modulból áll, interface-ekkel. Az első modul input- és vizsgáló-egység. A második az előerősítő szűrőket, egy multiplexert, egy lebegő pontos erősítőt és egy analóg-digitál konvertert foglal magában. Ennek a két egységnek a funkciója minden rendszerben pontosan ugyanaz. Az egyetlen különbség az, hogy a multiplexert, a szabályozott erősítőt és az analóg-digitál konvertert a 3 interface-n keresztül a 4 modul számítógépe szabályozza.

Ez a számítógép egy Hewlett Packard 21 M 20, két software beadására szolgáló közvetlen memória-hozzáférhetőséggel.

A HP 21 M 20 egy 16 bit-es szóval dolgozó számítógép. Minden egyes szeizmikus adatszót előjelet, nagyságot és 3 bit kitevőt tartalmazó 16 bites szóként kódol. Ezt az információt két komputer-szóban tárolja. Ez sok tároló tér, de ezt a pontosság csökkentése nélkül nem lehet elkerülni és azonkívül helyet biztosít az adatoknak az ajánlott 32 bites formátumok valamelyikére való átkódolásához.

A számítógép egy normális, hordozható szalagos egységgel van interfészelve, mellyel az adatok a számítógép által előírt formában regisztrálhatók.

Az adatgyűjtést meghaladó alkalmazásokhoz a számítógéphez a következő perifériák csatlakoztathatók:

- disc-ek tömeges tárolásra,
- speciális aritmetikai egységek,
- TS 30 egyvonalas plotter,
- extra szalagtovábbító egységek.

Mit tud a TDR 49?

Amikor a software által szabályozott rendszereket meghirdették, nyilvánvalónak látszott, hogy a felszíni módszereknél alkalmazhatók. Ezek az adatgyűjtésen kívül különleges eljárásokat igényelnek és ezek az eljárások alkalmazásonként változhatnak. Ez nyilvánvalóan jó lehetőség a software-flexibilitás hasznosítására.

A geofizikusokat azonban gyorsan kiábrándította a terepi rendszerek korlátozott kapacitása. Ezeknek a rendszereknek a célja az adatgyűjtés és azokat elsősorban erre kell használni. További műveletek csak a minták közötti időszakokban, vagy processzorokkal végezhető, amelyek az adatgyűjtés zavarása nélkül működtethetők. A többszörös adatkezelés jelentősen növeli a hardware-t és az adatgyűjtés által kihasználatlanul hagyott idő kevés. Ennek következtében a további eljárások nagyon egyszerű műveletekre korlátozódnak.

Másrészt a geofizikusok a számítógépre alapított rendszerek más alkalmazásait fedezték fel. A legfontosabb talán a demultiplexelés. Ezt egyszer-mászor meg kell tenni. Ha ez a terepen történik és megfelelő kiíratással párosul, nagy

számítógéphez való közvetlen csatlakozást tehet lehetővé. Ha az adattermelés nagymértékű, mint tengeri mérések esetén, a demultiplexelés egy kis számítógép teljes idejét lekötheti, míg adatgyűjtés alatt az a berendezés kis kiegészítésével real time üzemmódban elvégezhető.

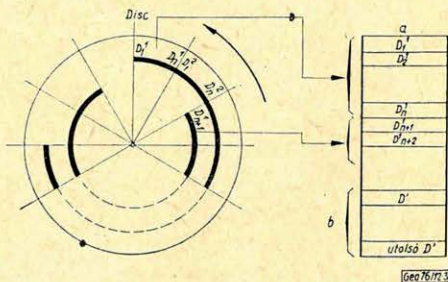
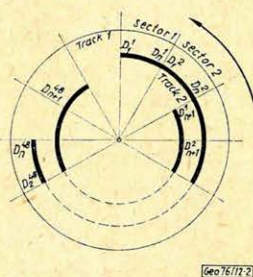
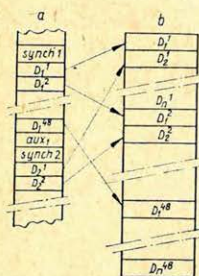
Következésképpen kisebb az igény a bonyolultabb folyamatok vonatkozásában, nagyobb az egyszerűbbet tekintve, melyet eredetileg mellékterméknek tekintettek. A modularitásnak csak a demultiplexelés kapacitásának megfelelő teljesítményt kell lehetővé tennie. A *TDR 49* esetén ez így van.

Az adatgyűjtés és demultiplexelés a *TDR 49*-cel minden olyan esetben alkalmazható, amikor a regisztrátumok száma nagy, tengeri regisztrálásnál például. A műveleteket ezzel a különleges konfigurációval kissé részletesebben fogjuk megmagyarázni.

Demultiplexelés két lépésben

A két lépésben történő demultiplexelés elve jól ismert. Emlékezzünk rá, hogy a bejövő adatok felváltva a fő memória két „disc-puffer”-jén tárolódnak. Ha az egyik megtelik, tartalmát átviszik a disc-re, míg a másik puffer veszi fel az adatokat.

A disc-pufferen a bejövő adatokat oly módon tárolják, hogy ugyanannak a csatornának időelemei követik egymást. A puffer tartalma a disc-en egy sávra kerül, ahol a hozzáférhetőség a csatornák sorrendjében biztosított (2. ábra).



2. ábra. Demultiplexelés — Első lépés.

Рис. 2. Демультимплексирование. — Первый шаг. Выход аналог-код. Сектор 1. Дисковой буфер Канал.

Fig. 2. Demultiplexing — first step.

3. ábra. Demultiplexelés — Második lépés.

Рис. 3. Демультимплексирование. — Второй шаг. Буфер канала Последний сегмент

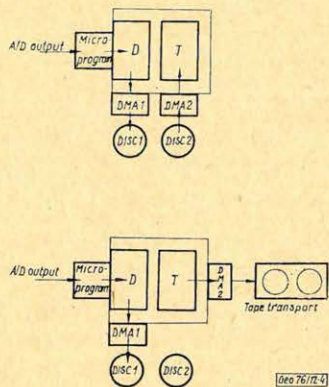
Fig. 3. Demultiplexing — second step.

A következő disc-puffer tartalma a disc-en a következő sávra kerül, az előzőleg bevitt anyag első címétől számított első, vagy második szektortól kezdve úgy, hogy a második lépésben a disc kiolvasásánál az egyik sávról a másikra való áttérés idővesztés nélkül történhet. A második lépésben ugyanannak a csatornának egymást követő szakaszait olvassuk ki és a memoriában egy „csatorna-pufferre” visszük át, ahol a csatorna összeállítása történik. Ekkor a következő csatornát gyűjtjük össze egy második csatorna-pufferben, míg az első tartalma szalagra való átvitelre kész (3. ábra).

Teljesen demultiplexelt adatok egy regisztrálási ciklusnak megfelelő késéssel nyerhetők. Az első regisztrálási ciklus idején az adatokat félig demultiplexelik és egy disc-en tárolják. A következő regisztrálási ciklus idején a félig

demultiplexelt adatokat egy másik disc-en tárolják, míg az első disc-et csatornánként olvassák ki. Az adatgyűjtés folyamatos.

Adatáramlás



4. ábra. Adatáramlás. I. fázis. Az N -edik regisztrátum adatainak gyűjtése és az $N-1$ -edik regisztrátum egyik csatornájának visszaállítása – II. fázis. Az N -edik regisztrátum adatainak gyűjtése és az $N-1$ -edik regisztrátum egyik csatornájának átvitele szalagra.

Рис. 4. Поток данных. Выход аналог/код – микропрограмма – дисковой буфер Буфер канала – Фаза I. Сбор данных записи H и восстановление одного канала записи H . – Фаза II. Сбор данных записи H и передача одного канала записи $H-1$ на ленту. – Выход аналог/код – микропрограмма – дисковой – буфер, Буфер канала, Прямое обращение к памяти – (DMA) – накопитель на магнитной ленте.

Fig. 4. Data flow First phase: collecting of data of the N -st record and reset of one of the channels of the $N-1$ - st record; Second phase: Collecting of the data of the N -st record and transfer of one of the channel of the $N-1$ -st record to the tape.

A „Regisztrálás”-parancs lehet egy a számítógépnek kívülről adott utasítás, vagy azt maga a számítógép állíthatja elő, ha azt a műveleteknél időzítve használjuk. Bármelyik esetben a számítógép az, amely a multiplexer kapuzását, a szabályozott erősítőt és analóg-digitál konvertert a megadott mintavételezési sebességnek megfelelően vezérli.

Az adatátvitelt az analóg-digitál konverterből a központi memóriába (disc-pufferbe) mikroprogram szabályozza. Az átvitel a memóriából a disc-re közvetlen memória-hozzáférhetőség útján történik (4. ábra).

Új regisztrátum felvétele idején a másik disc-en félig demultiplexelt formában rögzített utolsó regisztrátumot csatornánként kiolvassuk. Míg egy csatornát olvastatunk be a memóriába, a második disc és a memória között egy második közvetlen memória-hozzáférhetőség lép működésbe. Ha ez a művelet befejeződött, közvetlen memória hozzáférhetőségre van szükség az adatoknak a csatorna-pufferből a szalagra való átvételéhez.

A HP 21 MX közvetlen memória-hozzáférhetőségei software útján különböző berendezésekhez illeszthetők. Ezt a lehetőséget használják ki a disc-ről a memóriába és a memóriából a szalagra egyetlen közvetlen memória-hozzáférhetőség segítségével történő átvitelnél. A demultiplexelés második lépésében, ha a csatorna az egyik csatorna-pufferben összegyűlt, a második közvetlen memória-hozzáférhetőség a kiolvasandó disc rendelkezésére áll. Ha egy csatorna anyaga összegyűlt, ez a közvetlen memória-hozzáférhetőség a szalagos egységhez kapcsolódik. Ha egy csatornát regisztrálunk, a közvetlen memória-hozzáférhetőség ismét a disc rendelkezésére áll és a következő csatorna anyaga a csatorna-pufferben gyűlik, és így tovább.

Ha egy csatornát kell kiírtni a TS 30 plotteren, ennek a csatornának az adatai a szalagra történő átvitel után a memóriában maradnak. Itt AGC-t alkalmaznak a plotterre való átvitel előtt, ahol analóg jellé alakítják át és megjelenítik.

Ez példa a *TDR 49* működésére. Ugyanezzel a felszereléssel, azaz tömeges tárolásra két disc-kel, a függőleges stacking lehetősége nyilvánvaló. A Vibroseis-nél való alkalmazás a keresztkorrelációhoz gyors Fourier-transzformációt végző egységet kíván. Más szóval modularitásától eltekintve a *TDR 49* csak egy másfajta software által szabályozott rendszer és így ugyanazok a gyengéi: nincs elegendő idő az összes kívánt művelet elvégzéséhez. Mivel a software által vezérelt adatgyűjtő rendszer számítógépet is magában foglal, igyekeznek azt adatfeldolgozó rendszerként használni. Ez alapvető hiba; ugyanis egy rendszer vagy adatgyűjtésre, vagy feldolgozásra készül. Ha adatgyűjtésre készült, elsősorban erre a célra kell használni és a szeizmikus adatgyűjtés olyan kevés időt hagy, hogy további real time – feldolgozás nagyteljesítményű számítási eszközöket kíván. Ez a rendszer méreteinek növekedéséhez vezet, míg az valószínűtlenül nagy monstnum nem lesz. Célszerűbb az igényeket az adatgyűjtésre korlátozni és bármi olcsón elvégezhető ezen kívül. Ez a megfontolás a folyamatot a demultiplexelésre korlátozhatja. Az eredmények azonosak attól függetlenül, hogy előállításuk miként történik: ahogy elmagyaráztuk, vagy egy számítógépközpontban. Nem így van ez sok más eljárás esetén, még a függőleges stackingnél is, amelynek eredményei a stack előtti megfelelő kiíratással javíthatók. Ez az oka annak, hogy sok vállalat kitart amellett, hogy a terepen csak regisztrál és az adatgyűjtéstől teljesen független adatfeldolgozási lehetőséggel rendelkezik. Ez az oka annak is, hogy a *TDR 49* csak software-vezérelt adatgyűjtő rendszerként került kifejlesztésre bővítési lehetőséggel, azonban nagy igényességgel.

Egyesületi hírek

Doktori disszertációs témajavaslat: (1)

Felvilágosítást ad: MGE Bp. VI., Anker köz 1. félem. 17.

Postacím: 1368. Bp. Pf. 240.

Magyar Geofizikusok Egyesülete

Telefon: 429-754. (szombat kivételével)

1. A szaturáció változásának geofizikai módszerekkel történő mérése, interpretálása, a fejlesztés perspektívái az alföldi agyagos-aleuritos kőolaj- és földgáztelepek esetén.
2. A tipikus alföldi szekunder kőzetfizikai tulajdonságokkal rendelkező (repedezett, üreges) szénhidrogéntárolók mennyiségi értelmezésének lehetőségei a meglévő szelvényező eszközökkel felvett szelvények alapján. A fejlesztés szükséges irányjai.
3. A termelési kútszelvényezés helyzete, fejlődésének lehetőségei, akadályai a hazai szénhidrogén bányászatban.

A témákat beküldte: NAGYALFÖLDI KŐOLAJ- ÉS FÖLDGÁZTERMELŐ VÁLLALAT, Szolnok Személyzeti Oszt.

A digitális szeizmika eredményeinek minőségi javítása modern feldolgozási és értelmezési módszerekkel*

G. LÖSER – W. HOLDT – H. WOLF**

A bonyolult geológiai viszonyok között végzett olaj- és gázkutatás megköveteli a reflexiós szeizmikus adatok feldolgozása és értelmezése terén új lehetőségek fejlesztését és alkalmazását. Az NDK-ban ma hozzáférhető eljárások és módszerek révén lehetséges a só-alatti rétegek kutatása, ami néhány évvel ezelőtt még lehetetlen volt.

A tanulmány az elért hatékonyságot a jel-feldolgozás és értelmezés folyamatábrájával és kiválasztott feldolgozási lépésekkel, valamint a nyert eredményekkel szemléteti. A vezérszint nélküli és bonyolult fedőösszetű altalaj megkívánja a CDP (közös mélységpontos) módszer lehetőségeinek és a modern adatfeldolgozási eljárásoknak a kihasználását a jel/zaj viszony optimális szintre való emelése céljából. A szerzők tárgyalják a fontosabb eljárásokat, így a pontos dinamikus korrekciók becslését, a stacking előtti dekonvolúciót, valamint a sokcsatornás szűrőeljárásokat. Az értelmezés egyik legfontosabb tényezője a hullámtér-elemzés. Megmutatják, hogy milyen javulás érhető el a kis energiájú valódi reflexióknak a magas szintű szabályos és véletlen zajtól való szétválasztása útján. A kapott maradék hullámtér elősegíti a szeizmikus eredmények geológiai értelmezését.

Ezeket az eljárásokat és programokat már bevezették a rutínmunkába, és ott nagyon hatékonyaknak bizonyultak.

Разведка углеводородов в сложных геологических условиях требует развития и использования новых возможностей обработки и интерпретации данных, полученных МОВ. достигнутое в ГДР состояние методики и приборостроения позволяет начинать изучение подсолевых этажей, которые до сих пор могли быть разведаны только недостаточно.

В докладе оспрашивается на основе схемы обработки сигналов и интерпретации и выбранных шагов обработки и их результатов достигнутая эффективность. для глубоких участков без опорных горизонтов и со сложным чехлом является необходимым полностью исчерпать возможность метода ОГТ и обработки данных, чтобы улучшить отношение сигнал/шум. Приводятся важные шаги, как например, определение точных динамических поправок; деконволюция перед накоплением и применение способов многоканальной фильтрации.

Основной частью фазы интерпретации является волновой анализ. Осматриваются полученные результаты при выделении слабых реальных отражений на высоком фоне регулярного и нерегулярного шумов. Полученное избыточное поле реальных волн оказалось пригодным к геологической интерпретации.

Разработанные способы и программы уже применяются в производственном процессе и оправдались.

The prospecting for oil and gas under complicated geological conditions requires the development and application of new possibilities of processing and interpretation of reflection seismic data. With techniques and methods available in the GDR it is possible to prospect subsalt layers, which were nearly impossible to be investigated a few years ago.

In the paper the achieved efficiency is illustrated by means of both a flow chart of signal processing and interpretation and selected processing stages as well as by the obtained results. For an underground without key horizons and with a complicated overburden the possibilities of the CDP method and up-to-date data processing have to be used comprehensively to improved the S/N-ratio in an optimum manner. Important procedures like the estimation of accurate dynamic corrections, deconvolution before stacking and the application of multichannel filtering techniques respectively, are discussed. One of the main factors of interpretation is the wave field analysis. It is shown, which improvements can be achieved by the separation of low-energy real reflections from a high level regular and random noise. The obtained residual wave field facilitates the geologic interpretation of seismic results.

The techniques and programs employed have already been used in routine work and proved to be very efficient.

* Elhangzott a 20. Szimpóziumon 1976. szept. 16 – 19. Szentendrén. Fordította: Petrik Iván.

** VEB Geophysik Leipzig.

1. Bevezetés

A reflexiós-szeizmikus adatok minőségét meghatározó módon befolyásolják a szeizmogeológiai viszonyok, valamint a terepi technika, a feldolgozó eljárások és értelmezési módszerek szintje. Az NDK-ban a sálatti rétegek kutatását a következő körülmények nehezítik:

- a kis sebességű réteg vastagsága rövid távolságon belül is megváltozik;
- a fedő erősen differenciált; nagy reflexiós koefficiensű diszkontinuitások nagy energiájú reflexiókat és többszörösöket okoznak, amelyek elfedik a keresett mélyebb reflexiókat;
- a fedőn belüli meredek dőlések, görbületek és tektonikus feszültségek bonyolult hullámutakat és sebességanomáliákat eredményeznek;
- az érdekes sálatti üledékekben csak kis petrofizikai különbségek vannak; mivel a vastagság-mélység arány is kedvezőtlen, csak kis jel/zaj viszony érhető el.

Ezek a modell-viszonyok szükségessé teszik optimálisan illesztett feldolgozó és értelmező program kidolgozását, amelynek alkalmazását komplex folyamatábrára szabályozza. Ezt erősen egyszerűsített formában az 1. ábra mutatja.

Általában megkülönböztetjük a jel-feldolgozást és az értelmezést, amelyen belül a fontosabb értelmezési lépések szintén nagymértékben automatizáltak.

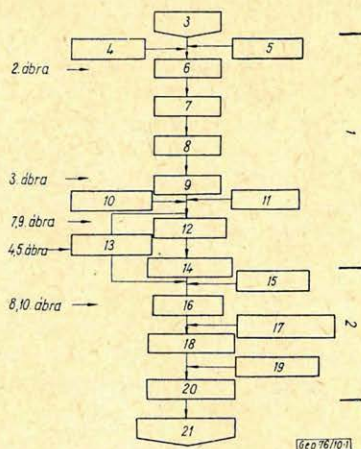
2. Jel-feldolgozás

Országunkban a legfontosabb probléma a gyenge pre-zechstein reflexiók felismerése a véletlen zaj hátterén, valamint a legerősebb többszörösök maximális csillapítása. Ezért új, és hatékonyabb programot dolgoztunk ki, paraméter-ellenőrzéseket, összehasonlító ellenőrzéseket és folyamatos ellenőrzéseket hajtottunk végre szintetikus és terepi szeizmogramok felhasználásával. Ennek a kutatási munkának az eredményeként megtudjuk becsülni a programok hatékonyságát bonyolult szeizmotektonikai viszonyok között előre megszabott menetidő-tartományokban, és optimális program-egymásutánt tudunk összeállítani a digitális szeizmikus adatok feldolgozására.

A következőkben be fogjuk mutatni a programot fontosabb lépéseit, amelyeknek alkalmazása útján az elmúlt néhány évben határozott előrelépést sikerült elérnünk.

A jel-feldolgozást 5 szakaszra bontjuk:

- demultiplexálás és előzetes feldolgozás;
- egyes regisztrátumok dekonvolúciója; 1200 %-os CDP stacking előzetes sztatikus korrekciókkal; a reziduel sztatikus korrekciók automatikusbecslése;



1. ábra. A jel-feldolgozás és értelmezés vázlatos folyamatábrája.

Рис. 1. Блок-схема процесса обработки сигналов и интерпретации

Fig. 1. Schematic flow chart of signal processing and interpretation

- automatikus sebesség-analízis;
- végső stacking 1200–2400% között súlyozva, vagy súlyozás nélkül, időben változó frekvenciaszűrés, több-csatornás szűrés (ha szükséges);
- speciális feldolgozás a stacking után (ha szükséges).

Az első lépés magában foglalja az általánosan szokásos és szükséges folyamatokat és (ha szükséges) az egyes regisztrátumok szűrését, pl. erőteljes felszíni hullámok kiszűrésére.

A második lépésben minden külön regisztrátumot általánosan dekonvolválunk. Ennek a folyamatnak az a célja, hogy a mélyebb reflexiókra a lehetséges legnagyobb jel/zaj viszonyt érjük el. Sok kísérlet bizonyította be azt, hogy a legtöbb esetben nagyobb jel/zaj viszony érhető el a stacking előtti dekonvolúcióval, mint ha a stacking után alkalmazzuk ezt.

A 2. ábra mutatja a különböző dekonvolúciós paraméterek hatását a feldolgozás eredményére. A hatékonyság világos szemléltetése céljából feldolgozott stackelt regisztrátumokat mutatunk be. Az alapadat egy 2400%-os CDP szeizmogram (*A*). A *B* szeizmogram olyan változatot mutat, amelyben a dekonvolúció paramétereit úgy választották meg, hogy a jel kompressziója a lehető legnagyobb legyen. Elsősorban a szeizmogram felső részén látható a nagy felbontóképesség. A *C* szeizmogramon az volt a cél, hogy a *jel/zaj* viszony a lehetséges legnagyobb legyen. A reflexiók világosabbak, mint *A* és *B* esetében, de a feloldóképesség valamivel kisebb, mint *B* esetében. A program paramétereit közül elsősorban a kiválasztott kombinált átengedett sáv különbözik; tiszta spike-dekonvolúció nem valósítható meg az alkalmazott programmal.

A hullámtér-elemzés eljárása a jel-feldolgozás után annál stabilabban dolgozik, minél nagyobb a *jel/zaj* viszony. Ezért a dekonvolúció adatfeldolgozó rendszerünkben elsősorban a *jel/zaj* viszony javítására szolgál és csak másodszorban a feloldóképesség javítására.

A reziduel sztatikus korrekciókat automatikusan határozzuk meg. Ezek nagymértékben befolyásolják a feldolgozás eredményeit, de erről most nem beszélünk részletesebben.

A következő lépésben pontos dinamikus korrekciókat becsülünk meg, amelyek nagyon fontosak a hatékony CDP stacking szempontjából. Habár a reflektorok majdnem vízszintesen fekszenek, gyakran lehet az *RMS* sebességek erőteljesebb horizontális irányú változását megfigyelni; ezeket a szelvény felső részében előforduló petrofizikai inhomogenitások okozzák.

A 3. ábra bal oldala egy első stacking eredményét mutatja. A szaggatott vonal (*a*) ebben a grafikus ábrázolásban azt az *RMS* sebességgörbét mutatja, amelyet a dinamikus korrekciók számításához használtak (a reflektáló szint menetideje: 2,3 sec). Az időszelvény megfelelő részén jelentős korrelációs hézag látható, amelyet tektonikus vetőként lehetne értelmezni. De az automatikus sebesség-analízis erős gradienst mutatott ki az *RMS* sebességben (teljes vonal). Ezt figyelembe véve a dinamikus korrekciók alkalmazásakor (pontosított vonal, *b*) folyamatos korreláció is lehetséges. Így nyilvánvaló, hogy az automatikus sebesség-analízisek sűrű egymásutánja szükséges a szelvény mentén, függetlenül attól, vannak-e vagy nincsenek dőlt reflektorok.

A jel-feldolgozás negyedik lépésében a stacking különböző változatait hajtják végre javított korrekciókkal. Ezek szolgáltatják az alapadatokat a következő hullámtér-elemző eljárásokhoz. A stacking-et teljes multiplicitásában

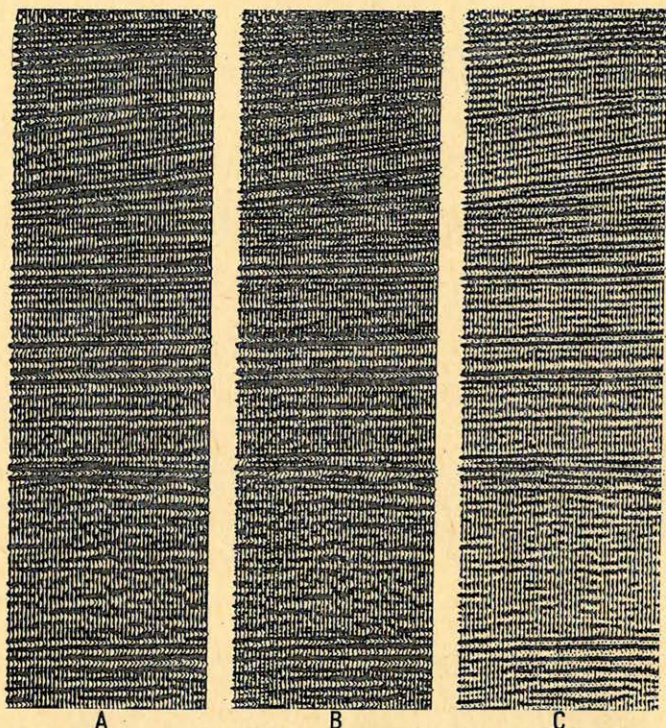


FIG.2 EFFECTIVENESS OF DECONVOLUTION USING DIFFERENT PARAMETERS

- A. 2400% CDP STACK WITHOUT DECONVOLUTION
- B. DECONVOLUTION AFTER STACKING FOR OPTIMUM SIGNAL COMPRESSION
- C. DECONVOLUTION AFTER STACKING FOR S/N RATIO ENHANCEMENT



Geo-76/10-2

2. ábra. A dekonvolúció hatékonysága különböző paramétereket használva – A) 2400%-os CDP stack dekonvolúció nélkül – B) dekonvolúció stacking után az optimális jelkompresszió céljával – C) stacking utáni dekonvolúció a jel/zaj viszony növelése céljából.

Рис. 2. Эффективность деконволюции при применении различных параметров – А 24-кратное накопление ОГТ без деконволюции – В Деконволюция после накопления с целью оптимального сжатия сигнала – С Деконволюция после накопления с целью улучшения отношения сигнал/помеха

Fig. 2.

súlyozva is végre lehet hajtani. Általában a stacking eredményét időben változó frekvencia-szűréssel dolgozzák fel.

Különösen a kis RMO-jú többszörösök csillapítására – ez a legnagyobb probléma a sóalatti szintek kutatásánál – a VEB Geophysik sokcsatornás szűrőprogramot használ, amely négy változatban használható. A 4. és 5. ábra ezek egyikének hatékonyságát mutatja, az ún. hullámesoport kivonását (Kozlov algoritmusá alapján). A 4. ábra szintetikus példát mutat be zaj nélkül és zajjal. Mindkét esetben az A szeizmogram a bemeneti regisztrátum, alul 4 1200%-os CDP stacking regisztrátumot láthatunk (8), valamint sokcsatornás szűrés után ugyanezeket (C) különböző RMO-időkkel, mint bemeneti paraméterekkel. CDP stackinggel lehetséges a többszörösöket már bizonyos fokig csillapí-

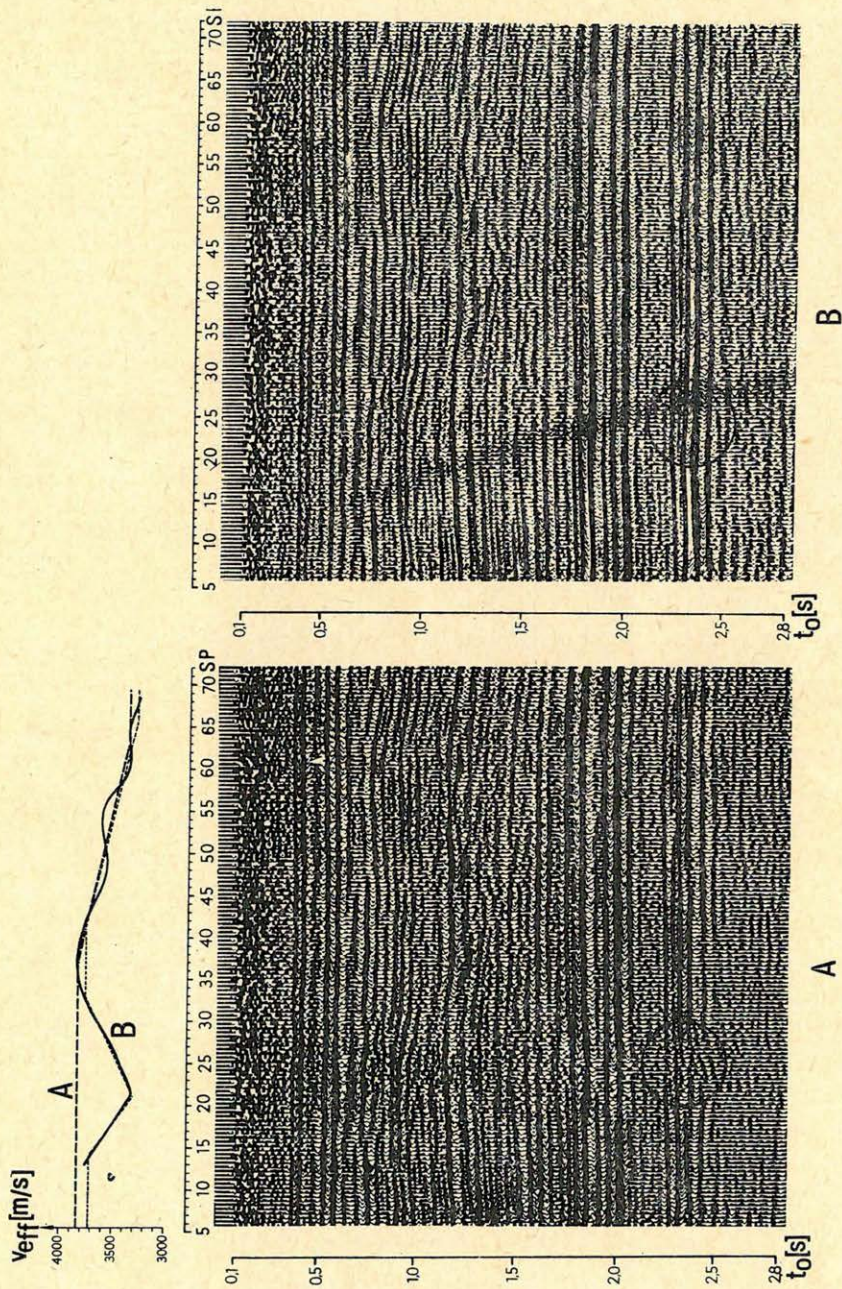


FIG.3 EFFECT OF INACCURATE DYNAMIC CORRECTION

3. ábra. A pontatlan dinamikus korrekciók hatása.
 Рис. 3. Влияние неточных кинематических поправок

Fig. 3.

4. ábra. A hullámsomag-kivonás eljárása (szintetikus példa) – A) Bemelő regisztrátum – B) 1200%-os CDP stack – C) Többszörös reflexiók csillapítása hullámsoport kivonás útján. C_1 $RMO = 10$ msec, C_2 $RMO = 20$ msec, $C_3 = 40$ msec, $C_4 = 80$ msec (Gogonenkov és Zenker nyomán)

Рис. 4. Способ вычитания пакетов волн (синтетический пример) без шумов/с шумами – А Вводная запись – В 12-кратное накопление – С Подавление кратных волн в результате вычитания пакетов волн – C_1 остаточные запаздывания = 10 msec – C_2 остаточные запаздывания = 20 msec – C_3 остаточные запаздывания = 40 msec – C_4 остаточные запаздывания = 80 msec – (по Гогоненкову и Ценкеру)

Fig. 4.

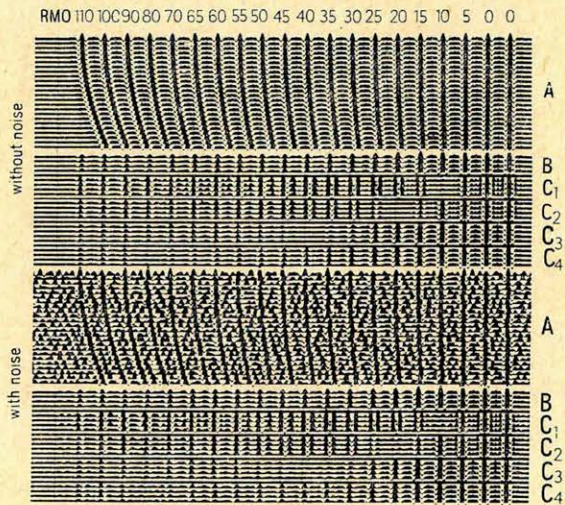


FIG.4 TECHNIQUE OF WAVE GROUP SUBTRACTION (SYNTHETIC EXAMPLE)

A INPUT RECORD
 B 1200% CDP STACK
 C ATTENUATION OF MULTIPLE REFLECTIONS BY WAVE GROUP SUBTRACTION
 C_1 $RMO=10$ ms, C_2 $RMO=20$ ms, C_3 $RMO=40$ ms, C_4 $RMO=80$ ms
 (according to GOGONENKOV and ZENKER)



Geo 76/10-1

tani. De a hullámsomag-kivonás módszere nagyon hatékonyan csillapítja a kis RMO -jú többszörösöket. Ezt külön kiemeli az 5. ábra példája. A CDP stackinghez képest (baloldalt) a zárójellel jelölt többszörösök nagyon erősen csillapítódnak a hullámsoport-kivonás következtében (jobbaldalt).

Ezen kívül speciális programok léteznek a stacking utáni további feldolgozásra (ötödik lépés), pl. vízszintes és irány-szelektív keverés, legyező-szűrés, RNP feldolgozás, diffrakciós hullámanalízis, illetve migráció. Ezek a programok kívánságra szintén alkalmazhatók.

Az egyes feldolgozási lépések és a jel-feldolgozás egészének hatása a végső jel/zaj viszonyra a 6. ábrán látható. Speciális elemző program segítségével meghatározták a jel/zaj viszonyokat a VEB Geophysik egy gyakorlati mérésének hat feldolgozási lépésében. A végső feldolgozási eredményben sikerült a jel/zaj viszonyt az eredeti regisztrátumhoz képest mintegy hatszorosára emelni. Így megfelelő kiinduló adatokat kaptunk a következő folyamatokhoz.

3. Értelmezés

Az „értelmezés” fogalma alatt értsük az összes olyan automatikus és manuális műveleteket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a stackelt időszelvényeket

- a jel-feldolgozás eredményeit -geológiaiailag értelmezett végeredménnyé alakítsuk. Az értelmezés lépései a következők (lásd az 1. ábrát):
- hullám kiválasztás és hullámtér-elemzés;
- sebesség-bebecslés az idő-mélység átalakításhoz;
- idő-mélység átalakítás, a reflektáló szintek korrelációja, térképrajzolás;

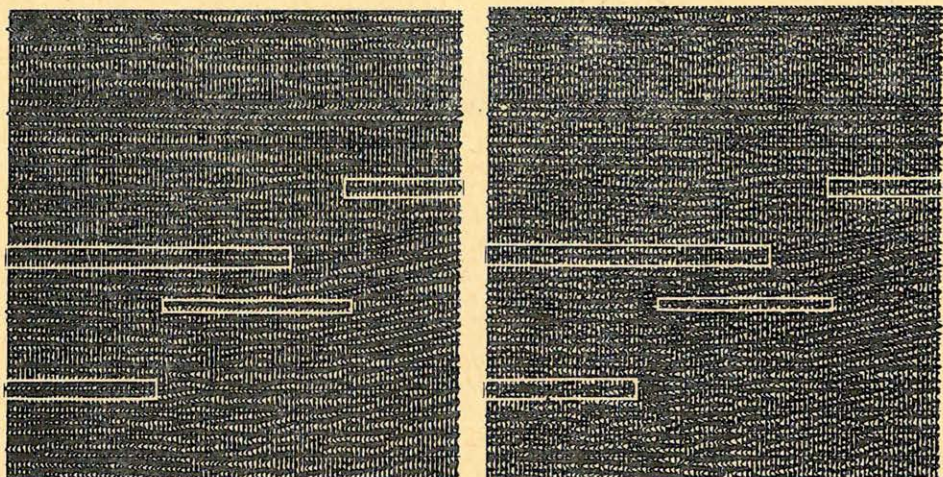


FIG. 5 TECHNIQUE OF WAVE GROUP SUBTRACTION (ACTUAL EXAMPLE)

left: 1200% CDP STACK
 right: WAVE GROUP SUBTRACTION, RMO = 17ms
 (according to GOGONENKOV and ZENKER)



Geo 76/10-5

5. ábra. A hullámesomag-kivonás eljárása (tényleges példa) – balra: 1200%-os CDP stack – jobbra: hullámesoport kivonás, RMO = 17 ms (Gogonenkov és Zenker nyomán).

Рис. 5. Способ вычитания пакетов волн (практический пример) – в левой части: 12-кратное накопление ОГТ – в правой части: вычитание пакетов волн, остаточные запаздывания = 17 мсек (по Гогоненкову и Ценкеру)

Fig. 5.

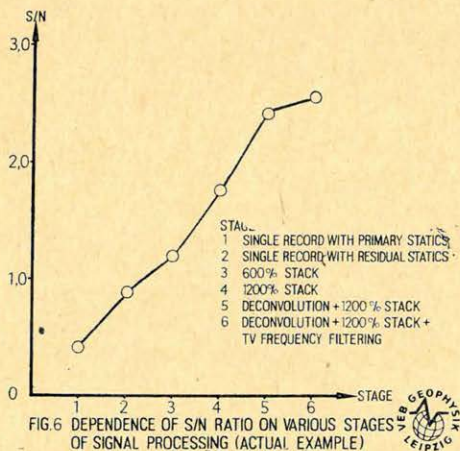


FIG. 6 DEPENDENCE OF S/N RATIO ON VARIOUS STAGES OF SIGNAL PROCESSING (ACTUAL EXAMPLE)



Geo 76/10-6

6. ábra. A jel/zaj viszony függése a feldolgozási folyamat különböző lépéseitől (tényleges példa).

Рис. 6. Зависимость отношения сигнал/помеха от различных этапов обработки сигналов (практический пример)

1. Первичная запись с предварительными статическими поправками – 2 Первичная запись с коррекцией статических поправок 3 6-кратное накопление – 4 12-кратное накопление – 5 Деконволюция + 12-кратное накопление – 6 Деконволюция + 12-кратное накопление + переменная во времени частотная фильтрация

Fig. 6.

- a térképek komplex geofizikai vizsgálata és az eredmények pontosságának meghatározása;
- geológiai értelmezés (szerkezeti, genetikai, lényegi).

A következőkben csak az első értelmezési lépéssel foglalkozunk, amely nagyon fontos a geológiai problémák megoldásában. Ezen a területen az elmúlt időszakban jelentős eredményeket értünk el.

A második lépésről egy másik előadás számol be ezen a szimpóziumon. Általában a „Z” utolsó intenzív reflektáló szint alatti hullámtér komplikált interferencia-jellegű még a stacking után is. Ez különböző típusú szabályos hullámoknak (primer reflexiók, többszörösök, diffraktált hullámok és mások) magas zajszinttel való szuperpozíciójaként magyarázható. A *jel/zaj* szint értéke majdnem 1-et is elérhet. Csak rövid reflexiós elemeket lehet nyomunkövetni, ezek is változó dinamikus sajátságúak, és az időszelvények értelmezése két-séges.

A prezechstein reflexiók hullámkiválasztására automatikus válogató program szolgál különböző kritériumokat használva. Általában automatikus *RNP* összegező eljárást használunk, amely gyenge hullámokat is figyelembe vesz egészen 0,5-es *jel/zaj* viszonyig. A következő automatikus hullámtér-elemzéssel az elsődleges reflexiókat nagyrészt szétválasztjuk a többszörösöktől és a véletlen zajtól. Ebből a célból különböző eljárásokat fejlesztettünk ki, amelyek mind az *RMS*-sebesség kritériumán alapulnak, és amelyek két különböző időszakasz kiválasztott hullámaikat hasonlítják össze. A mindkét időszakaszban megjelenő hullámokat a hullámparaméterek menetideje, dőlése, amplitúdója és frekvenciája alapján feleltetjük meg egymásnak és szétválasztjuk

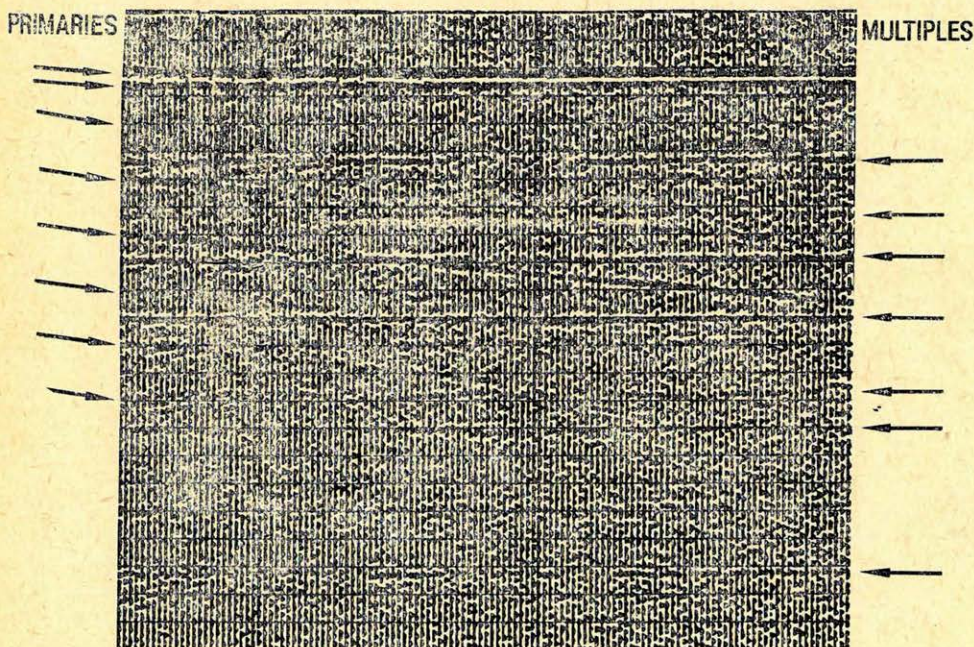


FIG. 7 1200% STACK WITH DIFFERENT STATICS AND NOISE (SYNTHETIC PROFILE)



Geo-76/10-7

7. ábra. 1200%-os stack különböző sztatikával és zajjal (szintetikus szelvény).

Рис. 7 12-кратное накопление с различными статическими поправками и шумами (синтетический разрез)

Fig. 7.

két hullámtérre: a „valódi hullámok” (elsődleges reflexiók, diffraktált hullámok az epicentrális pont közelében: és 20 msec-nál kisebb RMO-jú többszörösök) és a „többszörösök” (többszörösök 20 msec-kal egyenlő, vagy annál nagyobb RMO-val, véletlen zaj) terére.

A Gogonenkov et al. (1973) által közzétett eljárás alapadatai; a normális stack és csökkentett RMS sebességgel végzett stack.

A hullám azonosítása szempontjából döntő az, hogy milyen stacking-változatnál nő amplitúdója. Akkor reális a hullám, ha amplitúdója a normális stacking esetében nő.

Más kidolgozott eljárásoknál a normál stacket felbontják csak robbantópont-közeli csatornákat használó CDP-szakaszokra („közeli stack”), és olyanokra, amelyek a távolabbiakat használják („távoli stack”). A hullámparamétereiket összehasonlítják a közeli és a távoli stack esetében, a közeli és a teljes stack esetében vagy a távoli és a teljes stack esetében. A menetidő és az amplitúdó tekintetében a valódi hullámok a különböző stackelt időszelvényekben majdnem egyformán viselkednek, de a többszörösök különbözőképpen.

A gyakorlati alkalmazás azt mutatta, hogy interferenciák, a multiplicitás változásai, a dinamikus sajátságok változásai és más hasonló jelenségek az egyedi eljárások eredményét erősen befolyásolják. De még ilyen körülmények között is lehet megbízható eredményeket elérni, ha az eljárások kombinációját alkalmazzuk. Ebben az esetben az egzaktul felismert valódi hullámok részaránya növekedni fog ahhoz a szabályos zajhoz viszonyítva, amelyet hibásan valódi hullámoknak értelmezünk. Az egzaktul és a kevésbé egzaktul azonosított valódi hullámok jobb megkülönböztetése is lehetséges.

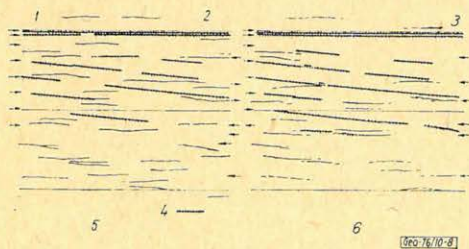
Az egyes eljárások és az eljárások kombinációinak hatékonyságát egy szintetikus szelvényen vizsgálták meg. A 7. ábra mutatja az 1200%-os CDP időszelvényt. Ezen a szintetikus szelvényen megjelöltük az adott elsődleges, különböző intenzitású reflexiókat a bal oldalon és a különböző RMO-jú többszörösöket a jobb oldalon. Az erőteljes első valódi hullám és a nagy energiaszintű többszörösök vízszintesen jelentkeznek, de a (keresett) kis energiájú valódi hullámok ferdéknek tételezhetők fel. A modellt elkészítettük hibás sztatikus korrekciókkal és véletlen zajjal is. Ezt más programok hatékonyságának vizsgálatára is felhasználták.

A 8. ábrán látható egy hullámtér-elemzés eredménye, baloldalt Gogonenkov eljárásának megfelelően, jobbra a három másik eljárás kombinációja alapján. Az adott valódi hullámok helyzetét színes vonalak jelölik. Az alap-időszelvényhez képest (7. ábra) már az egyes eljárások alkalmazása a valódi hullámok jó kiemelését és a többszörösök kiküszöbölését biztosítja. Csak a leggyengébb, 0,5-nél kisebb jel/zaj arányú valódi hullámok, amelyek vizuálisan észre sem

8. ábra. Hullámtér-elemzés eredménye (szintetikus szelvény) – Balra: Gogonenkov eljárása. Jobbra: különböző eljárások kombinációja.

Рис. 8 Результат волнового анализа (синтетический разрез) – в левой части: способ Гогоненкова – в правой части: комбинация различных способов

Fig. 8. Result of wave field analysis (synthetic profile) – 1. primaries, 2. main multiples primaries, 3. main multiples, 4. correctly identified primaries, 5. technique of Gogonenkov 6. combination of various techniques.



9. ábra. Tényleges időszelvény 1200% stackkel (felül) és stacking utáni migrációval (alul).

Рис. 9 Временные разрезы (практические примеры) с 12-кратным накоплением (в верхней части) и с миграцией после накопления (в нижней части)

Fig. 9.

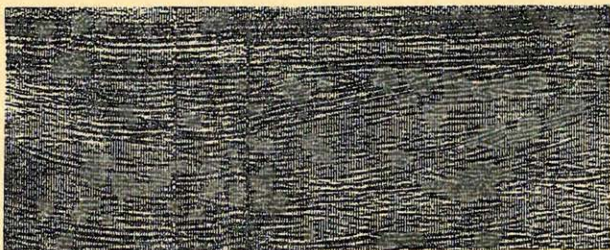
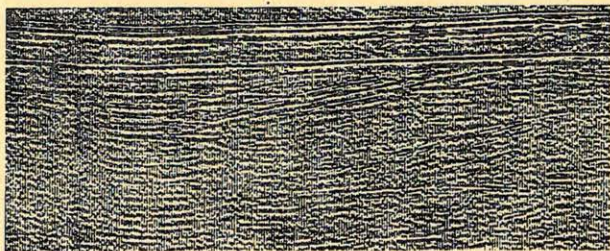


FIG. 9 ACTUAL TIME SECTIONS WITH 1200% STACK (above) AND WITH MIGRATION AFTER STACKING (below)



vehető, maradnak a felismerhetőség határán. Az egyes eljárásokhoz képest több eljárás kombinációja további javulást jelent.

A 9. ábra az eljárások kombinációjának alkalmazását szemlélteti egy, az NDK északi részéből származó példán. Az ábra felső részén egy 1200 %-os időszelvény egy része látható, alatta a stacking utáni migráció alkalmazása (a diffrakció transzformációjának algoritmusára alapján). Az időszelvény változó dőlésű hullámokat mutat ki a Z vízszintes reflektáló szint alatt. A szelvény nagy részén egy mély teknő látható. A migráció eredményét úgy lehet értelmezni, hogy a mélyebb szintek is döltek. Ez az értelmezés nagyon kétes, különösen a szelvény jobb oldalán, ahol vízszintes hullámcsomag látható. Úgy tűnik, lehetséges ezt a hullámcsomagot a zechstein többszörösekként értelmezni.

A hullámkép-elemzés más képet ad (10. ábra). A majdnem vízszintes hullámcsomag valószínűleg látszik, míg csak kisszámú nagyobb mélységű dőlt elemet azonosítottak valódi hullámként. Ezért ezek a hullámok vagy felettük lévő dőlt, erőteljes reflexiók többszöröse, vagy egy másik mélyedés szárnyainak reflexiói.

10. ábra. A hullámtér-elemzés eredménye (tényleges szelvény)

Рис. 10 Результат волнового анализа (практический пример)

Fig. 10. Result of wave field analysis (actual profile).



A hullámtér-elemzés automatikus eljárásain kívül részben automatizált vizsgálatokat is elvégeztünk kis *RMO*-jú többszörösök esetleges megjelenésének tisztázására. A kritériumok menteidő, dőlés és intenzitás. A diffrakciós központokat automatikusan kijelöljük.

Így egy sor fontos információt kapunk reflektáló szintek soron következő rétegtani korrelációja és a tektonikus vetők értelmezése céljából.

4. Következtetések

Végeredményben megállapíthatjuk, hogy a feldolgozás magas szintje és a hullámtérelmézés modern eljárásai lényegesen javították a reflexiós szeizmikus adatok megbízhatóságát a mélyebb rétegekre vonatkozóan, úgyhogy a szignifikáns geológiai értelmezés is lehetővé válik. Az automatizálás magas szintje révén az eddiginél megbízhatóbb geológiai képet kapunk, és a szeizmikus interpretátor jobban tud koncentrálni alkotó munkájára. Mivel a feladatok egyre bonyolultabbakká válnak és a feldolgozási lehetőségek száma is növekszik, az értelmezőnek gondosabban kell megválasztania a feldolgozó folyamatokat és a folyamatok paramétereit. A feldolgozás és értelmezés minden egyes lépésében fontos döntéseket kell megtennie, amelyek a költségeket és a geofizikai kutatás eredményeit befolyásolják. A programok és a feldolgozó eljárások segítenek az értelmezőnek ebben a munkában.

Könyvszemle

Werner Arnold (szerkesztő): Eroberung der Tiefe (A föld mélyének meghódítása) VEB Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1975. 3. kiadás, 226 oldal, 262, jórészt színes ábra.

Ez a névleg népszerű, valójában azonban a legkiválóbb tudományos felkészültséggel és szellemben — nemzetközi szerzőkollektíva által összeállított — mű bemutatja az emberiség évezredek harcát a Föld felépítésének megismerésére, természeti kincseinek felhasználására, a Föld belsejében rejlő energiák hasznosítására. A szerkesztő három nyelven (németül, oroszul és angolul) írott előszava után 18 fejezetben áttekintést kapunk mindentárgykörrel, amire csak gondolni lehet a könyv központi feladatkitűzésével kapcsolatban. Az egyes fejezeteket a kérdéscsoportok legkiválóbb szakemberei írták: közöttük több magyar (Tárczy-Hornoch Antal, Boldizsár Tibor, Aliquander Ödön, Gyulay Zoltán).

A második fejezet a geofizika fejlődésével és annak a földbelső kutatásában és a nyersanyaglelőhelyek felderítésében játszott szerepével foglalkozik Tárczy-Hornoch Antal tollából. A cikkben Eötvös fényképe és az Eötvös-inga rajza is szerepel.

A szerzők között olyan kiválóságokat találunk, mint Haroum Tazieffet, aki a vulkanizmus okairól és megjelenési formáiról ír, vagy Israfil P. Kulievet, aki a Kaspi-tengeri olajelőfordulásokat tekinti át. A bányászat történetével és fejlődésével, valamint mai állásával W. Arnold foglalkozik több fejezetben. A mélytengeri kutatásról E. Schröder és H. Bartke számol be. Végül W. Arnold, Aliquander Ö., Gyulay Z., Konstantin K. Kuznetsov és W. Dreyer a jövő feladatait elemzik.

A könyvet nagyszámú és igen szép illusztráció díszíti és teszi élvezetessé, továbbá név- és tárgymutató egészíti ki.

T. G.

A terepi munkák korszerű metodikájának és a digitális technikának hatása a szeizmikus kutatás eredményeire a Lengyelország területén lévő perm medencében*

E. POLESZAK – Z. MAKOJNIK – Z. WISNIEWSKI**

A CDP technika-alkalmazása annak első időszakában, és a szeizmikus adatok digitális feldolgozása 1973-tól igen jelentős mértékben javította a szeizmikus eredményeket a lengyelországi perm medencében.

A Zechstein-szintek folyamatos regisztrálása megvalósult. Az eredmények javulása lehetővé teszi, hogy elkülönítsék a Zechstein-sorozatban belüli réteghatárokat és az egyes beérkezéseket hatásosabban különítsék el a szeizmikus szelvényeken.

A sebességelemzés lehetővé teszi a sódomok alatt és közöttük fekvő szerkezetek hatékonyabb kutatását.

A szeizmikus software folyamatos fejlesztése biztosítja a jobb eredményeket.

Több program közül a legfontosabb a sebességrétegződés számítási programja az effektív sebességek alapján, a migráció különböző változatai, az időszelvényeknek mélységszelvényekké történő automatikus konverziója a sebességrétegződés alapján, stb.

Применение, в первом этапе метода общей глубинной точки, а начиная с 1973 года цифровой обработки сейсмических материалов, существенным образом повлияло на улучшение результатов, получаемых в пределах польской части пермского бассейна.

Получены протяженные, отражающие границы с цехштейна, а улучшение разделительной способности создало возможность более уверенного прослеживания отражающих границ внутри цехштейна.

Уверенно исключаются из разрезов многократные отражения. Применяемые методы анализа скоростей позволяют исследовать подошвенные и междупольные складки.

Постоянное развитие программ сейсмической обработки влияет на дальнейшее улучшение результатов. Особенно существенными являются здесь программы вычисления комплексных скоростей на основе эффективных скоростей, разные способы миграции, автоматическое пересчитывание временных разрезов в глубинах на основе комплексных скоростей и т. п.

Application of the CDP techniques in the first stage and the digital processing of the seismic data beginning from 1973 has improved very seriously seismic results in the Permian Basin in Poland.

The continuous registration of the Zechstein horizons has been received. The improvement of the results allows to set apart the boundaries within Zechstein series and eliminate events from the seismic section more efficiently.

The velocity analysis allows to search the structures lying under salt domes and between them in a more efficient way.

The continuous development of the seismic software gives better results.

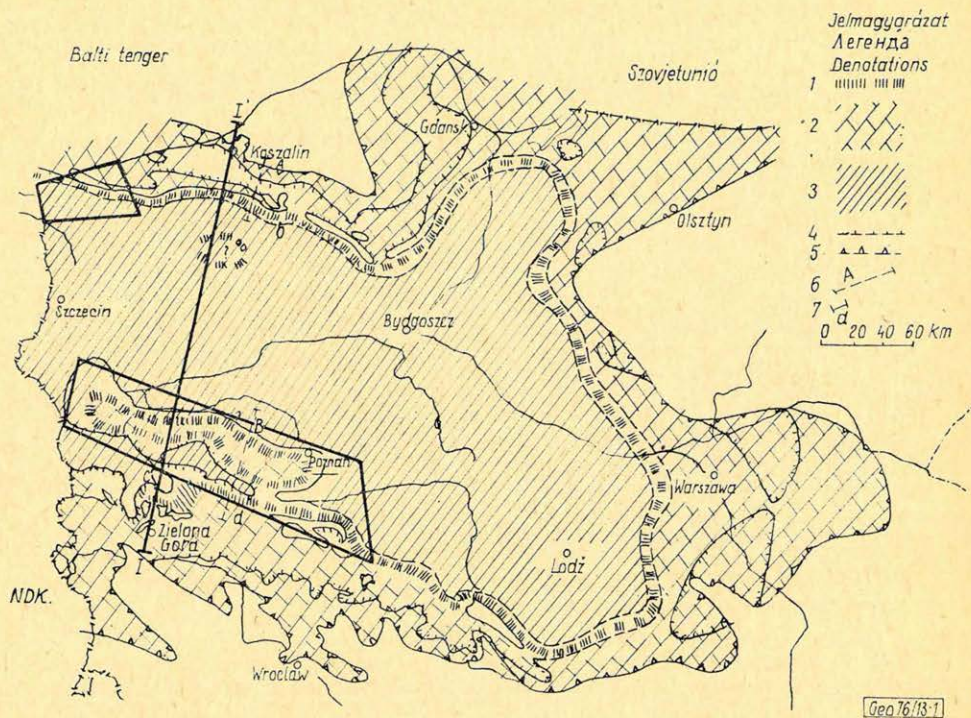
Among a number of the programs, the most important are the computing programs of the velocity layering on a basis of the effective velocities, the various modifications of the migration, the automatic conversion of the time sections into depth-sections on a basis of the velocity layering etc.

Lengyelország területén fekszik az európai perm korú medence délkeleti része. Kiterjedését a térképvázlaton tüntettük fel (1. ábra).

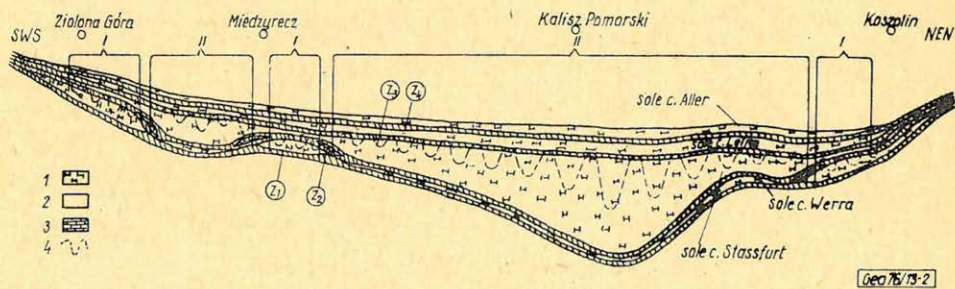
A perm szeizmikus kutatását lényegében a medence délnyugati lejtője mentén végeztük. Ugyanebből a zónából vettük a szeizmikus anyagok feldolgozásának példáit. Ezek pontos helyét feltüntettük a térképen.

* Elhangzott a 20. Szimpóziumon 1979. szept. 16 – 19. Szentendrén. Fordította: Petrik Iván.

** PGGN Torun.



1. ábra. — Puc. 1. — Fig. 1.



2. ábra. — Puc. 2. — Fig. 2.

A perm-i kőzetek és a fedő üledékek hozzávetőleges vastagságait a szelvény-vázlatokon láthatjuk (2. ábra).

A perm-üledékekben perspektivikusak a vörös aljzat kontinentális üledékei, melyek fedő része közvetlenül a zechstein feküje alatt rájuk nézve szigetelőként jelentkeznek. Vastagságuk a medence közepén 1000 m-t, sőt ennél többet is elér. Ezenkívül perspektivikus a zechstein földolomitja. Egészében véve a zechstein szalináris összletből áll, mely négy üledékképződési ciklust tartalmaz 2880 m-ig terjedő összvastagsággal. A földolomit, melynek vastagsága 20 és 100 m között változik, képezi a stassfurti ciklus alapját.

A fentiek miatt a szeizmika feladata a zechstein-összlet folyamatos követezése volt, ami egyidejűleg biztosítja a vörös aljzat fedőjének térképezését,

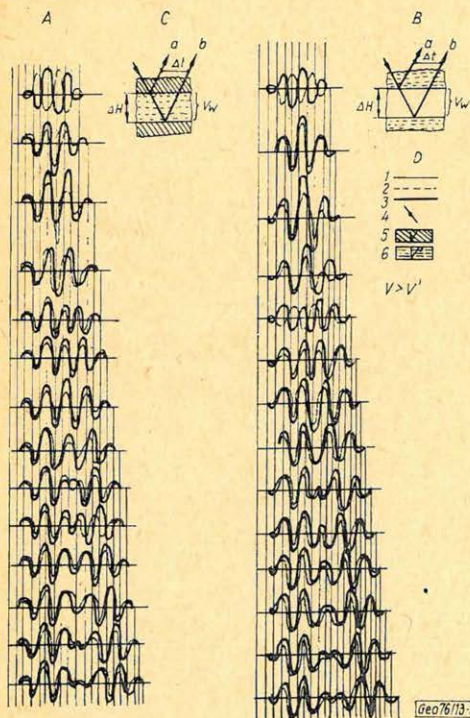
továbbá szerkezetkutatás a zechstein-közetek belsejében, különös tekintettel a földolomitra.

Az első feladat megoldásában, nem tekintve a bonyolult felszínközeli moréna-helyzetet, akadályoztak a zechstein árnyékoló tulajdonságai, melynek kőzetei nagyobb sebességgel rendelkeznek a környező üledékekhez viszonyítva (kb. 5000 m/sec). Emiatt a reflexiók regisztrálása a zechstein fekjéről és mélyebben fekvő szintekről nagyon nehéz.

A zechsteinen belüli földolomit tartós követése nagyon nehéz a követendő szint sós mikrotektonikája és litológiai összetételének gyakori változásai miatt. A zechstein összlet belsejében levő sós mikrotektonika miatt a földolomit gyakran változtatja helyzetét a felette és alatta fekvő rétegekhez viszonyítva, gyakran olyan távolságra megközelítve őket, mely kevesebb a hullámhossz felénél. A zechsteinben ugyancsak sok diffraktált hullám jelentkezik. Emiatt az esetek többségében a földolomit reflektáló határfelülete általában bonyolult interferáló háttéren figyelhető meg, melyben különböző típusú hullámok vesznek részt.

A földolomitról kapott reflexiók interferenciájának szintetikus képe a 3. ábrán látható.

Néha a földolomit követésének zónájában reverberációk jelennek meg.



3. ábra. A – reflexiós modell az alacsony sebességű rétegből, B – reflexiós modell a nagysebességű rétegből, C – reflexiós séma, D – jelölések: 1. reflexió a réteg tetejéről, 2. reflexió a réteg aljáról, 3. eredő reflexió 4. szeizmikus út, 5. nagy sebességű kőzetek, 6. kis sebességű kőzetek.

Рис. 3. А – отражательная модель из слоя низких скоростей, В – отражательная модель из слоя высоких скоростей, С – схема отражения D – обозначения: 1. отражение от поверхности слоя (верхней), 2. отражение от нижней поверхности слоя, 3. результирующее отражение, 4. сейсмический путь, 5. породы с высокой скоростью, 6. породы с низкой скоростью

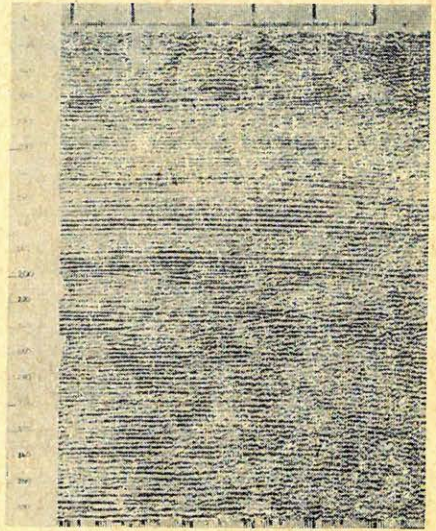
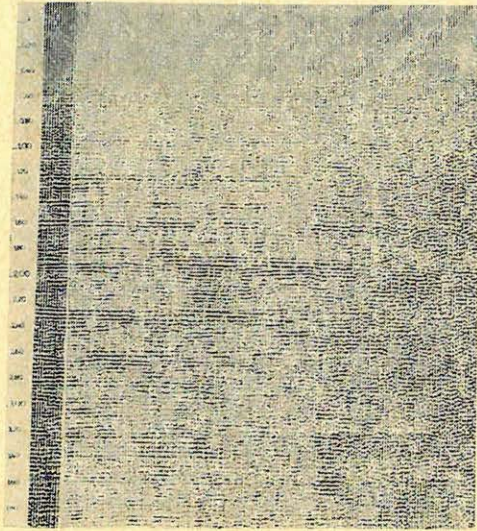
Fig. 3. – A) Modell of reflexion from low velocity layer; – B) Modell of reflexion from high velocity layer – C) Reflexion scheme; – D) Denotations; 1. reflexion from the top of the bed, – 2. reflexion from the bottom of the bed, 3. – resulting reflexion, – 4. seismic wave paths, – 5. high velocity rocks, – 6. low velocity rocks.

A korábban mágneses analóg regisztrálás alkalmazásával többszörös szelvényezés nélkül kapott eredmények átlagos minőségét a 4. ábrán mutatjuk be.

A közös mélységpontos módszer alkalmazása és az adatok analóg feldolgozása javította az eredményeket, elsősorban a hasznos jel összegezésének

Analog

Digital

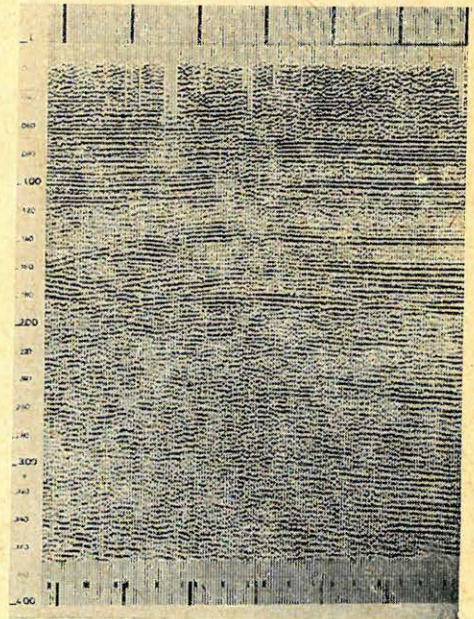
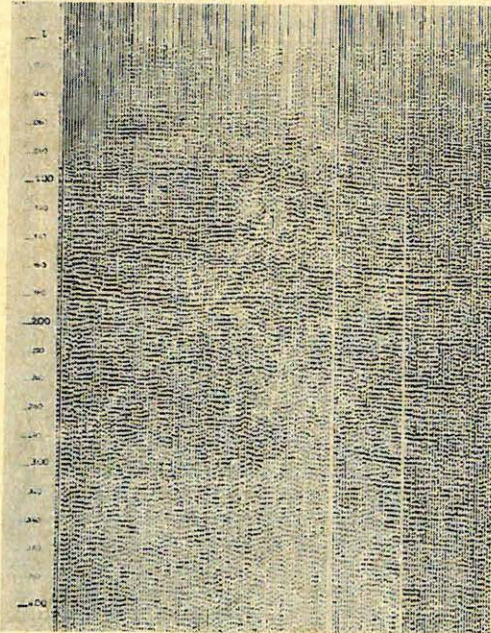


Geo 76/13-4

4. ábra. — Puc. 4. — Fig. 4.

Analog

Digital



Geo 76/13-5

5. ábra. — Puc. — 5. Fig. 5.

statisztikus hatása következtében, ami az 5. ábrán látható. Mégis, az analóg technika segítségével nem lehetett elérni a többszörösök jelentős gyengítését

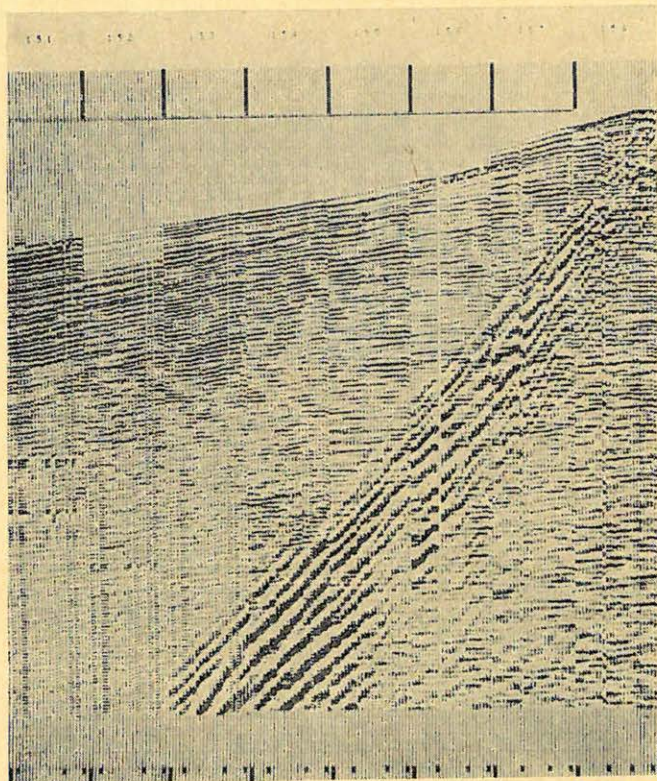
és megjavítani a módszer felbontó képességét, sem függőleges, sem pedig vízszintes irányban.

A hullámkép analízisének és az effektív sebességek meghatározásának számítógépen kapott eredményei alapján lehetővé vált a többszörös szelvényezés optimális rendszerének kiválasztása, mely biztosítja az összegezés szükséges

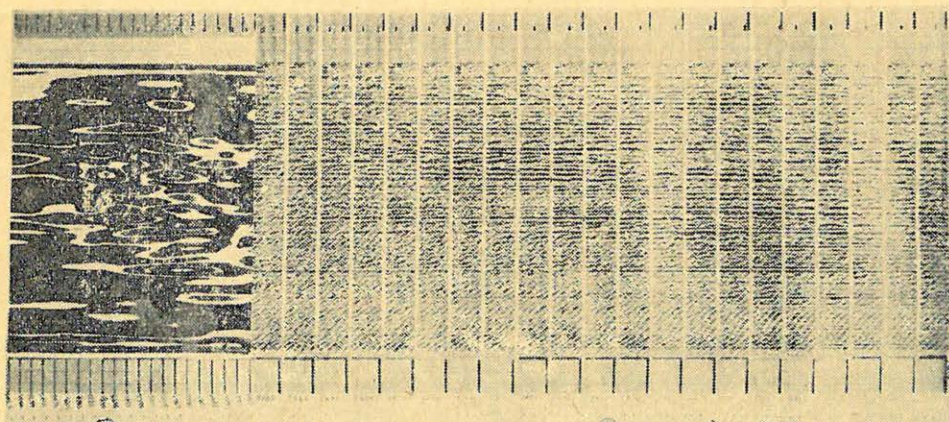
6. ábra.

Puc. 6.

Fig. 6.

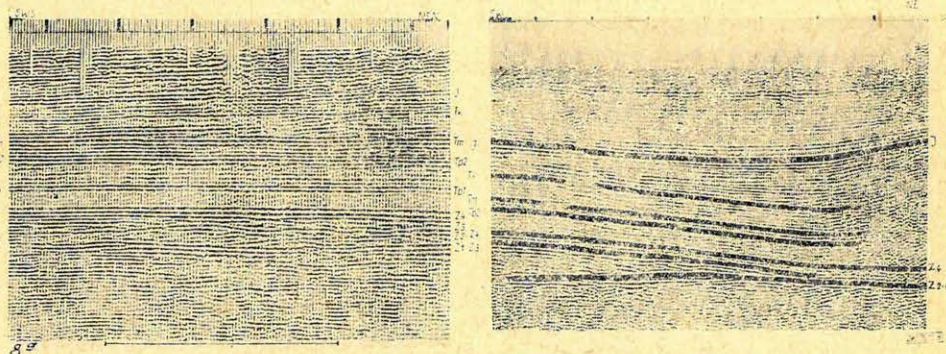


7. ábra. — Puc. 7. — Fig. 7.



statistikus hatását a zechsteinről jövő reflexiók követéséhez, elnyomja a többszörös reflexiókat, és elkerülhetővé teszi a regisztrálást intenzív felszíni zavarhullámok jelentkezési zónáiban (6. és 7. ábrák).

Az általában alkalmazott 1200%-os és a bonyolult viszonyok között alkalmazott 2400%-os átfedés mellett nem okozott nehézséget az esetek többségében a zechstein fedőjének és feküjének folyamatos regisztrálása. (8. ábra).

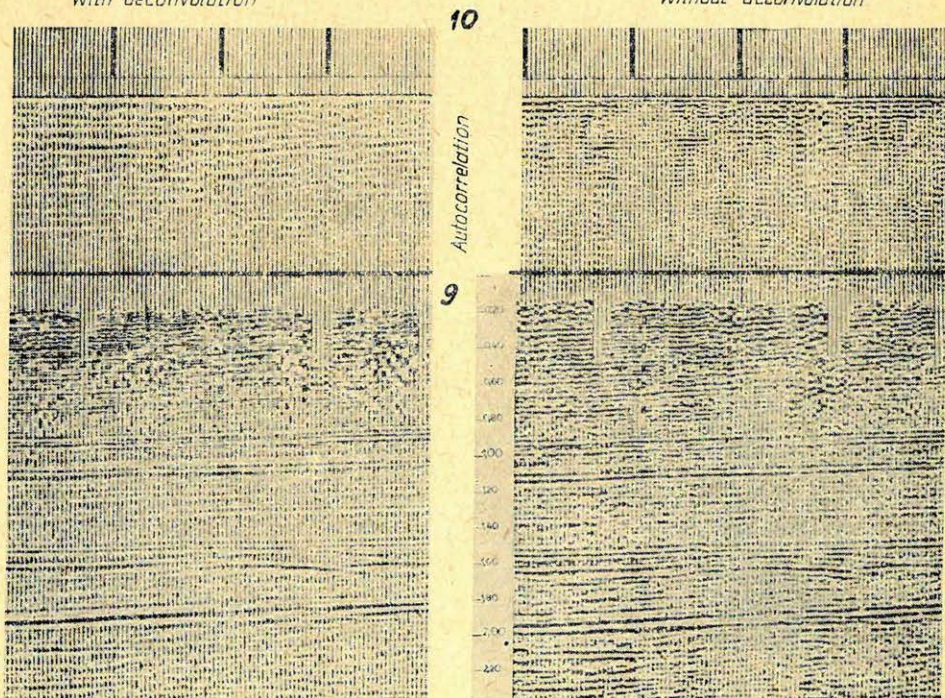


8. ábra. — Puc. 8. — Fig. 8.

A reflexiók zechsteinen belüli felbontása céljából a számítógépes feldolgozás alatt inverz szűrést (dekonvolúciót) alkalmaztunk az impulzus hosszának rövidítése céljából (9. ábra).

With deconvolution

Without deconvolution



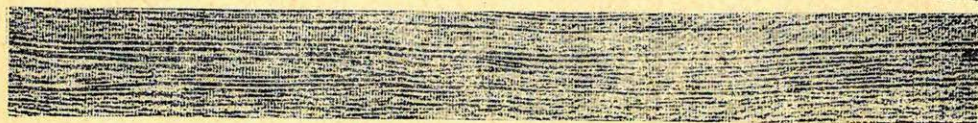
9. ábra. — Puc. 9. — Fig. 9. — 10. ábra. — Puc. 10. — Fig. 10.

A dekonvolúció hatása látható a szelvény autokorrelogramjain is (10. ábra).

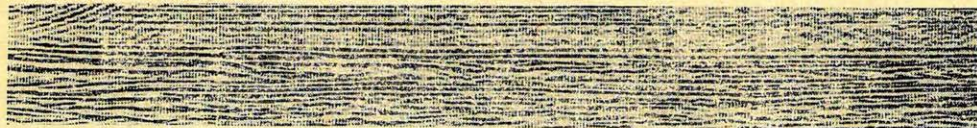
Nem kevésbé lényeges probléma a zechsteinen belüli szintek vízszintes tagolása kis amplitúdójú tektonikai zavarok és a litológiai összetétel elkülönítése céljából. Ezt a feladatot lényegében a reflektált és a diffraktált hullámok interferenciája nehezíti meg. Ennek kiküszöbölése céljából a szeizmikus sugár migrációjának módszerét alkalmaztuk (11. ábra). Itt láthatjuk a fúrással feltárt reefogén képződményt. A szokásos közös mélységpontos szelvényen itt antiklinálishoz hasonló kiemelt forma figyelhető meg. Csak a szárnyakon nehezen végezhető korreláció alapján lehetett arra gyanakodni, hogy ez néhány diffraktált hullám szuperponálása eredményeként jött létre.

A migráció elvégzése és az időszelvény mélység-szelvénybe való átszámítása után derült ki, hogy a kiemelkedés néhány rövid reflektáló felületelemből és diffraktáló pontból áll.

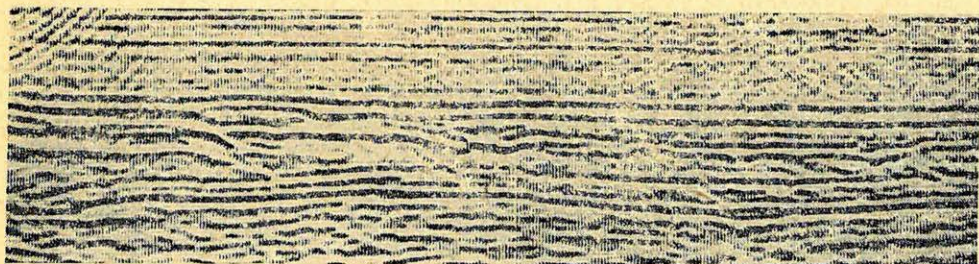
Time section



Time section + migration



Depth section + migration

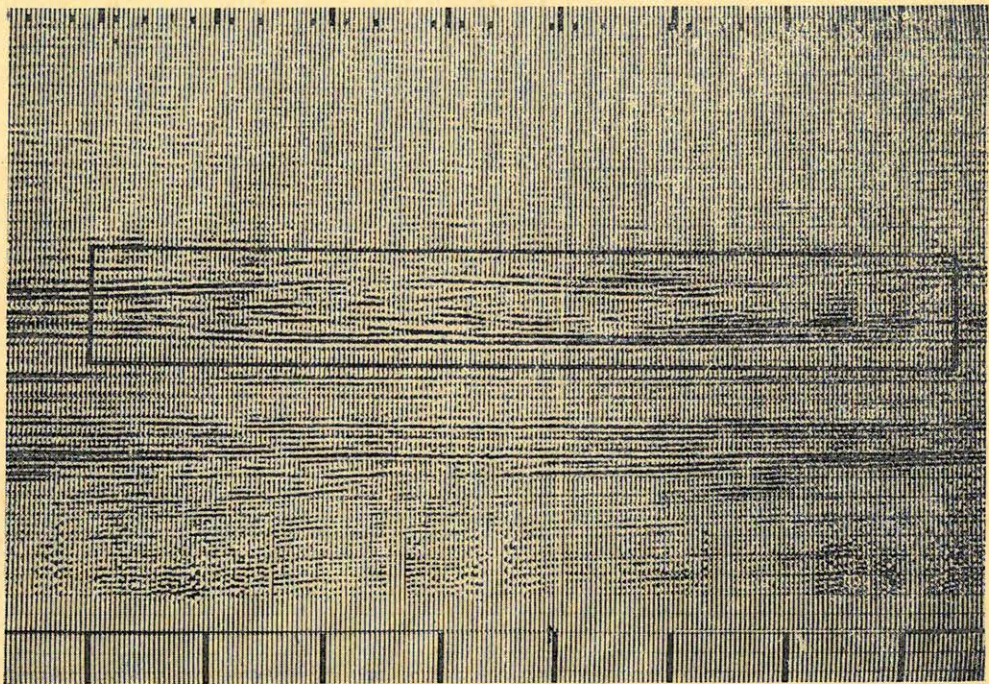


Geo 76/13-11

11. ábra. — Puc. 11. — Fig. 11.

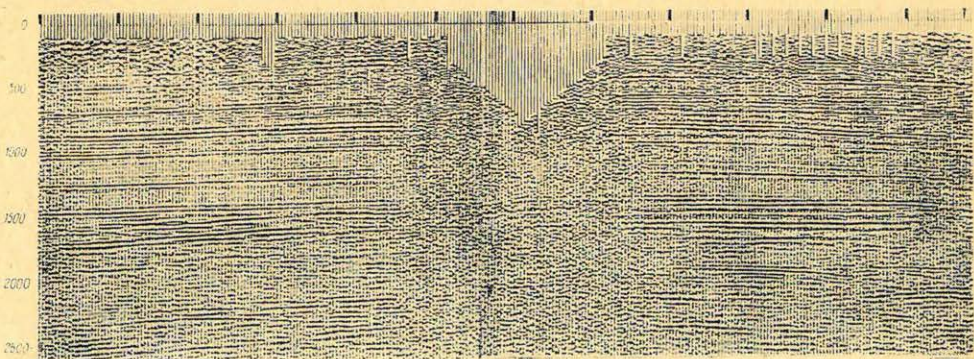
Néhány esetben a zechsteinen belüli határfelületek vízszintes tagolásához elegendő alkalmazni „a valódi amplitúdó helyreállítása” folyamatát, mely figyelembe veszi a szeizmikus hullámok szárazföldi gerjesztésének és vételének inhomogén feltételeit. (12. ábra).

Külön probléma a zechstein üledékek térképezése a Balti-tenger partmenti zónáiban levő kis öblök területén. A mi eseteinkben ezt a kérdést úgy oldottuk



Geo 76/13-77

12. ábra. — Puc. 12. — Fig. 12.



13. ábra. — Puc. 13. — Fig. 13.

meg, hogy fenékgeofonokat használtunk speciális kábellel, míg a szeizmikus energia gerjesztése a parton — szárazföldön — történt, azzal a céllal, hogy lehetőleg minél több közös mélységi pontot kapjunk az öblök területén.

Ennek eredményeként az egész parti zónában lehetséges volt reflexiókat regisztrálni a zechsteinről. (13. ábra).

СОДЕРЖАНИЕ

<i>P. V. van Bemmelен</i> : Новая глобальная тектоника и теория складчатости. сравнение	161
<i>M. Пиэшо – M. Бургер</i> : Модулярность в полевой системе, дополненной ЭВМ	176
<i>G. Лёзер – В. Хольдт – X. Вольф</i> : Улучшение качества результатов цифровой сейсморазведки при помощи современных способов обработки и интерпретации . .	182
<i>Э. Полецак – З. Макойник – З. Вискевски</i> : Влияние современной методики полевых работ и цифровой техники на результаты сейсмических исследований в пермском бассейне на территории Польши	193
Обзор книг	175, 192
НОВОСТИ В ОБЩЕСТВЕ ВЕНГЕРСКИХ ГЕОФИЗИКОВ	181

CONTENTS

<i>R. W. van Bemmelen</i> : The New Global Tectonics and the Undation Theory II.	161
<i>M. Pieuchot – M. Burger</i> : Modularity in a Computer Assisted Field System	176
<i>G. Löser – W. Holdt – H. Wolf</i> : Quality Enhancement of Digital Seismic Results Using Modern Processing and Interpretation Methods	182
<i>E. Poleszak – Z. Makojnik – Z. Wisniewski</i> : Seismic exploration in the Permian Basin in Poland as a result of the digital processing efficiency and the modern seismic field techniques application	193
Reviews of books	175, 192
NEWS ABOUT THE ASSOCIATION	181

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1308 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest Pf 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

76.814. Állami Nyomda, Budapest, Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Index: 26 507

