

**INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE**

SERIA D

Prospecțiuni geofizice

Nr. 12

**STUDII ȘI CERCETĂRI
DE GEOFIZICĂ APLICATĂ**



BUCUREȘTI
1979



Institutul Geologic al României

CONTENU

Page.

M. Visarion, P. Polonic, E. Ali-Mehmed. Caractéristiques structurales de la Dépression Pannonique (secteur sud) résultées de l'étude intégrée des données géophysiques	17
P. Constantinescu, N. Ibadof, A. Pompilian, F. Rădulescu. Considérations sur les sondages sismiques de profondeur sur dispositifs circulaires Exemples de la zone septentrionale des Monts Apuseni	31
M. Duicu. L'utilisation de la radiométrie dans le levé géologique des formations du Massif de Girbova (Monts Perşani)	42
M. Visarion, P. Polonic, E. Ali-Mehmed. Contributions géophysiques à la connaissance de la structure du secteur nord-ouest de la Dépression Pannonique et des unités limitrophes	56
T. Iosif, Sieglind Iosif. Le meilleur emplacement de nouvelles stations dans les régions sismiques de Roumanie	66
F. Rădulescu, P. Constantinescu, A. Pompilian, N. Ibadof, A. Sovă. La structure de la croûte terrestre sur le profil Galați-Oradea, déterminée par des recherches sismiques	79
S. Spănoche. Nouveaux aspects structuraux dans la zone de Palazu Mare obtenus par la valorisation des mesurages sismiques	92
C. Lazăr, Erica Lazăr. L'applicabilité des méthodes géoélectriques à la localisation des minéralisations de sulfures polymétalliques associées aux mésométoporphites des Carpates Orientales	103
V. I. Mărza. La sismologie des explosions en carrières: une introduction dans ses problèmes	120
F. Rădulescu, A. Pompilian, N. Ibadof. La nature de quelques ondes sismiques enregistrées par les recherches de réfraction	137
Maria Stănică, D. Stănică. Recherches telluriques et magnétotelluriques dans la Dépression Gétique	145
M. Roth. L'illustration de l'effet géométrique du relief topographique en magnétométrie sur la voie du modelage théorique	155
P. Constantinescu, F. Rădulescu, A. Pompilian, N. Ibadof. Études sismiques de profondeur sur le territoire de la Roumanie. Problèmes de méthodologie et interprétation des observations	172



CUPRINS

	<u>Pag.</u>
M. Visarion, P. Polonic, E. Ali-Mehmed. Caracteristici structurale ale Depresiunii Pannonică (sectorul sudic), rezultate din studiul integrat al datelor geofizice	5
P. Constantinescu, N. Ibadof, A. Pompilian, F. Rădulescu. Considerații asupra sondajelor seismice de profunzime pe dispozitive circulare. Exemplificări din zona nordică a Munților Apuseni	19
M. Duicu. Utilizarea radiometriei în cartarea geologică a formațiunilor din masivul Gîrbovei (munții Perșani)	33
M. Visarion, P. Polonic, E. Ali-Mehmed. Contribuții geofizice la cunoașterea structurii sectorului de NE al Depresiunii Pannonică și a unităților limitrofe	45
T. Iosif, Sieglinde Iosif. Amplasarea optimă de noi stații în regiunile seismice din România	59
F. Rădulescu, P. Constantinescu, Al. Pompilian, N. Ibadof, A. Sovă. Structura scoarței terestre pe profilul Galați—Oradea, determinată prin cercetări seismice	69
S. Spănoche. Noi aspecte structurale în zona Palazu Mare obținute prin valorificarea măsurătorilor seismice	81
C. Lazăr, Erica Lazăr. Aplicabilitatea metodelor geoelectrice la localizarea mineralizațiilor de sulfuri polimetalice asociate mezometamorfitei din Carpații Orientali	95
V. Mărza. Seismologia exploziilor din cariere: o introducere în problemele ei	105
F. Rădulescu, A. Pompilian, N. Ibadof. Natura unor unde seismice înregistrate în cercetările de refracție	121
Maria Stănică, D. Stănică. Cercetări telurice și magnetotelurice în Depresiunea Getică	139
M. Roth. Ilustrarea efectului geometric al reliefului topografic în magnetometrie pe calea modelării teoretice	147
P. Constantinescu, F. Rădulescu, A. Pompilian, N. Ibadof. Studii seismice de profunzime pe teritoriul României. Probleme de metodologie și interpretare a observațiilor	157



Redactor: ELEONORA SPĂNOCHE
Tehnoredactor: MARIA BREBAN
Traduceri: MARIANA BORCOŞ, ANGELA FOLEA
Ilustraţia V. NIȚU

Dat la cules august 1978. Bun de tipar: martie 1979. Tiraj 750 ex. Hirtie
scrisă 1A 70×100/49 g. Coli de tipar: 11. Comanda 1818. Pentru biblioteci
indicele de clasificare 55(058).

Intreprinderea poligrafică „Informaţia” str. Brezoianu nr. 23–25
Bucureşti – România



Institutul Geologic al României

CARACTERISTICI STRUCTURALE ALE DEPRESIUNII PANNO-NICE (SECTORUL SUDIC), REZULTATE DIN STUDIUL INTEGRAT AL DATELOR GEOFIZICE¹

DE

MARIUS VISARION, PAMFIL POLONIC, ERDUGAN ALI-MEHMED²

Abstract

Structural Characteristics of the Pannonian Depression (Southern Sector) Resulted from the Complex Study of Geophysical Data. The complex interpretation of the results of geophysical researches and exploring works carried out south of the Pannonian Depression led to the obtaining of some new information regarding the petrographical composition and structure of the crystalline basement, to the location of the subvolcanic bodies and separation of the main structural characteristics of the Neogene cover. The data presented contribute not only to a better geological knowledge of this structural unit but to selecting of the main perspective areas for the thermal waters.

INTRODUCERE

Cercetări recente, stimulate de existența unor zone de perspectivă pentru ape termale, au condus la informații noi asupra structurii geologice ascunse a sectorului sudic al Depresiunii Pannonice. Ele au la bază interpretarea geologică într-o concepție unitară a rezultatelor furnizate de lucrările geofizice și geologice de foraj cu caracter de prospecțiune sau de explorare, executate de unități de profil pe teritoriul Banatului.

Datorită structurii liniștite a depozitelor pliocene, precum și dezvoltării ample în suprafață a depozitelor cuaternare, care acoperă parțial regiunea studiată, observațiile geologice directe sunt limitate numai la cîteva sectoare, situate în principal în vecinătatea ramei muntoase. În aceste condiții, interpretarea rezultatelor geofizice a trebuit să ia în considerare pe de o parte datele oferite de forajul adânc, iar pe de altă parte

¹ Susținută la al IX-lea Simpozion de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș, nr. 1, București.



studiiile geologice întreprinse pe rama muntoasă, în ipoteza că formațiuni similare ar putea participa și la alcătuirea fundamentului depresiunii.

Lucrarea a fost facilitată de existența unor studii relativ recente, dintre care se detasează cele elaborate de Bandrabur et al. (1975), Ghenea et al. (1967), Iachim et al. (1966, 1973), Ionescu³, Paraschiv și Cristian (1973, 1975), Paucă (1967, 1975), Visariu et al. (1976), care aduc contribuții valoroase referitoare la alcătuirea geologică, la regimul hidrogeologic, la prezența unor capcane subtile și la particularitățile regimului geotermic al Depresiunii Pannonice.

Caracterizare geologică succintă a regiunii studiate

Sectorul sudic al Depresiunii Pannonice este constituit dintr-o stivă groasă de formațiuni miocene, pliocene și cuaternare, dispuse peste un fundament complex de roci cristalofiliene și magmatite, la care se adaugă funcțional și formațiuni sedimentare, cretacice și eocene. Prin similaritate cu unele date de foraj din țările limitrofe se admite ipotetic completarea stivei sedimentare cu termeni mai vechi, în unele compartimente depresionare adânci din apropierea frontierei (Paraschiv, Cristian, 1975).

Fundamentul cristalin aflorează în sectoarele Buziaș și Vărădia sub forma unor insule, mărginite de formațiuni neogene. În partea de nord și centrală a culmației de la Buziaș, șisturile cristaline sunt metamorfozate în condițiile faciesului amfibolitic (zona cu staurolit + disten); terminația sud-estică a culmației este formată din roci metamorfozate în faciesul șisturilor verzi.

La Vărădia, cristalinul se dezvoltă pe o suprafață restrinsă, în apropierea graniței cu R.S.F. Jugoslavia și este reprezentat prin șisturile verzi tufogene ale Seriei de Locva.

Formațiunile sedimentare preneogene, interceptate de foraj, aparțin Cretacicului superior și Paleogenului.

Cretacicul superior a fost întlnit în compartimentele depresionare adânci (Sînnicolaul Mare, Foeni), unde se dezvoltă sub un facies pelitic, dar se păstrează uneori și în compartimentele mai ridicate (Ortișoara – Alios), unde îmbracă un facies grezos-conglomeratic, asemănător cu cel cunoscut în culoarul Mureșului.

Paleogenul, reprezentat numai prin Eocen, are o răspindire limitată la sectorul Jebel – Stamora Română. În alcătuirea sa intră microconglomerate, gresii, șisturi argiloase și brecii calcaroase.

Umplutura neogenă a depresiunii constă dintr-o pătură relativ subțire de formațiuni miocene, care uneori lipsește pe zonele elevate ale fundamentului, și dintr-o stivă de formațiuni pliocene, cu grosime variabilă, care poate atinge 3 000 m în zonele de maximă subsidență.

³ N. Ionescu Condițiile acumulării hidrocarburilor naturale în capcane litotrafică și posibilitățile seismometriei la detectarea zăcămintelor de acest tip, pe șelfuri, cu privire specială la Banat. 1974. (Teză de doctorat) IPGG București.



Miocenul este constituit dintr-o succesiune de nisipuri, gresii și marne, cu intercalări de tufuri-(Tortonian), peste care se dezvoltă o serie grezoasă-argiloasă și calcare detritice (Sarmatian).

În cadrul Pliocenului s-a separat Pannonianul s.l. și Pliocenul superior. Pannonianul s.l. cuprinde o secvență inferioară, marnoasă și o secvență superioară, predominant nisipoasă, care pot fi echivalate cu Sarmatianul mediu-Pontianul mediu și respectiv cu Pontianul superior-Dacianul de la exteriorul Carpaților (Visarion et al.).^{4,5} Partea superioară a Pliocenului cu o litologie asemănătoare Pannonianului superior, dar care uneori conține și strate de lignit, este dificil de separat pe diagramele electrice.

Pe rama muntoasă a depresiunii, cercetările geologice au semnalat o intensă activitate magmatică, care a fost atribuită mai multor cicluri tectono-magmatice. Datele geofizice și de foraj atestă existența maselor eruptive și în cadrul Depresiunii Pannonice.

În Munții Hăgiș este cunoscută o activitate magmatică premetamorfică, aparținând ciclului precambrian-paleozoic, ale cărei produse sunt incluse în complexul ortoșisturilor din cadrul Seriei de Păiușeni (metabazalte, metadolerite). Magmatitele acide sunt reprezentate prin granite de Hăgiș, în mare parte sincinematice și prin granite alcaline, sienite, cuartifere și filoane porfirice tardecinematice (Savu, 1962).

Magmatismul mezozoic, căruia îi revine complexul ofiolitic, are o largă dezvoltare în culoarul Mureșului. La vest de Lipova, ofiolitele, împreună cu formațiunile cretace, se afundă sub cuvertura sedimentară a Depresiunii Pannonice.

Mișcările laramice au produs o serie de fracturi adânci, care au favorizat dezvoltarea magmatismului cretacic-paleogen subsecvent, ale căruia produse sunt reprezentate prin banatite.

Magmatismul cuaternar este caracterizat prin curgeri de lave bazaltice.

Partea sudică a Depresiunii Pannonice fiind aproape în totalitate mascată de formațiuni recente, descifrarea tectonicii ascunse a revenit cercetărilor geofizice și de foraj și ca urmare, ea va constitui obiectul capitolului destinat interpretării acestor date.

În decursul evoluției sale, regiunea studiată a fost supusă denudării în mai multe etape, ceea ce a dus la îndepărțarea totală sau parțială a sedimentarului preneogen și la formarea unui relief cu configurație variată.

Părerile cu privire la separarea Depresiunii Paonnonice ca unitate structurală independentă sunt diferite. Unii autori, pornind de la dezvoltarea limitată a formațiunilor paleogene, apreciază că ea a luat naștere probabil în Miocen (Pucă, 1967; Stegenga et al., 1975). În această concepție, sisturile cristaline și formațiunile sedimentare mezozoice și paleogene formează fundimentul depresiunii, iar formațiunile neogene constituie umplutura ei. Alți autori separă un etaj structural inferior,

⁴ M. Visarion et al., 1975, Arh. I.G.G., București.

⁵ M. Visarion et al., 1976 Arh. I.G.G., București.

reprezentat prin fundamentul metamorfozat și un etaj structural superior, alcătuit din depozite cretacice, paleogene și neogene, fapt care sugerează schițarea depresiunii încă din Cretacicul superior (P a r a s c h i v, Cristian, 1975).

Premise ale interpretării integrate a rezultatelor cercetărilor geofizice

Aplicabilitatea metodelor geofizice la descifrarea străucurii geologice a Depresiunii Pannonice este diferențiată și depinde de o serie de factori fizici și geologici, a căror cunoaștere asigură interpretarea judicioasă a rezultatelor.

Structura formațiunilor pliocene este clar exprimată în secțiunile seismice de reflexie, care individualizează numeroase orizonturi reflectatoare, cu inclinări relativ mici și rare interferențe în tabloul de unde. La nivelul formațiunilor prepliocene acest tablou se modifică substanțial, prin diminuarea numărului de reflexii și prezența mai frecventă a interferențelor cu unde difractate și multiple.

Pe unele zone de ridicare a fundamentului (Zădăreni, Șandra, Giulvăz), dispunerea directă a Pliocenului pe formațiuni cristaline sau mezozoice generează și reflexii cu aspect caracteristic. Uneori, reflexia caracteristică se poate situa la contactul dintre formațiunile miocene marno-nisipoase și fundamentul cristalin (Satchinez-Calacea, Voiteg etc.).

Urmărirea suprafeței fundamentului este mai dificilă în zonele depresionare adînci, datorită reducerii apreciabile a contrastului acustic la acest nivel, prin completarea stivei sedimentare cu formațiuni cretace și paleogene.

O contribuție majoră la elucidarea problemelor geologice privind structura adîncă aduc și metodele potențiale.

Interpretarea judicioasă a anomaliei gravimetrice a necesitat luarea în considerare a următorilor factori principali : variația accentuată a densității formațiunilor pliocene cu adâncimea după o lege exponențială, existența unor formațiuni cretace groase în zonele depresionare adînci și alterarea în unele sectoare a formațiunilor cristaline, pe intervale de pînă la 150–200 m.

Studiul efectuat a arătat că anomalia regională a gravitației din Banat este determinată în principal de contrastul major de masă, cu valori variabile, care se realizează între formațiunile preneogene și cele neogene.

Existența unor mase de roci eruptive, aparținând ciclurilor tectonomagmatice menționate, perturbă local anomalia gravitației. Pe prelungirea de vest a soclului Hîgliș-Drocea, ofiolitele metamorfozate generează excese de masă, iar granitale sinorogene, deficite de masă în raport cu șisturile sedimentogene ale Seriei de Păiușeni.

Complexul ofiolitic mezozoic participă de asemenea la producerea anomaliei gravitației, cu o pondere mai mare în partea estică a regiunii studiate.



Reflectarea maselor de roci banatitice în anomalia gravitației se realizează prin maxime sau minime, cu intensități variabile în funcție de contrastele de masă ce se realizează pe plan local.

Determinările de susceptibilitate magnetică efectuate au arătat că nu apar surse anomale în cuprinsul formațiunilor sedimentare. În schimb cercetările magnetice aduc o contribuție importantă la zonarea funda-mentului cristalin și la localizarea maselor de roci eruptive ascunse.

În partea nordică a regiunii studiate (Zădăreni–Arad), complexul ofiolitelor metamorfozate se detașează prin proprietățile lor magnetice elevate în raport cu complexul blastodetritic și magmatitele acide.

În formațiunile cristaline care alcătuiesc rama depresiunii, sursele de anomalii magnetice sunt constituite din șisturile tufogene bazice din subunitatea epimetamorfică a masivului Poiana Rusă, de gnaisele biotitice din Seria de Sebeș-Lotru și de amfibolitele și șisturile amfibolice din Seria de Miniș.

În partea sudică se remarcă susceptibilitățile magnetice ridicate ale gnaiselor albitive și șisturilor actinolitice cu ilmenit din Seria de Locva (Andrei et al., 1975).

Complexul ofiolitic mezozoic constituie o sursă majoră de anomalii magnetice (Romanescu, 1969), fapt care oferă posibilitatea urmăririi lui și la vest de Lipova, sub cuvertura sedimentară a Depresiunii Pannonice.

Caracterizarea produselor magmatismului subsecvent este dificil de realizat la scară regională, deoarece banatitele sunt reprezentate printr-o mare varietate de tipuri petrografice, care comportă transformări hidro-termale diferențiate. Vetrele magmatice banatitice din cadrul fundamen-tului cristalin generează anomalii magnetice notabile.

Bazaltele cuaternare determină anomalii cu extindere redusă în suprafață.

Particularități ale structurii scoarței

În partea sudică a Depresiunii Pannonice nu au fost executate pînă în prezent cercetări seismometrice destinate studiului limitelor adînci ale scoarței. Prin extrapolarea datelor seismometrice din zona mediană a unității (Rădulescu et al., 1976) și prelucrarea adekvată a datelor gravimetrice s-a stabilit că discontinuitatea Mohorovičić se situează la adîncimi sub 30 km în zona vestică a Banatului.

O caracteristică a scoarței terestre în Bazinul Pannonic constă în prezența unui strat granitic cu o grosime normală care se dispune peste un strat bazaltic anormal de subțire (Mitu, Postaly, 1972). O încercare de a explica grosimea redusă a stratului bazaltic (5–8 km) a fost făcută recent de Stegna et al., (1975). Aceștia admit ipoteza unui „diapir” subcrustal activ în Miocen ca urmare a procesului de subducție din lanțul carpatic, care în mersul său ascensional a produs o dige-reare a bazei scoarței. După terminarea procesului de subducție, scoarța a suferit o mișcare generală de coborîre, în vederea restabilirii echilibrului izostatic, cu formarea Bazinului Pannonic.



Studiul mișcărilor verticale recente ale scoarței a arătat că aceasta manifestă și în prezent o tendință de afundare continuă, a cărei intensitate crește de la est spre vest, depășind valoarea de ~2 mm/an în zona Sinnicolau Mare—Beba Veche (Visarion, Drăgoescu, 1975). Întreaga arie de subsidență corespunde unei activități seismice importante, cu focare de cutremure crustale dispuse la adâncimi reduse.

Bazinul Pannonic este sediul și a unei importante anomalii geotermice. Valorile fluxului termic, determinate în Cîmpia de vest sunt elevate, grupându-se în intervalul 2,02–2,25 HFU (Veliciu et al., 1976). Cercetări recente au arătat că termalitatea apelor din această unitate structurală este controlată de procese subcrustale, fapt sugerat de valoarea ridicată a fluxului termic, de circa 1,4 HFU, la nivelul mantalei superioare (Stegena et al., 1975).

Alcătuirea și structura fundamentului cristalin și formațiunilor preneogene

Studiul integrat al datelor magnetice, gravimetrice și seismometrice, realizat în acord cu datele geologice obținute din foraje și cu cele de pe rama muntoasă, a permis elaborarea unei schițe structurale la nivelul fundamentului, prezentată în planșa I, în care sunt figurate seriile de șisturi cristaline, magmatitele de tip ofiolitic și banatitic precum și sistemele majore de fracturi.

Partea nordică a regiunii studiate este constituită din formațiuni cristaline de tipul celor care alcătuiesc socul de Highiș-Drocea. Datele magnetice arată existența unei anomalii importante, cu caracter dipolar, extinsă pe direcția E–V între Frumușeni și Felneac. Morfologia și orientarea acestei anomalii, în prelungirea celor cartate în masivul Highiș, sugerează extinderea spre vest a sursei perturbante, reprezentate de complexul ofiolitic metamorfozat din cadrul Seriei de Păiușeni. O imagine asemănătoare oferă și anomalia gravitației, care individualizează pe această arie un maxim regional, generat preponderent de un contrast de masă infracristalin. Pe de altă parte, unele din forajele executate în acest sector au interceptat produse ale magmatismului acid, asemănătoare celor care aflorează în masivul Highiș.

Partea sudică a regiunii este constituită din seriile cristaline cunoscute în Meridionalii vestici. În acest sector, un rol deosebit revine blocului Buziaș–Șipet–Șoșdea, care se caracterizează printr-o stabilitate accentuată în raport cu compartimentele adiacente. Aceasta se prezintă ca un compartiment elevat, acoperit de o cuvertură pliocenă subțire, de sub care Cristalinul aflorează insular la sud de Buziaș.

Pe imaginile gravimetrice, blocul Buziaș–Șipet–Șoșdea se prezintă sub forma unei anomalii majore de maxim, cu o largă dezvoltare în suprafață. Ea are și un corespondent magnetic, reprezentat printr-o anomalie cu intensitatea de peste 200 γ și apexul deplasat spre nord. Deși magmatitele inițiale au o dezvoltare relativ redusă în cadrul acestei serii cristaline, trebuie să admitem, pe baza imaginilor oferite de hărțile gravimetrice și



magnetice, existența unei intruziuni bazice premetamorfice, care ar explica de altfel și rigiditatea acestui bloc al fundamentului, intrat destul de tîrziu în domeniul depresiunii.

Trecerea de la formațiunile cristaline din Hîgheș-Drocea la cele remarcate în partea sudică nu poate fi precis stabilită, deoarece în zona respectivă, regenerată alpin, s-a instalat o fosă, care poate fi urmărită pe o distanță apreciabilă, în prelungirea culcarului Mureșului. Această fosă geosinclinală dispusă sub forma unui S invers, care are zona mediană în Munții Metaliferi, poate fi urmărită pînă în Munții Tîrascăului și pe prelungirea lor în fundamental Depresiunii Transilvaniei (Visarion et al.)⁶. În lungul acestei fose în afundare rapidă, a avut loc o intensă activitate eruptivă, legată de magmatismul inițial ofiolitic care s-a manifestat din Jurasic și pînă în Cretacicul mediu.

Dezvoltarea cea mai largă o au magmatitele inițiale în Munții Mureșului, unde ele au fost studiate în detaliu de Andrei et al., (1975).

O contribuție importantă referitoare la extinderea șanțului ofiolitic în domeniul pannonic au adus cercetările magnetice. Ele au pus în evidență un aliniament de anomalii magnetice, cu caracter dipolar, orientate ENE-VSV în sectorul Bencecu de Jos–N Gearmata, care în continuare suferă o modificare de direcție, curbindu-se spre SV din dreptul localității Dumbrăvița. Morfologia anomaliilor magnetice cartate în primul sector sugerează adincimea relativ redusă la care se situează ofiolitele mezozoice. Din dreptul localității Dumbrăvița, morfologia acestor anomalii se modifică progresiv, ca urmare a poziției structurale din ce în ce mai coborîte a surselor perturbante.

Mișările chimmerice noi au produs cutarea depozitelor ce constituiau umplutura fosei, conducînd totodată la o îngustare a întregului domeniu. Această situație pare să indice o intensitate mai accentuată a mișărilor tectonice pe aria ce revine în prezent depresiunii, față de cele care au avut loc în Apusenii sudici.

Mișările laramice au determinat apariția unor accidente rupturale majore, cu implicații directe în formarea depresiunii. Principalele fracturi, separate cu ajutorul datelor gravimetrice și magnetometrice, sunt Berzovia–Jamu Mare, Sacoșu Turcesc–Bazoș și Ivanda–Peciu Nou, care urmăresc trasee orientate NV–SE, legate de magmatismul banatitic (pl. I).

Diastrofismul tîrziu, ecou îndepărtat al mișărilor finale din zonele carpatici, amplifică compartimentarea nucleului pannonic și depresiunea capătă configurația actuală (pl. II).

Compartimentarea, rezultat al unor mișări pe verticală, a fost diferențiată ca intensitate și sens, favorizînd depunerea unor stive complete și groase de sedimente neogene numai pe blocurile în afundare. Prin aceasta sunt estompată structurile datorate mișărilor anterioare.

Blocurile învecinate șanțului ofiolitic, constituie din sisturi cristaline paleozoice sau mai vechi, s-au comportat ca unități relativ stabilă. Astfel, blocurile Arad și Buziaș–Sipet–Soșdea au fost numai marginal acoperite de transgresiunea din Miocenul superior. Ele s-au păstrat ca

⁶ Idem op. cit. p. 4.

zone rigide și au avut poziții elevate și în Pliocen, fapt relevat de cveratura sedimentară subțire acoperitoare.

Blocurile de pe aria fostului geosinclinal mezozoic și din zona nordică învecinată au avut o labilitate mai accentuată. Pe acest fond se remarcă existența unor fracturi arcuite, care definesc o serie de blocuri ce cad în trepte spre SV.

Poziția cea mai elevată o are blocul Bencecu, unde fundamentalul cristalin este acoperit direct de formațiuni pliocene. La SV se dispune blocul Timișoara, mai coborât structural, care este separat de precedentul prin fractura Ianova. În continuare se dezvoltă un sistem de blocuri (Utvin—Peciu Nou—Giuvăz), intens fragmentate de accidente rupturale, prin care se face trecerea la compartimentele cele mai afundate reprezentate de blocurile N Foeni și Sinnicolau Mare. Pe aceste blocuri se păstrează un înveliș de formațiuni cretacice, peste care se dispune stiva formațiunilor neogene. În acord cu datele seismometrice și de foraj, zonele de maximă subsidență în Pliocen corespund compartimentelor depresionare N Foeni și Sinnicolau Mare, unde grosimea formațiunilor atinge 2 600 m și respectiv 3 200 m.

În cadrul acestui sistem structural, pe marginea sudică a blocului Arad, cu fundament cristalin de tip Highiș, se separă o treaptă intermediară de afundare, care corespunde blocului E Sandra-Satchinez-Calacea.

Dacă se consideră blocul N Foeni drept centru al afundării, întreaga configurație descrisă apare ca o dispunere structurală de blocuri în amfiteatră.

Pe marginea vestică a zonei depresionare majore Sinnicolau Mare se dispun blocurile mai elevate Teremia și Cherestur, separate printr-o fractură NV—SE.

La NE și E de blocurile Bencecu și Buziaș—Șipet—Șoșdea se delimită un graben, care începând de la canalul Bega este cunoscut sub denumirea de Bazinul Caransebeș. În ultimul sector, acest bazin prezintă caracteristicile unei depresiuni intramuntoase.

O situație asemănătoare se întâlnește și pe flancul de SV al blocului Buziaș—Șipet—Șoșdea, unde se dezvoltă compartimentele Gătaia și Carasu, scufundate în aceleași condiții structurale.

Depresiunile care pătrund în zona munțoasă sunt destul de adânci și se caracterizează printr-o dezvoltare mai amplă a formațiunilor miocene. În schimb, succesiunea Pliocenului, în facies litoral, apare mai restrinsă. O particularitate constă în faptul că unele accidente rupturale, asociate acestor depresiuni intramuntoase, apar însoțite de manifestări vulcanice. În acest context trebuie amintite bazaltele cuaternare de la Lucareț și Gătaia.

Structura cuverturii neogene

Delimitarea ariilor de perspectivă pentru ape termale a impus întocmirea unei schițe structurale la un orizont convențional din baza Pannonianului superior, care a fost elaborată după datele furnizate de diagrame electrice și rezultatele cercetărilor seismometrice (fig. 2).



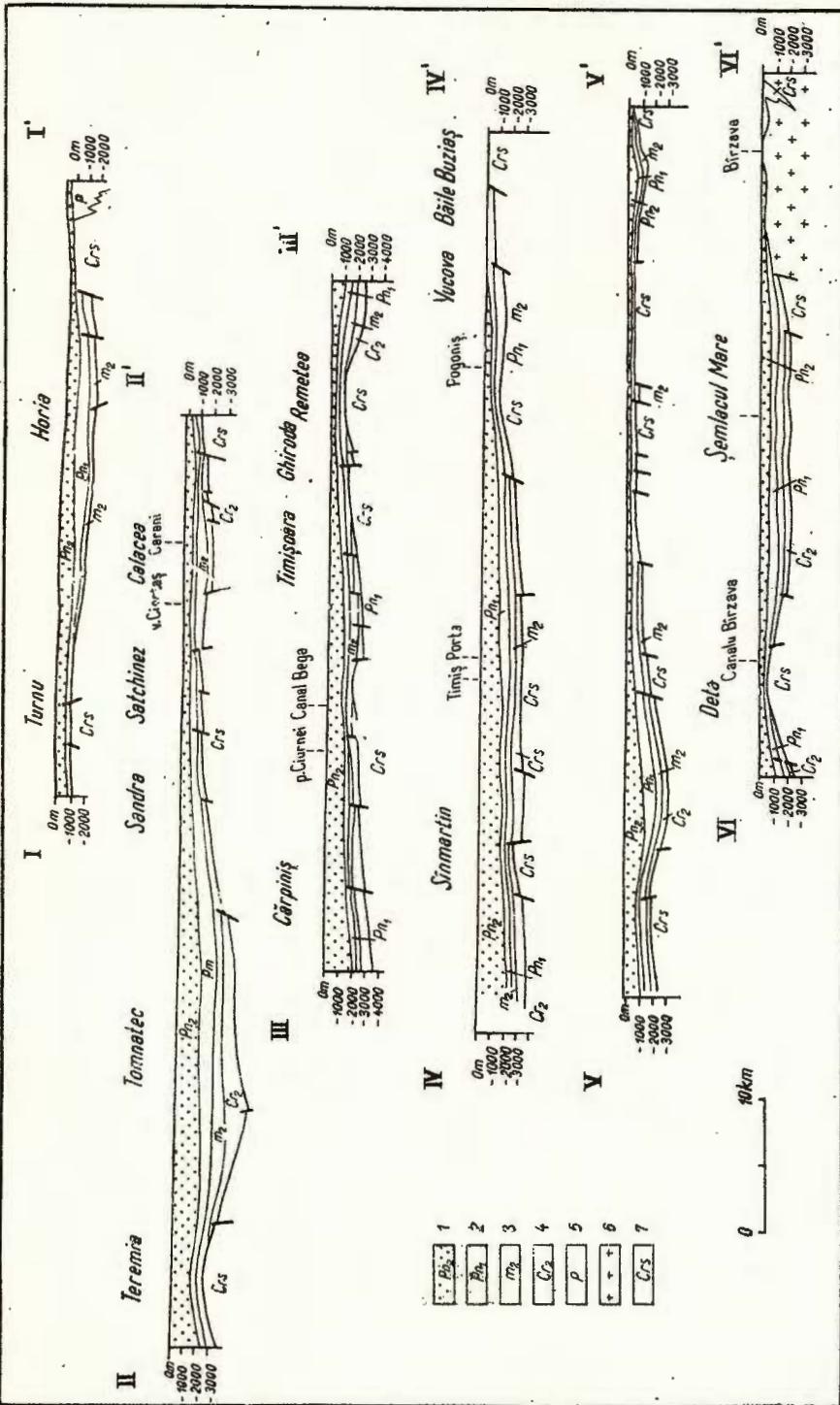


Fig. 1. - Secțiuni geologice sintetice în sectorul sudic al Depresiunii Panonice. 1, Pannonian superior (Dacian-Levantin); 2, Pannonian inferior (Pontian); 3, Miocen superior; 4, Cretacic superior; 5, Permian; 6, Eruptiv banatitic; 7, formațiuni cristaloilinene. Secțiuni geologice synthétiques dans le secteur méridional de la Dépression Pannonique. 1, Pannonien supérieur (Dacien-Levantin); 2, Pannonien inférieur (Pontien); 3, Miocène supérieur; 4, Crétacé supérieur; 5, Permien; 6, Eruptif banatitique; 7, formations cristallophyliennes.



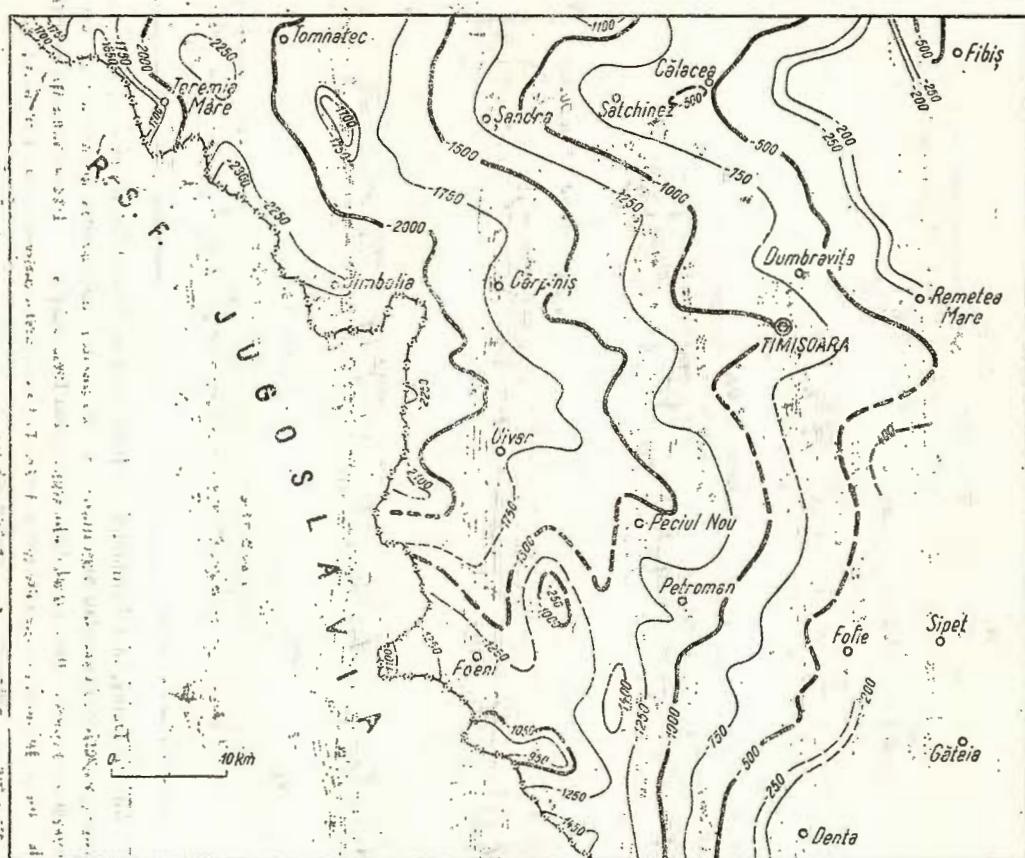


Fig. 2. — Schiță structurală la baza Pannonianului superior din sectorul sudic al Depresiunii Pannonice.

Esquisse structurale à la base du Pannonien supérieur du secteur méridional de la Dépression Pannonique.

Limita dintre Pannonianul superior, predominant nisipos și Pannonianul inferior marnos, care se deosează pe diagramele electrice, are în ansamblu un aspect caracteristic. Cu toate acestea, în unele sectoare trasarea acestei limite s-a făcut cu dificultate, datorită variațiilor litofaciale ale formațiunilor pannoniene. Ele constau în reducerea unor secvențe nisipoase la baza Pannonianului superior (sectoarele N. Foeni—Giera, Deta—Moravita), sau în completarea coloanei stratigrafice a Pannonianului inferior cu orizonturi nisipoase la partea terminală (sectorul Sandra—Satchinez—Călacea), și au drept efect deplasarea limitei urmărite.

Schița structurală oferă o imagine reprezentativă a evoluției orizontului de referință pînă la nivelul izobatic de -200 m, considerat drept limită superioară în urmărirea seismică a acestui orizont.

În ansamblu, formațiunile Pannonianului superior mulează principalele structuri separate la nivelul fundamentului. Deosebirile remarcate își au originea în jocul diferențiat pe verticală al unor blocuri din funda-ment în timpul depunerii formațiunilor Pannonianului superior, fapt care explică variațiile litofaciale și de grosime ale acestora. Este posibil ca fracturile, care au facilitat deplasarea diverselor blocuri, să afecteze par-tial și formațiunile pannoniene. Absența unor orizonturi reper nu a permis însă identificarea și cartografierea acestor accidente rupturale.

Schita structurală evidențiază o afundare generală spre vest a orizontului de referință pînă la aliniamentul vest Tomnatec—Jimbolia—Cenei—Tolvadia, unde formațiunile Pannonianului superior ating grosimea maximă de — 2 300 m.

Regiunea cuprinsă între acest element, limita nordică a hărții și paralela localității Uivar este dominată de prezența unor elemente struc-turale orientate est-vest, de tipul hemicutelor.

O ridicare importantă se individualizează pe direcția Murani—Calacea—Satchinez—Șandra, pe o distanță de cca 40 km. Structura se afundă pro-gresiv spre vest de la — 200 m în zona Ortișoara și pînă la — 1750 m în zona Bulgăruș. O redresare a orizontului de referință se remarcă în sectorul S Tomnatec—Gottlob, unde izoliniile conturează o boltire închisă al cărei apex este conturat de izobata — 1700 m.

Paralel și la sud se separă o zonă depresionară mai largă a cărei axă trece prin localitățile Gearmata și Iecea Mare.

Zona elevată Dumbrăvița—Săcalaz—Cărpiniș traversează comparti-mente diferite ale fundamentului. Acest fapt sugerează colmatarea blo-curilor depresionare cu formațiuni miocene și pannoniene inferioare. Ori-zontul de referință se afundă direcțional de la — 200 m în zona de la nord de Remetea Mare și pînă la — 2100 m, în vecinătatea frontierei.

Pe direcția Timișoara—Cenei se desemnează o zonă depresionară bine exprimată, talonată la sud de ridicarea Uliuc—Simihaiu Român.

În jumătatea sudică a regiunii studiate, direcțiile elementelor struc-turale se modifică, ele orientindu-se preferential NV—SE și NNV—SSE. La vest de zona depresionară majoră V Tomnatec—Tolvadia, la baza Panno-nianului superior se evidențiază o serie de elemente structurale, dintre care menționăm ridicările Teremia, Uivar—Giulvăz și Foeni-Giera.

Limita estică a Depresiunii Pannonice are un caracter tectonic și corespunde unui sistem de fracturi laramice și neogene. Ea se situează imediat la vest de masivul Hîghiș, după care se dirijează spre SV, pe direc-ția localităților Cuvejdia—Belint. În acest ultim sector, continuitatea acestei limite este mai puțin evidentă, datorită interpuierii grabenului Lugoj—Caransebeș. După datele gravimetrice și seismometrice, înspre SV margi-nea depresiunii ar coincide cu sistemul de falii ce delimită blocurile ridicate Buzias—Șipet—Soșdea și Banloc.

CONCLuzie

Studiul integrat al datelor geofizice din partea sudică a Depresiuni Pannonice a condus la obținerea unor informații noi asupra structurii geologice ascunse, fapt ce a permis elaborarea unor schițe structurale in-e-



dite la niyelele fundamentalui cristalin și suprafeței formațiunilor prepliocene, pe care sint figurate arile de răspindire a diverselor formațiuni geologice, inclusiv a celor eruptive și principalele accidente rupturale.

Separarea sectoarelor de fundament cu constituții petrografice diferențiate, extinderea zonei de dezvoltare a complexului ofiolitic în domeniul pannonic, localizarea principalelor fracturi laramice pe care s-au insinuat magmele banatitice și stabilirea configurației și poziției structurale a blocurilor formate ca urmare a compartimentării fundamentalui incepută în Cretacicul superior și amplificată în Neogen, reprezintă principalele contribuții aduse de lucrare la descifrarea tectonicei substratului Depresiunii Pannonice. În paralel se aduc o serie de informații noi asupra cuverturii neogene, pe baza schiței structurale construite la baza Pannonianului superior.

BIBLIOGRAFIE

- A ndrei Justin, Calotă C., Scurtu F.** (1975) Considérations structurales sur le sillon ophiolitique des Monts Métallifères à l'aide des données géophysiques et de certains éléments quantitatifs obtenus grâce au modelage. *Rev. Roum. Géol. Géophys. — geophys.*, 19, Bucarest.
- Constantinescu P., Mituch E., Posgay K., Rădulescu F.** (1975) Deep seismic sounding in the eastern part of the Pannonian Basin along the international profile XI, *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr., Sér. Géophys.*, 19, Bucarest.
- Drăgulănescu A., Hinculov L., Mihăilă N.** (1968) Harta geologică a R.S. România, foaia Timișoara, Inst. geol., București.
- Ghenea C., Ghenea A.** (1967) Harta geologică a R. S. România la sc. 1 : 200.000, foaia Sînnicolau Mare, Inst. Geol., București.
- Korim K.** (1972) Geological aspects of thermal water occurrences in Hungary, *Geothermics*, 1, 3, Pisa.
- Mituch E., Posgay K.** (1972) The crustal structure of central and southern Europe based on the results of explosion seismology, *Hung. Geofiz. Közlemények*, Budapest.
- Paraschiv D., Cristian M.** (1973) Asupra particularităților regimului geotermic în nord-estul Depresiunii Pannonice, *Petrol și gaze*, 24, 11, București.
— Cristian M. (1975) Cu privire la particularitățile regimului geotermic din sud-estul Depresiunii Pannonice, *Petrol și gaze*, 26, 3, București.
- Paucă M.** (1973) Probleme geologice în bazinile neogene din vestul și nord-vestul României. *Stud. cerc. geol. — geogr. — biol. Ser. geol. — geogr.*, 2, Piatra Neamț.
— (1975) Contributions à la stratigraphie du Miocène présarmatiens, *Trav. du Muséum d'Hist. Nat. Gr. Antipa*, 16, București.
- Rădulescu F., Constantinescu P., Sovă A., Pompilian A., Iabădof N.** (1976) Cercetări seismice pentru studiul limitelor de profunzime din nordul Munților Apuseni. *Stud. tehn. — econ. Ser. D., Prosp. geofiz.*, 11, București.



Romanescu D. (1969) Trăsăturile caracteristice ale magnetizării rocilor din Munții Apuseni și din partea de nord a masivului Poiana Ruscă. *Stud. cerc. geol., geofiz., geogr., Ser. geofiz.* 7, 2, București.

Savu H. (1962) Cercetări petrografice în masivul Drocea. *DS. Com. Geol.*, 43 (1955–1956), București.

Stegena L., Géczy B., Horvath F. (1975) Late cenozoic evolution of the Pannonian Basin. *Tectonophysics*, 26, Amsterdam.

Veliciu S. (1974) Geothermal contributions to the hydrogeological knowledge of Oradea area. *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr., Ser. Géophys.* 18, Bucarest.

— Cristian M., Paraschiv D., Visarion M. (1976) Preliminary data of heat flow distribution in Romania, *Geothermics* (sub tipar), Pisa.

Visarion M., Drăgoescu I. (1975) Considerations on the earth's crust recent vertical movements in Romania, *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr. Sér. Géophys.*, 19, București.

CARACTÉRISTIQUES STRUCTURALES DE LA DÉPRESSION PANNONIQUE (SECTEUR SUD) RÉSULTÉES DE L'ÉTUDE INTÉ- GRÉE DES DONNÉES GÉOPHYSIQUES

(Résumé)

L'étude intégrée des données géophysiques du secteur sud de la Dépression Pannonique a mené à l'acquisition de nouvelles informations sur la structure géologique cachée (de profondeur), ce qui a permis la rédaction d'esquisses structurales inédites aux niveaux du soubassement cristallin (planche I) et de la surface des formations prépliocènes (planche II), sur lesquelles sont figurées les aires de répartition des diverses formations géologiques, y compris des masses de roches éruptives, de même que des principaux accidents rupturaux.

La séparation des secteurs de soubassement à constitution pétrographique différenciée, l'extension de la zone de développement du complexe ophiolitique dans le domaine pannonic, la localisation des principales fractures laramiennes sur lesquelles se sont insinués les magmas banatiques et la détermination de la configuration et de la position structurale des blocs formés par suite du morcellement du soubassement, commencé pendant le Crétacé supérieur et amplifié au cours du Néogène, représentent les principales contributions que ce travail apporte au déchiffrement de la tectonique du substratum de la Dépression Pannonique.

Une série de sections géologiques à orientation générale est-ouest, disposées à divers parallèles, viennent illustrer la configuration, dans le plan vertical, de la structure géologique cachée, masquée partiellement par l'enveloppe des dépôts quaternaires (planche III).

La détermination des aires de perspective pour les eaux thermales a réclamé la rédaction d'une esquisse structurale à un horizon conventionnel situé à la base du Pannonic supérieur, qui a été rédigée d'après les données fournies par les diagraphies électriques et les résultats des recherches sismométriques (planche IV).

Le travail est complété par une série de données concernant certains traits particuliers de la structure de la croûte dans la zone du bord oriental de la Dépression Pannonique, déduits

par des recherches sismométriques, gravimétriques et géothermiques et complétées par une étude des mouvements verticaux récents.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Esquisse géologique au niveau du soubassement cristallin de la Dépression Pannonique (secteur méridional). 1, magmatites banatiques ; 2, magmatites ophiolitiques ; 3, Paléozoïque supérieur ; 4, Paléozoïque inférieur-Protérozoïque supérieur ; 5, limite d'est de la dépression ; 6, nappe de charriage, 7, faille $\frac{+ \text{compartiment exhaussé;}}{- \text{compartiment affaissé}}$ 8, position des sections.

Planche II

Esquisse géologique à la base des formations pliocènes de la Dépression Pannonique (secteur méridional). 1, a. Miocène supérieur et Crétacé supérieur non-divisé, b. Miocène supérieur, c. Crétacé supérieur ; 2, Crétacé inférieur ; 3, Mésozoïque non-divisé 4, Permien. *I Roches éruptives*: 5, Magmatites banatiques ; 6, Magmatites ophiolitiques ; *II Roches métamorphiques*: 7, Paléozoïque supérieur (Série de Higliş) ; 8, Paléozoïque inférieur-Protérozoïque supérieur ; 9, Limite d'est de la dépression ; 10, Nappe de charriage ; 11, Faille ; 12, Position des sections.

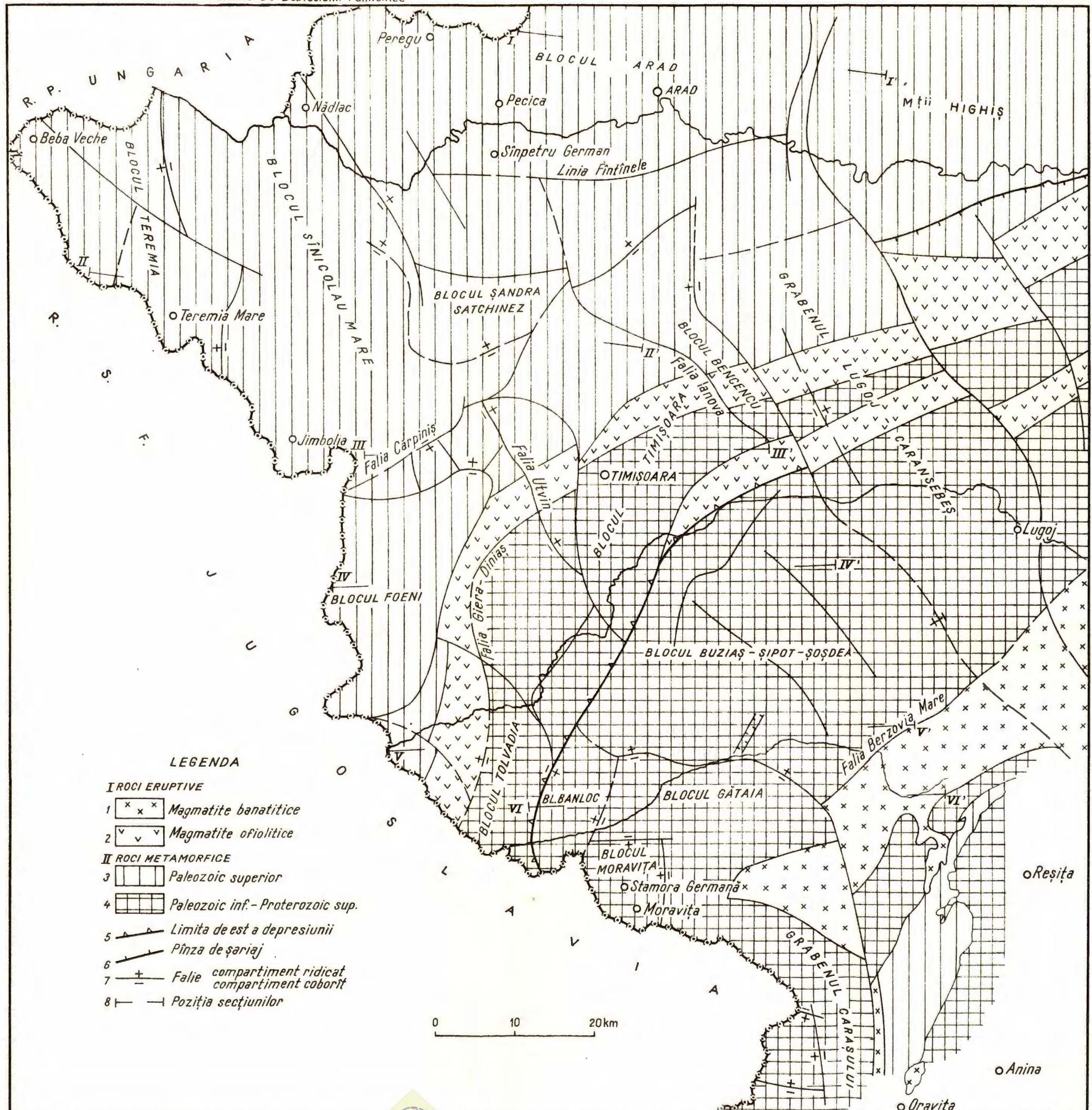


SCHITĂ GEOLOGICĂ LA NIVELUL FUNDAMENTULUI CRISTALIN AL DEPRESIUNII PANNONICE

(Sectorul Sudic)

M. VISARION et al. Caracteristici structurale ale Depresiunii Pannonice

Pl. I

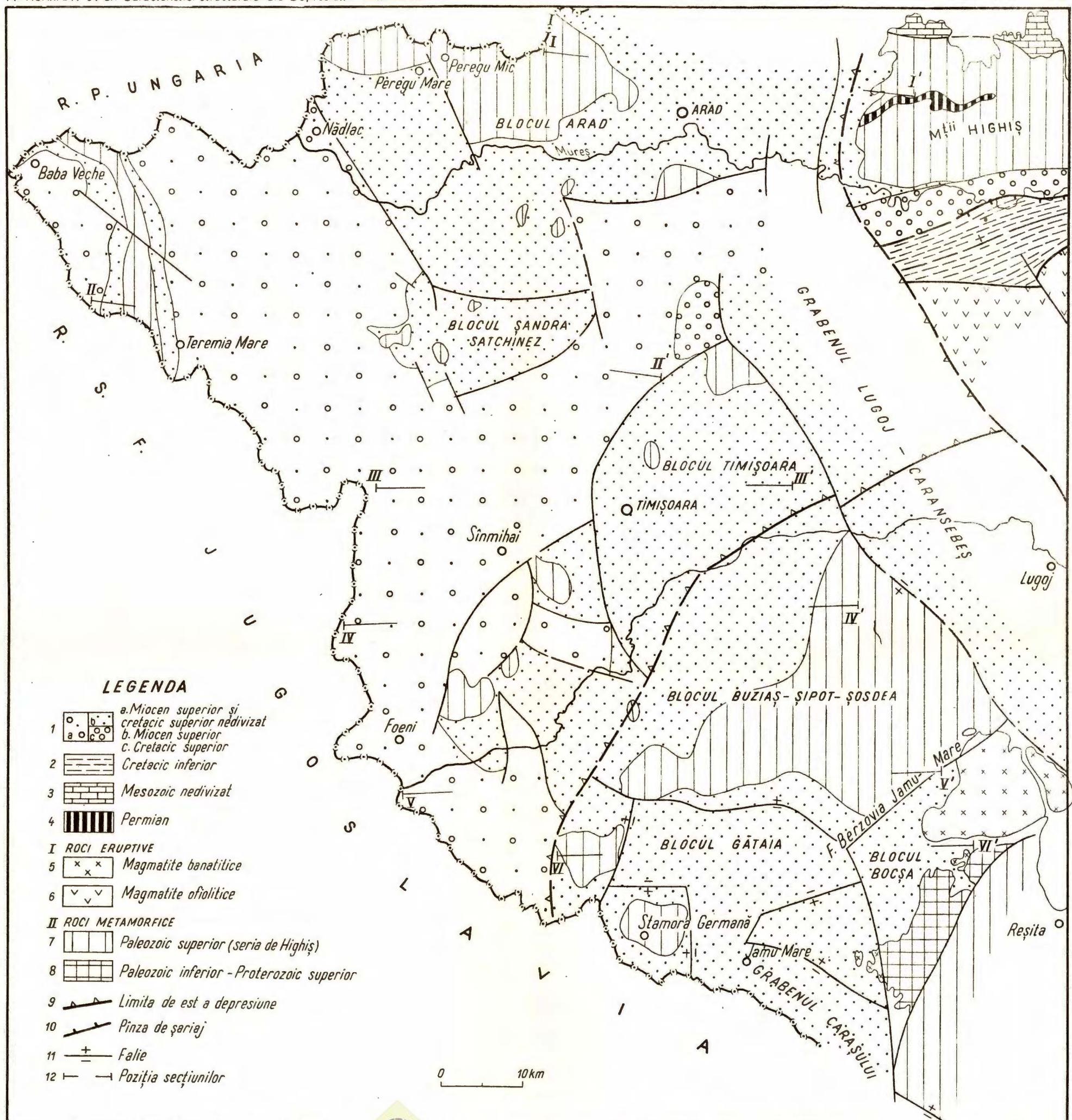


SCHITĂ GEOLOGICĂ LA BAZA FORMAȚIUNILOR PLIOCENE DIN DEPRESIUNEA PANNONICĂ

(Sectorul Sudic)

M. VISARION et al. Caracteristici structurale ale Depresiunii Pannonice

Pl. II



CONSIDERATII ASUPRA SONDAJELOR SEISMICE DE PROFUNZIME PE DISPOZITIVE CIRCULARE. EXEMPLIFICARI DIN ZONA NORDICĂ A MUNTILOR APUSENI¹

DE

PETRE CONSTANTINESCU, NICOLAE IBADOF, ALEXANDRU POMPILIAN,
FLORIN RĂDULESCU²

Abstract

Remarks on the Deep Seismical Soundings on Circular Devices. Exemplification from the Northern Part of the Apuseni Mountains. There are analysed some peculiarities of the field technique and interpretation of the field data regarding the deep soundings on a circular device. This methodology offers not only the possibility of the spatial element determinations of the reflecting limits, but also the accurate establishment of nature of most impulses recorded; the establishment of the nature of impulses is carried out by summation of the dynamic criterion with a kinematic one, based on the value of apparent velocity, parameter which can be determined rather accurately relying on the circular device. The results of the Soundings carried out, point out that in the northern part of the Apuseni Mountains the Mohorovičić discontinuity is located at 28 and 34 km depth.

INTRODUCERE

Unul din obiectivele recente ale cercetării seismice a limitelor de profunzime a constat în obținerea de informații asupra grosimii scoarței terestre în zona nordică a Munților Apuseni, zonă în care s-au întîmpinat serioase dificultăți, datorită condițiilor seismologice deosebit de nefavorabile. Structura geologică de suprafață, în care șariajele și accidentele tectonice rupturale sănt foarte frecvente, este dublată de o morfologie nu mai puțin complicată și de prezența unor întinse păduri care limitează substanțial accesul utilajelor autopurtante. Aceste condiții au exclus folosirea unui sistem continuu de observație seismometrică impunind apli-

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului de geologie și geofizică din 31 mai 1975.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



carea sondajului seismic punctual. S-a preferat varianta înregistrărilor pe dispozitive circulare (Constantinescu, 1965), ale cărei avantaje se impun față de ale oricărui alt sistem de observație punctuală.

Sondajele au fost executate cu precădere pe aliniamentul profilului internațional XI și în zonele adiacente acestuia, oferindu-ne numeroase seismograme de foarte bună calitate pe dispozitive circulare, obținute în condiții dintre cele mai variate. Aceste înregistrări ne-au dat posibilitatea unei analize mai detaliate asupra acestei noi tehnici de observație în vederea stabilirii performanțelor și a căilor de creștere a preciziei determinărilor.

Apreciindu-se că în cercetarea seismometrică a scoarței terestre, problemele legate de metodologia lucrărilor de teren și de valorificare a datelor de observație au o importanță de prim ordin, în lucrarea de față s-a acordat tratării lor o dezvoltare preferențială în detrimentul descrierii rezultatelor căreia i s-a rezervat un spațiu mai restrins.

Tehnica observațiilor de teren

Practica lucrărilor de teren a arătat că la amplasarea punctelor de explozie și a dispozitivelor de înregistrare trebuie să fie respectate cîteva exigențe în vederea asigurării simultane a calității înregistrărilor și a prețului de cost redus. Aceste exigențe se referă pe de o parte la asigurarea distanței critice (60–100 km) între punctele de generare și recepție a undelor seismice, iar pe de altă parte, la respectarea unor condiții locale care pentru punctele de explozie constau în existența unor roci favorabile generării energiei seismice, iar pentru dispozitivele de recepție în existența unor suprafete evasiorizontale și neîmpădurite. Nerespectarea condițiilor menționate pentru punctele de explozie are drept consecință o creștere neeconomică a cheltuielilor, iar a celor pentru dispozitivele de înregistrare o scădere a preciziei rezultatelor.

După cum se știe, elementul principal care stă la baza determinării poziției limitei reflectatoare este gradientul maxim de timp, care se deduce din valorile și orientările gradienților componenți. Aceștia din urmă se determină calculind raportul $\tau_i = \frac{\Delta t_i}{D}$ pentru geofonii de pe cerc, situați la extremitățile diametrelor D . Eroarea relativă la determinarea gradientului τ_i este dată de relația :

$$\frac{\delta \tau_i}{\tau_i} = \frac{\delta \Delta t_i}{\Delta t_i} + \frac{\delta D}{D}.$$

Se poate ușor constata că această eroare va fi cu atît mai mică cu cît vor fi mai mici erorile absolute în determinarea diferențelor de timp Δt_i și a diametrului D și cu cît vor fi mai mari Δt_i și D .



127008

Determinarea corectă a lui Δt_i depinde în primul rînd de eliminarea influenței neomogenităților de suprafață (relief și zonă de viteze mici). Întrucît această influență nu poate fi evaluată riguros, indiferent de sistemul folosit, cea mai eficientă cale rămîne aceea de a evita, deci de a efectua măsurările pe un teren orizontal. Această suprafață trebuie să fie cît mai întinsă pentru a permite amplasarea unor dispozitive circulare cu diametre cît mai mari, ceea ce conduce, de asemenea, la creșterea preciziei în determinarea valorilor gradientelor componente.

Pentru exemplificarea celor de mai sus se prezintă în figura 1 un sondaj amplasat pe un teren accidentat în cazul căruia, deși în prezență

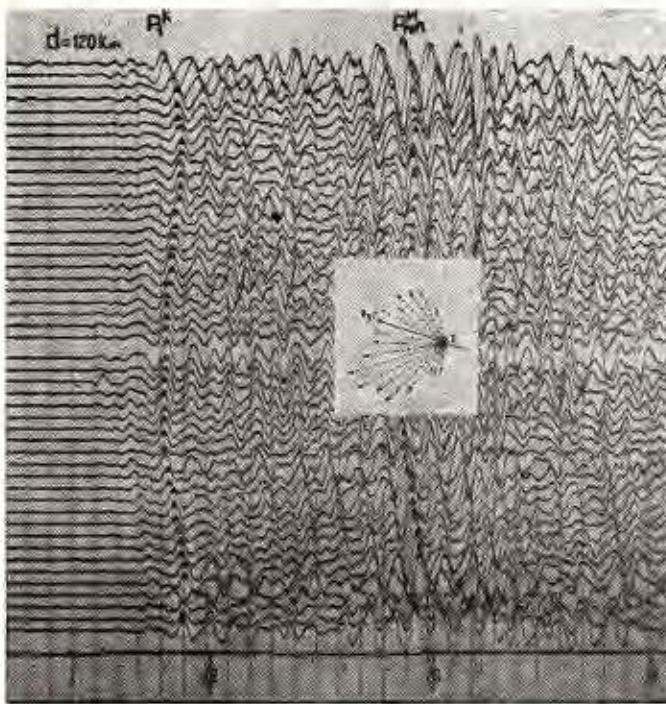


Fig. 1. — Sondajul Săușa-Hodișu, cu epura gradientelor pentru unda P_{refl}^M .

Sondage de Săușa-Hodișu, avec l'épure des gradients pour P_{refl}^M .

unei înregistrări de bună calitate a undei reflectate de discontinuitatea Mohorovičić (P_{refl}^M) determinarea vectorului gradient maxim este practic nerealizabilă datorită impreăstierii prea mari, față de un contur circular a extremităților vectorilor componente. Această situație nu se poate explica decit prin prezența unei puternice influențe a neomogenităților de suprafață care nu a putut fi eliminată.

Problema determinării naturii undelor

O seismogramă înregistrată pe un dispozitiv circular conține o serie de impulsuri a căror natură pare, la prima vedere, greu de determinat. De altfel, lipsa posibilității de identificare certă a naturii undelor înregistrate a constituit obiectia principală adusă metodicii observațiilor punctuale. În cele ce urmează vom arăta felul în care se rezolvă această problemă în cazul înregistrărilor circulare și vom prezenta cîteva exemple ilustrative.

Identificarea undei reflectate de la suprafața Mohorovičić (P_{refl}^M), în cazul sondajelor punctuale, se face folosind criteriul dinamic bazat pe faptul că în zona punctului critic corespunzător discontinuității Mohorovičić unda reflectată de această limită apare pe seismograme foarte intensă. Această particularitate se regăsește de cele mai multe ori; seismogramele din figurile 5 și 8 reprezintă două exemple edificate.

Au fost întâlnite totuși unele cazuri cînd, datorită unor condiții locale, de adîncime sau de suprafață, unda P_{refl}^M a avut o intensitate comparabilă cu a celorlalte unde de pe seismogramă sau chiar inferioară acesteora (fig. 6). În alte cazuri au fost înregistrate pe seismograme unde multiple reflectat-refractate, cu intensități foarte mari care în mod ero-nat ar putea fi considerate drept unde P_{refl}^M . (Constantinescu et al., 1970). Din cele de mai sus reiese că, singur, criteriul dinamic nu poate rezolva în mod satisfăcător problema naturii undelor; apare necesitatea ca el să fie dublat de un criteriu cinematic. Acest criteriu se bazează pe faptul că, în prezența unor limite cu inclinări nu prea mari ($<15^\circ$) și la distanțe relativ mari de punctul de explozie, se înregistrează unde a căror viteză aparentă variază într-un domeniu restrîns. Deci, compara-rindu-se vitezele aparente ale undelor înregistrate cu ale undelor posibile a fi înregistrate la distanțele respective (deduse cu ajutorul modelelor teoretice) se obțin indicații valoroase care pot contribui la determinarea naturii undelor.

Evident, aplicarea cu succes a acestui criteriu este condiționată de posibilitatea cunoașterii exacte a valorii vitezei aparente a undelor înregistrate. În condițiile observațiilor pe profile longitudinale erorile cu care se determină acest parametru sunt relativ mari datorită considerării în calcul a unui număr mic de valori de timp, afectate și ele de efectul neomogenităților de suprafață. Determinarea vitezei aparente pe baza datelor obținute pe dispozitive circulare, ca valoare inversă a gradientului τ_o (pe direcția punctului de explozie), prezintă o certitudine mult mai mare datorită excluderii posibilității unei corelații greșite a undelor și introducerii în calcul a tuturor timpilor înregistrati.

Pentru aplicarea eficientă a criteriului vitezei aparente este nece-sară o cunoaștere cît mai completă a valorilor acestui parametru și a domeniului de variație datorat efectului adîncimii și inclinării limitelor, pentru tipurile de unde seismice a căror existență este posibilă la distanță considerată. În acest scop au fost calculate, pe modele acceptate ca fiind apropiate de realitatea geologică, variațiile vitezei aparente func-ție de tipul undei, de adîncimea și înclinarea limitei și de distanța față



de punctul de explozie. În figurile 2,3 și 4 sunt prezentate cîteva exemple de astfel de grafice.

Se observă că atît variațiile inclinării cît și ale adîncimii limitelor majore din scoarța terestră au o influență relativ minoră asupra vitezelor aparente ale undelor reflectate de aceste limite în cazul distanțelor mari față de punctul de explozie (fig. 2).

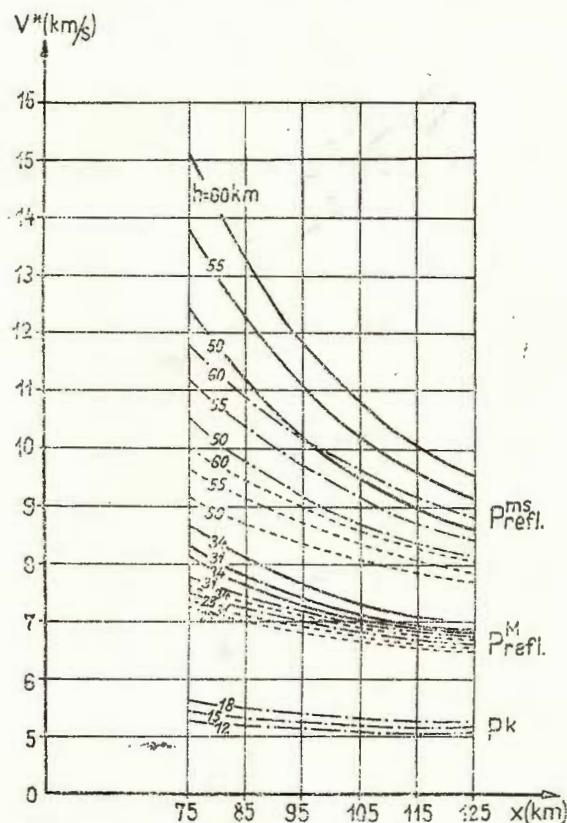


Fig. 2. — Grafic de variație a vitezelor aparente ale undelor reflectate funcție de distanța de înregistrare și adîncimea limitei.

Graphique de variation des vitesses apparentes des ondes réfléchies en fonction de la distance d'enregistrement et de la profondeur de la limite.

Datorită acestui fapt, la distanțele la care sunt efectuate de obicei înregistrările pentru studiul discontinuității Mohorvičić, vitezele aparente ale undelor reflectate sunt suficient de diferențiate, ceea ce înlătură în mare măsură ambiguitățile. O excepție o constituie undele multiplu reflectate de diferite tipuri a căror viteză aparentă (fig. 4), pot avea valori extinse într-o gamă care coincide cu cea a undelor, reflectate de limite majore din scoarța terestră. În acest caz, nedeterminarea nu poate fi rezolvată și sunt posibile erori în determinarea naturii undelor.

Vitezele aparente ale undelor frontale (provenite de la limitele intermediare) variază cu înclinarea limitei, mai ales cînd înregistrarea se efectuează în sensul ascendent al acesteia (fig. 3). Datorită acestor

modificări ale vitezelor aparente există posibilitatea de a confunda undele frontale înregistrate în sens descendant cu undele multiple reflectat-refractate și pe cele din sensul ascendent cu undele reflectate sau multiplu reflectate.

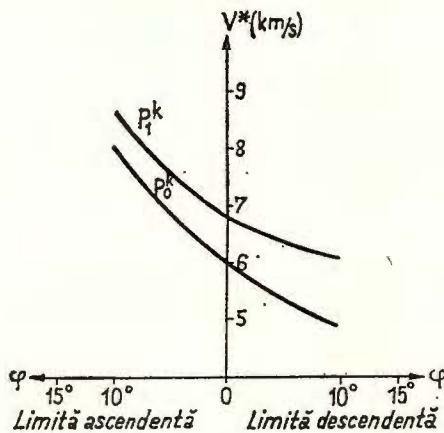


Fig. 3. — Grafic de variație a vitezelor aparente ale undelor frontale P_0^k și P_1^k funcție de unghiul de înclinare a limitelor.

Graphique de variation des vitesses apparentes des ondes frontales P_0^k et P_1^k en fonction de l'angle de pendance des limites.

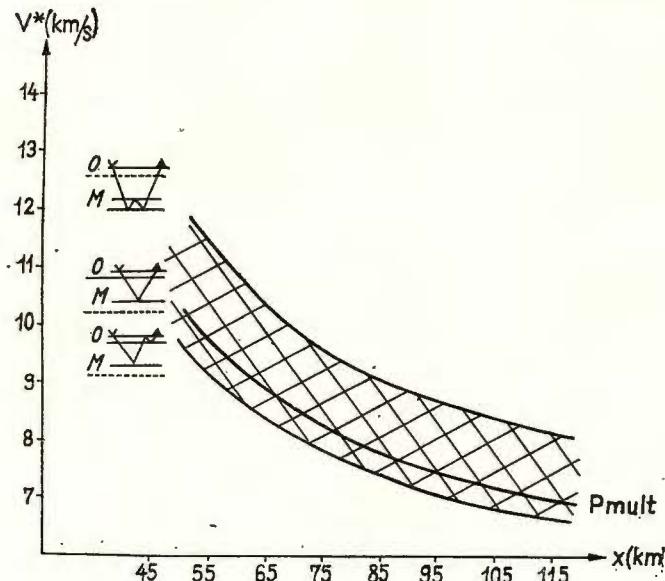


Fig. 4. — Grafic de variație a vitezelor aparente funcție de distanță de înregistrare pentru două tipuri de unde multiplu reflectate.

Graphique de variation des vitesses apparentes en fonction de la distance d'enregistrement pour deux types d'ondes réfléchies multiples.

În scopuri practice, considerațiile de mai sus, completate cu date asupra timpilor de sosire ai diferitelor tipuri de unde, se pot concretiza în cîteva „reguli” după care ne putem conduce la stabilirea naturii undelor, în cazul înregistrărilor efectuate în vecinătatea punctului critic :

Impulsul cu intensitate foarte mare, de cele mai multe ori predominantă, care are timp de sosire cuprins între 18—22 s și o viteză aparentă cuprinsă între 7—8,5 km/s, reprezintă undă reflectată de la discontinuitatea Mohorovičić (P_{refl}^M).

Impulsul înregistrat în prime sosiri reprezintă undă frontală de la suprafața fundamentului cristalin (P_0^k) cînd are o viteză aparentă de 5—7 km/s sau de la limite intermediare (P_i^k), cînd aceasta este cuprinsă între 6—8 km/s.

Impulsurile care apar între undele P_0^k și P_{refl}^M pot fi : unde reflectate de la limite intermediare, dacă au viteze aparente de 5—7 km/s ; unde frontale de la limite intermediare, dacă au viteze aparente de 6—9 km/s ; unde multiple reflectat-refractate, cînd au viteze aparente aproximativ egale cu cea a undei înregistrate în prime sosiri.

Impulsurile înregistrate după unda P_{refl}^M reprezintă : unde reflectate de la limite din mantaua superioară dacă au viteze aparente mai mari decit a undei P_{refl}^M ; unde multiple reflectat-refractate dacă vitezele lor aparente sunt mai mici decit a undei P_{refl}^M ; unde complex multiple dacă vitezele lor aparente sunt apropiate de a undei P_{refl}^M .

Din cele de mai sus reiese că, în multe cazuri, nedeterminarea în stabilirea naturii impulsurilor după criteriul vitezei aparente nu poate fi eliminată.

Pentru a ilustra felul în care se obțin în mod practic informații asupra naturii undelor pe baza criteriilor cinematice și dinamice se vor analiza în continuare patru sondaje circulare realizate în zona de nord a Munților Apuseni.

Seismograma sondajului Săușa—Cuzăplac (fig. 5) conține în prime sosiri impulsuri care au viteze aparente corespunzătoare undelor frontale de la limite din stratul granitic (P_i^k). Se poate considera că impulsul II reprezintă undă frontală sau reflectată de la o limită intermediară (C o n - r a d) în timp ce impulsul IV cu o viteză aparentă mai mică nu poate fi decit o undă multiplă.

Atât criteriul dinamic (intensitatea predominantă) cât și cel cinematic ($V^* = 7,5—8,5$ km/s) arată că grupurile de impulsuri V, VI și VII, VIII reprezintă unde reflectate de la limite situate în baza scoarței terestre. Sîntem aici în prezență unui exemplu edificator care sprijină ipoteza că în zona de trecere de la scoarță la mantaua superioară pot exista uneori două sau mai multe limite de discontinuitate seismică (S o l - l o g u b, C e k u n o v, 1972).

Ultimul impuls identificat pe seismogramă, avind o viteză aparentă foarte mare, poate fi considerat o undă reflectată de la o limită situată în mantaua superioară (P_{refl}^{mg}).

Sondajul Cojocna—Calata (fig. 6) ne oferă o seismogramă cu foarte numeroase impulsuri, practic nediferențiate din punct de vedere dinamic. În această situație este exclusă posibilitatea aplicării criteriului dinamic

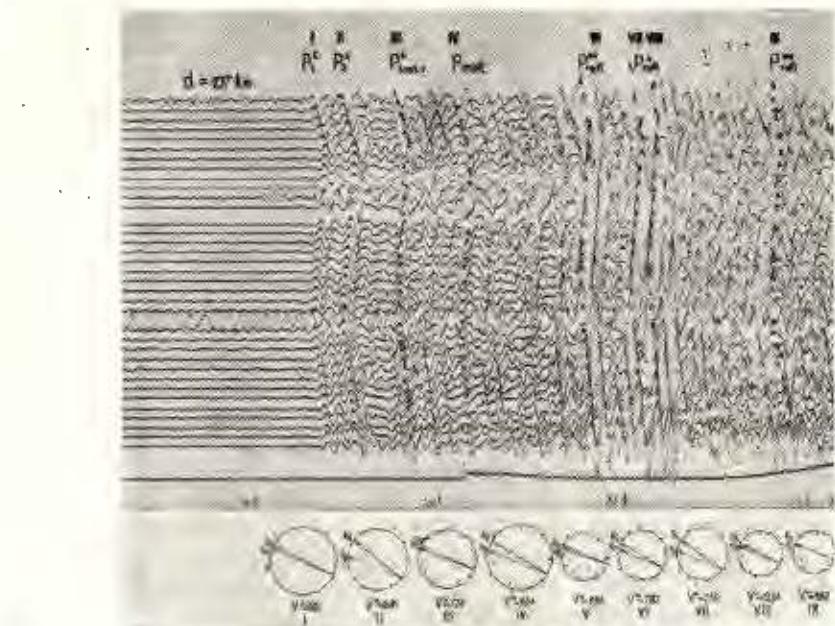


Fig. 5. — Sondajul circular Săușa—Cuzăplac.
Sondage circulaire de Săușa—Cuzăplac.

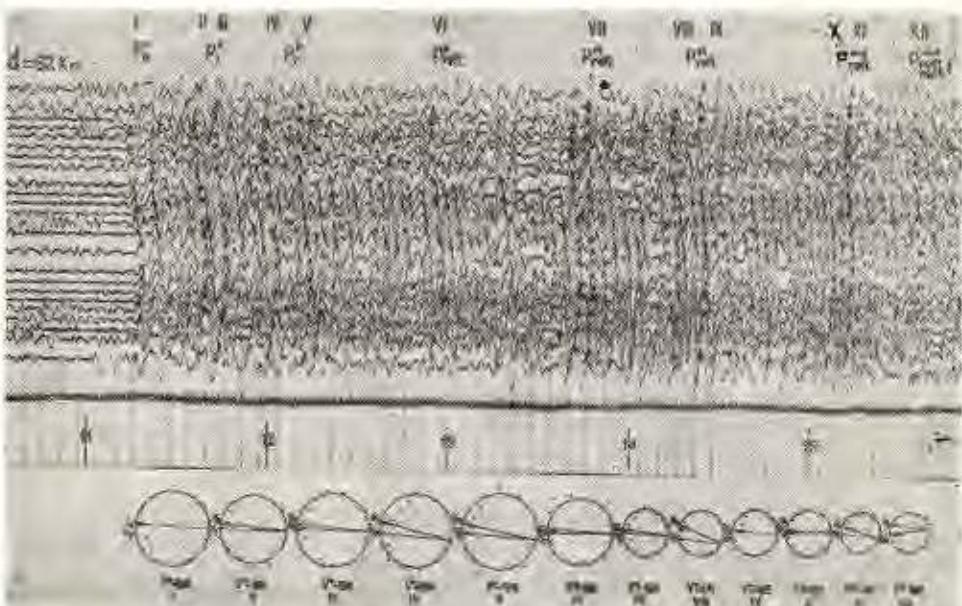


Fig. 6. — Sondajul circular Cojocna—Calata.
Sondage circulaire de Cojocna—Calata.

pentru identificarea undei P_{refl}^M ; problema recunoașterii acestei unde poate fi rezolvată apelind la criteriul vitezei aparente. Într-adevăr, după cum se poate constata, impulsul VII posedă o viteză aparentă care corespunde cu cea a undelor reflectate de la baza scoarței (distanța de împușcare este de numai 62 km). Impulsurile cu tempi de sosire mai mari au o viteză aparentă ce depășește 9 km/s, ajungând chiar la circa 11 km/s, ceea ce arată că suntem în prezență unor reflexii de la limite din mantaua superioară (pot fi prezente și unde complex multiple care oscilează între limite de reflexie situate în zona de trecere de la scoarță la manta).

Sondajul Săușa-Calata (fig. 7) nu pune probleme în ce privește identificarea undei P_{refl}^M , care corespunde întru totul ambelor criterii.

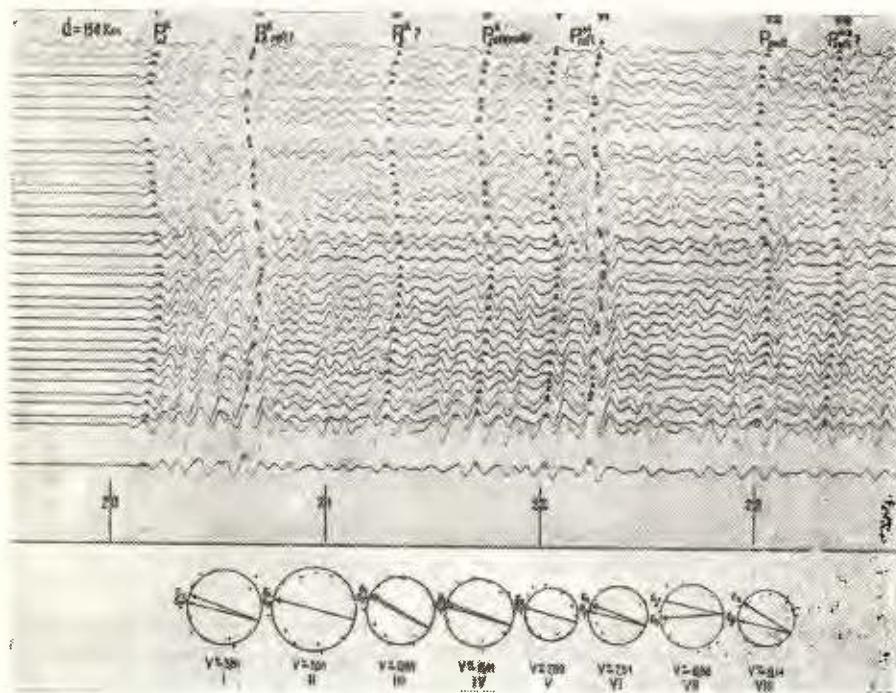


Fig. 7. — Sondajul circular Săușa—Calata.

Sondage circulaires de Săușa—Calata.

Univoc determinate sunt și impulsurile I și VII; ele reprezintă unda frontală de la o limită intermedieră înclinată, respectiv o undă multiplă reflectat-refractată. Natura impulsurilor II, III și IV nu poate fi stabilită cu certitudine întrucât ele pot corespunde, din punctul de vedere al vitezelor aparente, atât undelor frontale de la limite intermediiare din scoarță cit și celor reflectate (sau multiplu reflectate) de la aceleasi

limite. Viteza aparentă mare a impulsului VIII arată că el reprezintă o undă de la o limită din mantaua superioară.

Sondajul Hotar—Florești (fig. 8) constituie exemplul cel mai interesant din punctul de vedere al stabilirii naturii impulsurilor întrucit toate pot fi interpretate în mod univoc. Trecind peste cazul impulsurilor

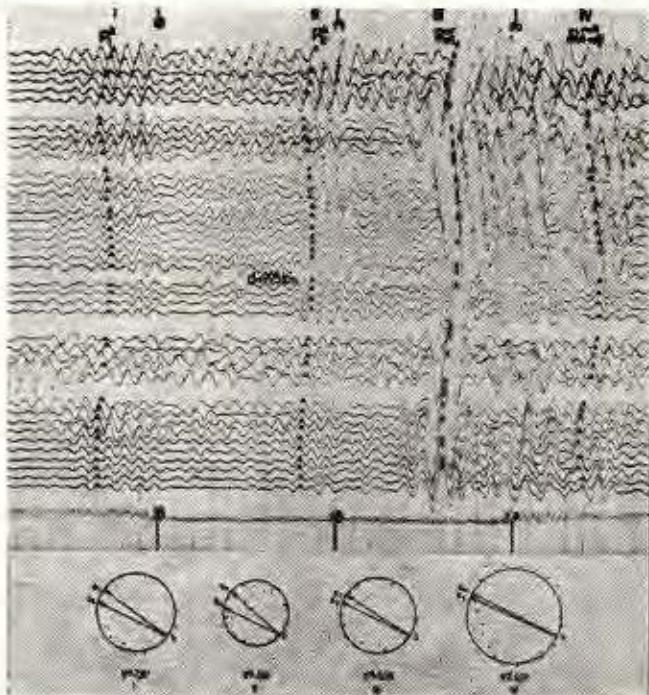


Fig. 8. — Sondajul circular Hotar—Florești.

Sondaj circular de Hotar—Florești.

I (P_1^k) și III ($P_{refl.}^M$) care nu pun nici o problemă, ne vom opri asupra impulsului II pentru a arăta că, dat fiind viteza lui aparentă foarte mare (mai mare decât a undei $P_{refl.}^M$), nu poate reprezenta altceva decât o undă frontală de la o limită intermediară (Conrad) care are o înclinare mare ($15-20^\circ$) dinspre punctul de explozie spre dispozitivul de înregistrare (fig. 3). Impulsul IV reprezintă fără îndoială o undă multiplă de tip reflectat-refractată.

Asupra măririi preciziei rezultatelor

Calea cea mai eficientă pentru a mări precizia rezultatelor o constituie eliminarea influenței neomogenităților de suprafață. Procedeul propus anterior (Paciu, Constantinescu, 1963) deși prezintă

unele dezavantaje legate de efectuarea unor lucrări suplimentare de teren, rămîne după părerea noastră cel mai recomandabil mijloc pentru eliminarea acestor influențe. În cele ce urmează nu ne vom opri asupra acestui aspect al problemei, ci asupra posibilității de a mări precizia rezultatelor prin optimizarea procedeelor de prelucrare a datelor de observație.

Din practica lucrărilor de calcul se știe că extremitățile vectorilor gradienți componente nu se situează în mod riguros pe un cerc ci prezintă din diverse cauze abateri mai mari sau mai mici față de acesta. Pentru a afla mărimea și azimutul vectorului gradient maxim, se procedează la o mediere printr-un cerc față de care abaterile să fie minime. Experiența a dovedit că această operație comportă mult subiectivism și constituie o importantă sursă de erori de determinare a mărimii și direcției inclinării elementului reflectator.

Pentru evitarea acestor erori am căutat procedee prin care, pentru o distribuție dată a vectorilor componente, să se stabilească în mod obiectiv centrul cercului și raza acestuia.

O soluție foarte riguroasă dată acestei probleme comportă calcule laborioase, care practic nu pot fi efectuate fără a se apela la calculatoarele electronice.

Relativ ușor de realizat în lucrările curente este un procedeu grafic care se bazează pe faptul că, extremitatea vectorului gradient maxim se găsește, în mod teoretic, la intersecția perpendicularelor ce trec prin extremitățile gradienților componente. În realitate, datorită erorilor inerente, intersectarea nu se face într-un punct ci se obține o zonă de convergență a perpendicularelor care definește cu suficientă precizie poziția extremității vectorului gradient maxim (fig. 9). Dacă zona de convergență nu este suficient de clar definită, problema se poate rezolva prin determinarea centrelor de greutate ale triunghiurilor formate prin intersecția a cîte trei perpendiculare. Aceste centre definesc un număr restrîns de triunghiuri cu care se procedează în același mod pînă la găsirea punctului care apreciază cel mai bine intersecția perpendicularelor.

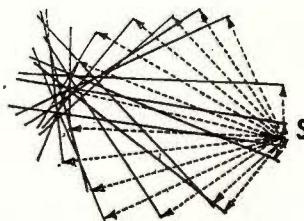


Fig. 9. — Determinarea vectorului gradient maximum printr-o metodă grafică.

Détermination du vecteur gradient maximum par une méthode graphique.

Un alt procedeu grafic, mai laborios decît cel descris mai sus, se bazează pe determinarea centrului cercului definit de extremitățile vectorilor componente. În acest scop se fac combinații succesive de vectori luati doi cîte doi. Pentru fiecare pereche de vectori se poate găsi prin procedeul mediatoarelor centrul cercului care trece prin extremită-

țile lor și prin originea tuturor vectorilor, problema reducindu-se în final la găsirea centrului de greutate al acestor centre.

Rezultate geologice

Sondajele punctuale pe contur circular, efectuate în zona de nord a Munților Apuseni, oferă informații cu privire la adâncimea suprafeței Mohorovičić și schizează totodată configurația generală a acestei suprafețe. Adâncimile variază între 28–34 km, deci valori mult mai reduse în comparație cu cele evidențiate sub orogenul Carpaților Orientali, în zona munților Vrancei (fig. 10).

Relativ la configurația suprafeței Mohorovičić se poate conchide, pe baza dispoziției nesistematice a vectorilor de inclinare, că în zona studiată, această suprafață prezintă ondulații locale neregulate.

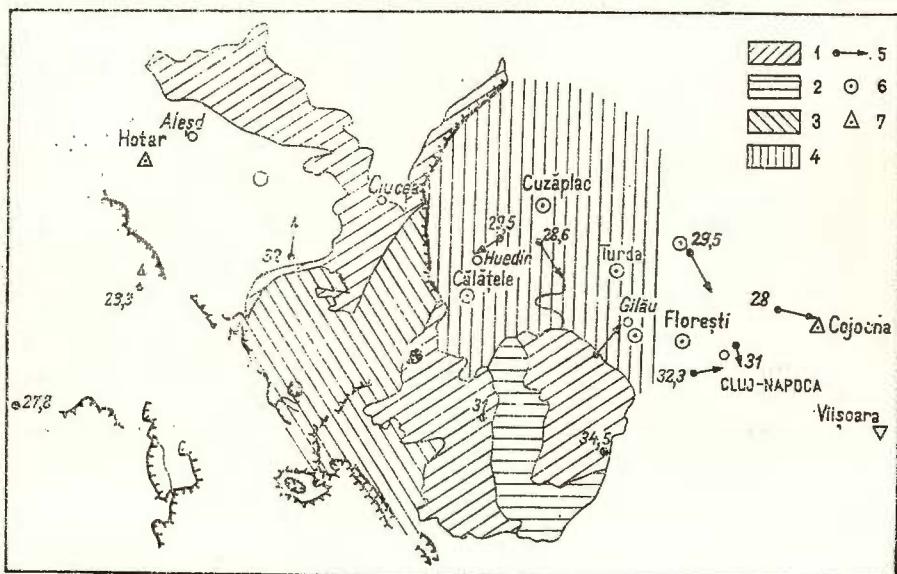


Fig. 10 — Schiță tectonică cu rezultatele sondajelor punctuale.

1, Șisturi cristaline ; 2, granitoide ; 3, riolite, dacite ; 4, formațiuni de flysch ; 5, element de poziție a limitei ; 6, dispozitiv circular ; 7, punct de explozie.

Esquisse tectonique avec les résultats des sondages ponctuels

1, Schistes cristallins ; 2, granitoïdes ; 3, rhyolites, dacites ; 4, formations de flysch ; 5, élément de position de la limite ; 6, dispositif circulaire ; 7, point d'explosion.

În aceeași zonă, pe baza datelor gravimetrice (Socolescu et al., 1964), au fost determinate valori cu circa 3–4 km mai mari decât cele puse în evidență de noi. Apreciem că este o bună corespondență necompensația izostatică fiind neglijabilă.

Concluzii

Sondajele pe contur circular reprezintă o metodologie cu remarcabile avantaje pentru studiul scoarței terestre. Ele oferă nu numai posibilitatea determinării elementelor spațiale ale limitelor reflectatoare dar și pe aceea a stabilirii cu o precizie satisfăcătoare a naturii majorității impulsurilor înregistrate pe seismograme. Această din urmă realizare se datorează completării criteriului dinamic printr-un criteriu cinematic bazat pe valoarea vițezei aparente, parametru care poate fi determinat cu suficientă exactitate în condițiile observațiilor pe contur circular.

Evident, nu se poate vorbi de rezolvarea integrală a problemei naturii undelor ci mai curind de o primă încercare. Sîntem însă convinși că acumularea de noi date de observație va permite în viitor o completare și o perfecționare a criteriilor de descifrare a tabloului de unde înregistrat.

BIBLIOGRAFIE

- Constantinescu P. (1965). Prospecțiuni geofizice vol. II, Cap. Metoda undelor reflete, p. 478, Ed. tehn., București.
- Cornea, I., Enescu, D., Pătruț, Șt., Rădulescu, Fl., Spânoache S. (1970). Evaluations préliminaires de l'épaisseur de la croûte terrestre sur le territoire de Roumanie. *Rev. Roum. de Géol., Géophys. et Géogr., Série de Géophysique* 14, 1, p. 3—14, București.
 - Paicu D., Constantinescu P. (1963). Contribuții la prelucrarea datelor prospecțiunii seismice în condiții morfologice complicate. *Probleme de geofizică* vol. 2, p. 103 — 120, Ed. Acad. RPR, București.
 - Socolescu, M., Popovici, D., Visarion, M., Roșca, V. (1964). Structure of the Earth's crust in Romania as based on the gravimetric data. *Rev. Roum. de Géol., Géophys. et Géogr., Série de Géophysique* 8, p. 3—11, București.
 - Sollohub, V., Cekunov, A. (1972). Types of Crustal Models on an Exemple from Ukraine and Adjacent Seas, *Proc. of 13 th Sess. Europ. Seism. Commis.* Brașov.

CONSIDÉRATIONS SUR LES SONDAGES SISMIQUES DE PROFONDEUR SUR DISPOSITIFS CIRCULAIRES. EXEMPLES DE LA ZONE SEPTENTRIONALE DES MONTS APUSENI

(Résumé)

Dans la zone septentrionale des Monts Apuseni a été appliquée la méthode des sondages ponctuels sur dispositifs circulaires, pour l'étude des limites de profondeur.



Le volume assez grand de travaux en terrain et de données d'observation a permis une analyse des possibilités de cette méthode, ce qui a mené à la rédaction de quelques propositions dans le but de son parachèvement.

Tout d'abord ont été établies les conditions qu'on doit accomplir dans la préparation des points de tir et des dispositifs d'enregistrement afin d'éviter les dépenses inutiles et pour assurer une plus grande précision. Ensuite, est traité le problème de la détermination de la nature des impulsions des sismogrammes, étant analysé surtout l'apport de la connaissance des vitesses apparentes. On présente les graphiques de variation de ce paramètre en fonction du type de l'onde, de la distance jusqu'au point de tir, de la profondeur et du pendage de la limite; ces graphiques mettent en évidence le fait que, pour de grandes distances depuis le point de tir, le domaine de variation de la vitesse apparente est relativement restreint, de sorte que la vitesse apparente puisse servir en tant que critère pour établir la nature des impulsions. La synthèse des résultats obtenus par la détermination des variations possibles de la vitesse apparente dans le cas de plusieurs modèles de croûte terrestre permet la détermination d'une série de critères qui peuvent être à la base de la solution du problème de la nature des impulsions. On fait l'analyse de quatre sondages circulaires, du point de vue de la nature des impulsions enregistrées.

Dans la dernière partie de l'étude on propose deux procédés graphiques de détermination plus exacte du vecteur gradient maximum et on présente les résultats obtenus sur l'épaisseur de la croûte terrestre dans la zone septentrionale des Monts Apuseni.



**UTILIZAREA RADIOMETRIEI ÎN CARTAREA GEOLOGICĂ
A FORMAȚIUNILOR DIN MASIVUL GÎRBOVEI
(MUNTII PERȘANI)¹**

DE
MĂRGĂRIT DUICU²

Abstract

Geological Mapping of the Girbova Zone (the Perșani Mountains) by Use of Radiometric Methods. It is being exemplified the way in which the radiometry could be used in geological mapping by applying a statistical method to determine, compare and group the characteristic radioactive funds belonging to each formation.

INTRODUCERE

Exceptind utilizările binecunoscute ale radiometriei în prospecțiu-ne și explorarea zăcămintelor de minereuri radioactive, această metodă poate fi utilizată cu succes și în cartarea geologică, mai ales în zonele unde corelarea formațiunilor este dificilă, datorită acoperirii acestora cu depozite cuaternare și sol. Rezultate remarcabile în această direcție au obținut I a n o v i c i , P i t u l e a (1965) în Cristalinul Carpaților Orientali. În prezenta lucrare se încearcă expunerea modului în care au fost corelate datele prospecției radiometrice cu rezultatele cartării geologice pe masivul cristalofilian al Gîrbovei și pe depozitele mezozoice înconjurătoare.

Privire generală asupra geologiei regiunii

Zona cercetată este situată la 60 km vest de Brașov și 30 km est de orașul Făgăraș, pe teritoriul comunelor Comana de Sus, Veneția de Sus și Vlădeni, în cursul mijlociu și superior al bazinelor râurilor Comana și

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice din 3 mai 1975, a Institutului de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



Veneția. Regiunea a făcut și obiectul unor studii anterioare, în cadrul unor lucrări cu caracter mai vast, efectuate de Preeda (1940), Ilie (1953), Dessila Codarcea et al. (1963³, 1967), Patrulius et al. (1966). La descrierea geologiei zonei se vor utiliza atât datele autorilor susmentionați, cît mai ales materialul acumulat de geologul Ion Nistea, ale cărui lucrări de cartare s-au suprapus în 1971 cu cercetările radiometrice efectuate de Întreprinderea metalelor rare în Munții Perșani⁴.

Regiunea cercetată face parte din unitatea bucovinică (munții Perșani) și cuprinde micul masiv cristalofilian al Gîrbovei, precum și terenurile mezozoice limitrofe ce formează autohtonul, parautohtonul și cuvertura pînzei transilvane.

Între valea Comanei și valea Venetiei fundamentalul cristalofilian al seriei bucovinice formează o zonă unitară cu aspect triunghiular, orientată NE–SV, apărind sub forma unui brahanticlinoriu larg ce prezintă raporturi variate cu formațiunile înconjurătoare. Flancul estic suportă conglomeratele cretacice, calcarele jurasice și dolomitele triasice, iar cel vestic calcarele jurasice și tufurile dacitice miocene. Parțial formațiunile cristalofiliene sunt acoperite de petecul depozitelor apătene (calcarele de Gîrbova) și de curgeri de lave bazaltice (muntele Peștera-Comana de Sus).

Rocile cristaline din zonă aparțin seriei de Măgura și seriei de Gîrbova. Fundamentalul mai vechi al seriei de Măgura este acoperit transgresiv de cristalinul seriei de Gîrbova, aflorind din valea Comana și pîrul Dabijului, pînă în valea Venetiei, sub forma unor fișii de gnais și cuarțite feldspatice. Gnaisul are aspect porfiroid, cristalele larg dezvoltate de feldspat plagioclaz fiind inglobate într-o masă de bază, formată predominant din feldspat potasic, cuarț, biotit și muscovit. Dessila-Codarcea (1965) consideră că seria de Măgura ar reprezenta continuarea gnaiselor de Cozia și de Cumpăna din masivul Făgăraș, la vest de Olt.

Seria de Gîrbova apare bine dezvoltată în bazinele văilor Comana și Venetiei. Ținind seama de caracteristicile generale mineralogo-petrografice, în seria de Gîrbova, Nistea (1972) a separat trei complexe (planșa I): — complexul sisturilor cuarțo-feldspatice-sericită-cloritoase ± granați; — complexul sisturilor cuarțo-sericită-cloritoase ± feldspat ± biotit; — complexul filitelor.

Primul termen din această succesiune se caracterizează prin prezența unui material mai grosier și ocupă o poziție inferioară, în timp ce complexul filitelor este constituit din fracțiunea fină și este situat în partea superioară.

Complexul cuarțo-feldspatic-sericită-cloritoase ± granați, denumit și complexul metagraywackelor, flanchează gnaisele din fundament, aflorind bine în bazinele văilor Comana, Venetiei și Arinoasa. Depozitele acestui orizont au fost metamorfozate la nivelul faciesului sistemelor verzi, fiind alcătuite din roci blastopsamitice de culoare cenușiu-deschisă, în general compacte. Tot aici s-au mai întlnit și alte tipuri de roci ca: submeta-

³ Marcela Dessila Codarcea, Adela Drăgulescu, M. Borcoș
1965. Arh. IG, București.

⁴ I. Nistea, Gh. Tăbăroiu, M. Duicu. 1975. Arh. IMR, București.



graywacke, metabrecii, cuarțite sericitice sau cloritice, șisturi cuarțitice rubanate, microconglomerate graywackice.

Complexul cuarțito-sericito-cloritos \pm feldspat \pm biotit (denumit mai pe scurt și orizontul șisturilor cuarțito-sericitice) prezintă o largă dezvoltare în bazinele văilor Comana și Venetia, mai apărind de sub depozitele mezozoice și în valea Hămăradia. Acest complex prezintă un caracter ritmic pregnant, pachetele mai compacte de șisturi cuarțitice sau muscovitice alternând cu pachete de filite. În cadrul acestui complex, Nistea (1972) a mai semnalat și cîteva iviri pegmatitice, iviri ce apar de-a lungul unor falii orientate NE-SV, în bazinele pîraielor Minăstirii și Aluniș.

Complexul filitelor e destul de greu de separat, deoarece este alcătuit din roci asemănătoare cu cele ale orizontului șisturilor cuarțito-sericitice, trecerea făcindu-se gradat (șisturi blasto-detritice, filite clorito-sericitice, șisturi sericitice, șisturi ardeziforme, șisturi muscovitice). Metamorfismul regional s-a exercitat cu o intensitate mai scăzută asupra acestor depozite superioare mai fine. Acest complex aflorează în extremitatea estică a perimetrului, la nord de vîrful Măgura Neagră.

Seria de Girbova este atribuită provizoriu Precambrianului pe baza asemănării cu șisturile cristaline din fundamentalul depresiunii transilvane.

Rocile efuzive terțiare apar în muntele Peștera (Comana de Sus). Bazaltele de aici (de vîrstă pleistocen inferioară) acoperă benzile de Cretacic și Jurasic și ating în extremitatea sudică chiar șisturile cristaline, întinindu-se atât ca bazalte masive și în coloane, cât și ca scorii bazaltice, tufite bazaltice, bombe și lapilli.

Tectonica cristalinului de Girbova este relativ simplă: o serie de cute orientate NE-SV. Cuta anticlinală cea mai importantă, în axul căreia apare gnaisul de Măgura, poate fi urmărită din bazinul văii Comana, continuind pe sub vîrful Girbova în valea Venetiei și valea Arinoasa, unde se afundă treptat. Depozitele metagraywacke ale complexului bazal flanchează acest anticlinal sub forma unor fișii paralele cu direcția NE—SV, bine evidențiate în centrul și vestul perimetrului. Depozitele ritmice ale complexului median flanchează la rîndul lor complexul bazal, constituind o serie de cute sinclinale. În estul vîrfului Girbova, filitele complexului superior constituie umplutura unui sinclinal larg, care se închide sub depozitele mezozoice.

Faliile puse în evidență se grupează în două sisteme (un sistem orientat NE-SV, altul NV-SE), ambele avînd căderi nordice de circa 65° - 100° .

M etodica adoptată pentru stabilirea proprietăților radioactive ale rocilor din zonă

Într-o măsură mai mare sau mai mică, elementele radioactive (U, Ra, Th, K⁴⁰ etc.) sunt prezente în toate rocile eruptive, metamorfice și sedimentare, precum și în solurile și depozitele cuaternare și actuale. Valorile de clark ale acestora (conținuturile medii) imprimă rocilor proprietăți radioactive specifice, care sunt cunoscute în literatura de speciali-



tate sub denumirea de „fond radioactiv”. Cunoașterea fondului radioactiv pentru fiecare formațiune în parte prezintă o deosebită importanță pentru alegerea metodelor și orientarea prospecțiunii radiometrice.

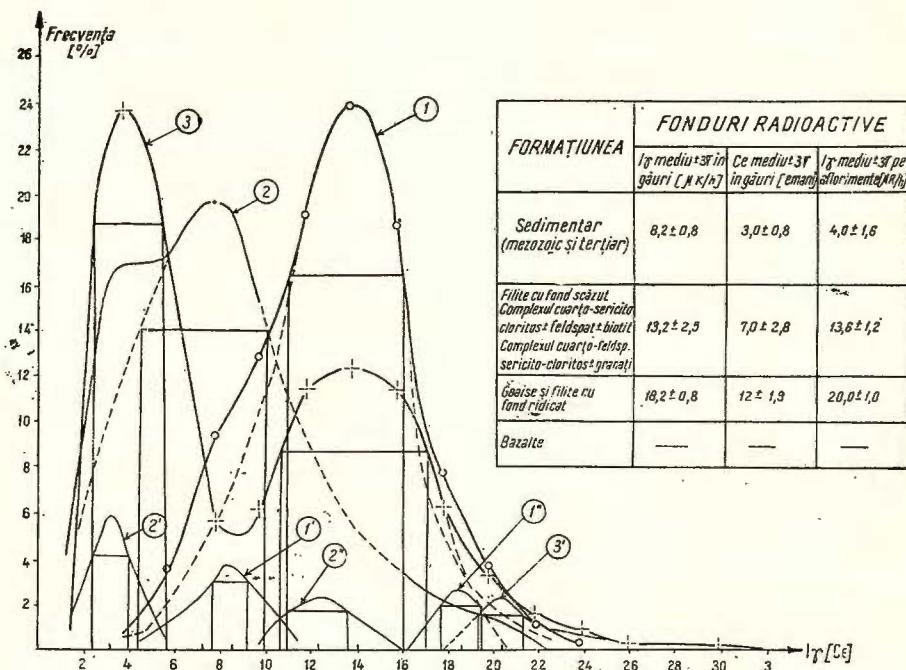


Fig. 1. — Repartiția frecvențelor de apariție ale fondurilor radioactive pentru totalul valorilor înregistrate pe profilele de recunoaștere.

1, frecvența valorilor I_γ [$\mu\text{R}/\text{h}$] în găuri pe 6258 cazuri; 2, frecvența valorilor C_E (emanii) în găuri pe 5767 cazuri; 3, frecvența valorilor $[I_\gamma \mu\text{R}/\text{h}]$ pe afloremente pentru 7437 cazuri; 1', frecvența valorilor I_γ [$\mu\text{R}/\text{h}$] separată grafic pentru sedimentar; 1'', frecvența valorilor I_γ [$\mu\text{R}/\text{h}$] separată grafic pentru gneiss și filite cu fond ridicat; 2', frecvența valorilor C_E (emanii) separată grafic pentru sedimentar; 2'', frecvența valorilor C_E (emanii) separată grafic pentru gneiss și filite cu fond ridicat; 3', frecvența valorilor $[I_\gamma \mu\text{R}/\text{h}]$ pe afloremente separată grafic pentru gneiss și filite cu fond ridicat.

Répartition des fréquences d'apparition des fonds radioactifs pour le total des valeurs enregistrées sur les coupes de reconnaissance.

1, fréquence des valeurs I_γ [$\mu\text{R}/\text{h}$] en trous sur 6258 cas ; 2, fréquences des valeurs C_E (emanii) en trous sur 5767 cas ; 3, fréquences des valeurs $[I_\gamma \mu\text{R}/\text{h}]$ sur affleurements pour 7437 cas ; 1', fréquence des valeurs I_γ [$\mu\text{R}/\text{h}$] séparée graphiquement pour le sédimentaire ; 1'', fréquence des valeurs I_γ [$\mu\text{R}/\text{h}$] séparée graphiquement pour gneiss et phyllites à fond élevé ; 2', fréquence des valeurs C_E (emanii) séparée graphiquement pour le sédimentaire ; 2, fréquence des valcurs C_E (emanii) séparée praphiquement pour gneiss et phyllites à fond élevé ; 3', fréquence des valeurs $[I_\gamma \mu\text{R}/\text{h}]$ sur affleurements séparée graphiquement pour gneiss et phyllites à fond élevé.

Pentru a determina cât mai exact proprietățile radioactive ale rocilor din zona valea Comana-valea Venetia, s-au efectuat în prima etapă măsurători radiometrice și emanometriche pe șase profile de recunoaștere, profile orientate aproximativ perpendicular pe direcția structurilor majore. Deoarece solul și depozitele cuaternare și actuale acoperă aproape uniform rocile, s-a adoptat metoda prospecțiunilor gama globală în găuri adânci de 0,6 pînă la 1,0 m, distanțate la 5 m una de alta pe direcția profilului. În aceleași găuri s-au efectuat și măsurători emanometriche. Aflorimentele întîlnite pe direcția profilelor au fost și ele măsurate radiometric. Concomitent, pe aceleasi profile, a lucrat și un geolog, notîndu-se cu rigurozitate datele necesare corelării rezultatelor radiometrice (litologie, limite, falii, direcții și inclinări, observații geomorfologice). În faza următoare rezultatele măsurătorilor radiometrice și emanometriche au fost prelucrate printr-un procedeu statistic. Au fost ridicate curbele de repartitie ale intensității radiațiilor gama (I_γ) și ale concentrațiilor emanometriche (C_E), atât pentru fiecare formațiune în parte (pl. II) cât și pe totalul valorilor înregistrate pe cele 6 profile de recunoaștere (fig. 1). În prelucrarea datelor s-a pornit de la premiza că probabilitatea de apariție a mărimilor I_γ (respectiv C_E) ale fondurilor radiometrice (respectiv emanometriche) pe formațiunile din zonă poate fi aproximată printr-o funcție gaussiană. În acest caz literatura de specialitate recomandă ca rezultatele să se exprime cu ajutorul erorii limită $\pm 3\sigma_K$, obținută la 0,707 din K, pentru ca probabilitatea de apariție să fie de 99,7%⁵.

În cele de mai sus K reprezintă valoarea medie cea mai probabilă a frecvenței de apariție a mărimilor I_γ (respectiv C_E), iar σ_K abaterea standardă a mediei.

Rezultatele obținute și semnificația lor geologică

Utilizîndu-se procedeul expus anterior s-au obținut valori medii ale fondurilor radiometrice și emanometriche pentru toate formațiunile din regiunea cercetată. Cel mai pregnant s-au evidențiat gnaisele din seria de Măgura pe acestea obținîndu-se valori medii de $17,2 \pm 1,2 \mu\text{R}/\text{h}$ și $8,8 \pm 2,2$ emană în găuri, iar pe aflorimente $18,7 \pm 2,4 \mu\text{R}/\text{h}$. Proprietățile radioactive pronunțate ale gnaiselor se pot atribui mai ales prezenței izotopului K^{40} al potasiului din feldspati, dar nu exclusiv.

Complexele bazal și median ale seriei de Girbova au valori de fond radiometric și emanometric foarte apropriate, ceea ce face imposibilă separarea lor pe această cale. Astfel, s-au obținut pentru complexul cuarț-feldspatic-sericito-cloritos \pm granați fonduri medii de $13,2 \pm 2,6 \mu\text{R}/\text{h}$ și $7,4 \pm 2,8$ emană în găuri și $13,9 \pm 2,6 \mu\text{R}/\text{h}$ pe aflorimente, iar pentru complexul cuarțito-sericito-cloritos \pm feldspat \pm biotit $14,0 \pm 0,8 \mu\text{R}/\text{h}$ și $7,4 \pm 2,8$ emană în găuri și $13,9 \pm 2,3 \mu\text{R}/\text{h}$ pe aflorimente. În schimb complexul filitelor are două perechi de intensități radiometrice medii: $13,6 \pm 2,2 \mu\text{R}/\text{h}$ și $19,1 \pm 1,3 \mu\text{R}/\text{h}$ în găuri, $11,9 \pm 1,3 \mu\text{R}/\text{h}$ și $18,8 \pm 2,2 \mu\text{R}/\text{h}$ pe aflorimente, media concentrațiilor emanometriche plasîndu-se la $9,4 \pm 1,8$ emană.

⁵ M. Paucă Curs de radiometrie. 1967, Arh. IPGG, București.



Sedimentarul mezozoic limitrof se caracterizează prin fonduri radiometrice și emanometrice foarte scăzute: $7,4 \pm 1,2 \mu\text{R}/\text{h}$ și $3,4 \pm 1,6$ emanii în găuri, respectiv $5,0 \pm 1,8 \mu\text{R}/\text{h}$ pe aflorimente. La fel se manifestă și sedimentarul mezozoic din cuesta Gîrbovei: $7,5 \pm 2,4 \mu\text{R}/\text{h}$ și $4,7 \pm 0,2$ emanii în găuri și numai $3,4 \pm 1,6 \mu\text{R}/\text{h}$ (s-au întîlnit numai aflorimente de calcare apătene).

În ceea ce privește rocile sedimentarului terțiar, în găuri s-au obținut fonduri medii de $9,2 \pm 1,5 \mu\text{R}/\text{h}$ și $4,0 \pm 2,0$ emanii, pe aflorimente conglomeratele și gresiile ($7,7 \pm 1,3 \mu\text{R}/\text{h}$) separindu-se net de tufuri și marne ($11,4 \pm 1,6 \mu\text{R}/\text{h}$).

Pe bazalte s-au obținut valori medii de fond de $10,8 \pm 1,9 \mu\text{R}/\text{h}$ și $4,0 \pm 1,6$ emanii în găuri, și $8,8 \pm 1,6 \mu\text{R}/\text{h}$ pe aflorimente.

Trebuie menționat faptul că pentru intensitățile radiometrice s-a efectuat anterior eliminarea fondului cosmic prin însăși procedeul de transformare a diviziunilor citite pe scara radiometrului în unități de activitate ($\mu\text{R}/\text{h}$), conform curbelor de etalonare.

Intensitățile radiometrice gama și concentrațiile emanometrice astfel obținute s-au reprezentat în final în tabele sintetice de tipul celor din figura 2, creându-se astfel posibilitatea comparării lor directe. Din aceste tabele se vede clar că apar cîteva domenii de intensitate radiometrică gama (respectiv de concentrație emanometrică). Pentru măsurătorile gama în găuri, formațiunile sedimentare mezozoice și terțiare se încadrează în domeniul $3-11 \mu\text{R}/\text{h}$, complexele bazal, median și parte din filitele complexului superior al cristalinului seriei de Gîrbova se plasează în intervalul $11-16 \mu\text{R}/\text{h}$, iar gnaisele seriei de Măgura și filitele cu fond ridicat ocupă intervalul de $16-25 \mu\text{R}/\text{h}$. Bazaltele se înscriu la granița dintre primele două domenii, deci nu se pot separa radiometric.

Pentru măsurătorile emanometrice nu s-au putut identifica decît două intervale, și anume $0-6$ emanii pentru sedimentele mezozoice și terțiare plus bazaltele, concentrațiile mai mari de 6 emanii caracterizind aria formațiunilor cristalofiliene.

Nu s-a considerat necesară separarea pe domenii a intensităților radiometrice înregistrate direct pe aflorimente, acestea utilizîndu-se doar pentru a atribui corect o cauză litologică valorilor înregistrate în găurile forate în sol și în depozitele tinere (cuaternare și actuale). Domeniile sus menționate se confirmă și pe intensitățile radiometrice gama și pe concentrațiile emanometrice medii rezultate din curba de repartiție ridicată pentru totalitatea măsurătorilor de pe cele șase profile de recunoaștere (fig. 1 și fig. 2 b), însă intervalele apar aici mai restrînse, datorită metodei grafice utilizate pentru separarea grupelor de formațiuni.

Rezultatele obținute prin prelucrarea statistică descrisă mai sus au fost apoi utilizate în următoarele scopuri: întocmirea hărții cîmpului radiometric gama; întocmirea hărții distribuției emanometrice; corelarea datelor geologice cu cele radiometrice pe diverse profile; definirea noțiunii de anomalie.

La realizarea hărții cîmpului radiometric în prima variantă s-au trasat izoliniile din 10 în $10 \mu\text{R}/\text{h}$, apoi, după obținerea rezultatelor prelucrării statistice, s-a trecut la utilizarea izoliniilor de $11, 16$ și $25 \mu\text{R}/\text{h}$.



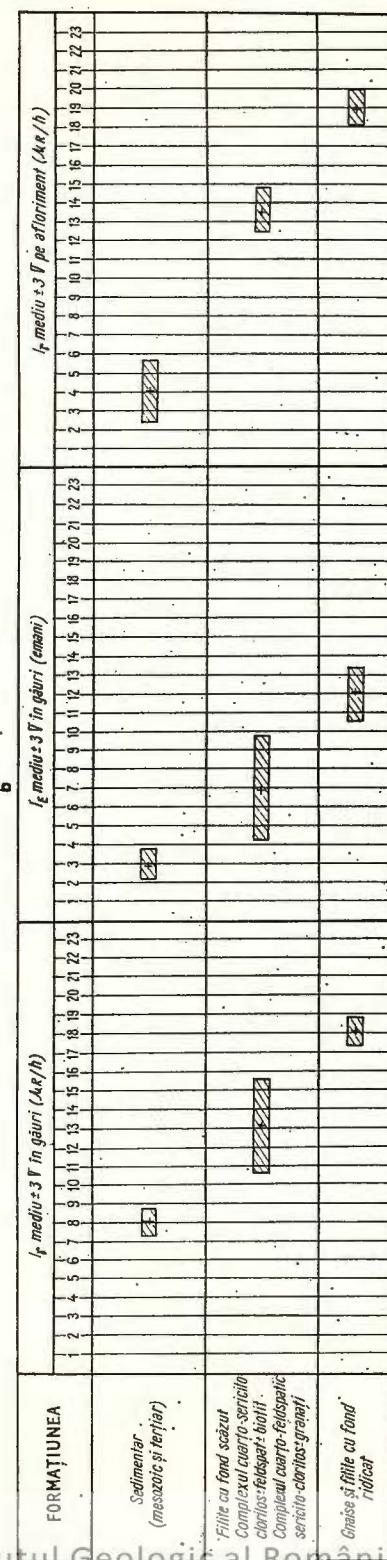
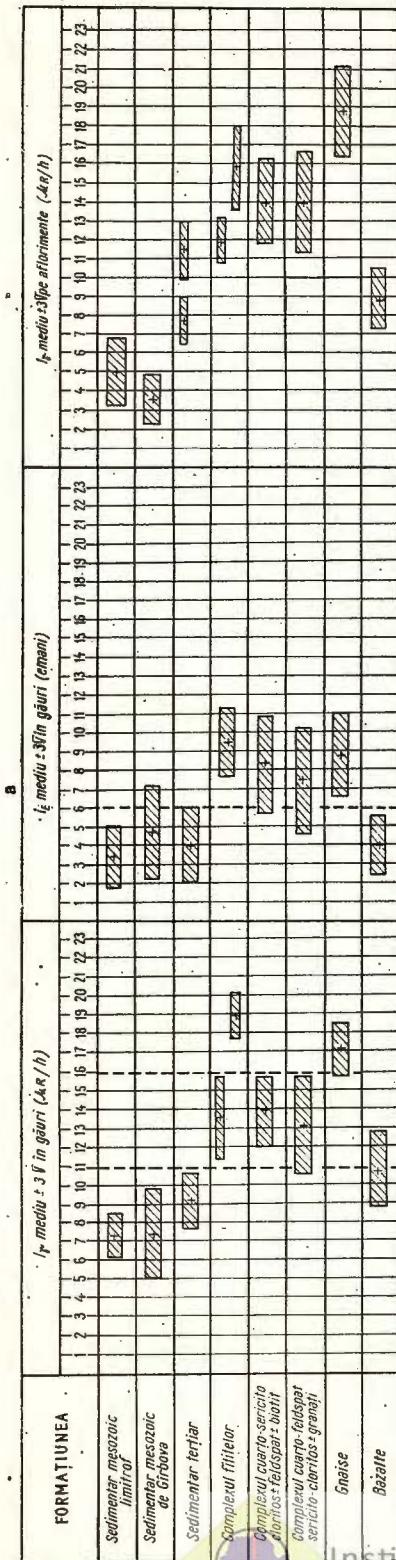


Fig. 2. — Gruparea și compararea fondurilor radioactive medii pe fiecare formațiune în parte (a) și pe totalul valorilor măsurate (b). Rangement et comparaison des fonds radioactifs moyens sur chaque formation à part (a) et sur le total des valeurs mesurées (b).

(pl. I). Se observă că izolinia de $11 \mu\text{R}/\text{h}$ urmărește destul de fidel limita sedimentar-cristalin, uneori trecind ușor și peste aria sedimentarului (în NE, peste cineritele terțiare). Se mai remarcă faptul că această izolinie de $11 \mu\text{R}/\text{h}$ pătrunde puternic și peste aria cristalinului de-a lungul văilor (valea Venetă, valea Comana, valea Arinoasa), datorită efectului de ecranare produs de stratul gros de aluvioni cuaternare. Aceeași izolinie de $11 \mu\text{R}/\text{h}$ delimită net abruptul cuestei calcarelor de Gîrbova; în zonele cu pante mai liniștite această izolinie trece și peste cristalin, datorită efectului de ecranare produs de grohotișul calcaros rostogolit la mare distanță. Izolinia de $16 \mu\text{R}/\text{h}$ conturează aproximativ gnaisele de Măgura, trecind însă adesea și pe aria celorlalte roci cristaline, datorită amploarei pe care o iau aureolele de dispersie ale elementelor radioactive.

În ceea ce privește distribuția emanometrică, aceasta este destul de confuză, pe aria cristalinului închizindu-se numeroase izolinii de șase emanii, neconcludente pentru cartarea geologică. O izolinie de 6 emanii încadrează bine masivul calcaros al Gîrbovei, separând însă doar cu aproximativă sedimentarul limitrof de cristalin.

Pe diverse profile se remarcă o bună concordanță între litologie și intensitatele radiometrice gama înregistrate (fig. 3), ceea ce era de așteptat.

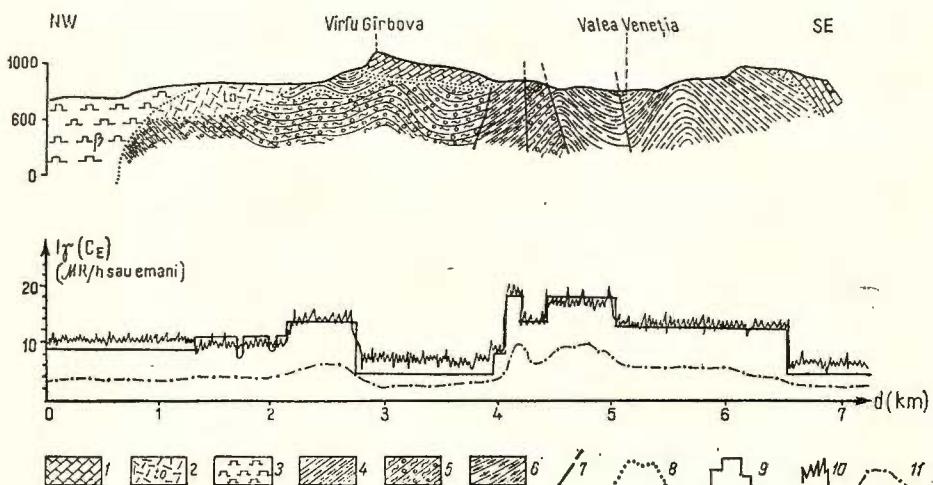


Fig. 3. — Corelarea geologiei cu rezultatele măsurătorilor radiometrice pe profilul IV—IV. 1, sedimentar cretacic; 2, sedimentar tortonian; 3, bazalt; 4, complexul cuarțo-sericito-cloritos ± feldspați ± biotit; 5, complexul cuarțo-feldspatic-sericito-cloritos ± granați; 6, gnais; 7, falie; 8, limită geologică; 9, I_{γ} pe aflorimente; 10, I_{γ} în găuri; 11, C_E în găuri.
Corrélation de la géologie avec les résultats des mesurages radiométriques sur le profil IV—IV. 1, sédimentaire crétacé; 2, sédimentaire tortonien; 3, basalte; 4, complexe quartzo-séricito-chloriteux ± feldspaths ± biotite; 5, complexe quartzo-feldspathique-séricito-chloriteux ± grenats; 6, gneiss; 7, faille, 8, limite géologique; 9, I_{γ} sur affleurements; 10, I_{γ} en trous; 11 C_E en trous.

În ceea ce privește noțiunea de anomalie, se poate propune să se consideră drept anomalie, pentru fiecare formațiune în parte, valorile ce depășesc de două ori fondul mediu. Spre exemplu, doar intensitățile radiometrice gama de peste 40 $\mu\text{R}/\text{h}$ pot fi considerate anomalie pentru găsiile, pe cind o intensitate de 20 $\mu\text{R}/\text{h}$ înregistrată pe calcară poate prezenta interes.

CONCLUZII

Reflectînd variația conținuturilor în diverse elemente radioactive din roci, radiometria poate fi utilizată cu succes în separarea acestor formațiuni ce prezintă contraste nete de proprietăți radioactive. Folosirea radiometriei drept auxiliar în cartarea geologică necesită însă în mod obiectiv cîteva etape de cercetare prealabile, fără de care rezultatele măsurătorilor radiometrice sunt fie inutilizabile în acest scop, fie supuse ambiguității. În primul rînd se impune studierea activității gama pentru toate formațiunile din regiunea cercetată, prin efectuarea de măsurători radiometrice pe cîteva profile de recunoaștere care să acopere cît mai uniform zona, căutînd să se asigure obținerea unui număr reprezentativ de valori pentru fiecare tip de rocă în parte. În faza următoare rezultatele măsurătorilor se vor prelucra statistic, pentru a se determina fonduri radioactive medii, caracteristice pentru formațiunile studiate. În ultima etapă aceste fonduri se vor compara între ele, căutîndu-se să se delimită anumite intervale de radioactivitate, pe baza cărora să se poată separa rocile direct după intensitățile radiației gama ce se vor înregistra ulterior pe teren. Rezultatele astfel obținute pot fi utilizate în construirea hărților cu izolinii ale cîmpului radioactivitatei, atunci cînd în faza de prospecție s-a acumulat un volum suficient de date. Aceste hărți pot fi foarte utile atât în evidențierea zonelor de perspectivă pentru acumularea de substanțe minerale utile, cît și pentru corelarea diverselor formațiuni, uneori dificil de separat datorită insuficienței datelor de cartare. De asemenea se pot pune în evidență pe cale radiometrică și diverse accidente tectonice, deoarece acestea constituie excelente căi de migrație, atât pentru emanațiile de gaze radioactive (radon, actinon, toron) cît și pentru soluțiile mineralizate (cunoscută fiind capacitatea mare de migrație a uraniului).

Trebuie subliniat încă o dată faptul că prelucrarea statistică a datelor radiometrice nu trebuie să piardă din vedere în nici un caz substratul fizic al rezultatelor obținute; semnificația lor geologică trebuie să fie bine precizată, pentru a putea fi ulterior utilizabile prin extrapolare la întreaga regiune cercetată.

În final îtin să mulțumesc conducerii Întreprinderii metalelor rare pentru înțelegerea arătată unor preocupări cu caracter științific și modului în care a permis îmbinarea acestora cu activitatea direct productivă, cît și colegilor Ion Nistea, Gh. Tăbăroiu și Marius Tobă pentru aportul substanțial pe care și l-au adus la obținerea și prelucrarea datelor ce fac obiectul prezentei lucrări.



BIBLIOGRAFIE

- Codarcea Dessila Marcela (1967), Masivul cristalofilian al Girbovei (Munții Perșani), *D. S. Com. Geol. LIV/3*, București.
- Ianovici V., Pitulea G. (1965), Studii radiostratigrafice în cristalinul Carpaților Orientali, Ed. Acad. R. S. R., *St. cerc. geol. geofiz. geogr. 10/11*, București.
- Ilie M. (1953), Structura geologică a munților Perșani I, regiunea Căciulata—Lupșa—Comana—Veneția. *An. Com. geol. XXVI*, București.
- Patrulius D., Dimian Elena, Dimitriu Popescu Ileana (1966), Serile mezozoice autohtone și pînza de decolare transilvană în împrejurimile Comanei (Munții Perșani) *An. Com. geol. XXXV*, București

L'UTILISATION DE LA RADIOMÉTRIE DANS LE LEVER GÉOLOGIQUE DES FORMATIONS DU MASSIF DE GÎRBOVA (MONTS PERŞANI)

(Résumé)

Etant donné qu'elle étudie les propriétés radioactives des roches, qu'elle met en évidence des contrastes se manifestant dans ces propriétés pour différents types de formations, la radiométrie peut devenir un auxiliaire précieux dans le lever géologique. Dans ce but, dans le présent matériel on fait appel à une méthode statistique de calcul des fonds radiométriques, en déterminant pour chaque type de roche à part les intensités gamma moyennes (I), avec une probabilité de 99,7 %, en employant l'erreur limite $\pm 3\sigma$, où σ représente la déviation standard de la moyenne.

Les résultats acquis sont comparés entre eux et sont groupés sur d'intervalles distincts ce qui nous porte, finalement, à séparer sur cette base les formations cristallophylliennes du Massif de Girbova (Monts Perșani) de leur couverture sédimentaire, mésozoïque et tertiaire. On a réussi également une délimitation sur l'aire même de répartition des roches cristallines, à savoir on a séparé les gneiss et les quartzites feldspathiques de la Série de Măgura des complexes de la Série de Girbova, complexes métamorphisés dans le faciès des schistes verts.

Dans le présent travail on insiste sur la nécessité de préciser la signification géologique des résultats acquis par le traitement statistique — la seule modalité de les faire appliquer ultérieurement à l'entièvre zone étudiée.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche I.

Zone des vallées Comana-Veneția (Monts Perșani). Esquisse géologique et répartition du champ de la radioactivité gamma naturelle.

I, Roches sédimentaires : 1, sédimentaire métamorphique ; 2, sédimentaire tertiaire. II, Roches éruptives : 3, basalte. III, Roches métamorphiques : III A, Série de Girbova : 4, complexe



des phyllites ; 5, complexe quartzo-séricito-chloriteux \pm feldspaths \pm biotite ; 6, complexe quartzo-feldspathique-séricito-chloriteux \pm grenats ; III B, Série de Măgura ; 7, gneiss et quartzites feldspathiques ; 8, nappe de charriage ; 9, faille ; 10, limite géologique ; 11, isolignes (en R/h) du champ de la radioactivité gamma naturelle ; 12, coupes de reconnaissance,

Obs : La géologie, simplifiée d'après I. Nistea.

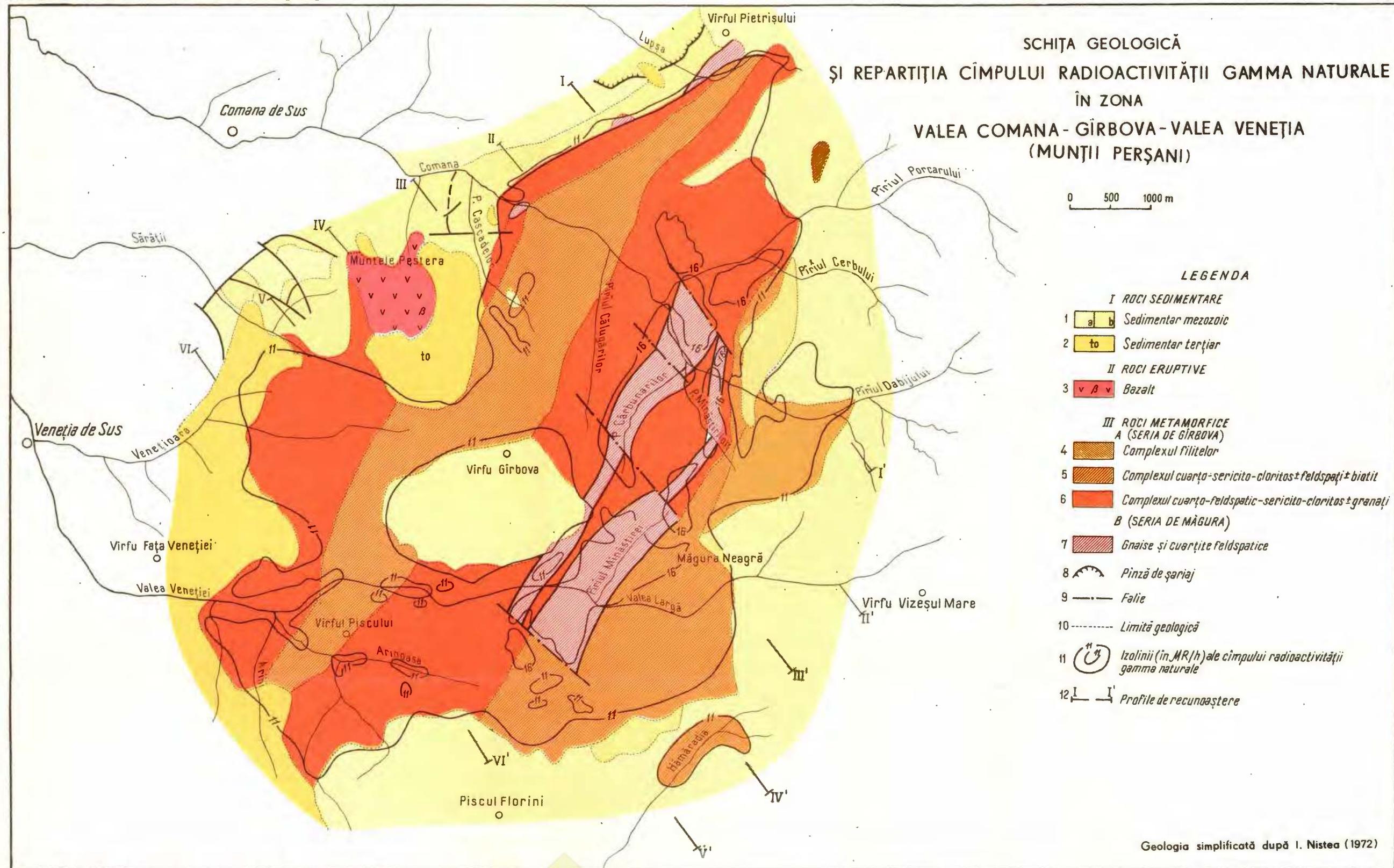
Planche II

Répartition des fréquences d'apparition des fonds radioactifs pour les formations de la zone des vallées Comana—Veneția (Monts Perșani).



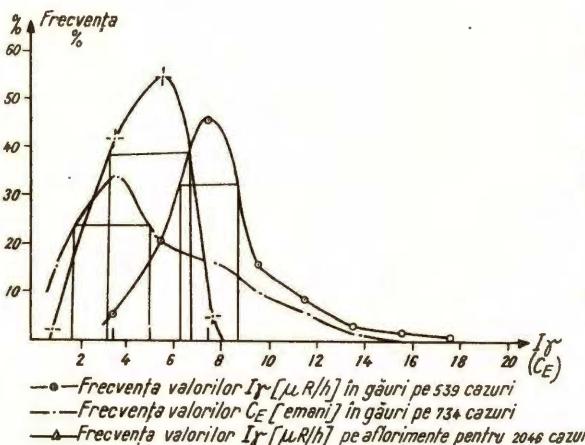


Institutul Geologic al României

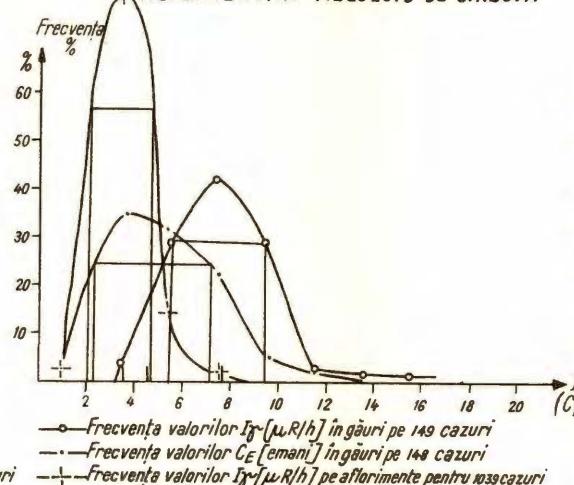


REPARTIȚIA FRECVENTELOR FONDURILOR RADIOACTIVE DIN ZONA VALEA COMANA-VALEA VENETIA (MUNȚII PERȘANI)

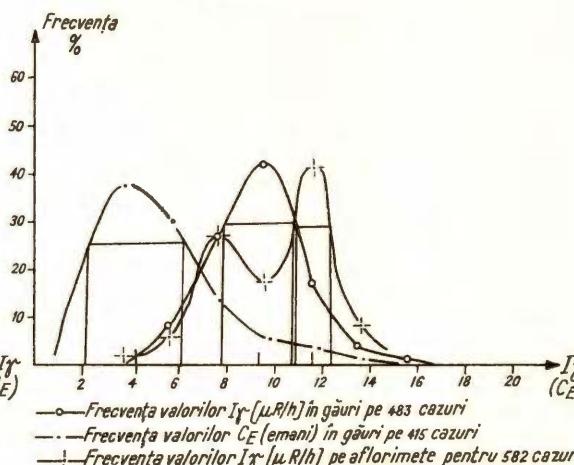
a. SEDIMENTAR MEZOZOIC LIMITROF



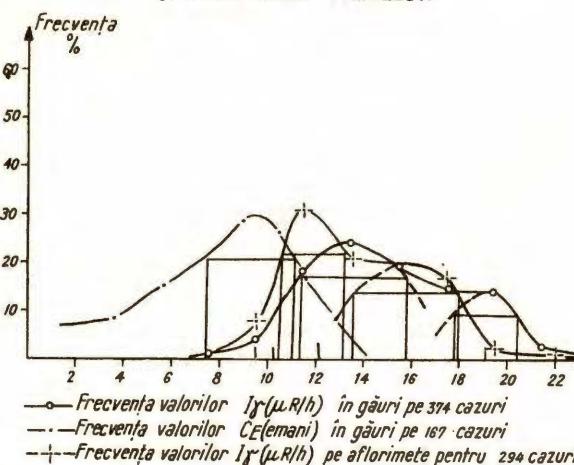
b. SEDIMENTAR MEZOZOIC DE GÎRBOVA



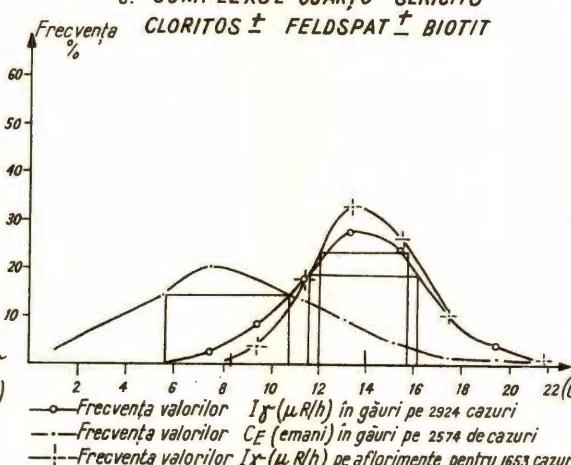
c. SEDIMENTAR TERȚIAR



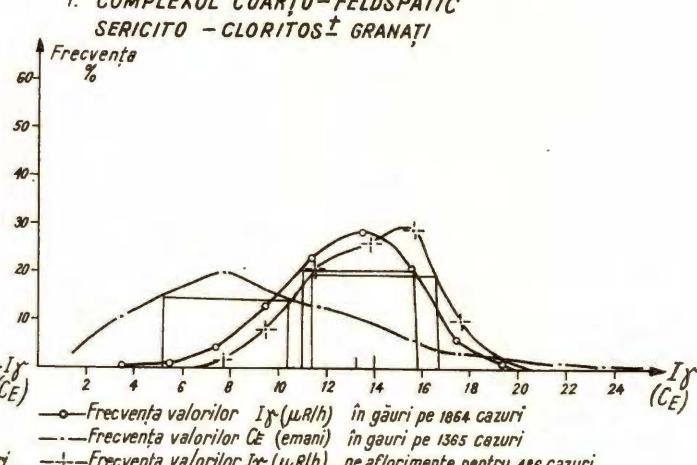
d. COMPLEXUL FILITELOR



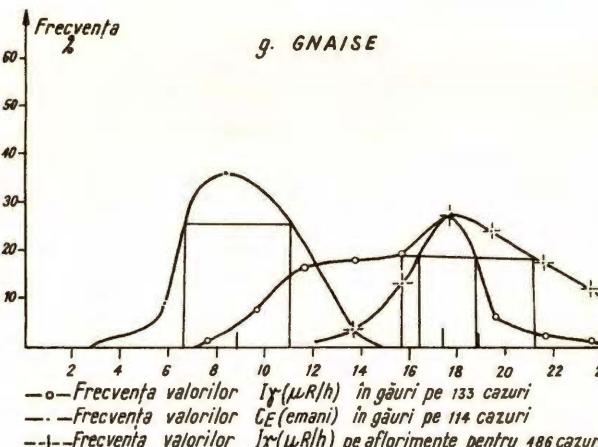
e. COMPLEXUL CUARTO-SERICITO CLORITOS ± FELDSPAT ± BIOTIT



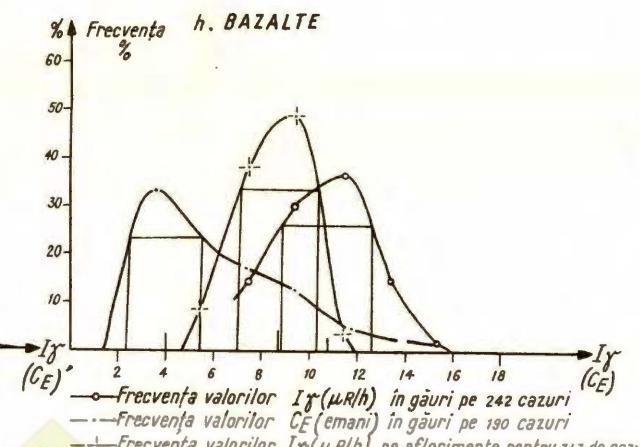
f. COMPLEXUL CUARTO-FELDSPATIC SERICITO-CLORITOS ± GRANATI



g. GNAISE



h. BAZALTE



FORMATIUNE	FONDURI RADIOACTIVE		
	I_{γ} MEDIU $\pm 3\sigma$ IN GAURI ($\mu R/h$)	C_E MEDIU $\pm 3\sigma$ IN GAURI (EMAN)	I_{γ} MEDIU $\pm 3\sigma$ PE AFLORIMENTE ($\mu R/h$)
SEDIMENTAR MEZOZOIC LIMITROF	7.4 ± 1.2	3.4 ± 1.6	5.0 ± 1.2
SEDIMENTAR MEZOZOIC DE GÎRBOVA	7.5 ± 2.4	4.7 ± 2.5	3.5 ± 1.3
SEDIMENTAR TERȚIAR	9.20 ± 1.2	40 ± 16	Conglomeraturi grășii, mărne 7.7 ± 1.3 , 11.4 ± 1.6
COMPLEXUL FILITELOR	13.6 ± 12.2 , 19.1 ± 1.3	9.4 ± 1.6	11.9 ± 1.3 , 15.8 ± 2.2
COMPLEXUL CUARTO-SERICITO-CLORITOS ± FELDSPAT ± BIOTIT	14.0 ± 0.8	8.3 ± 2.6	13.9 ± 2.3
COMPLEXUL CUARTO-FELDSPATIC SERICITO-CLORITOS ± GRANATI	13.2 ± 2.6	7.45 ± 2.85	13.9 ± 2.6
GNAISE	17.2 ± 1.4	8.8 ± 2.2	18.7 ± 2.4
BAZALTE	10.8 ± 1.9	4.0 ± 1.6	8.8 ± 1.6

CONTRIBUȚII GEOFIZICE LA CUNOAȘTEREA STRUCTURII SECTORULUI DE NE AL DEPRESIUNII PANNONICE ȘI A UNITĂȚILOR LIMITROFE

DE

MARIUS VISARION, PAMFIL POLONIC, ERDUGAN ALI-MEHMED¹

Abstract

Geophysics and Structure of the North-Eastern Area of the Pannonian Depression and Contiguous Units. The paper deals with the results obtained by an integrated study of geophysical and borehole geological data from the NE area of the Pannonian Depression, the contiguous mountainous frame and the Șimleul Silvaniei basin, units which are characterized by a basement of a Carpathian constitution, belong to the prolongation of the northern Apuseni Mountains and the transcarpathian zone. The new elements concerning the basement and the Neogene cover of the area are analysed on the basis of two geological maps, drawn up by stripping to the surface of the pre-Neogene and pre-Pliocene formations, respectively, as well as based on a structural map worked out for the boundary between Upper and Lower Pannonian.

INTRODUCERE

Prezența hidrocarburilor și a apelor termale a determinat, în ultimele două decenii, o intensificare a cercetărilor geofizice și geologice de suprafață și prin foraje în partea de nord-est a Depresiunii Pannonice.

Acumularea progresivă a noi date de informație a permis elaborarea unor studii, la scară regională sau locală, care reflectă creșterea etapizată a gradului de cunoaștere a depresiunii și a unităților limitrofe. Lucrările publicate cuprind date referitoare la structura scoarței (Constantinescu et al., 1975; Rădulescu et al., 1976), la stratigrafia și structura geologică a Depresiunii Pannonice, bazinelor intramuntoase și Apusenilor nordici (Bleahu et al., 1971; Bleahu, Dimirescu, 1975; Bleahu, 1976; Istoceșcu, Istoceșcu, 1974; Istoceșcu, Ionescu, 1974; Ianovici et al., 1976; Nicorici, 1972; Paucă, 1954, 1964, 1973, 1975; Paucă et al., 1968 etc.), precum și la particularitățile geotermice ale regiunii (Airinei et al., 1976; Liteanu et al., 1965; Paras-

¹. Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș, nr. 1, București.



chiv, Cristian, 1973; Paraschiv, 1975, Paraschiv et al., 1975; Pricăjan, 1972; Velicu, 1974 etc.). La aceste studii se adaugă numeroase și valoroase lucrări de prospecție geofizică, executate de specialiști de la Intreprinderea de prospecții geologice și geofizice pentru hidrocarburi și de la Intreprinderea geologică de prospecții pentru substanțe minerale solide, ale căror rezultate consemnante în rapoarte de uz intern, au contribuit substanțial la descifrarea structurii geologice ascunse.

Studiul integrat al datelor geofizice și geologice de foraj, din regiunea situată la nord de paralela municipiului Oradea, a condus la elaborarea unor imagini structurale îmbunătățite sau inedite, realizate la trei nivele (baza Neogenului, baza Pliocenului și limita Pannonian superior-Pannonian inferior), care asigură dezvoltarea armonioasă a lucrărilor ulterioare cu caracter științific și practic aplicativ. Cercetările au fost extinse pe o arie mai largă care cuprinde marginea estică a Depresiunii Pannonice, prelungirea Apusenilor nordici și bazinul Șimleul Silvaniei, cu scopul premeditat de a oferi posibilitatea urmăririi, la scară regională, a structurii geologice măscate, în ceea mai mare parte, de formațiuni recente.

Factori fizici și geologici care condiționează aplicabilitatea metodelor geofizice

Descifrarea structurii geologice a regiunii studiate a fost favorizată de existența unor contraste de proprietăți fizice la diverse nivele, fapt care a asigurat folosirea combinată a rezultatelor furnizate de cercetările seismometrice, gravimetrice și magnetice, în vederea unei interpretări unitare a datelor primare și transformate.

Prezența unor contraste acustice și aranjamentul relativ liniștit al formațiunilor au favorizat aplicarea cu succes a seismometriei de reflexie la investigarea cuverturii neogene. Un rol esențial în creșterea capacitatei de rezolvare structurală a seismometriei a revenit specialiștilor de la IPGGH, care au stabilit, în ultimii ani, cele mai adecvate condiții de înregistrare, prelucrare și interpretare cantitativă a datelor.

Secțiunile seismice cuprind numeroase elemente reflectatoare, care prezintă inclinări relativ mici și rare interferențe în tabloul ondular. Spre partea inferioară a cuverturii neogene, această imagine se modifică. Interferențele cu unde difractate sunt mai frecvente, în deosebi în zonele de trecere de la ariile cu fundament elevat la cele depresionare, datorită atât accidentelor rupturale ce afecteză substratul, cât și efilării sau reducerii grosimii formațiunilor de cuvertură.

La nivelul formațiunilor, preneogene numărul orizonturilor reflectatoare se reduce și, ca urmare, descifrarea structurii lor este mai dificilă. Această situație este determinată și de frecvențele interferențe cu unde perturbatoare, multiple și difractate, care nu pot fi eliminate în totalitate în procesul de prelucrare a înregistrărilor.

Suprafața fundamentalui cristalin poate fi identificată numai în compartimentele elevate, în care metamorfitele sunt acoperite direct de



formațiuni neogene și se manifestă fie ca orizont reflectator caracteristic fie ca limită generatoare de difracții. În compartimentele depresionare constratul acustic se reduce apreciabil, ca urmare a completării stivei sedimentare cu formațiuni preneogene groase.

Saltul calitativ realizat de seismometria de reflexie în ultimii ani a permis obținerea unor informații prețioase cu privire la localizarea fracturilor, fapt care a contribuit substanțial la separarea blocurilor cu poziții spațiale diferite.

Metodele potențiale oferă imagini calitative, a căror interpretare aduce date suplimentare referitoare la structura geologică a Depresiunii Pannonice.

Factorii principali, care condiționează aplicabilitatea gravimetriei în această unitate structurală, au fost analizați în cîteva lucrări recente (Boțeza et al., 1973; Visarion et al., 1977).

Studiul efectuat a arătat că anomalia regională a gravitației în partea nord-estică a depresiunii este determinată în principal de contrastul major de masă, cu valori variabile, care se realizează între formațiunile neogene și substratul lor. În interpretarea datelor trebuie să se țină seama și de contrastul de masă adinc, produs de reducerea grosimii scoarței de la ESE spre VNV, care se manifestă prin pozitivarea valorilor gravitației pe această direcție.

Anomalii locale sunt determinate preponderent de îngroșarea formațiunilor pliocene în compartimentele depresionare. În această regiune, unele formațiuni miocene (piroclastite și tufuri), pe alocuri cu grosimi mari pot genera deficite locale de masă.

Alcătuirea fundamentalui cristalin, cu serii metamorfice slab magnetizate, determină rolul limitat al magnetometriei în descifrarea structurii geologice adânci. Surse de anomalii pot fi considerate ortoamfibolitele din seria de Someș, unele mase de roci eruptive, iar la nivelul cuverturii, piroclastitele și tufurile andezitice.

Alcătuirea și structura fundamentului preneogen

Interpretarea complexă a datelor seismometrice, gravimetrice și geologice de foraj a permis întocmirea unei hărți geologice la baza Neogenului, reprodusă în planșa I. Ea pune în evidență principalele sisteme de fracturi ce compartimentează fundamental într-o serie de blocuri, al căror joc diferențiat pe verticală a condus la formarea și conservarea unei stive sedimentare, cu grosime variabilă și variații litofaciale frecvente.

Harta geologică, realizată prin dezvelire, relevă existența unei zone centrale elevate, formată din blocurile Plopiș, Pațal, Supuru, Mădărăș și Codru care, prin culminațiile lor, separă Depresiunea Pannonică de bazinul Șimleul Silvaniei. Aceste blocuri, mărginite de fracturi majore, se caracterizează prin poziții spațiale diferite și suportă direct cuvertura neogenă. Ele sunt constituite din metamorfite aparținând seriei de Someș și subordonat, seriei de Arada.



Spre V și NV se dispun două unități majore, grabenul Galoșpetreu Mecențiu și grabenul Sinnicolau, care cuprind o stivă incompletă de formațiuni mezozoice. La nivelul la care a fost efectuată dezvelirea, aceste unități sunt reprezentate prin formațiuni senoniene. Numai în sectorul Borș, pe o arie restrinsă, mărginită de fracturi, apar și formațiuni triasice.

Între cele două grabene se situează blocul cristalin intradepresionar Otomani și prelungirea sa vestică, blocul Mihai Bravu-Diosig.

La est de zona centrală de dezvoltare a formațiunilor cristaline se individualizează compartimentul Zalău-Cehul Silvaniei, acoperit de formațiuni paleogene, care constituie o treaptă intermedieră spre Depresiunea Transilvaniei.

Partea nordică a regiunii studiate aparține unității Pișcolț-Carei-Satu Mare, caracterizată prin largă dezvoltare a formațiunilor paleogene în facies de fliș.

În cele ce urmează vor fi prezentate cîteva caracteristici ale principalelor compartimente separate, cu indicarea succintă a alcăturii și structurii lor geologice.

Blocul Plopis, constituit preponderent din metamorfitele seriei de Someș, aflorează în munții Plopis și în Măgura Șimleului. Sub o cuvertură subțire de formațiuni miocene și pliocene, aceleași metamorfite au fost întîlnite în forajele executate la Derna, Suplacu de Barcău, Nușfalău și Crasna. O particularitate a formațiunilor cristaline din acest bloc constă în prezența gnaiseelor amfibolice și amfibolitelor cu biotit și granat, cu care par a fi asociate anomaliiile magnetice locale cartate la nord și nord-est de Aleșd.

Anomalia gravitației delimită blocul Plopis printr-un maxim regional, cu intensitate remarcabilă și axul orientat VNV-ESE. El este mărginit de zone de îndesire a izolinilor, care indică trepte de cedare a fundamentului cristalin înspre depresiunile adiacente. Dintre acestea, cea mai evidentă se dispune pe flancul sudic, materializând o fractură importantă, care pune în contact direct metamorfitele cu formațiunile cretacice și neogene din bazinul Borod.

Blocul Supuru constituie un alt compartiment elevat al fundamentului, care este bine reliefat de anomalia gravitației printr-un maxim major. Datele seismometrice completează aceste informații calitative, precizind că amplitudinea ridicării este de circa 800 m (în intervalul –500 m la –1300 m). În această zonă, metamorfitele sunt reprezentate preponderent prin micașisturi și gnaise cu biotit.

Între blocurile Plopis și Supuru anomalia gravitației individualizează un maxim, alungit conform direcției NNV–SSE, care poate fi urmărit pînă la sud de Șimleul Silvaniei. În acord cu datele geologice de suprafață, care semnalează prezența metamorfitelor în Măgura Șimleului și cu rezultatele lucrărilor de foraj, se apreciază că anomalia gravitației reflectă prelungirea spre SSE a blocului Supuru.



Blocul Pațal, constituit în principal din cuarțite apare de asemenea ca un bloc elevat, dar într-o poziție spațială relativ mai coborâtă în raport cu ridicarea majoră Plopiș.

La nord de blocurile Supuru și Pațal se desemnează o treaptă intermedieră, mai afundată alungită conform direcției E-V, în care metamorfitele ajung pînă la adincimi de circa 2500 m.

Partea nord-estică a regiunii studiate este dominată de **blocul Codru**, caracterizat prin aflorarea cristalinului în zona de culminărie. Metamorfitele sunt reprezentate prin paragnaise micacee și micașisturi cu biotit sau granat, în care se intercalează șisturi cuarțitice, în seria inferioară și amfibolite asociate cu calcare, în seria superioară. Această unitate se reflectă în anomalia gravitațională printre-un maxim, cu o intensitate remarcabilă, mărginit de cordoane de gradient, care asigură trasarea fracturilor periferice.

Blocul Mădărăș apare pe harta gravimetrică sub forma unei ramificații, care se desprinde înspre vest din anomalia majoră Codru. Acest bloc, conturat de lucrările seismometrice și de foraj, apare încadrat de fracturi importante, de-a lungul cărora se realizează sărituri variabile de la 500 m pînă la 1500 m. Pe alocuri se înregistrează chiar denivelări de circa 2000 m, cum este cazul pe traseul liniei Dragoș Vodă.

Blocul Otonani constituie un compartiment intradepresionar care are rolul unui prag de separație a grabenelor Galoșpetreu-Mecențiu și Sinnicolau. Delimitarea acestui bloc s-a realizat pe baza datelor seismometrice, gravimetrice și de foraj.

Blocul Mihai Bravu-Diosig apare ca o ridicare intradepresionară de mare amploare, caracterizată de prezența metamorfitelor la adincimi mai mici de 1000 m, în vecinătatea frontierei. Culminăria acestei ridicări se situează în sectorul Kissmarja (R. P. Ungaria). Interpretarea este confirmată și de datele gravimetrice, care pun în evidență o anomalie regională de maxim, incomplet conturată spre vest.

Spre SV, în vecinătatea graniței, fundamentul cristalin se dispune la adâncimi mai mari, de la -2200 m pînă la -2400 m. Față de compartimentul adjacente dinspre est, această zonă este mai elevată, cu o culminărie la Toboliu. Corelația cu informațiile de pe teritoriul RP Ungarie arată că sintem în prezență unei prelungiri a ridicării majore Köröszapetty.

Grabenul Sinnicolau, încadrat de fracturi adinci, include o stivă groasă de depozite cretace superioare postpinză, care se dispun peste metamorfitele seriei de Someș, imbrăcate în partea sudică și de formațiuni triasice și jurasiche. Dezvoltarea realizată la baza Neogenului relevă amplă dezvoltare a formațiunilor senoniene și extinderea, limitată la sectorul Bors, a formațiunilor mezozoice mai vechi.

Mezozoicul aparține domeniului de Bihor (Patrulius et al.,³).

Triasicul este reprezentat prin gresii cuarțitice și șisturi argiloase care suportă o stivă groasă (600—700 m) de dolomite și calcare masive.

³ D. Patrulius et al. 1972. Arh. IGG.

Jurasicul este constituit dintr-o alternanță de șisturi argiloase și marnoase cu gresii cuarțoase, peste care se dispun calcare masive, cu rare intercalații grezoase.

Cretacicul inferior cuprinde formațiuni dezvoltate în facies calcaros (Valanginian-Barremian). Ele trec la nord de Oradea la un facies pelitic (șisturi argiloase sau marnoase), iar spre est la un facies litoral (conglomerate, calcare).

Cretacicul superior (Senonian) acoperă transgresiv și discordant formațiunile mezozoice mai vechi, ajungind spre N să repauzeze direct pe fundamentul cristalin. În constituția sa intră conglomerate și brecii, cu intercalații de calcare negre. În vecinătatea ramei se trece la o alternanță de conglomerate, gresii, șisturi argiloase sau marnoase, cu intercalații de tufite.

Grabenul Sinnicolau, cu orientarea generală NE-SV și lățimea maximă de 20 km în sectorul Abrămuț-Cherechiu, se îngustează progresiv spre SV, ajungind la numai 2 km în vecinătatea localității Bors. Zona de maximă afundare atinge 3800 m pe direcția localităților Olosig-Cheț; secțiunea ei transversală este îngustă, cu flancuri abrupte, prezintând o accentuată asimetrie.

La sud de localitatea Sinnicolau, grabenul este fragmentat în mai multe compartimente de un sistem de falii transversale, cu o tendință de ridicare spre sud, astfel încât la Giriș baza Neogenului ajunge la—2500 m.

G r a b e n a l G a l o ș p e t r e u - M e c e n ț i u apare ca un compartiment puternic afundat, fapt relevat de forajele executate, care la adîncimi de peste 3000 m au rămas în formațiuni neogene. Pe de altă parte, secțiunile seismice indică prezența unor formațiuni preneogene groase (cca. 2500 m), care se apreciază că aparțin Senonianului. Nu este exclusă dezvoltarea limitată și a Cretacicului inferior, semnalat în sondele săpate în zona Moftinu.

Unitatea, alungită pe direcția ENE-VSV, are o lățime maximă de 12 km la meridianul localității Eriu-Sincrai. Spre nord, ea este delimitată printr-un accident tectonic major (linia Dragoș Vodă), de unitatea paleogenă Pișcolț-Carei-Satu Mare. La sud, o fractură importantă, cu săritură de pînă la 800 m, pune în contact de front grabenul Galoșpetreu-Mecențiu cu treapta intermediară mai elevată, Tășnad.

B l o c u l Z a lău - C e h u l S i l v a n i e i apare ca un compartiment coborât în partea estică a regiunii studiate, care este delimitat prin fracturi adînci de blocurile elevate Codru-Supuru și Plopiș. Dintre acestea se detașează, prin ampoloarea lor, falile Codru și Paramezeș (P a u c ă, 1964).

În acest sector, metamorfitele sunt acoperite de formațiuni paleogene reprezentate prin depozite grosiere roșcate, care s-au dovedit a constitui un facies litoral al Paleocenului și Eocenului transilvan.

Acest bloc, la care se adaugă și partea estică, mai afundată a blocului Plopiș, formează fundamentul pe care s-a instalat bazinul neogen al Șimleului.



Cercetările seismometrice de refracție (Popescu, 1970), precum și rezultatele forajelor executate ulterior au arătat morfologia variată a fundamentului unității. În această direcție trebuie relevată existența unei zone ridicate în partea vestică a compartimentului, în prelungirea spre SW a blocului Codru, precum și a unei afundări longitudinale puternice, urmărite între Zalău și Cehul Silvaniei, cu flancul estic afectat de falia Paramezeș. În lungul acestei afundări, metamorfitele se situează la -1200 m în sectorul Zalău, unde se realizează o puternică denivelare în raport cu unitățile elevate dinspre sud și la -1700 m în sectorul Ariniș.

Unitatea paleogenă Pișcolț-Căreiat-Mare reprezintă o prelungire a fosei Szolnok, mărginită la sud de un accident tectonic major, linia Dragoș Vodă. Din acest motiv s-a admis existența unui fondament carpatic intens tectonizat, acoperit de formațiuni cretacice și paleogene flișoide. Ele sunt constituite dintr-o alternanță de conglomerate, microconglomerate, gresii și argile, cu o grosime de peste 1500 m. După datele magnetice, aceste formațiuni au fost străpunse în unele sec-toare de erupții neogene.

În sectorul sud-vestic, între Curtuiușeni și Moftinu, formațiunile neogene repauzează direct pe fundamentul cristalin. Poziția structurală a formațiunilor cristaline din acest sector este dificil de definit. În interpretarea figurată în secțiunea geologică II-II' (pl. IV), această lamă de cristalin a fost atribuită unității paleogene, încrucișând pe același aliniament spre nord au fost întâlnite și formațiuni cretacice inferioare, specifice unităților carpatice.

Principalele informații asupra cuverturii neogene

Umplutura neogenă a depresiunii este constituită dintr-o suita de depozite miocene superioare (tortoniene și sarmațiene) și o stivă groasă de depozite pliocene.

Tortonianul se dispune transgresiv pe formațiuni cristaline în compartimentele elevate și pe formațiuni cretacice sau paleogene în cele mai cobește tectonice. În alcătuirea sa intră o serie grezoasă bazală, în care pe alocuri domină materialul vulcanogen, urmată de gresii calcaroase sau argiloase, cu intercalații de microconglomerate și piroclastite și la partea superioară, de marne și argile, cu nivale cineritice.

În bazinul Șimleul Silvaniei, Tortonianul se dezvoltă sub un facies marnos în partea inferioară, peste care se dispune o secvență formată din pietrișuri, nisipuri și gresii calcaroase, cu intercalații de tufuri și gipsuri.

Sarmațianul (Volhyanian-Bessarabianul), cu o răspindire inegală se prezintă sub două faciesuri și anume: un facies litoral grezos-conglomeratic în vecinătatea unor blocuri elevate (Mihai Bravu-Diosig, Pațal, Tăuteu) și un facies pelitic în zonele de maximă subsidență (Bors-Sâncolau etc.).

În bazinul Șimleul Silvaniei, Sarmațianul îmbracă un facies detritic marginal, reprezentat prin conglomorate, gresii, pietrișuri și nisipuri



cu stratificația încrucișată și un facies pelitic în zona centrală, alcătuit din marne cu intercalății de gresii și tufuri.

Pliocenul are un caracter transgresiv evident, marcat uneori prin dispunerea formațiunilor componente direct peste fundamentalul cristalin. Datele din zona centrală a Depresiunii Pannonice, (B a r t h a et al., 1972) au permis separarea în cadrul Pliocenului a unui complex inferior marnos (Pannonian inferior) și respectiv, a unui complex superior nisipos (Pannonian superior). Această divizare simplă este acceptabilă pentru interpretarea datelor geofizice, deoarece limita dintre cele două complexe reprezintă un reper caracteristic pe diagramele electrice. Ea constituie totodată o limită de discordanță, care marchează o modificare a condițiilor de sedimentare, urmare directă a mișcărilor rhodanice.

În zonele de maximă subsidență este prezentă și partea superioară a Pliocenului, dominant nisipoasă, fapt care conduce la dificultăți în separarea ei de formațiunile pannoniene superioare.

În bazinul Șimleul Silvaniei, după un nivel de marne albe, Pliocenul cuprinde nisipuri și pietrișuri torențiale, care trec la argile siltice spre zona centrală. Succesiunea se încheie cu argile, în care se intercalează nisipuri și strate de lignit.

Prezentarea alcăturii formațiunilor neogene are un caracter succint, subliniind numai unele aspecte care interesează interpretarea datelor geofizice. Ea poate fi completată prin luarea în considerare a unor lucrări geologice de specialitate (I s t o c e s c u, I o n e s c u, 1970; N i c o r i c i, 1972; P a u c ă, 1975; I a n o v i c i et al., 1976 etc.).

Distribuția în plan și structura formațiunilor prepliocene pot fi urmărite în planșa II. Ea reprezintă harta geologică, realizată prin dezvelire la baza Pliocenului. În raport cu harta de la baza Neogenului, se constată o restrîngere accentuată a ariilor ocupate de formațiunile cristaline. Ele iau contact direct cu formațiunile pliocene numai pe cîteva blocuri elevate din compartimentele Plopiș, Supuru, Codru, Mădăraș și Mihai Bravu-Diosig.

Senonianul ocupă o arie limitată la un sector aparținând blocului Pațal. Paleogenul, care prezintă de asemenea o dezvoltare redusă la acest nivel, apare la sud de Foeni într-un compartiment încadrat de falii și pe culminăția fundamentului cristalin de la nord de Șimleul Silvaniei, sub forma unui martor de eroziune.

La nivelul considerat, formațiunile Miocenului superior acoperă o suprafață largă. Tortonianul este dispus preferențial pe culminații sau flancurile unor ridicări (unitatea Pișcolț-Carei-Satu Mare, blocurile Pațal și Diosig-Mihai Bravu), în imprejurimile localității Șimleul Silvaniei și în lungul faliei Paramezes. Sarmatianul completează stiva sedimentară a unităților depresionare majore Galoșpetreu-Mecențiu și Sinnicolau. Este de asemenea frecvent întîlnit pe treptele intermediare dintre ridicările marginale Plopiș, Supuru și Codru.

Pentru precizarea structurii Pannonianului superior s-a elaborat o hartă structurală la limita Pn_1/Pn_2 , care s-a dovedit a constitui un reper convenabil pe suprafețe largi. Dificultăți în urmărirea acestei limite au



fost semnalate pe unele zone de ridicare maximă a fundamentului ($h < < 1000$ m), în deosebi de-a lungul liniei Dragoș Vodă și în vecinătatea ramei depresiunii.

Rezultatele obținute sint prezentate în planșa III, prin izobate trasate la echidistanță de 100 m. Harta elaborată pune în evidență estompat formele morfologice ale reliefului îngropat. Deși structura de ansamblu apare relativ calmă, se constată totuși reactivarea unor falii mai vechi, fapt care a permis o mișcare diferențiată pe verticală a unor compartimente în timpul depunerii sedimentelor pannoniene, cu realizarea unor grosimi variabile și unei constituții litologice neuniforme a formațiunilor.

În vecinătatea ramei Depresiunii Pannonice se disting o serie de structuri de tip hemianticinal (Oradea, Ineu, Sânnicolau, Pațal, Săuca și Mădăraș), cu orientări NV-SE sau E-V. Ele se urmăresc în intervalul —200 m la —1200 m și prezintă o tendință generală de afundare înspre vest. În largul depresiunii, pe reliefurile pozitive preexistente, acoperite de formațiuni pannoniene, s-au format anticlinale de mulare, cu amplitudini în general reduse. Dintre aceste structuri se menționează: Mihai Bravu, Otomani, Valea lui Mihai-Pișcolț-Carei și Satu Mare, cu caracteristici bine reliefate de harta structurală.

Anticinalul Mihai Bravu, evidențiat cu claritate în intervalul —900 m la —1100 m rămîne deschis spre vest, în vecinătatea frontierei cu R. P. Ungară.

Anticinalul Otomani este instalat pe pragul cu dimensiuni limitate, care separă grabenele majore descrise. Structura este închisă de izobata de —1500 m.

Pe marginea sudică a unității paleogene se dezvoltă anticinalul major Valea lui Mihai-Pișcolț-Carei, cu orientarea NE-SV, care se urmărește între —600 m și —900 m. Izobatele prezintă o serie de inflexiuni pe flancul nord-vestic al structurii, care sugerează relieful accentuat al subasmentului.

În zona Satu Mare, pe o distanță de circa 10 km, se individualizează un anticinal, cu orientare NV-SE, al cărui apex este conturat de izolinia —900 m. Spre sud se distinge zona depresionară Ruseni, în care formațiunile Pannonianului superior ating o grosime aparentă maximă de circa 1800 m.

Grabenele majore Sânnicolau și Galoșpetreu-Mecențiu, au continuat procesul de afundare și în Pliocen, fapt relevat de grosimea importantă a acestor formațiuni.

Pe aria grabenului Sânnicolau sunt localizate sinclinalele Cherechiu, în nord și Diosig-Tămășeu, în sud, separate de o culminăție hemianticinală, care sunt caracterizate pe alocuri prin formațiuni pannoniene superioare pe un interval de adâncime de peste 1600 m.

O amplă îngroșare a Pannonianului superior, cu valori maxime de peste 2000 m, se constată pe aria grabenului Galoșpetreu-Mecențiu.



Concluzii

Studiul integrat al datelor geofizice și geologice de foraj a arătat că marginea de nord-est a Depresiunii Pannonice și unitățile limitrofe au avut o evoluție geologică complexă. Pește un fundament cristalino-mezozoic aparținând autohtonului de Bihor, acoperit pe alocuri de formațiuni cretacice superioare, iar în partea nordică peste formațiuni cretacice-paleogene în facies de fliș din cadrul zonei transcarpatice, se dispun formațiuni miocen superioare și pliocene, care constituie umplutura depresiunii.

Cercetările efectuate au relevat existența unei structuri în blocuri, care a luat naștere prin compartimentarea nucleului panonic, după un sistem complex de falii de tensiune.

Procesul de compartimentare, declanșat în Tortonian, s-a continuat și amplificat și în prima parte a Pliocenului, blocurile rezultate în acest interval suferind o mișcare descendentală diferențiată, care s-a continuat și în Cuaternar.

În cadrul regiunii studiate s-a separat o zonă centrală elevată, care cuprinde blocurile Plopiș, Pațal, Supuru, Mădăraș și Codru. Ele sunt constituite din metamorfitele seriei de Someș, care aflorează pe sectoare limitate sau sunt acoperite de o cuvertură relativ subțire de formațiuni neogene.

La vest și nord-vest de zona centrală au fost conturate grabenele Galoșpetreu-Mecențiu și Sinnicolau, care cuprind o stivă groasă de formațiuni cretacice superioare și în deosebi, de formațiuni neogene. Ele sunt despărțite de blocurile intradepresionare Otomani și Mihai Bravu-Diosig, care conservă o cuvertură subțire de formațiuni neogene dispuse direct peste fundamentul cristalin.

Caracteristici structurale asemănătoare prezintă și zona Șimleul Silvaniei, unde a putut fi separat blocul Zalău-Cehul Silvaniei, mărginit de fracturi adânci.

Informațiile seismometrice, deosebit de concludente pentru secțiunea superioară a profilului geologic, corespundătoare umpluturii Depresiunii Pannonice, sugerează absența unor mișcări de cutare în timpul Neogenului. Mișcările rhodanice se fac resimțite pe aria depresiunii, dar și în acest caz ele au avut drept efect numai accentuarea deplasărilor verticale, odată cu începerea sedimentării Pannonianului superior.

În cadrul acestui edificiu structural, situat pe fondul unei anomalii geotermice regionale, zonele depresionare adânci Galoșpetreu-Mecențiu și Sinnicolau se conturează ca principale rezervoare de ape termale, la nivelul Pannonianului superior.

BIBLIOGRAFIE

- Airinei Șt., Pricăjan A. (1976) A conceptual pattern to the complex investigation of the underground waters thermalization in the western Plain of Romania. *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr., Série de Géophysique*, 20, Bucarest.



- Bartha F., Kleb B., Körössy L., Sz. Kilényi Éva, Szatmári P., Széles Margit, Szénás G., Toth K., (1971) A magyarországi pannonkorú képződmények kutatásai. Akad. Kiadó, Budapest.
- Bleahu M., Dimitrescu R. (1957) Stratigrafia și tectonica Munților Apuseni (cu privire specială asupra Cristalinului și Mezozoicului). *Anal. rom.-sov. Geol.-Geogr. Ser. 2*, 2, București.
- Istoceșcu D., Diaconu M. (1971) Formațiunile preneogene din partea vestică a Munților Apuseni și poziția lor structurală. *D. S. Inst. Geol.*, LVII/5, pp. 5–21, (1969–1970), București.
 - (1976) Structure géologique des Apuseni septentrionaux. *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr. Série de Géologie*, 20, Bucarest.
- Botezatu R., Visarion M., Scurtu Fl., Cucu G. (1973) Gravitational attraction of geological structures with variable density. *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr. Série de Géophysique*, 17, 2, Bucarest.
- Constantinescu P., Mituch E., Posgay K., Rădulescu Fl. (1975) Deep seismic sounding in the eastern part of the Pannonian Basin along the international profile XI. *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr. Série de Géophysique*, 19, Bucarest.
- Korim K. (1972) Geological aspects of thermal water occurrences in Hungary. *Geothermics*, 1, 3, Pisa.
- Ianovici V., Borcoș M., Bleahu M., Patrulius D., Lupu M., Dimitrescu R., Savu H. (1976) Geologia Munților Apuseni Ed. Acad. RSR, București.
- Istoceșcu D., Ionescu Gh. (1970) Geologia părții de nord a Depresiunii Pannonice (Sectorul Oradea-Satu Mare) *D. S. Inst. Geol.*, LV/5 (pp. 73–87) (1967–1968), București.
- Istoceșcu Felicia (1974) Considerații geologice asupra depozitelor neogene ale bazinului Crișurilor. *Stud. cerc. geol., geofiz., geogr., Seria geologie*, 19, București.
- Liteanu E., Vasilescu G., Opran C. (1965) Fundamentarea cercetărilor hidrogeologice pentru descoperirea de noi surse de ape hipertermale în Câmpia de vest a țării. *D. S. Inst. Geol.*, LI/2, București.
- Nicorici E. (1972) Stratigrafia Neogenului din sudul Bazinului Șimleu. Ed. Acad. RSR, București.
- Paraschiv D., Cristian M. (1973) Asupra particularităților regimului geotermic în nord-estul Depresiunii Pannonice. *Petrol și Gaze*, 24, 11, București.
- (1975) Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România. *Stud. tehn. econ. Ser. A*, 10, București.
 - Ghenea C., Vasilescu G., Opran C., Pricăjan A., Golita Natalia (1975) — The research stage of thermal waters in Romania and possibilities to evidence new aquifers. *Stud. tehn. econ., Ser. E.*, 12, Bucarest.
- Patrulius D., Lupu M., Borcoș M. (1968) Harta geologică a RSR, scara 1 : 200.000, Notă explicativă pentru foaia Șimleul Silvaniei, Ed. Inst. Geol., București.
- Paucă M. (1954) Neogenul din bazinile externe ale Munților Apuseni. *An. Com. Geol.*, XXVII, București.
- (1964) Bazinul neogen al Silvaniei *An. Com. Geol.*, XXXIV/1, București.
 - Istoceșcu D., Istoceșcu Felicia (1968) Bazinul neogen al Vadului. *DS Inst. Geol.*, LIV/1., (1966–1967), București.
 - (1973) — Probleme geologice în bazinile neogene din vestul și nord-vestul României. *Stud. cerc. geol., geogr., biol., Ser. geol.-geogr.*, 2, Piatra Neamț.
 - (1975) — Contributions à la stratigraphie du Miocène présarmatiens. *Trav. Muséum d'Hist. Nat. Gr. Antipa*, 16, București.



- Popeşcu M., Spănoche S. (1970) — Prospectiuni seismometrice de refracţie în Bazinul Zalăului. *Stud. tehn. econ., Ser. D.*, 7, Bucureşti.
- Pricăjan A. (1972) — Apele minerale şi termale din România. *Ed. tehnică*, Bucureşti.
- Rădulescu D. P., Cornea I., Săndulescu M., Constantinescu, P., Rădulescu F., Pomplian A. 1976) — Structure de la croûte terrestre en Roumanie. Essai d'interprétation des études sismiques profondes. *An. Inst. Geol. Geofiz.*, 4, Bucureşti.
- Stegeanu L., Géczy B., Horvath F. (1975) — Late cenozoic evolution of the Pannonian Basin. *Tectonophysics*, 26, Amsterdam.
- Szádeczky J. (1930) — Contribuţii la geologia Ardealului de nord-vest. *DS Inst. Geol.*, XIV (1925—1926), Bucureşti.
- Veliciu S. (1974) — Geothermal contribution to the hydrogeological knowledge of Oradea area. *Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr., Série de Géophysique*, 18, Bucarest.
- Visarion M., Drăgoescu I. (1975) — Considerations on the earth's crust recent vertical movements in Romania. *Rev. Roum., Géol., Géophys. et Géogr., Série de Géophysique* 19, Bucarest.

CONTRIBUTIONS GÉOPHYSIQUES À LA CONNAISSANCE DE LA STRUCTURE DU SECTEUR NORD-EST DE LA DÉ- PRESSION PANNONIQUE ET DES UNITÉS LIMITROPHES

(Résumé)

L'étude présente les résultats acquis par l'interprétation complexe des données géophysiques et géologiques de forage de la partie nord-ouest de la Dépression Pannonique, le bord montagneux adjacent et le bassin Șimleul Silvaniei, unités caractérisées par un soubassement complexe de nature carpatique, se rattachant au prolongement vers l'ouest et le nord-ouest des Apuseni septentrionaux et de la zone transcarpatique. Ces résultats sont portés sur deux cartes géologiques, rédigées par dénudations à la base du Néogène (planche I) et à la base du Pliocène (planche II) et sur une carte structurale à la base du Pannionien supérieur (planche III). Une série de sections géologiques, réalisées à divers parallèles, viennent illustrer les rapports établis dans le plan vertical entre le soubassement cristallino-mésozoïque plissé, les formations post-nappe et les formations de couverture (planche IV).

La carte géologique de la base du Néogène offre une image nouvelle sur les principaux systèmes de fractures qui ont divisé le soubassement dans une série de blocs, dont le jeu différencié sur la verticale a mené à la formation et à la conservation d'une pile sédimentaire d'épaisseur variable et avec des variations lithofaciales fréquentes. En général, on y remarque une zone centrale élevée, renfermant les blocs Plopiş, Paşa, Supuru, Mădăraş et Codru. Ils sont constitués des métamorphites de la Série de Someş, qui affleurent sur des secteurs restreints ou qui sont masqués par une couverture assez mince de formations néogènes. À l'ouest et au nord-ouest de la zone centrale se disposent deux unités majeures affaissées, le grabben Galoşpetreu-Meceniu et le grabben Sînnicolau, qui comportent une pile épaisse de formations post-nappe (crétacé-supérieures et surtout néogènes). Entre les deux grabbens se placent les blocs intra-dépressionnaires Otomani et Mihai Bravu-Diosig, faits de métamorphites, qui



sont directement couverts par des formations néogènes. Dans la partie septentrionale de la région étudiée on distingue l'unité Pișcolț-Carei-Satu Mare, caractérisée par le large développement des formations crétacées et paléogènes en faciès de flysch, qui a été attribuée à la zone transcarpatique.

La carte rédigée pour la base du Pliocène présente la distribution en plan des formations prépliocènes et des accidents rupturaux les affectant. Elle diffère de la carte précédente surtout par l'amincissement des aires occupées par les schistes cristallins.

Afin de contourer les aires de perspective pour les eaux thermales, cantonnées dans les séquences sableuses du Pannonien supérieur, on a dressé une carte structurale à la limite Pn_1/Pn_2 , à partir des données sismométriques, corrélées avec les diagraphies électriques enregistrées dans les puits placés dans la région analysée. Cette carte reflète d'une manière estompée les formes morphologiques du relief pré-existent, par des structures de type hémianticinal au voisinage du bord et par des anticlinaux de moulage, de faible amplitude, au large de la dépression (Mihai Bravu, Otomani, Pișcolț-Carei-Satu Mare, etc). Bien que la structure soit, à ce niveau-là, assez calme, sur les sections géologiques présentées on remarque l'existence des failles plus anciennes réactivées, ce qui a mené à des variations lithologiques et d'épaisseur des formations pannoniennes. Dans les grabbens majeurs Galospetreu-Mecențiu et Sinnicolau, les épaisseurs apparentes des formations pannoniennes dépassent 2000 m.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Carte géologique des formations pré-néogènes — région d'Oradea Satu Mare : Paléogène ; Crétacé ; Trias ; cristallin.

Planche II

Carte géologique des formations pré-pliocènes — région d'Oradea — Satu Mare : Sarmatien ; Tortonien ; Paléogène ; Sénonien ; cristallin.

Planche III

Carte structurale à un niveau de la base du Pannonien supérieur — région d'Oradea — Satu Mare. Isobathes à la base du Pannonien supérieur ; isobathes incertaines à la base du Pannonien supérieur ; faille à la base du Pannonien supérieur.

Planche IV

Sections géologiques — région d'Oradea — Satu Mare.

- 1, Pannonien (pn_2 — Pannonien supérieur ; pn_1 — Pannonien inférieur ; 2, Eruptif néogène).
- 3, Miocène supérieur (m_2 — Tortonien — Sarmatien inférieur et moyen ; 4, pg — Paléogène).
- 5, Crétacé (cr_2 — Sénonien ; cr_1 — Crétacé inférieur) ; 6, crs — formations cristallophylliennes (Série de Someș) ; 7, courbe Δg ; 8, courbe ΔTa .





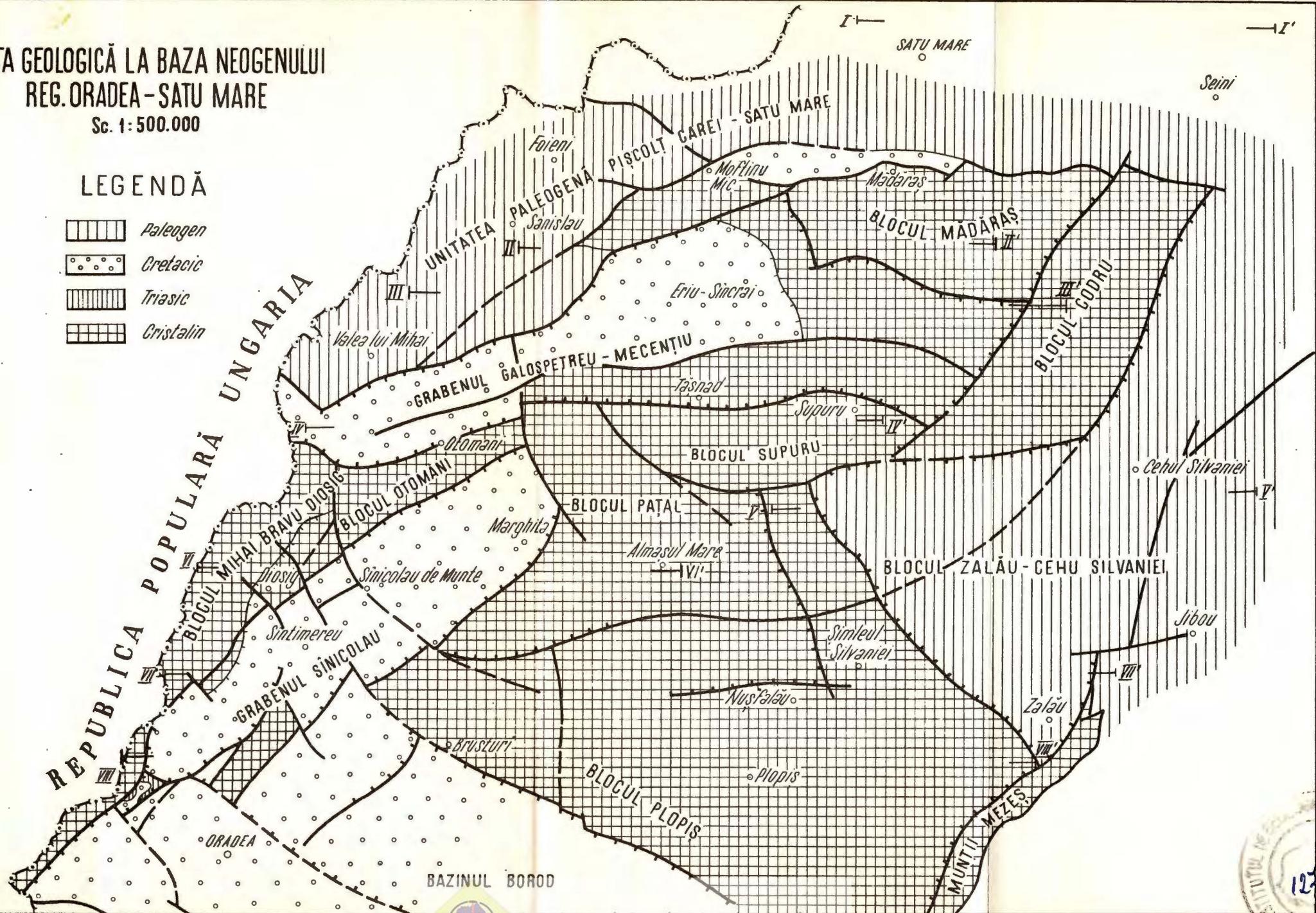
Institutul Geologic al României

HARTA GEOLOGICĂ LA BAZA NEOGENULUI REG. ORADEA - SATU MARE

Sc. 1:500.000

LEGENDĀ

-

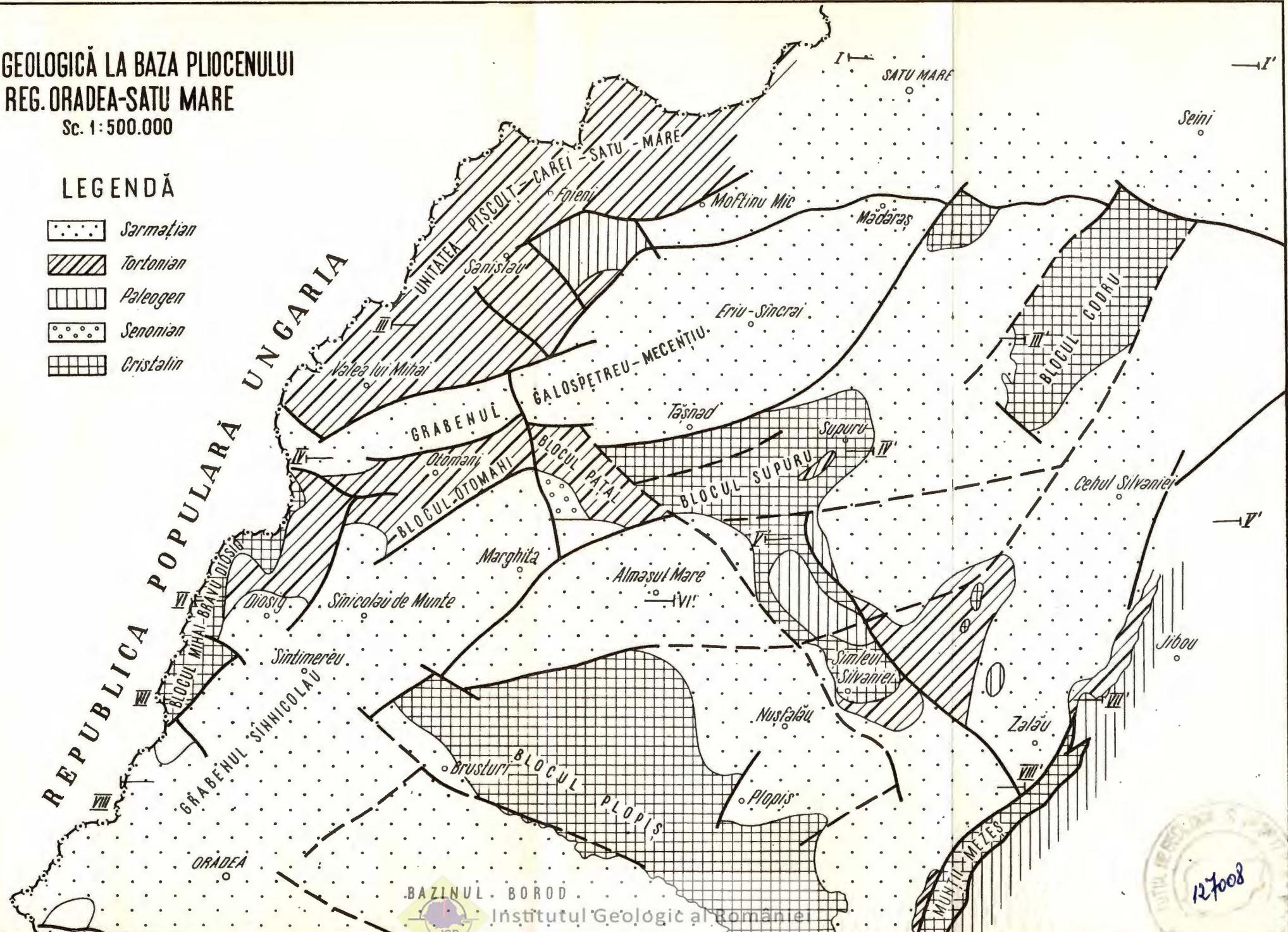


HARTA GEOLOGICĂ LA BAZA PLIOCENULUI REG. ORADEA-SATU MARE

Sc. 1:500.000

LEGENDĂ

- [dotted] Sarmatian
- [diagonal hatching] Tortonian
- [horizontal hatching] Paleogen
- [dots] Senonian
- [cross-hatching] Cristalin



127008

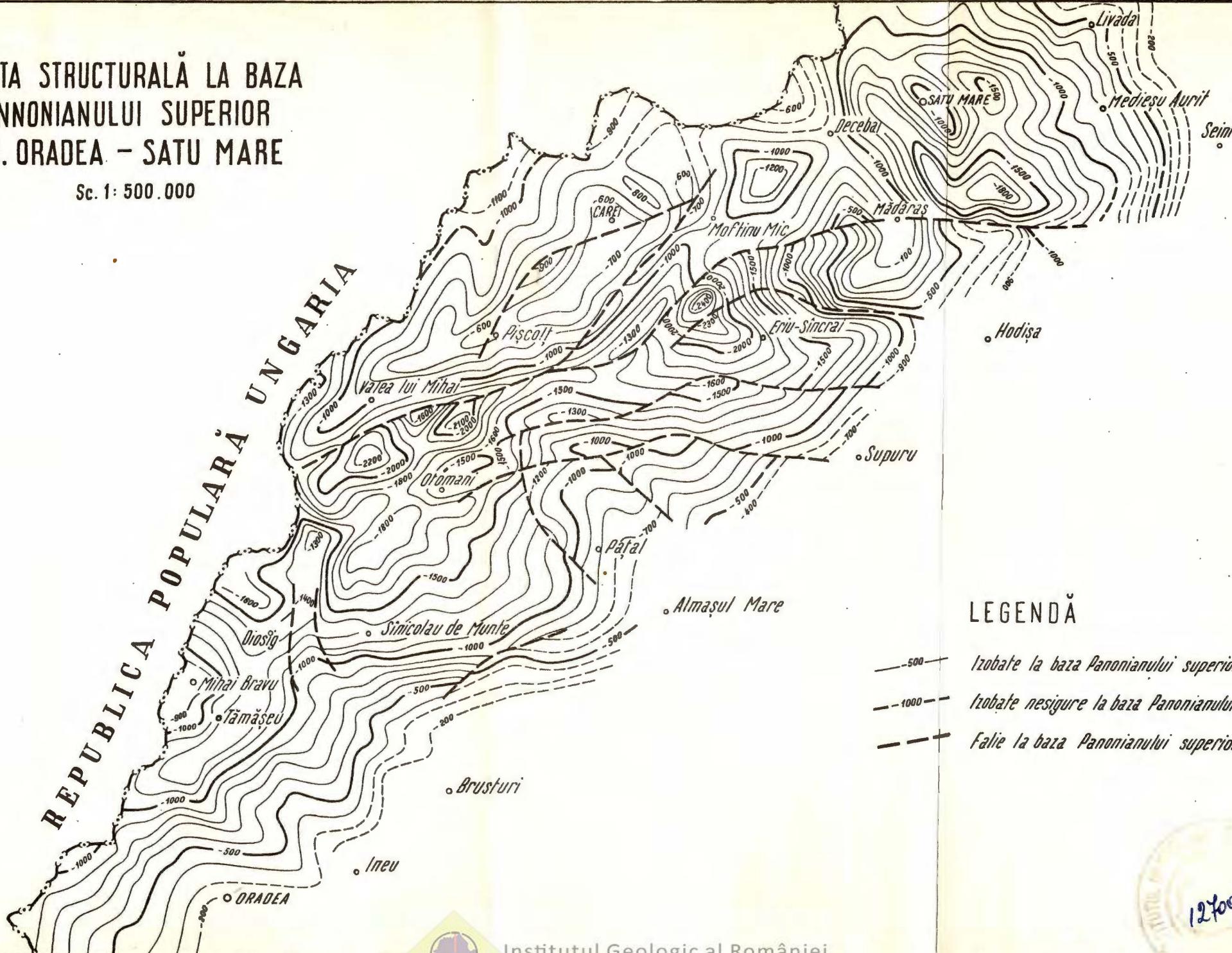


Institutul Geologic al României

HARTA STRUCTURALĂ LA BAZA PANNONIANULUI SUPERIOR REG. ORADEA - SATU MARE

Sc. 1: 500.000

REPUBLICA POPULARĂ UNGARIA



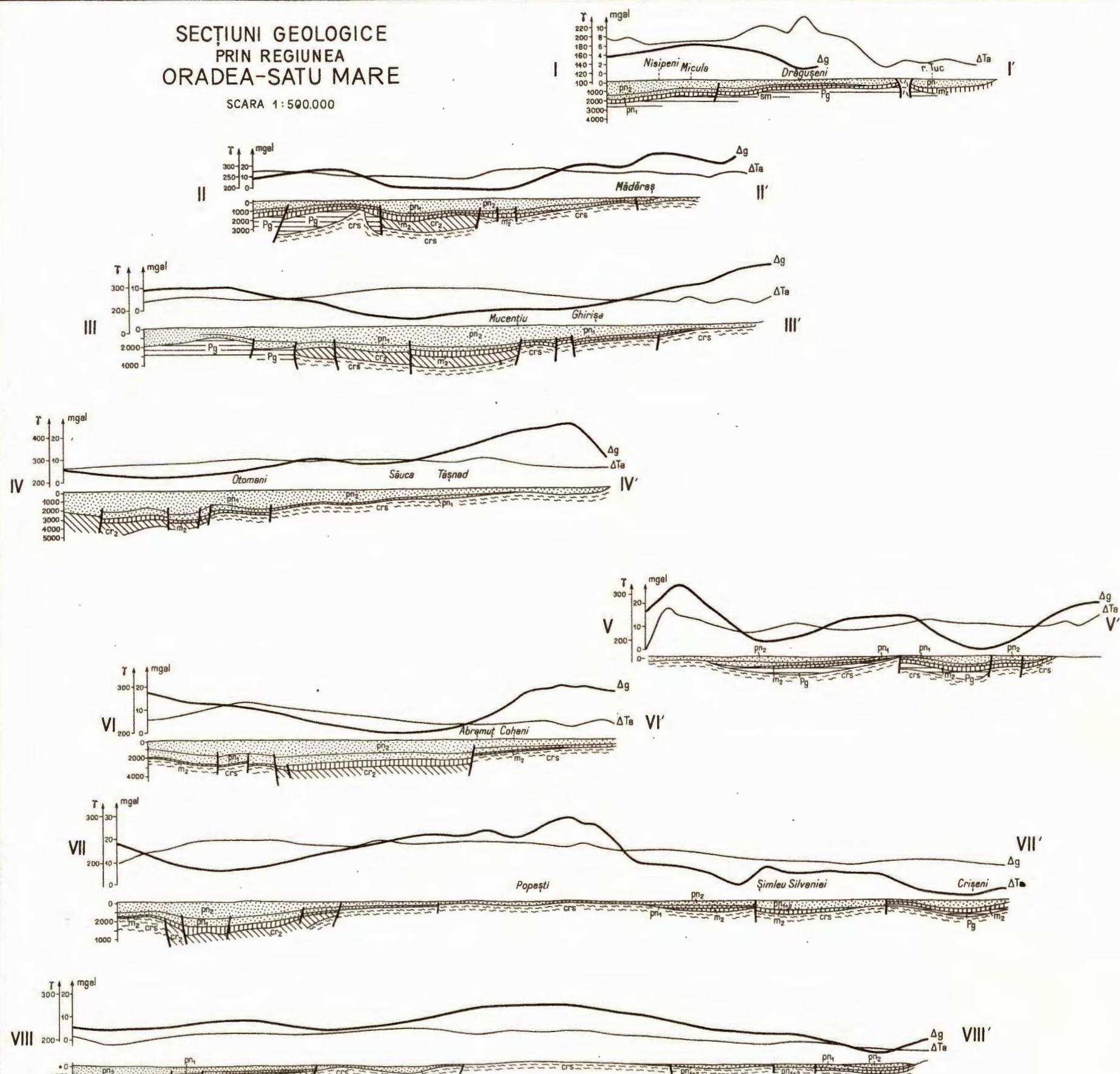
LEGENDĂ

- Izobate la baza Pannonianului superior
- - Izobate nesigure la baza Pannonianului superior
- - - Falie la baza Pannonianului superior



**SECȚIUNI GEOLOGICE
PRIN REGIUNEĂ
ORADEA-SATU MARE**

SCARA 1:500.000



LEGENDA

1		PANNONIAN	Pannonian superior pn ₂	5		CRETACIC	Senonian cr ₂
			Pannonian inferior pn ₁				Cretacic inferior cr ₁
2		ERUPTIV NEOGEN		6		FORMATIUNI CRISTALOFILIENE	(Serie de Someș)
3		MIOCEN SUPERIOR	Tortonian - Sarmatian inferior și mediu sm	7		Curba Ag	
4		PALEOGEN		8		Curba ΔTa	

AMPLASAREA OPTIMĂ DE NOI STĂȚII ÎN REGIUNILE SEISMICE DIN ROMÂNIA¹

DE

TRAIAN IOSIF, SIEGLINDE IOSIF²

Abstract

Optimum Location for New Stations within the Seismic Regions of Romania. With respect to proper location of new seismic stations for a more accurate determination of the focal parameters, there were chosen a number of places for new stations and there were calculated the errors of earthquake parameters for the following active seismic regions : North Moldavia, Maramureş, Banat, Cîmpulung Muscel and Vrancea.

Gutenberg și Richter (1954) au întocmit o monografie a cutremurilor puternice pentru perioada 1904—1952. Lucrarea a fost continuată de Rothé (1969) și publicată în volumul „Seismicitatea Pământului, 1953—1965”.

Dezvoltarea rețelei mondiale de stații și perfecționarea procedeelor de prelucrare a datelor de observație din ultimul deceniu au dus la micșorarea pragului de magnitudine minimă a evenimentelor seismice, care să fie utilizate în studiul seismicității generale a globului (pînă la $M \simeq 5$ sau chiar mai mică).

Pentru perioada 1961—1969, NEIC (National Earthquake Information Center) a întocmit o hartă detaliată cu seismicitatea lumii pe baza a $\simeq 40\,000$ cutremure. Sursa de date pentru coordonatele hipocentrice au constituit-o bulletele seismologice și determinările de epicentre (PDE) publicate de U.S. Geological Survey. Harta delimită zonele de activitate seismotectonică. Dar această hartă, în care sunt reprezentate toate epicentrele, indiferent de magnitudine, nu reflectă seismicitatea reală, întrucît regiunile în care sunt ampla-

¹ Susținută în ședință de comunicări științifice din 6 mai 1975, a Institutului de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1. București.



sate un număr mai mare de stații par a avea o seismicitate mai ridicată decit cele care au o rețea redusă de observatoare. Acest fapt a fost pus în evidență de Santô (1970) care a studiat detectabilitatea pasivă a 28 regiuni seismice din întreaga lume.

Cea mai bună detectabilitate este în Alaska (regiunea 15) unde s-au înregistrat toate cutremurile raportate de USGS cu magnitudinea $M \geq 3,9$. Cea mai mică detectabilitate aparține zonei Insulelor Sandwich de sud (regiunea 23) unde sunt înregistrate 100% numai cutremurile cu $m_b \geq 5,3$ în timp ce cele cu $m_b = 4,5$, sunt detectate numai în proporție de 3%.

Pentru România s-a găsit o detectabilitate pasivă egală cu 4,2. Această valoare se referă la regiunea Vrancea, unde se produc cele mai puternice cutremure din țara noastră, cu o frecvență relativ ridicată.

Determinarea, fără omisiune, a parametrilor cutremurilor slabe, depinde într-o măsură foarte mare de distribuția stațiilor seismice. PDE, în perioada menționată mai sus, a folosit numai o stație românească,

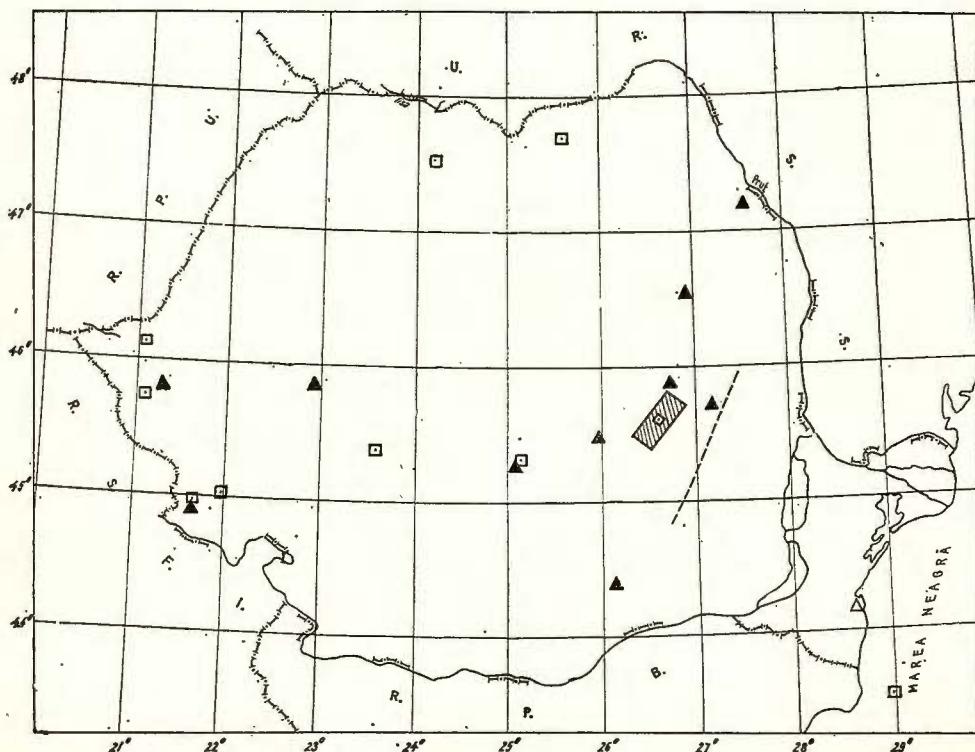


Fig. 1. — Distribuția stațiilor seismice (▲) și a epicentrelor analizate □.
Distribution des stations sismiques (▲) et des épicentres analysés □.

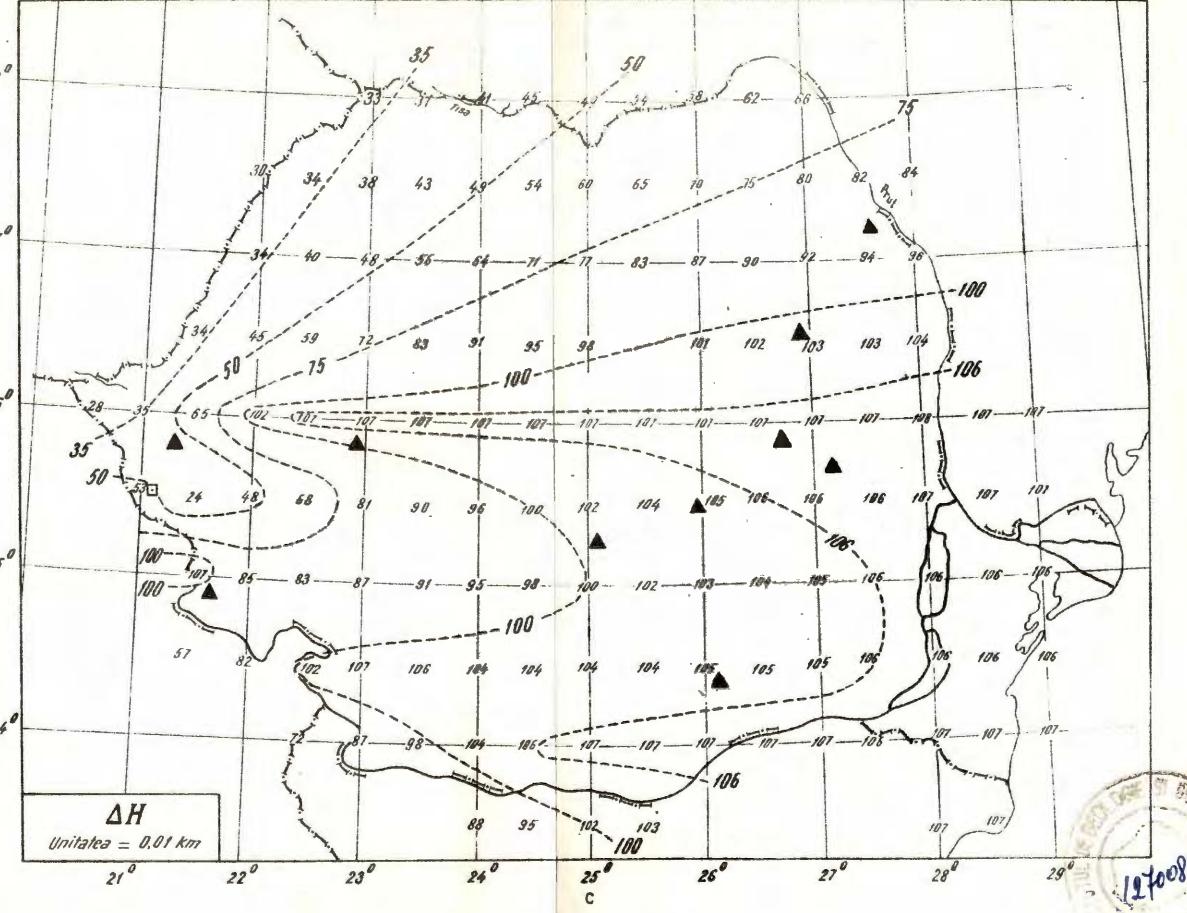
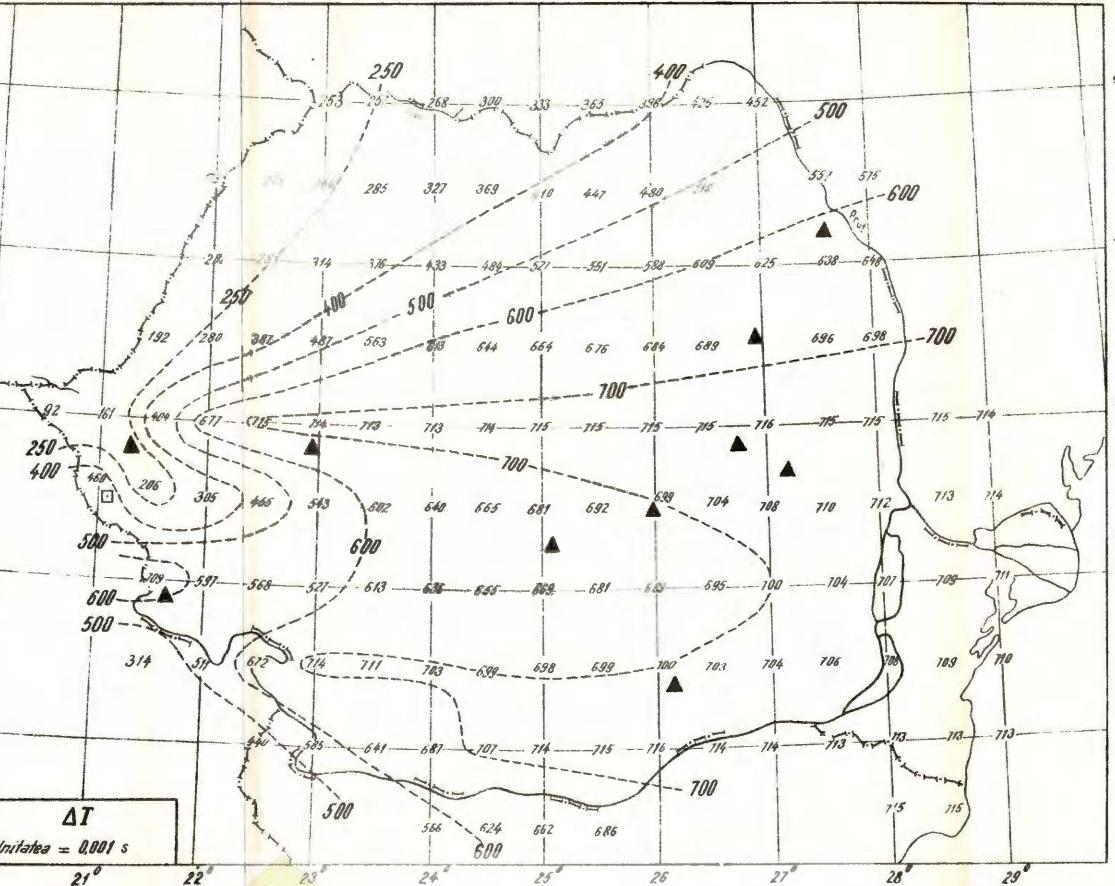
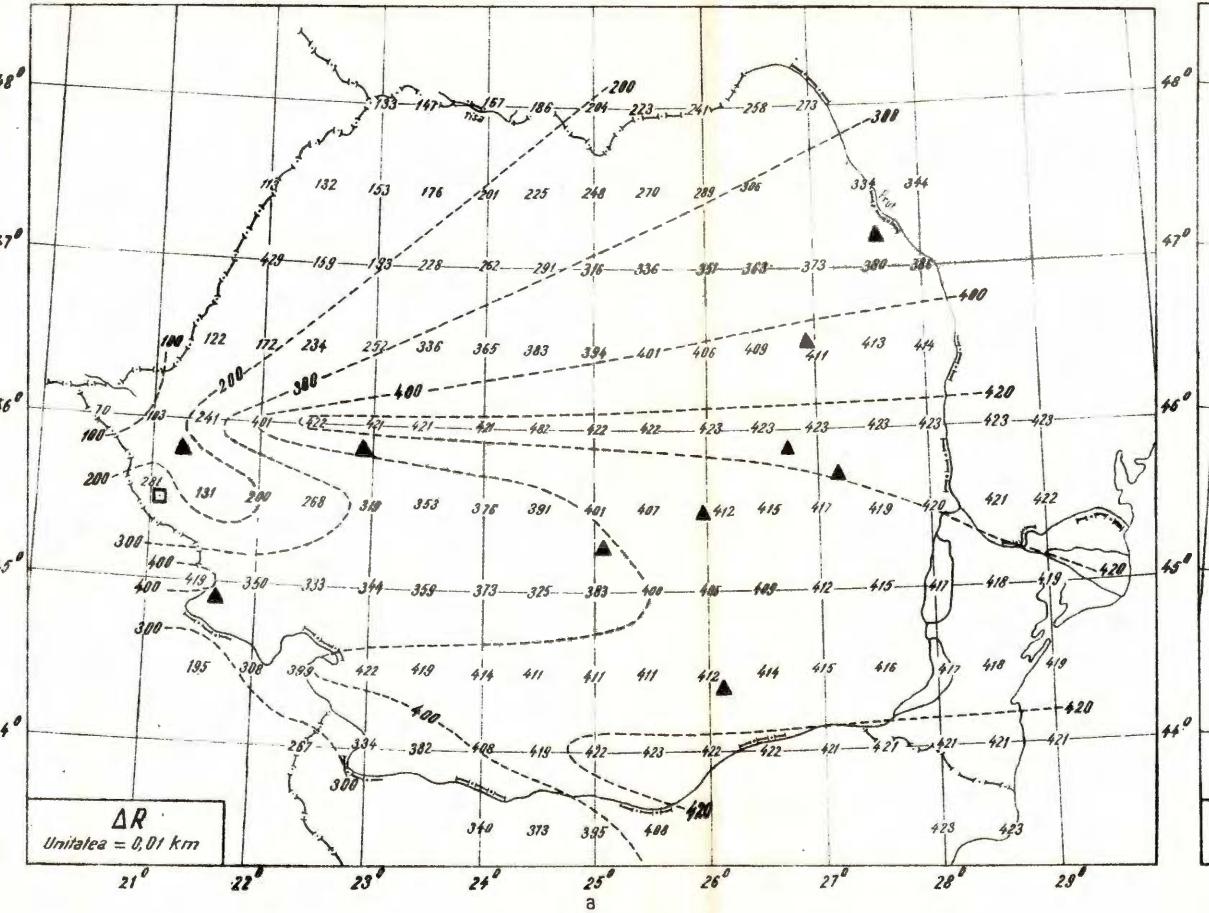
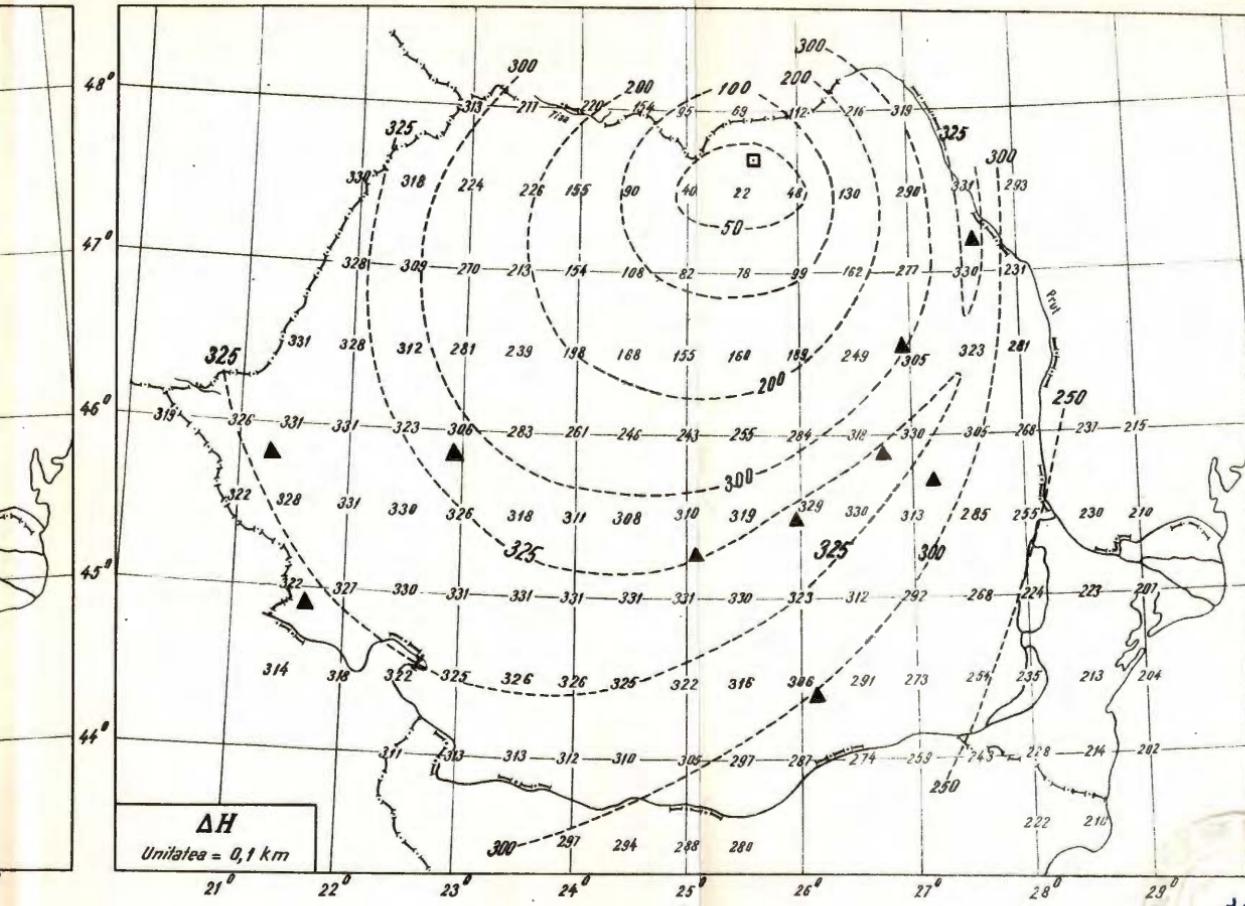
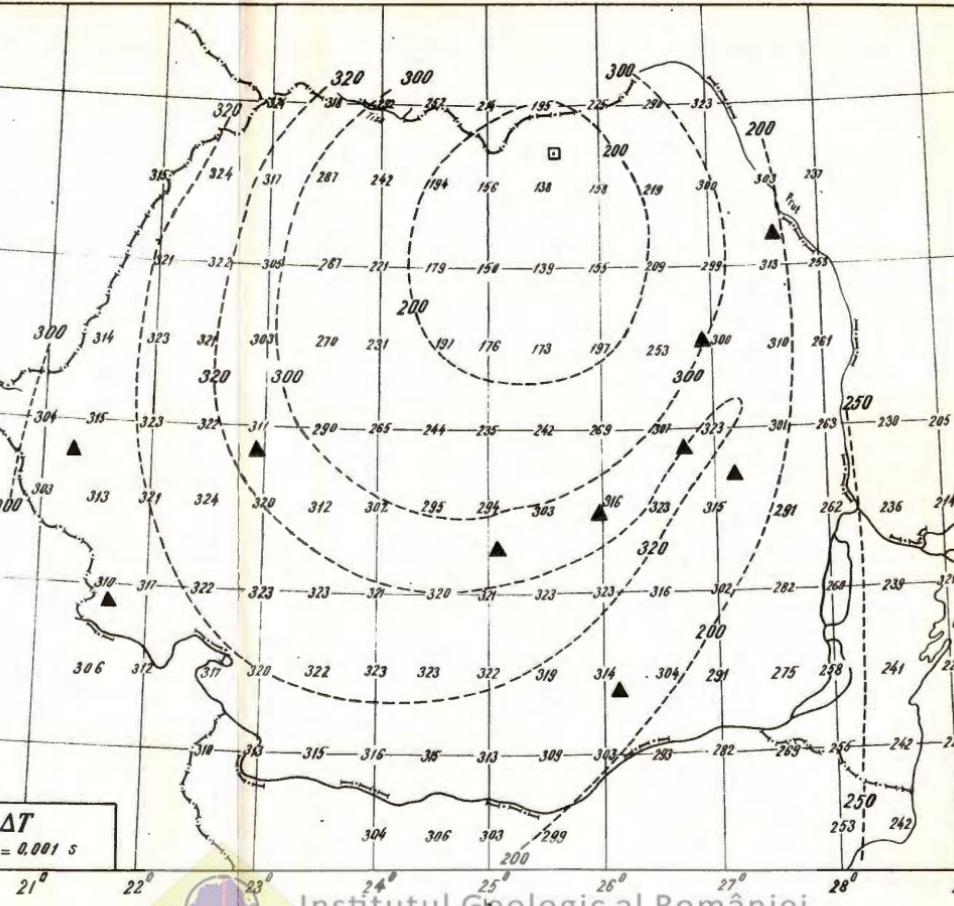
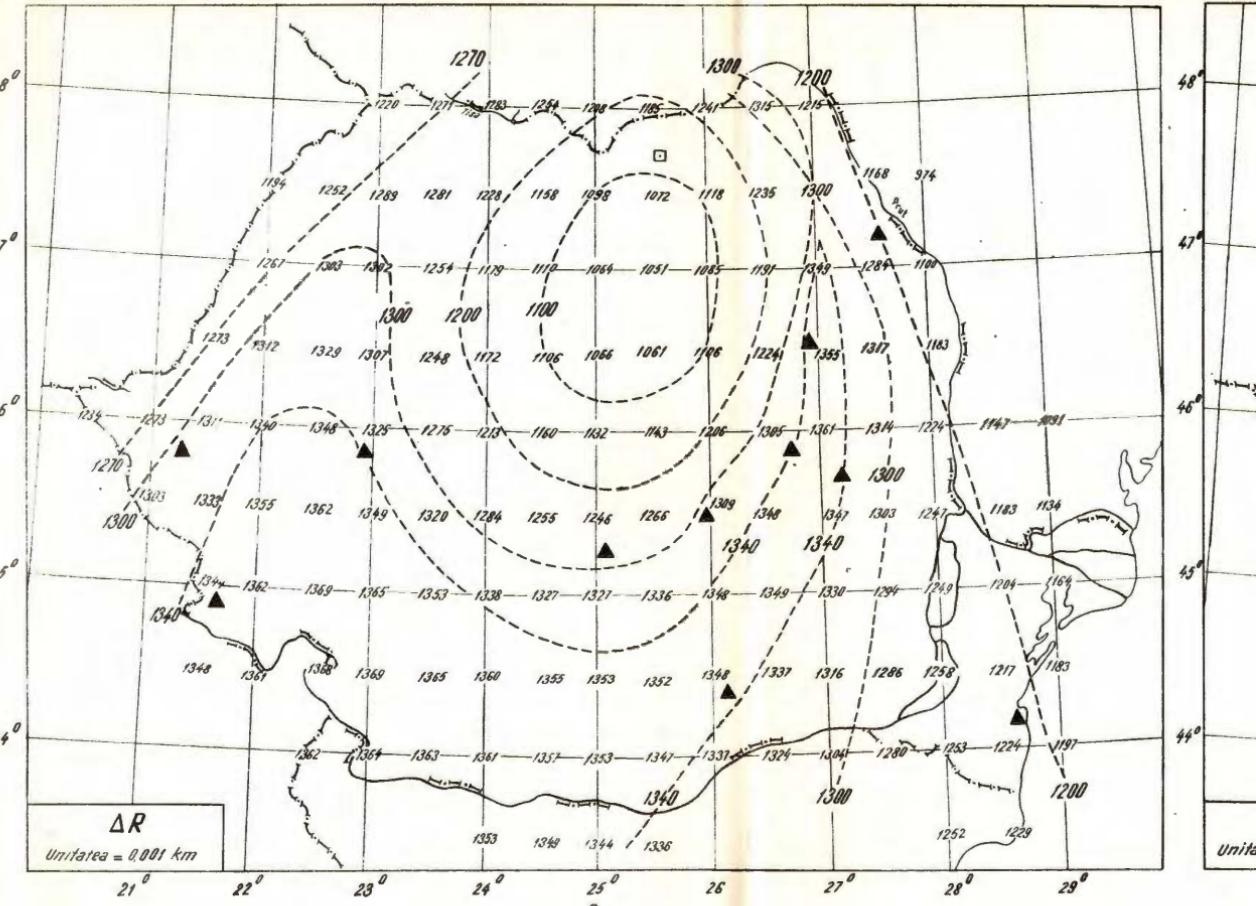


Fig. 7. Distributia erorilor ΔR (localizarea epicentruului) (a), ΔT (ora la originea) (b) si ΔH (adincimea focarului) (c) pentru focarul din nordul Moldovei.
 Institutul Geologic al Romaniei
 DIGRA

Distribution des erreurs ΔR (localisation de l'épicentre) (a), ΔT (l'heure à l'origine) (b) et ΔH (profondeur du foyer(c) pour le foyer du nord de la Moldavie.

19/08



Institutul Geologic al României

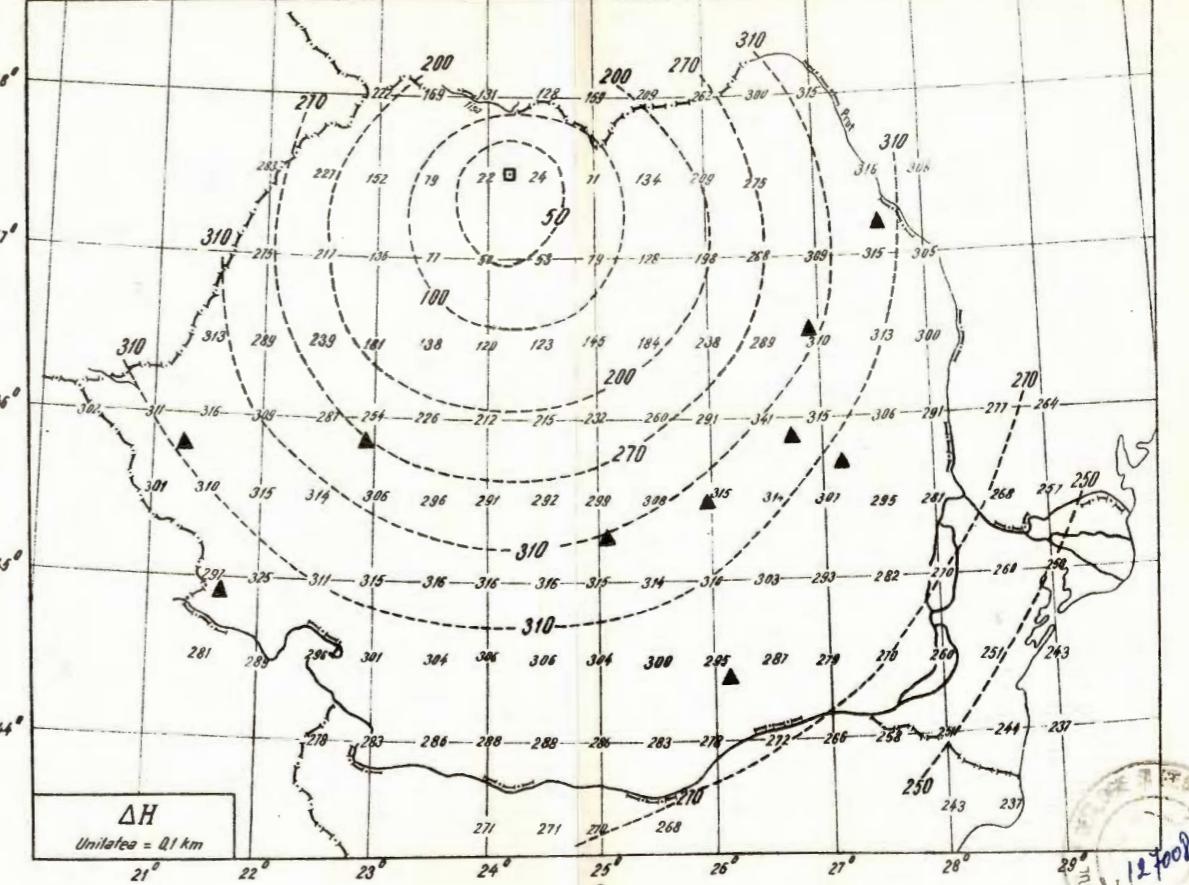
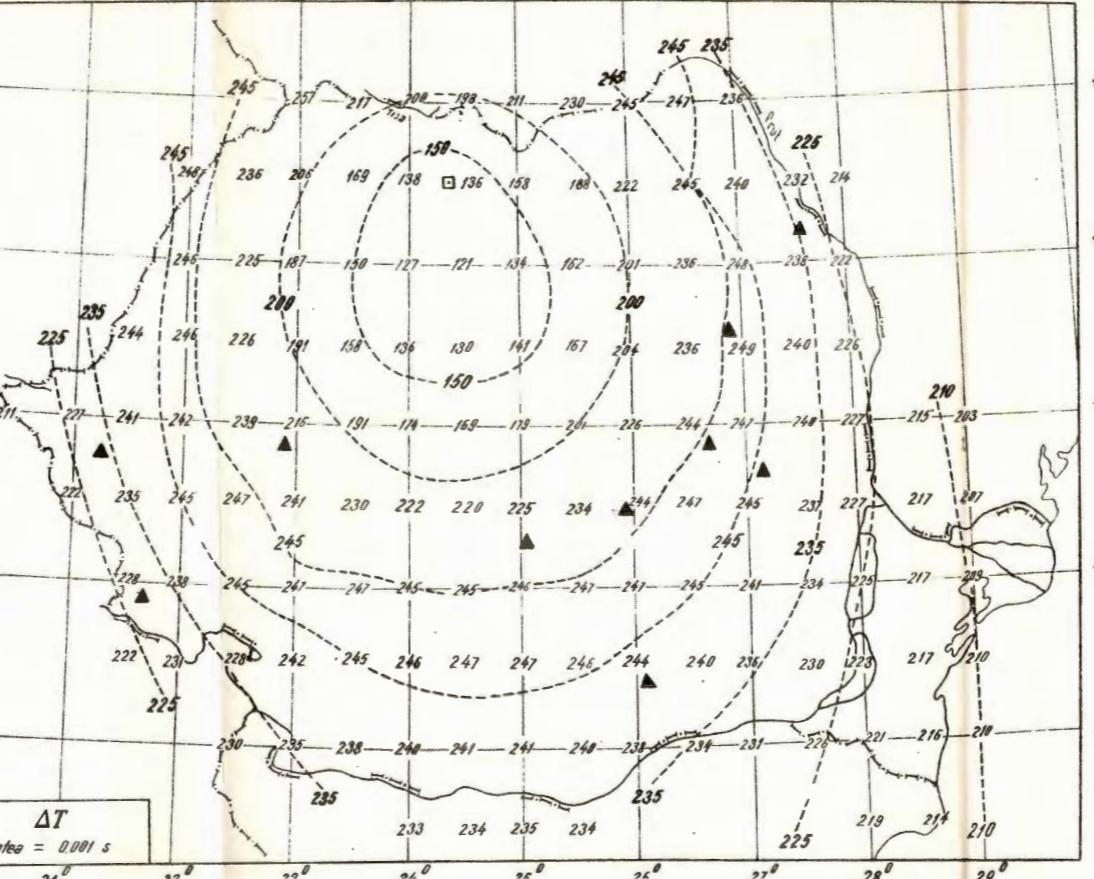
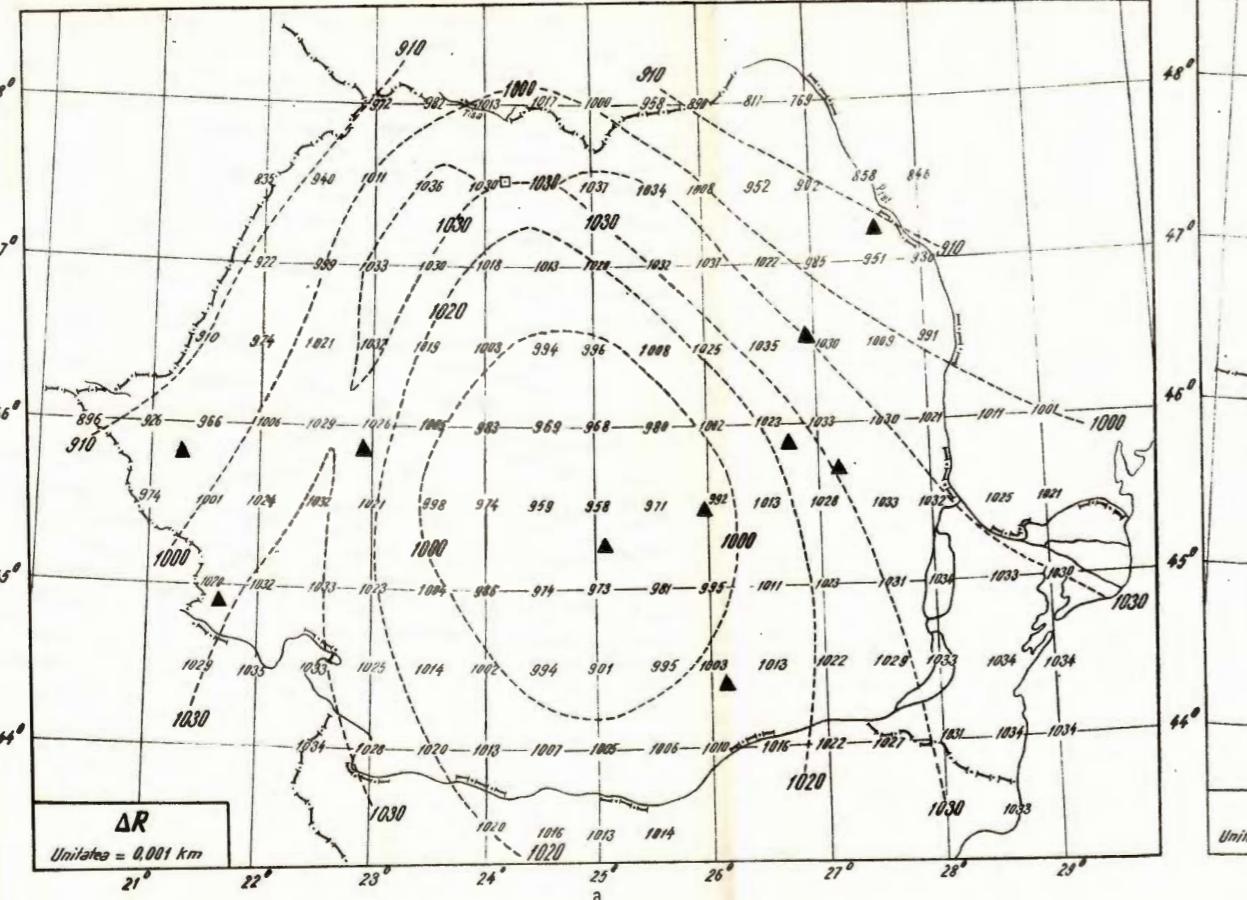


Fig. 4 - Distribuția erorilor ΔR (a), ΔT (b) și ΔH (c) pentru focarul din Banat (Timișoara)
Distribution des erreurs ΔR (a), ΔT (b) et ΔH (c) pour le foyer de Banat (Timisoara).

Cimpulung, pentru determinarea parametrilor focali din România. Această stație este situată la o distanță de 140 km de zona epicentrală, în direcția vest ($Az = 270^\circ$). Rețeaua de stații seismice din jurul zonei seismoactive conține 7 stații.

În perioada examinată de S a n t ó, 1964—1969, numai 21 de evenimente sînt date ca fiind produse în Vrancea. După determinările noastre, utilizînd datele tuturor stațiilor românești, numărul de cutremure cu magnitudine $\geq 4,2$ este aproape dublu.

Numărul de cutremure de magnitudine $\leq 4,2$ este și mai mare, dar parametrii focali ai acestora nu se pot determina totdeauna cu suficientă exactitate.

În România, pe lîngă regiunea din fața curburii Carpaților, există și alte zone seismic active puse în evidență pe baza datelor microseismice și anume: Banat, Cimpulung-Muscel, Maramureș și nordul Moldovei (Fig. 1, □).

În aceste regiuni s-au produs adesea cutremure cu efecte macroseismice.

Formularea problemei

Cele zece stații seismice care sînt în funcțiune în prezent, pe teritoriul României, sînt concentrate în cîteva zone limitate. Mari regiuni seismic-active rămîn în afara observațiilor instrumentale optime. De aici rezultă necesitatea instalării unor noi stații, corespunzător distribuite, care să ia în considerație toate zonele seismice menționate mai sus.

În acest context s-a adoptat un număr de puncte ca poziții de noi stații seismice și s-au estimat erorile în determinarea parametrilor cutremurilor (coordonatele epicentrice — ΔR , ora la origine ΔT și adincimea focalului ΔH). Pentru calcul, s-a utilizat același procedeu ca în lucrările anterioare (Iosif et al., 1972; Iosif, Skoko, 1972; Iosif, Iosif, 1974), bazat pe metoda elaborată de Sató (1965). Ecuatiile erorilor pentru localizarea epicentrului, adincimea focală și ora la origine sînt:

$$(X_k - X_0 - \delta_x)^2 + (Y_k - Y_0 - \delta_y)^2 + (Z_k - H_0 - \delta_h)^2 = V^2(T_k + e_k - \delta t)^2 \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

unde

k — este indicele stației,

X_k, Y_k, Z_k — sînt coordonatele stației seismice,

X_0, Y_0, H_0 — sînt coordonatele focarului,

T_k — durata de parcurs a undelor seismice,

e_k — eroarea orei de sosire la fiecare stație,

$\delta_x, \delta_y, \delta_h, \delta_t$ — erorile în localizarea focarului și orei la origine care rezultă din calcul,

V — viteza de propagare a undelor seismice.



Pentru calcul, s-au adoptat următoarele ipoteze :

1. Punctele de observație sunt situate la suprafața Pământului ($Z_k = 0$).
2. Viteza de propagare și adincimea focarului sunt constante.
3. Originea sistemului de coordonate coincide cu epicentrul real.
4. Toate stațiile înregistrează toate cutremurile.
5. Erorile de observație ε_k urmează distribuția gaussiană cu valoarea medie zero și deviația standard σ .

S-au determinat deviațiile standard ΔR , ΔT și ΔH (ΔR fiind suma vectorială a erorilor Δx și Δy ; x și y — coordonatele geografice ale epicentrului).

Criteriul de convenabilitate privind poziția unei noi stații este măsura în care se micșorează erorile de observație, în cazul cînd se instalează stația respectivă.

În acest scop s-au presupus 192 poziții de noi stații, adăugate retelei existente. Punctele sunt distribuite pe întregul teritoriu al țării, la intervale de $30'$ longitudine (≈ 40 km) și latitudine (≈ 55 km).

Calculele s-au efectuat pentru cinci regiuni seismic active. Pentru parametrii focali din fiecare regiune s-au adoptat următoarele valori :

TABELUL 1

	Regiunea	$\phi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}E$	H_{km}	V_P km/s
1	Nordul Moldovei	47 45	25 30	10	6,0
2	Maramureș	47 30	24 12	10	6,0
3	Banat (Timișoara)	45 30	21 05	10	6,0
4	Cimpulung	45,3	25,1	10	6,0
5	Vrancea				
	— focare adinci	45,6	26,6	120	7,8
	— focare normale	45,25	27,05	25	6,5

Rezultatele calculului

În figurile 2—4 sunt reprezentate distribuțiile erorilor ΔR , ΔT , ΔH pentru cutremurile care se produc în Moldova, Maramureș și Banat.

Contururile erorilor pentru primele două cazuri sunt curbe concentrice care se întind spre sud de epicentre.

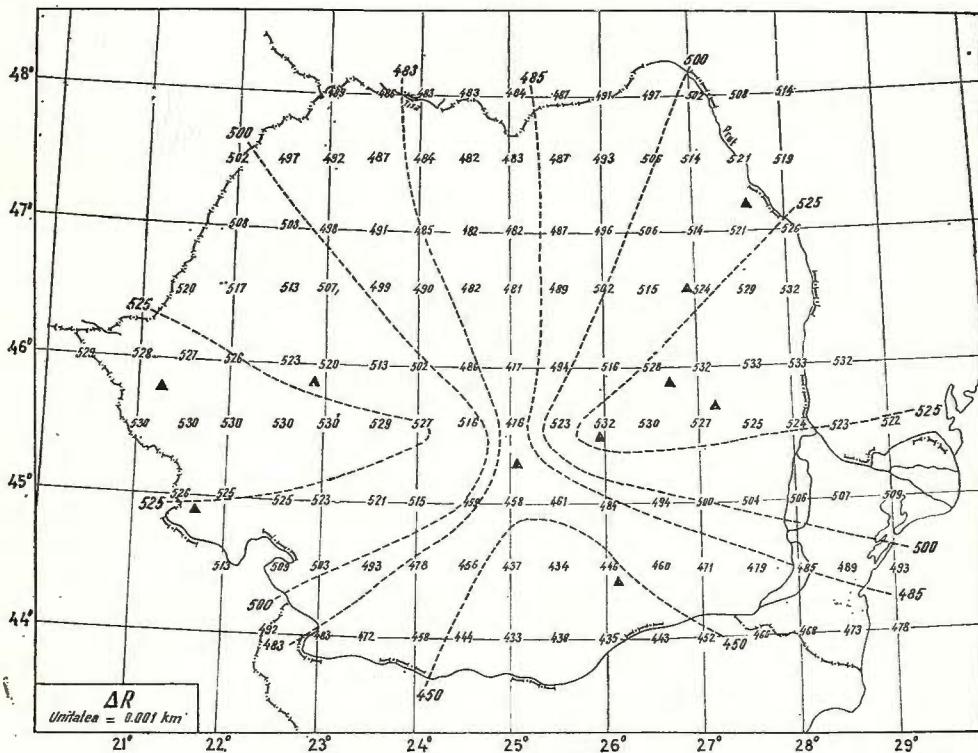
Distribuția erorilor ΔH și ΔT arată că acestea sunt mici în vecinătatea epicentrelor și se măresc cu creșterea distanței epicentrice. La distanțe mari mari, erorile încep din nou să descrească. Aceeași tendință se remarcă și pentru ΔR . Zona cu valori minime se află în partea sudică a epicentrelor pentru regiunea 1 și în NV și NE României pentru cutremurile maramureșene. Izolinile $\Delta H = 50$ (= 5,0 km) și $\Delta T = 200$ (= 0,2 s) înconjoară o zonă mai mică, în nordul țării.

Pentru șocurile produse în regiunea Timișoara, contururile erorilor au un aspect neregulat, similar atât pentru ΔR cât și pentru ΔH . Valorile minime se observă spre nord-vest.



Pentru a avea un tablou cuprinzător al distribuției erorilor parametrilor focali pentru toate regiunile seismic active de pe teritoriul României, reproducem din lucrarea noastră anterioară (Iosif, Iosif, 1974) rezultatele privind regiunile Cîmpulung și Vrancea.

Figura 5 arată distribuția erorilor în localizarea epicentrului ΔR pentru regiunea Cîmpulung. Se poate vedea că izoliniiile au formă particulară.



centrului, erorile ΔH și ΔT au valori mici, apoi cresc, atingind într-o zonă circulară un maxim, după care descresc continuu cu distanța.

Noi presupunem că zona cu valori maxime a erorilor este corelată cu porțiunea din jurul punctului de inflexiune al hodocronelor. Într-adevăr, pentru cutremurele adânci avem $T_h = \int_{r-h}^r dr/dv$. Hodocrona începe de laordonata T_h . Primul element al hodocronei (la $\Delta = 0$) este orizontal, $dT/d\Delta = 0$ iar unghiul de incidentă, $i = 0$.

Raza care pornește din focar sub un unghi de 90° este cea mai scurtă (Fig. 7 b). La distanțele epicentrice corespunzătoare cu $\Delta = \Delta_m$, $dT/d\Delta = 1/v$ are o valoare maximă, iar derivata secundă $d^2T/d\Delta^2$ are valoarea zero; hodocrona are un punct de inflexiune.

La distanțe foarte mici $\Delta \approx 0$, $dT/d\Delta \approx 0$, dar dT/dh are valoarea maximă. La $\Delta = \Delta_m$, $dT/dh \approx 0$ și $dT/d\Delta$ este maxim (Fig. 7 a).

Prin urmare rezultă că pentru a îmbunătăți precizia în determinarea adâncimii focale și orei la origine, amplasarea unei noi stații seismice trebuie să fie făcută în zone situate în afara punctului de inflexiune al hodocronei:adică stații foarte apropiate sau depărtate. În cazul cutremurelor din Vrancea trebuie adoptat criteriul stațiilor apropiate ($\Delta = 0$, $dT/d\Delta = \text{mic}$, $dT/dh = \text{mare}$).

Pentru mărirea preciziei în determinarea coordonatelor epicentrice (φ, λ) trebuie ca $dT/d\Delta$ să aibă valori mari și dT/dh valori mici. Această condiție e îndeplinită de stațiile amplasate în apropierea punctului de inflexiune.

Calculul unghiurilor de incidentă arată că punctul de inflexiune, pentru adâncimi de 140 km, este situat la o distanță epicentrică de $\approx 2^\circ - 2^\circ 5$.

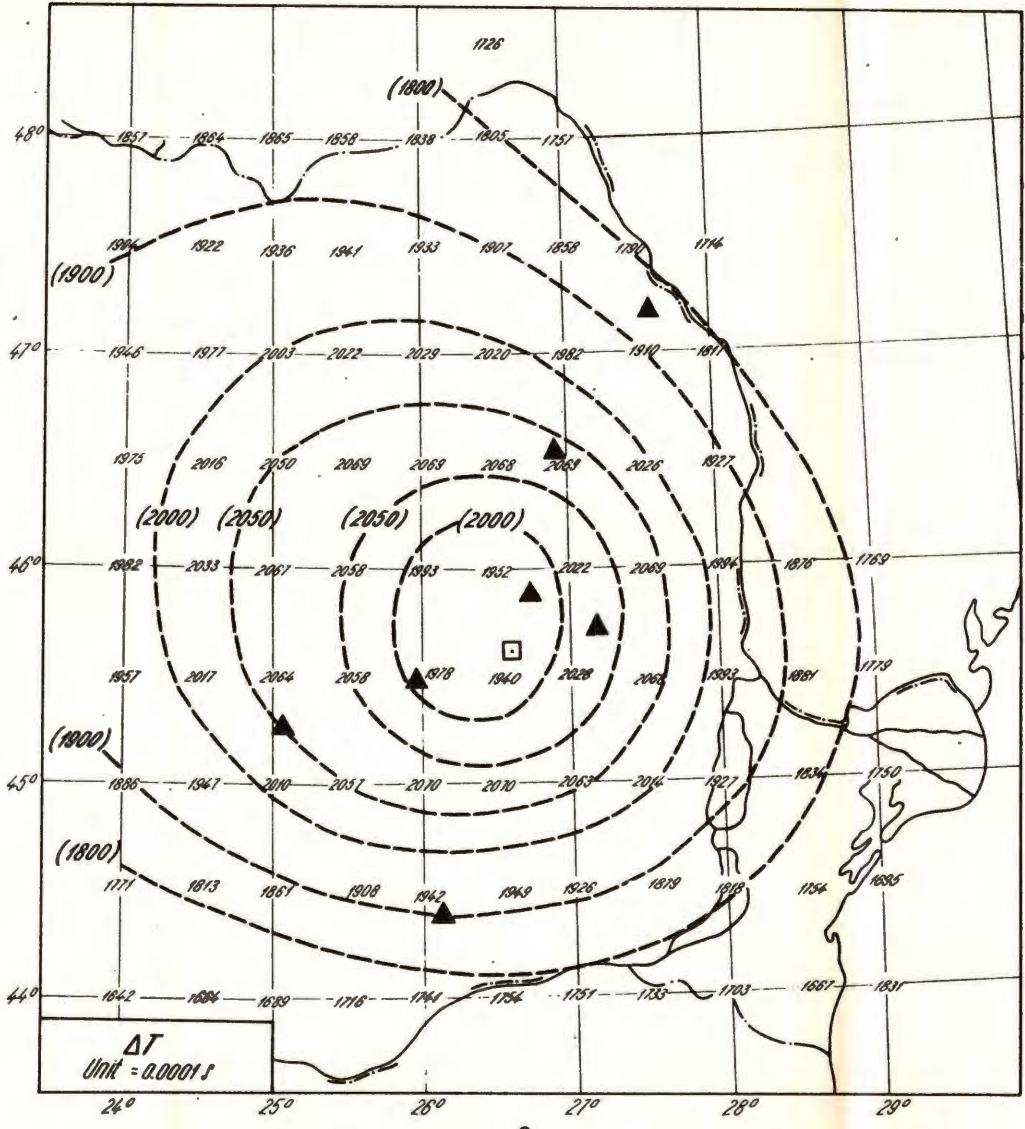
Regiunea cu erori maxime ale ΔH și ΔT rezultate în ipoteza adoptării unei viteze a undelor longitudinale de 7,8 km/s, este situată la distanțe de $1^\circ 5 - 2^\circ 0$.

Se pune problema dacă tabloul de mai sus al erorilor nu este o consecință a adoptării unei valori particulare pentru viteza undelor seismice. În acest scop am calculat un număr de patru noi variante luând pentru v_p și h diferite mărimi (tab. 2):

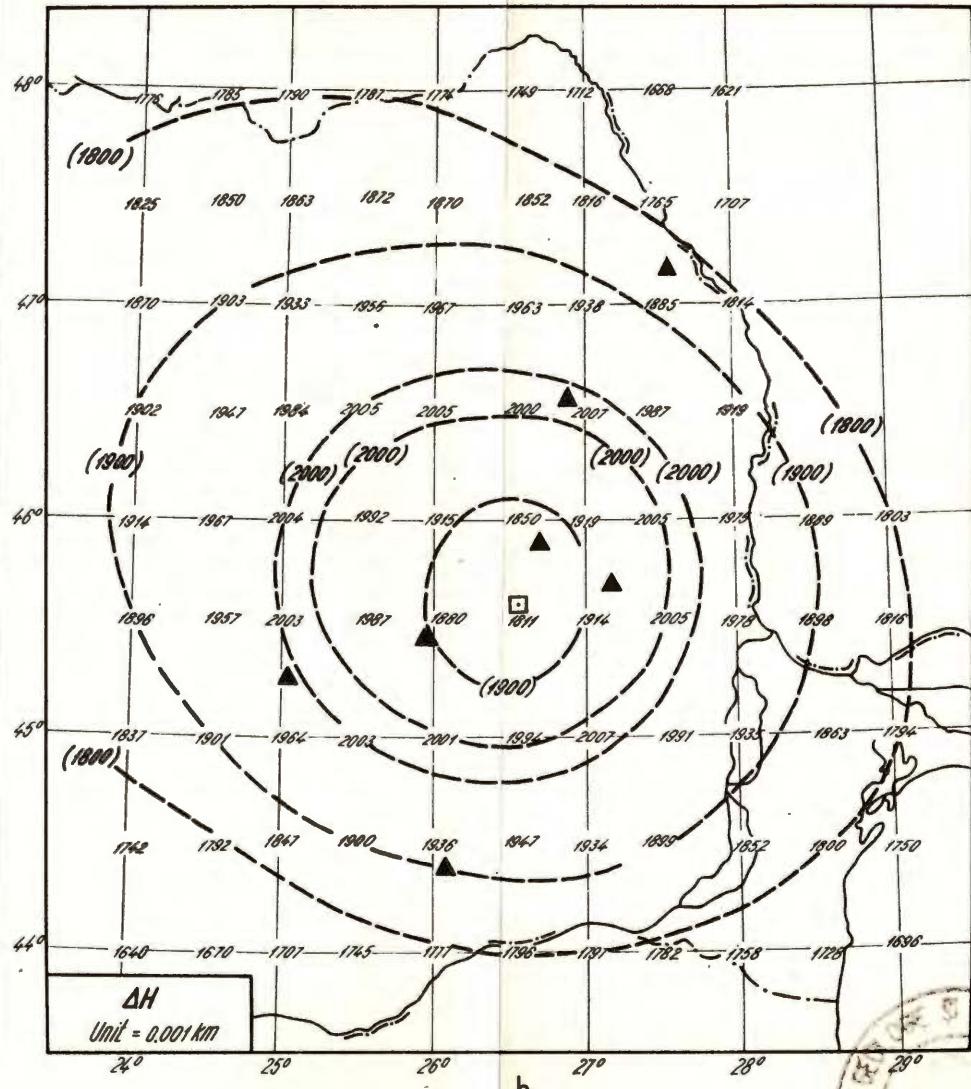
TABELUL 2

Cazul	h_{km}	v_p (km/s)	Erori maxime		
			$\Delta R(\text{km})$	$\Delta T(\text{s})$	$\Delta H(\text{km})$
0 (Fig. 6)	120	7,8	1,30	0,205	2,00
1	120	7,5	1,27	0,20	1,90
2	120	8,1	1,38	0,20	2,07
3	80	7,8	1,08	0,14	1,55
4	160	7,8	1,59	0,29	2,62





a



b

Fig. 6 - Distribuția erorilor ΔT (a) și ΔH (b) pentru fociul adinc din Vrancea.
 Distribution des erreurs ΔT (a) et ΔH (b) pour le foyer profond de Vrancea..
 Institutul Geologic al României



12/10/08
 BUCURESTI
 INSTITUTUL GEOLIC AL ROMÂNIEI

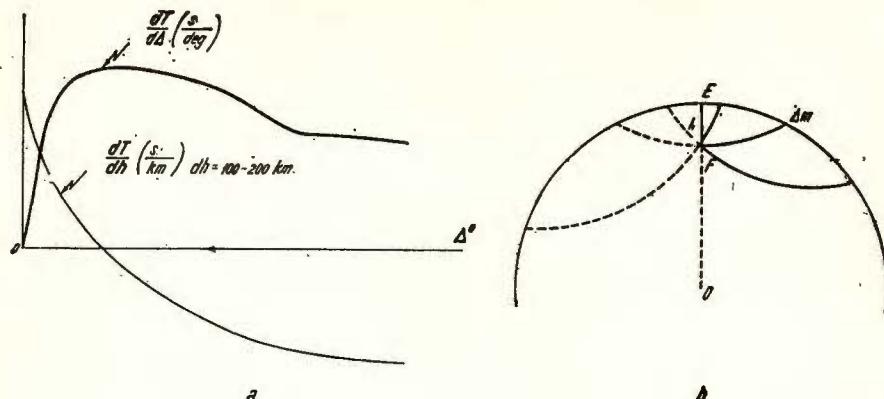


Fig. 7. — Derivatele $dT/d\Delta$ (s/grad) și dT/dh (s/km) pentru cutremurele adânci ($h = 100 - 200$ km), (a) și traseul razelor seismice (b).

Dérivées $dT/d\Delta$ (s/degré) et dT/dh (s/km) pour les tremblements de terre profonds ($h = 100 - 200$ km) (a) et le tracé des rayons sismiques (b).

Rezultatele obținute duc la următoarele concluzii (detalii-raport IGG, 1974) :

- a) Forma contururilor erorilor rămîne aproximativ aceeași pentru toate cazurile analizate.
- b) Zonele delimitate de izoliniile cu valori maxime ale erorilor ΔT și ΔH , care sunt curbe concentrice, se conțurează mai bine pentru adâncimi crescătoare ale focarelor și au tendința de a se situa la distanțe mai mari.
- c) Erorile ΔR și ΔH au valori care se măresc atât cu creșterea adâncimii focarului (la $h = 80$ km : $\Delta R = 1,08$, $\Delta H = 1,55$; la $h = 160$ km : $\Delta R = 1,59$, $\Delta H = 2,62$) cât și cu mărirea vitezei (pentru $v_p = 7,5$ km/s : $\Delta R = 1,27$, $\Delta H = 1,9$; pentru $v_p = 8,1$ km/s : $\Delta R = 1,38$, $\Delta H = 2,07$)
- d) Erorile ΔT cresc cu adâncimea focarului de la $\Delta T = 0,14$ pentru $h = 80$ km la $\Delta T = 0,29$ pentru $h = 160$ km, dar rămân invariabile la adoptarea diferitelor valori v_p .

Observații finale

Calculul erorilor parametrilor cutremurelor, cu epicentrele pe teritoriul României, arată că distribuția stațiilor seismice are o influență deosebită asupra preciziei determinării parametrilor focali. Figurile 2–6 dau o imagine generală privind punctele slabe ale rețelei actuale de observații în raport cu regiunile seismice active de pe teritoriul României.

În cazul cutremurelor puternice, informațiile sunt furnizate, în general, de multe stații distribuite pînă la mari distanțe epicentrice. Parametrii cutremurelor locale cu magnitudine mică, nu pot fi determinați decît pe baza observațiilor obținute de rețeaua locală. De aceea locali-

zarea stațiilor în zonele seismic active trebuie să fie astfel făcută, încit să ducă la mărirea preciziei determinării parametrilor focali.

Cercetarea de față oferă indicații asupra zonelor optime pentru amplasarea viitoarelor observatoare.

Cutremurile din Vrancea, care se produc cu o frecvență remarcabilă în interiorul unei arii epicentrale relativ mici, situată într-o regiune cu o tectonică foarte complexă (în zona de cvasiduplă juncțiune a plăcilor: Marea Neagră, Est-europeană, Transilvania și Valahia) prezintă o importanță deosebită. Producerea de cutremure puternice, cu importante efecte macroseismice, pe lângă caracteristicile amintite mai sus, ne îndreptățește să considerăm această zonă ca fiind indicată pentru efectuarea de observații speciale.

Mărirea preciziei în localizarea focarelor și corelarea poziției acestora cu tectonica regiunii, constituie una din problemele principale ale seismologiei. În acest sens, corelarea zonelor circulare, cu valori maxime ale erorilor ΔT și ΔH , cu portiunea din jurul punctului de inflexiune a hodocronei, oferă criterii suplimentare, care trebuie avute în vedere la alegerea locului pentru amplasarea de noi stații.

BIBLIOGRAFIE

- Gutenberg, B., Richter C. F. (1954), Seismicity of the Earth and Associated Phenomena.
- Iosif T., Skoko D., Sato Y. (1972) Optimum Distribution of Seismic Stations in Romania, *Bull. Int. Inst. Seism. Earthq. Engin.*, 9, 121–136, Tokyo.
- Skoko D. (1972) Optimization of New Station Positions for Vrancea and Cîmpulung Seismic Regions (Romania). *St. Tehn. Econ., Ser. D.* 10, II, 147–172, București.
 - Iosif S. (1974) Optimizarea distribuției stațiilor seismice în România, *St. Cerc. Geol. Geofiz. Geogr., Ser. Geofiz.* 12, 51–88, București.
- Santosh T. (1970) Regional Variation of the Passive Detectability of the Earthquakes in the World *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.* 48, 1107–1119, Tokyo.
- Sato, Y. (1969) Optimum Distribution of Seismic Observation Points, *Zisin*, 18, 1, Tokyo.
- Rothé J. P. (1969) The Seismicity of the Earth 1953–1965. UNESCO.

LE MEILLEUR EMPLACEMENT DE NOUVELLES STATIONS DANS LES RÉGIONS SISMIQUES DE ROUMANIE

(Résumé)

En vue de l'emplacement optimum de nouvelles stations sismiques afin d'améliorer la précision dans la détermination des paramètres du foyer on a adopté un nombre de points en tant que positions de nouvelles stations et on a calculé les erreurs des paramètres des trem-



blements de terre (les coordonnées de l'épicentre ΔR , l'heure à l'origine ΔT et la profondeur du foyer ZH).

Les calculs, fondés sur la méthode Monte Carlo, ont été effectués pour 5 régions sismiques actives de Roumanie : 1. Le nord de la Moldavie, 2. Maramureş, 3. Banat (Timișoara), 4. Cimpulung-Muscel et 5. Vrancea.

La distribution des erreurs des paramètres donne une image générale sur les points faibles de l'actuel réseau de stations sismiques. Les surfaces avec des valeurs petites pour les erreurs indiquent les zones à envisager pour le choix du lieu d'emplacement des nouvelles stations.

Pour les tremblements de terre profonds de Vrancea on a effectué une analyse détaillée, en corrélant les zones circulaires avec valeurs maximales des erreurs ΔT et ΔH , avec la portion autour du point d'inflexion de la hodochrone.





Institutul Geologic al României

STRUCTURA SCOARȚEI TERESTRE PE PROFILUL GALAȚI – ORADEA, DETERMINATĂ PRIN CERCETĂRI SEISMICE¹

DE

FLORIN RĂDULESCU, PETRE CONSTANTINESCU, ALEXANDRU POMPILIAN,
NICOLAE IBADOF, ADRIAN SOVA²

Abstract

Structure of the Earth's Crust on Galați–Oradea Profile Determined by Seismic Researches. The paper comments upon the seismic researches carried out on the 11-th International profile marked on the Romanian territory by Galați–Tîrgul Secuiesc–Cluj-Napoca – Oradea localities. The seismic section here presented shows the structure of the upper and lower crustal strata, as well as the Earth's crust as a whole. There has been pointed out a series of crustal blocks with different structural characteristics, which correspond to the geotectonic units crosscut by the seismic profile.

În perioada 1969–1974 studiile seismice privind structura scoarței terestre pe teritoriul României^{3,4} s-au desfășurat pe profilul internațional XI, jalonat de localitățile Galați–Tg. Secuiesc–Cluj-Napoca–Oradea (fig. 1).

Cercetările au fost proiectate în vederea urmăririi principalelor discontinuități seismice din scoarța terestră și anume :

- suprafața fundamentalui cristalin-orizont K_0 ;
- suprafața stratului crustal inferior („bazaltic”)–orizont K_1 (discontinuitatea Conrad);
- limita inferioară a scoarței terestre–orizont M (discontinuitatea Mohorovičić).

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului de geologie și geofizică din 18 aprilie 1975.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.

³ P. Constantinescu, F. Rădulescu, St. Pătruț. 1970, Arh. I.G.G., București.

⁴ F. Rădulescu, P. Constantinescu, A. Sova, A. Pompilian, N. Ibădof. 1974, Arh. I.G.G., București.



Metodologia observațiilor seismice a fost condiționată, în principal, de obiectivul geologic respectiv și de variațiile reliefului topografic. Astfel, urmărirea undelor seismice generate de suprafața fundației cristalin

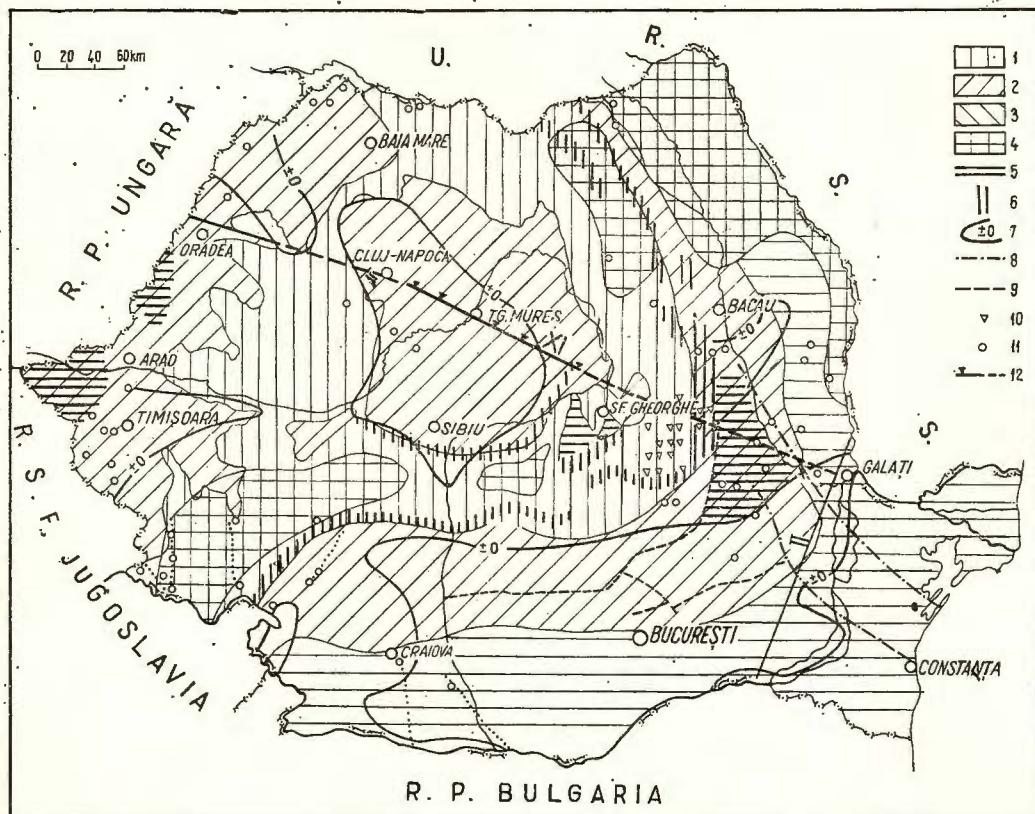


Fig. 1. — Schiță cu amplasarea profilului XI Galați—Oradea (fondul după Harta seismotectonică a României de L. Constantinescu et al., 1972).

1, regiuni cutate muntoase; 2, depresiuni; 3, zone de scufundare puternică; 4, zone de ridicare puternică; 5, subsidență pronunțată; 6, zone cu gradient orizontal puternic al mișcărilor verticale; 7, linii de contact al mișcărilor verticale; 8, falii crustale detectate geologic; 9, falii detectate seismic; 10, epicentre ale cutremurilor $h > 60$ km; 11, epicentre ale cutremurilor superficiale și de mică adâncime; 12, profil seismic pentru studiul scoarței terestre.

Esquisse avec l'emplacement du profil XI Galați—Oradea (le fond d'après la Carte sismotectonique de la Roumanie, par L. Constantinescu et al., 1972).

1, régions montagneuses plissées; 2, dépressions; 3, zones de fort affaissement; 4, zones de fort éhaussement; 5, subsidence accusée; 6, zones à gradient horizontal fort des mouvements verticaux; 7, lignes de contact des mouvements verticaux; 8, faille détectée par la méthode sismique; 10, épicentre des tremblements de terre $h > 60$ km; 11, épicentres des tremblements superficiels et de petite profondeur; 12, profil sismique pour l'étude de l'écorce terrestre.

și de limitele intermediare din scoarță terestră s-a realizat printr-o profilare continuă, longitudinală, cu un sistem de observație destul de detaliat. Este cazul sectorului de profil (Cojocna-Satu Nou) situat în Bazinul Transilvaniei, în lungime de circa 140 km, pe care punctele de explozie s-au plasat la distanțe de 15—20 km, iar observațiile seismice s-au efectuat pînă la circa 60 km de la acestea. Sistemul detaliat de observație a permis o corelare bună a undei frontale (P_0^k) generate de suprafața fundamentalului cristalin.

În zonele muntoase (Carpații Orientali, Munții Apuseni) nu a fost posibilă aplicarea profilării continue și s-a adoptat varianta înregistrărilor punctuale, pe dispozitive de înregistrare longitudinale și circulare. Trebuie menționat aici avantajul sondajelor circulare, care furnizează elementele poziționale ale orizonturilor reflectatoare (adîncime, înclinare, sensul înclinării).

Undele reflectate generate de baza scoarței terestre s-au corelat pe înregistrări longitudinale, plasate în zona critică, în intervalul 80—130 km de la punctul de explozie.

Echipamentul de înregistrare a undelor seismice a fost de joasă frecvență, compus din două stații seismice cu 48 canale și dublu sistem de înscriere, oscilografic și pe bandă magnetică. Receptorii seismici au avut frecvență de oscilație de 10 Hz. Prelucrările ulterioare ale benzilor magnetice s-au făcut prin îngustarea benzii de filtrare în domeniul 0—15 Hz.

Profilul XI, în lungime de aproximativ 510 km, traversează pe parcursul lui o serie de unități geologice majore ale țării noastre, cu caracter geotectonice proprii, ale căror elemente particulare considerăm că nu este necesar să le prezenta. Aceleași considerente ne-au determinat să nu mai menționăm principalele elemente furnizate de cercetările geofizice de-a lungul profilului. Discuția rezultatelor se va face tocmai în corelare cu interpretările geologice și geofizice anterioare.

DESCRIEREA SECȚIUNII SEISMICE

Secțiunea seismică a profilului XI (Galați—Oradea) este prezentată în figura 2. Ea ilustrează evoluția a trei nivele majore din cuprinsul scoarței terestre și anume: suprafața fundamentalului cristalin, discontinuitățile Conrad și Mohorovičić.

Aceste orizonturi seismice delimităzează cele trei strate ale crustei: complexul sedimentar; stratul crustal superior („granitic”); stratul crustal inferior („bazaltic”).

În cele ce urmează se va analiza evoluția orizonturilor intermedii (K_0 și K_1) și structura scoarței terestre în totalitate.

Orizontul seismic K_0

Evoluția acestei limite determină structura complexului sedimentar.

De la est către vest, secțiunea pune în evidență la acest nivel următoarele elemente structurale majore: zonă de maximă afundare din dreptul



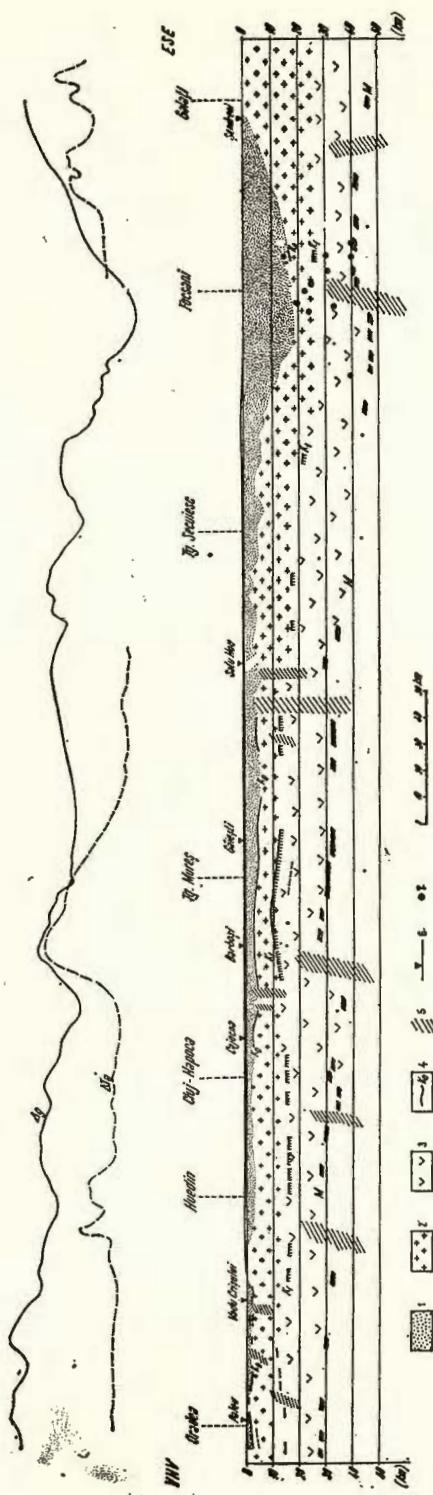


Fig. 2. — Secțiune seismică pe profilul XI Galați—Oradea (1, sedimentar; 2, strat crustal superior; 3, strat crustal inferior; 4, orizont seismic; 5, zonă de fractură; 6, punct de explozie; 7, focare ale cutremurilor din Vrancea).
Coupe sismique le long du profil XI Galati—Oradea (1, sédimentaire ; 2, strat crustale supérieure ; 3, couche crustale inférieure ; 4, horizon sismique ; 5, zone de fracture ; 6, point de tir ; 7, foyer des tremblements de terre de Vrancea).

localității Focșani (18 km); zona de afundare puternică de la est de Tg. Mureș (6,5 km); ridicarea orizontului în zona Barboși (la vest de Tg. Mureș, adâncime cca. 4,0 km); scufundarea limitei la est de Cojocna (adâncime 6 km); zona depresionară Vadu Crișului (adâncime cca. 2 km); ridicarea fundamentului și a depozitelor mezozoice în zona Aleșd (1,1 km adâncime); zona depresionară Tileagd (adâncime 2,4 km); zona de ridicare Ineu (adâncime 1,1 km).

Deci, complexul sedimentar, în măsura în care a fost determinat de cercetările noastre, apare cu grosimi foarte mari în avanfosa Carpatică pe aria depresiunii Focșani (cca. 18 km și chiar mai mult).

Grosimi mari (6,5 km) apar în Bazinul Transilvaniei, la est de Tg. Mureș (între cele două Târnave). În zona anomaliei geofizice complexe de la Pogăceaua (zona Barboși), complexul sedimentar este mai subțire (4,0 km).

Grosimi reduse ale sedimentarului (1,0–2,4 km) sunt prezente în nordul Munților Apuseni (pe valea Crișului Repede) și în Depresiunea Pannonică.

Orizontul seismic K_1

Această limită a fost interpretată ca reprezentând discontinuitatea Conrad, plasată între stratul crustal superior și cel inferior.

Structura acestei discontinuități apare ceva mai simplă datorită caracterului regional al observațiilor obținute de la acest nivel. Analizând-o tot de la est către vest se remarcă adâncimea mare (cca. 26 km) în zona Focșani, în comparație cu cea de la Galați (22 km). Maximul de afundare pare a se contura la circa 25 km vest de Focșani.

Către vest, limita prezintă o ridicare, situindu-se în dreptul punctului de explozie Satu Nou, la adâncimea de circa 18 km. În continuare, după un sistem de fracturi care afectează toate orizonturile seismice, limita K_1 are la periferia sud-estică a Bazinului Transilvaniei o poziție superioară (cca. 13 km). Se schițează apoi o largă zonă de afundare după care urmează o ridicare a orizontului (cca. 10 km adâncime) la vest de Tg. Mureș (zona Barboși). La vest de această ridicare majoră limita K_1 se afundă, atingând la Cluj-Napoca adâncimi de 15–16 km.

Pe aria Munților Apuseni structura orizontului pare a fi liniștită, aproximativ orizontală, cu adâncimi de circa 16 km (la Huedin). La vest de Huedin limita suferă o ușoară ridicare, ajungând la Oradea la adâncimi de 14 km.

Scoarța terestră

Secțiunea seismică pune în evidență existența unei cruste terestre de tip continental, caracteristică zonelor geosinclinale (Carpații Orientali) și masivelor mediane (Depresiunea Pannonică). Între aceste subtipuri se plasează crusta din Bazinul Transilvaniei cu o structură generală de tranziție.



În estul profilului, pe aria promontoriului nord-dobrogean și apoi în avanfosa Carpațică, crusta terestră prezintă valori specifice zonelor de platformă.

Către vest discontinuitatea Mohorovičić (orizontul M) se afundă brusc prin intermediul unei fracturi, înregistrând adâncimi de 48–49 km. În plin domeniu orogenic sunt posibile adâncimi ceva mai mari, însă lipsa datelor de observație nu a permis precizarea poziției orizontului.

Trebuie menționat faptul că în această zonă (Carpații Orientali) datorită unor condiții seismogeologice nefavorabile plasate, probabil, la baza scoarței, informațiile seismice (cât și cele seismologice) au fost cu totul sporadice. Arcul carpatic se comportă ca un ecran în procesul de propagare al undelor seismice. Analiza hărților macroseismice ale seismelor intermediare a indicat existența unor anomalii în distribuția intensității seismice, în sensul unor atenuări ale undelor seismice în direcția Bazinului Transilvaniei.

În continuare, către vest, crusta suferă o subțiere considerabilă: în zona marginală Carpaților (în dreptul punctului de explozie Satu Nou) s-a determinat o grosime de circa 35 km. Trecerea de la orogenul carpatic la Bazinul Transilvaniei se face prin intermediul unor fracturi ce afectează întreaga secțiune a crustei și care au constituit, probabil, căile de migrație ale magmelor care au generat erupțiunile neogene.

În cuprinsul Bazinului Transilvaniei se evidențiază o subțiere progresivă a crustei terestre pînă într-o zonă situată la vest de Tg. Mureș (Barboși), unde se înregistrează grosimea cea mai redusă (cca. 28 km).

Mai spre vest este prezentă o compartimentare a crustei prin intermediul a trei zone de faliere. Între Tg. Mureș și Cluj-Napoca se separă un sector cu grosimi de circa 36 km iar în continuare pînă la Huedin un alt sector cu grosimi mai reduse (cca. 30 km). La vest de Huedin grosimea crustei terestre este de 32–33 km, după care spre vest se micșorează treptat atingînd la Oradea valori de 27 km.

În afara orizonturilor seismice principale descrise mai sus (M , K_1 , K_0) s-au pus în evidență și alte contraste seismice, atât în partea superioară a crustei cît și în baza ei, la nivelul trecerii la mantaua superioară.

Astfel, în Bazinul Transilvaniei cercetările noastre au urmărit unde seismice (P_2^k și P_3^k) generate de limite plasate în stratul crustal inferior. Corelarea lor s-a realizat numai pe porțiuni relativ reduse, astfel că nu a fost posibilă o valorificare cantitativă a datelor de observație. Un alt inconvenient a fost legat de lipsa unor informații asupra vitezelor de propagare la adâncimi mari corespunzătoare poziției acestor limite.

În mod cu totul aproximativ s-a construit orizontul intermediar K_2 , situat în zona Tg. Mureș la adâncimi de circa 17 km. Interesant este faptul că și limita respectivă indică o ridicare în această zonă⁵.

În nordul Munților Apuseni (sector Vadu Crișului-Oradea), cercetările seismice au identificat o undă intermediară (P_1^k) din stratul crustal

⁵ F. Rădulescu, P. Constantinescu, D. Enescu, A. Sovă, A. Pompilian, N. Ibadof, 1973, Arh. I.G.G., București.



superior, care este urmărită și în Depresiunea Pannonică, pe teritoriul Ungariei.

În sectorul Cojocna-Cluj-Năpoaca, în zona de trecere de la Depresiunea Transilvaniei la Munții Apuseni, sondajele circulare au pus în evidență un al doilea contrast seismic situat în baza crustei terestre.

INTEGRAREA REZULTATELOR ÎN CADRUL INFORMAȚIILOR GEOLOGICE ȘI GEOFIZICE ANTERIOARE

Structura crustei terestre de-a lungul profilului XI prezintă o serie de particularități legate de geotectonica de ansamblu a unităților traversate. Ea se integrează în imaginea generală a unei cruste de tip continental ale căror caractere au fost stabilite de cercetările seismice executate și în alte zone ale Globului (de ex. în Ucraina).

Pentru o sistematizare a prezentării nivelului actual de cunoaștere geologică și geofizică a crustei terestre, în cele ce urmează tratarea se va face separat pe unități geologice.

Avanfosa Carpatică

Caracterul acestei unități este imprimat, în principal, de subsidență puternică prezentă pe aria depresiunii Focșani. Grosimea sedimentarului este de circa 18 km, într-o zonă situată pe flancul estic al depresiunii, nu departe de axul acesteia⁶.

Gravimetric, zona de subsidență este caracterizată de prezența unei importante anomalii negative.

Demnă de remarcat este grosimea redusă a stratului crustal superior (stratul „granitic”), de circa 8 km la est de Focșani. Către Galați, grosimea acestui strat se mărește considerabil, ajungînd în extremitatea estică a profilului la valori de aproape 22 km (orizontul K_0 este plasat aici la adâncimi sub 1 km).

Curbele Δg și ΔT_a prezintă de la vest către est valori anomale crescătoare. Anomalia Bouguer conține în principal efectul ridicării orizontului K_0 pe această direcție. Considerăm că în această zonă, efectul variațiilor de grosime a stratelor crustale („granitic” și „bazaltic”) este conținut într-o proporție redusă în alura anomalilor gravimetrice și aeromagnetice.

Grosimea stratului crustal inferior (stratul „bazaltic”) este de circa 15 km imediat la est de Focșani, iar în zona Galați (și pe profilul internațional II), de 24 km. Îngroșarea din această regiune se realizează pe seama adâncirii orizontului M .

Crusta terestră, în totalitate, apare structurată în această parte a profilului într-un sector central cu grosime mai mică, mărginit de două compartimente cu grosime mai mare. Trecerea de la un sector la altul se face prin intermediul unor fracturi crustale. Cea vestică (din dreptul

⁶ P. Constantinescu, D. Enescu, F. Rădulescu, St. Pătruț, G. Raportaru. 1971. Arh. I.G.G., București.



localității Focșani) coincide cu linia structurală de ordinul I(G_2), determinată de Gavăt et al. (1963), reprezentând prelungirea vestică a faliei Peceneaga-Camena.

Distribuția focarelor seismelor din regiunea Vrancea indică existența unei zone seismice Benioff cu o înclinare ce se accentuează cu adâncimea⁷. Fractura menționată se plasează în cadrul acestei zone seismice. Din lipsa datelor de observație falia a fost trasată numai la nivelul limitei M; este posibil ca ea să se prelungească către suprafață, în zona focarelor seismice superficiale.

Fractura estică (de la cca 15 km vest de Galați), cu o săritură de 4 km, are un corespondent magnetic și aeromagnetic. Ea se suprapune fracturii crustale pe care s-au insinuat eruptiunile paleozoice (linia Peceneaga-Pechia-Borzești) care în sectorul dobrogean se confundă cu falia Peceneaga-Camena. Variația cîmpului magnetic (ΔT_a) pune în evidență în această zonă o anomalie pozitivă, legată de acest material eruptiv bazic.

Orogenul Carpatic

În acest domeniu lipsesc datele referitoare la grosimea complexului sedimentar din care cauză nu se poate estimă dezvoltarea stratului crustal superior.

Stratul crustal inferior are o grosime de cca 20 km (la est de Tg. Secuiesc) ce se micșorează către vest ajungind la 17 km în dreptul punctului de explozie Satu Nou.

Discontinuitatea Mohorovičić prezintă valori de adâncime mari (47–48 km) determinate doar în sectorul marginal extern. Lipsesc datele din zona centrală și cea internă a orogenului carpatic.

Studiile efectuate asupra anomaliei izostatice (Socolescu et al., 1964), calculată pe baza reducerilor în sistemul Airy—Heiskanen indică o îngroșare a crustei în această regiune, cu valori maxime de 37–47 km, funcție de formulele utilizate. Comparativ cu zona din fața Carpaților se remarcă diferențe de grosime de 4–13 km.

Anomalia Bouguer indică o creștere regională către vest a valorilor din zona minimului cartat pe aria depresiunii Focșani, în concordanță cu ridicarea stratului crustal inferior și subțierea crustei terestre.

Trecerea de la domeniul cutat la Bazinul Transilvaniei se face prin intermediul unor fracturi crustale⁸ detectate și gravimetric, corespunzătoare liniilor structurale de ordinul I: G_{12} , G_7 , G_8 (Gavăt et al., 1963).

Una din falii (ce se suprapune liniei G_{12}) afectează întreaga secțiune a crustei, generând în zona adiacentă (Bazinul Transilvaniei) o serie de modificări ale constituției stratelor crustale.

⁷ C. Radu Contribution à l'étude de la seismicité de la Roumanie et comparaison avec la seismicité du bassin méditerranéen et en particulier avec la seismicité du Sud-Est de la France. 1974, Thèse de docteur, Strasbourg.

⁸ P. Constantinescu, D. Enescu, F. Rădulescu, A. Sovă, G. Piscupescu. 1972, Arh. I.G.G., București.



Cercetările anterioare (S o c o l e s c u et al., 1963, 1964) au stabilit existența, pe aria Carpaților Orientali, a unei fracturi complexe de tipul celei descrise de Benioff (numită fractură de fundament a Carpaților Orientali) în zona de inflexiune a suprafeței Mohorovičić. Argumentele geologice sunt legate de manifestările magmatice din zona deformării respective. Ramificația vestică a acestei fracturi corespunde, probabil, faliei determinate de cercetările noastre.

Bazinul Transilvaniei

Elementul structural major este reprezentat de subțierea crustei terestre și ridicarea stratului inferior în centrul bazinului. Presupusă inițial de S o c o l e s c u et al. (1963 ; 1964) pe baza analizei anomaliei izostatice și de C r i s t e s c u et al.⁹ pe baza anomaliei cîmpului magnetic total, ea este confirmată de rezultatele cercetărilor noastre. Ridicarea maselor crustale bazice din zona Pogăceaua-Miceștii de Cimpie se reflectă și în poziția fundamentalui cristalin (K_0).

Gradientul de scădere a valorilor Δ_t din vestul anomaliei de maxim (Pogăceaua) confirmă existența unor accidente tectonice în crusta superioară (la nivelul orizonturilor K_0 și K_1).

Curba ΔT_a are o alură asemănătoare, scăderea anomaliei fiind însă mult mai pronunțată (cca. 300 γ). Cercetătorii anteriori presupun existența unui corp eruptiv bazic în zona centrală a bazinului. Rezultatele cercetărilor noastre precizează ridicarea stratului bazaltic din zona Pogăceaua, stabilind astfel natura dublei anomalii geofizice. Nu este exclusă, însă, existența unor eventuale corpuri eruptive superficiale a căror punere în loc să fi fost favorizată de sistemele de fracturi evidențiate la nivelul tuturor discontinuităților. Poziția acestor fracturi coincide de altfel cu o serie de maxime magnetice (ΔZ), legate de erupțiuni neogene, de-a lungul liniei Beclan-Pogăceaua-Dumbrăveni (G a văt et al., 1963).

Anomalia regională de minim gravimetric Ceanu Mare-Turda-Aiud corespunde îngroșării sedimentarului din această zonă¹⁰ (est Cojocna). Efectul se cumulează datorită adincirii suprafeței stratului crustal inferior și îngroșării crustei terestre.

Munții Apuseni

Structura crustală a acestei unități geologice este dominată de prezența a trei blocuri crustale de grosimi diferite. Delimitarea lor se face printr-o serie de accidente ce apar pe secțiunea seismică (fig. 2).

Regional, excludând blocul situat între Cluj-Napoca și Huedin, crusta terestră prezintă, de la est către vest, o reducere a grosimii. Dacă la Cluj-Napoca aceasta este de 35 km la Oradea crusta are o grosime de 28 km.

⁹ T. Cristescu, A. Stefănciu. 1965, Arh. M.M.P.G., București.

¹⁰ M. Visarion, E. Ali-Mehmed, V. Lăzărescu, Ruxandra Stefănescu, Caliopi Dumbravă. 1970, Arh. I.G.G., București.



La vest de Huedin stratul crustal inferior are o tendință de ridicare către suprafață. Această tendință se reflectă și în creșterea regională a valorilor anomaliei Bouguer.

Elementele locale ale anomaliei gravimetrice caracterizează structura complexului sedimentar. În zona vestică menționăm anomalia pozitivă de la Aleșd, care corespunde unei ridicări a fundamentului cristalin, și anomalia negativă de la Tileagd ce reflectă îngroșarea formațiunilor sedimentare.

În sectorul Vadu Crișului—Cluj-Napoca lipsesc datele referitoare la evoluția fundamentului; singurele indicații se limitează la aparițiile de sisturi cristaline din zona Ciucea.

Curba ΔT_a prezintă în domeniul Munților Apuseni o evoluție nesemnificativă. Singurele anomalii apar în dreptul localității Huedin. Una din ele se coreleză cu erupțiunile banatitice ale masivului Vlădeasa. În baza crucei pare a se contura o fractură care poate fi legată de aceste erupțiuni.

În porțiunea centrală a domeniului muntos crusta terestră prezintă grosimi de circa 32 km (zona Ciucea).

Grosimile reduse ale crucei sub Munții Apuseni, în comparație cu cele de sub Carpații Orientali, confirmă ipoteza care atribuie acestui domeniu orogenic de pe aria geosinclinalului alpinocarpatic o structură crustală proprie (Ciocîrdelean et al., 1969).

Depresiunea Pannonică

Extremitatea vestică a profilului XI se plasează pe aria acestei depresiuni. Crusta terestră din această regiune prezintă o structură asemănătoare celei determinate pe teritoriul R. P. Ungarie (Mituchen, Pogány, 1971). Diferențele care apar la nivelul stratului crustal inferior se datorează vitezelor medii diferite utilizate la construirea discontinuității Conrad.

Caracteristica generală a acestei unități geologice este grosimea redusă a crucei terestre (27–28 km); aceasta se realizează pe baza reducerii grosimii ambelor strate crustale.

BIBLIOGRAFIE

- Ciocîrdelean R., Socolescu M. (1969) L'évolution de l'écorce terrestre en Roumanie. *Rev. Roum. Géol. Géophys. Géogr.*, Sér. Géophys. 13, 1, Bucarest.
- Constantinescu L., Cornea I., Enescu D. (1972) Structure de la croûte terrestre en Roumanie d'après les données géophysiques. *Rev. Roum. Géol. Géophys. Géogr.*, Sér. Géophys. 16, Bucarest.
- Cornea I., Lăzărescu V. (1975) Seismotectonic Map of the Romanian Territory. *St. Tehn. Econ., Ser. D*, 10, 3, 291–298, București.



- Constantinescu P., Cornea I., Lăzărescu V. (1974) Recent seismic information of the Lithosphere in Romania. *Proc. of 14th Sess. Europ. Seism. Commis.*, Trieste.
- Davydova N. I., Kosminskaya I. P., Kapustian N. K., Michota G. G. (1972) Models of the Earth's Crust and M-Boundary. *Z. Geophys.*, 38, 3, 369—393, Würzburg.
- Enescu D., Cornea I., Constantinescu P., Rădulescu F., Pătruț St. (1972) Structura scoarței terestre și a mantalei superioare în zona curburii Carpaților. *St. Cerc. Geol. Geofiz. Geogr. Ser. Geofiz.* 10, 1, București.
- Gavăt I., Airinei St., Botezatu R., Socolescu M., Stoenescu Sc., Vencov I. (1963) Structura geologică profundă a teritoriului R.P.R. *St. Cerc. Geofiz.*, 1, 1, București.
- Guterch A., Materzok R., Pajchel J. (1975) Seismic Structure of the Moho Discontinuity in the Region of the Foresudetic Monocline. *St. Tehn. Econ. Ser. D.*, 10, 2, 351—359, București.
- Socolescu M., Popovici D., Visarion M. (1963) Suprafața Mohorovičić în Carpații Orientali și Bazinul Transilvaniei rezultată din date gravimetrice. *St. Cerc. Geofiz.*, 1, 1, București.
- Popovici D., Visarion M., Roșca V. (1964) Structure of the Earth's crust in Romania as based on the gravimetric data. *Rev. Roum. Géol. Géophys., Sér. Géophys.*, 8, Bucarest.
- Sollohub V., Cekunov A. (1975) Types of Crustal Models on an Example from Ukraine and Adjacent Seas. *St. Tehn. Econ., Ser— D.*, 10, 3, 261—264, București.
 — (1968) Seismic Studies of Deep Crustal Fracture. *AN. USSR*, Kiev.
- Cekunov A. (1973) Tipizatia razrezov zemnoi korii Ukrainsk i sporedelnih reghionov. *Gheofiz. sb., AN USSR*, 54, 3—6, Kiev.
- Volvoski I. S. (1973) Seismiceskie issledovaniia zemnoi korii v SSSR. *Nedra*, Moskva.
 — (1971) Stroenie zemnoi korii centralnoi i iugo-vostocinoi Evropy (po dannim vzrivnoi seismologii). *Naukova dumka*, Kiev.

LA STRUCTURE DE LA CROÛTE TERRESTRE SUR LE PROFIL GALAȚI-ORADEA, DÉTERMINÉE PAR DES RECHERCHES SISMIQUES

(Résumé)

Le travail présente les principaux résultats des recherches sismiques exécutées sur le profil XI, Galați—Tîrgu Secuiesc — Cluj Napoca-Oradea.

La coupe sismique rédigée montre l'évolution de trois niveaux majeurs de la croûte terrestre, notamment : la surface du soubassement cristallin (horizon K_0), la discontinuité



Conrad (horizon K_1) et la limite inférieure de la croûte (la discontinuité Mohorovičić — horizon sismique M).

La croûte terrestre apparaît le long du profil sismique comme étant constituée d'une série de blocs, à structures différentes, qui correspondent en général aux unités géotectoniques traversées par le profil.

Les recherches sismiques ont permis la mise en évidence des principales lignes de dislocations qui délimitent les blocs crustaux respectifs et qui sont corrélées avec les informations géologiques et géophysiques antérieures.



NOI ASPECTE STRUCTURALE ÎN ZONA PALAZU MARE OBȚINUTE PRIN VALORIZIFICAREA MĂSURĂTORILOR SEISMICE¹

DE
SEVER SPĂNOCHE²

Abstract

New Structural Aspects in the Palazu Mare Zone Obtained by Revaluation of the Seismic Measurements. The paper present the results obtained during the seismic research by the refraction method carried out in the Palazu Mare zone. There are given more characteristic seismic sections, which point out the morphology of the basement of the researched zone, as well as the structural relationships between the different behaviours of the rocks. On the basis of the obtained data a new hypothesis of interpretation is advanced as regards the structural belonging of the Palazu Mare iron deposit, at the same time being specified a number of tectonical accidents which outline the economic interest of the zone. The paper provides also with information regarding the Jurassic formations located in the ore deposit hanging wall.

Primele informații cu privire la prezența mineralizației de fier de la Palazu Mare le deținem din anul 1951, ca urmare a măsurătorilor magnetice regionale executate la sol (Arianei, 1955). Urmează un amplu program de cercetări geofizice și lucrări de foraj care au condus la evidențierea importantei mineralizații de fier din fundalul cristalin; totodată s-au stabilit o serie de rezultate cu privire la aspectul morfologiei fundamentului și la compoziția sa petrografică, la extinderea, zonei mineralizate și altele referitoare la regimul hidrogeologic.

Studii recente arată că deși conținutul de fier al mineralizației nu este prea mare, datorită volumului de rezerve se poate considera că la Palazu Mare există un mare zăcămînt de fier. În cadrul reexaminării posibilităților de valorificare a acestei mineralizații s-a arătat necesitatea efectuării unor noi cercetări pentru determinarea cu mai mare precizie a struc-

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului de geologie și geofizică din 27 mai 1975.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



turii cuverturii sedimentare și a soclului cristalin, a domeniului ocupat de zona mineralizată și a dispoziției spațiale a calcarelor jurasice carstificate.

În acest scop a fost aplicată și metoda seismică, prin lucrări de teren efectuate în vara anului 1974; rezultatele obținute fac obiectul prezentei comunicări.

Considerații asupra alcăturii geologice

Situată în vecinătatea zonei de contact a Masivului central-dobrogean cu Platforma sud-dobrogeană, două unități structurale majore (M u t i h a c, I o n e s i, 1974), zona Palazu Mare cuprinde în bază formațiuni vechi de vîrstă anteproterozoică și proterozoică care alcătuiesc funda-mentul regiunii, peste care sunt dispuse formațiuni mezozoice și terțiare (I a n o v i c i et al., 1961).

Studiile geologice efectuate, cuprindând și rezultatele obținute din 23 foraje situate pe aria anomaliei magnetice, au permis stabilirea caracterelor petrografice, stratigrafice și structurale precum și conturarea par-țială a zăcământului.

Ipotezele de interpretare emise plasează zăcământul de la Palazu Mare în Dobrogea sudică, fie că se admite existența liniei de incălcare Capidava-Ovidiu, fie falia Palazu, într-o poziție mai sudică.

Soclul Dobrogei de sud a fost interceptat numai prin foraje, la alcătuirea lui luând parte șisturile cristaline mezozonale și formațiunea șisturilor verzi. Ridicarea sa cea mai mare se află în zona Palazu Mare unde șisturile cristaline se găsesc la adîncimea medie de 550 m. În cadrul acestora au fost separate un complex inferior alcătuit din gnaise granitice, unul median (complexul amfibolic care cuprinde seria feruginoasă) și com-plexul metamorfic superior. Șisturile verzi au fost întlnite în sudul zăcă-mântului, direct peste șisturile cristaline, unde au o grosime de aproxima-tiv 370 m, sau în vecinătatea localității Cocoșu, avind o dezvoltare mult mai mare.

Dispuse discordant peste șisturile verzi și cele cristaline, calcarele jurasice reprezintă termenul cel mai vechi al formațiunilor mezozoice traversate de foraje. Ele apar la zi în nordul zăcământului, afundindu-se către sud, unde sunt acoperite de formațiuni mai noi, cretacice și terțiare.

Din punct de vedere structural menționăm existența accidentului tectonic de pe valea Carierii, orientat NV—SE, în lungul căruia sunt puse în contact direct șisturile verzi din compartimentul nordic cu calcarele jurasice din sud. Considerată pe baza rezultatelor unor lucrări de foraj și confirmată apoi de C i o c î r d e l și P a t r ü l i u s (1951), falia Capidava-Ovidiu a fost extinsă de la Ovidiu pînă în vest, la Dunăre, prin cercetări geofizice (A i r i n e i, 1955; B o t e z a t u, B a c i o i u, 1957). Într-o interpretare mai nouă se arată că falia Capidava-Ovidiu nu ar prezenta importanță care i s-a atribuit, considerindu-se că accidentul major care separă Dobrogea centrală de cea sudică s-ar plasa la nivelul dislocației Palazu (M u t i h a c, I o n e s i, 1974).

Se știe că șisturile verzi din Dobrogea centrală se dezvoltă foarte mult în adîncime; forajul de la Mihai Viteazu a fost oprit la 1720 m în



această formațiune iar măsurările seismice de refracție de pe aliniamentul Cogealac - M. Kogălniceanu au indicat o grosime de cel puțin 1400 m a șisturilor verzi (Constantinescu, Spâncuhe, 1967; 1970). De asemenea forajul de la Cocoșu a traversat această formațiune pe un interval mai mare de 850 m.

Existența șisturilor cristaline la cca 550 m adâncime în zona Palazu Mare indică cea mai mare ridicare a fundamentului în acest sector, în comparație cu șisturile verzi de la nord de falia Capidava-Ovidiu, precum și cu fundamentalul din Dobrogea sudică.

În această situație se conturează o nouă posibilitate de interpretare cu privire la apartenența structurală a zăcământului de la Palazu Mare. Păstrând caracterul de horst al Dobrogei centrale (Murgea, 1955-fide Airei, 1955) și considerind că și în sud există același tip de raporturi între șisturile cristaline și cele verzi, ca în zona faliei Peceneaga-Camena, unde fundamentalul încalecă spre nord depozitele paleozoice și triasice din sinclinalul Cirjelari-Camena (Mrazec, Pasca, 1912; Macovei, 1912), zona Palazu Mare poate fi atribuită Dobrogei centrale, contactul dintre cele două unități dobrogene realizându-se pe o altă linie decit Capidava-Ovidiu, care ar trece pe la sudul zăcământului.

Rezultatele cercetărilor seismice din Dobrogea, efectuate în anii 1961, 1964 și 1974, aduc o serie de argumente în sprijinul acestei ipoteze.

Cercetări seismice pentru determinarea morfologiei fundamentalui

Schița din figura 1 prezintă amplasamentul profilelor pe care s-au efectuat măsurările seismice. În primii ani ai cercetării prospecțiunea seismică a avut un caracter regional, executându-se profilele de bază ale căror aliniamente au măsurat distanțe de ordinul zecilor de km, orientate N-S și E-V. Lucrările recente au avut un grad de detaliu mai mare, căutând în principal să stabilească pentru zona zăcământului Palazu Mare noi aspecte cu privire la morfologia fundamentalui, verificarea existenței unor falii și compartimente litologice în cadrul zăcământului, precum și a zonelor mai compacte de la suprafața calcarelor jurasiche.

Metoda de lucru a fost corelarea continuă a undelor refractate cu puncte de observație situate la echidistanță de 40 m. Interpretarea măsurătorilor s-a bazat pe studiul caracteristicilor cinematice și dinamice ale undelor înregistrate atât în domeniul primelor sosiri și cât în sosirile ulterioare.

Sistemul de observație adoptat a permis urmărirea continuă a undei frontale de la suprafața fundamentalui zonei cercetate. Aceasta a apărut pe înregistrări la distanțe de 2–4 km de punctul de generare, prezentând viteze aparente mai mari de 5 km/s, net diferențiate de cele ale undelor refractate pe orizonturile situate în cuvertura sedimentară.

Totodată a fost posibilă și valorificarea unei unde frontale cu viteză aparentă mai mică, care a furnizat informații cu privire la suprafața calcarelor jurasiche.



La determinarea adincimilor acestor orizonturi s-a folosit metoda intersecției fronturilor de unde, considerindu-se vitezele medii (prin formațiunile acoperitoare) obținute din prelucrarea înregistrărilor efectuate în forajele din zonele Palazu Mare și Cocoșu.

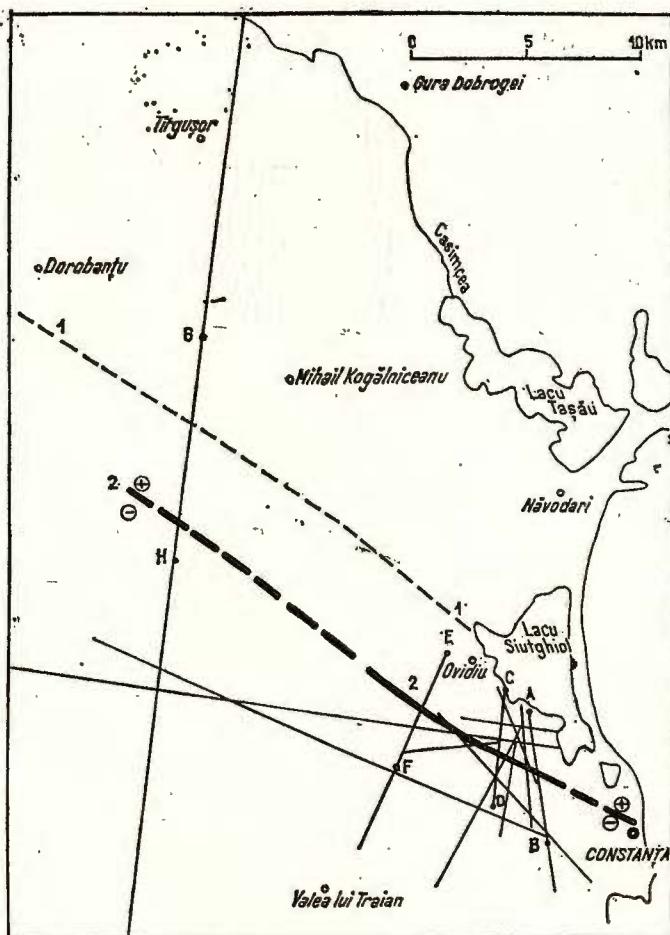


Fig. 1. — Schiță cu amplasamentul dispozitivelor de măsurători seismice.
1, traseul faliei Capidava—Ovidiu ; 2, fractură de adâncime determinată
prin cercetări seismice.

Esquisse avec l'emplacement des dispositifs de mesurages sismiques.
1, le tracé de la faille Capidava—Ovidiu ; 2, fracture de profondeur détermi-
née par recherches sismiques.

Secțiunea seismică obținută pe aliniamentul *A—B* marchează o zonă centrală ridicată, care coboară ușor spre N și S (fig. 2).

Orizontul seismic respectiv se corelează cu suprafața șisturilor cristaline, interceptată de forajele din zona centrală. Spre sud s-a pus în evi-

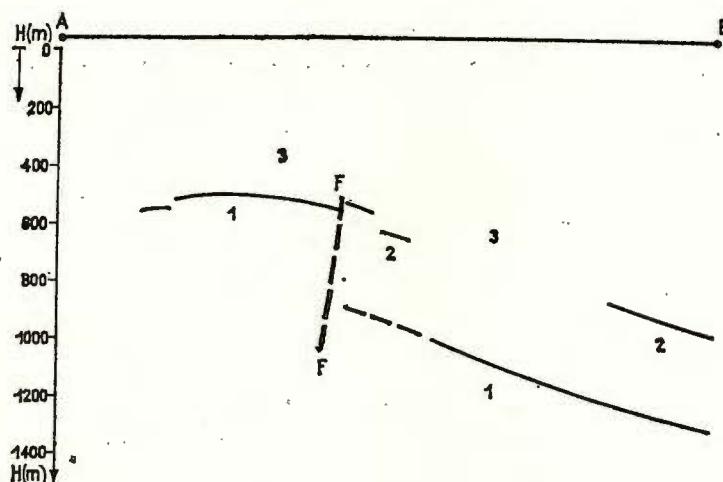


Fig. 2. — Secțiune seismică pe aliniamentul *A—B*.

1, șisturi cristaline; 2, șisturi verzi; 3, cuvertura mezozoică și terțiară;
F, zonă de fractură.

Coupe sismique sur l'alignement *A—B*

1, Schistes cristallins; 2, schistes verts; 3, couverture mésozoïque
et tertiaire; F, zone de fracture.

dentă prezența unei falii care aduce în contact direct șisturile cristaline cu formațiunea șisturilor verzi și o puternică coborâre a orizontului situat la suprafața fundamentului cristalin, care în vecinătatea orașului Constanța ajunge la 1200—1300 m adîncime.

Aceeași structură a fost obținută și pe aliniamentul *C—D* (fig. 3). Aici, anume în parte centrală, regăsim orizontul șisturilor cristaline la nivelul —460 m, valoarea cea mai mică determinată în întreaga zonă cercetată.

O situație mai puțin clară apare pe aliniamentul *E—F* (fig. 4). Pe acest profil s-au obținut adîncimi mult mai mari atât pentru suprafața șisturilor verzi, care ajung la adîncimi de 1000 m, cit și pentru orizontul de adîncime plasat în sudul faliei *F* (1900 m). Prin analogie cu secțiunile *A—B* și *C—D*, considerăm că acest ultim orizont ar reprezenta suprafața șisturilor cristaline, pe cind pentru orizontul situat în nordul faliei există argumente care ar arăta posibilitatea apartenenței sale de suprafața șisturilor verzi. În această situație aliniamentul respectiv ar delimita spre vest domeniul de ridicare a formațiunilor cristaline din zona Palazu Mare, care s-ar închide periclinal prin șisturi verzi.

Secțiunea seismică din figura 5, care prezintă rezultatele obținute pe o porțiune a profilului executat prin centrul Dobrogei, între Rîmnicu de Jos la N și Negru Vodă la S, pare să confirme această interpretare. În plus ea aduce și informații suplimentare în legătură cu raporturile structurale din zona faliei Capidava-Ovidiu.

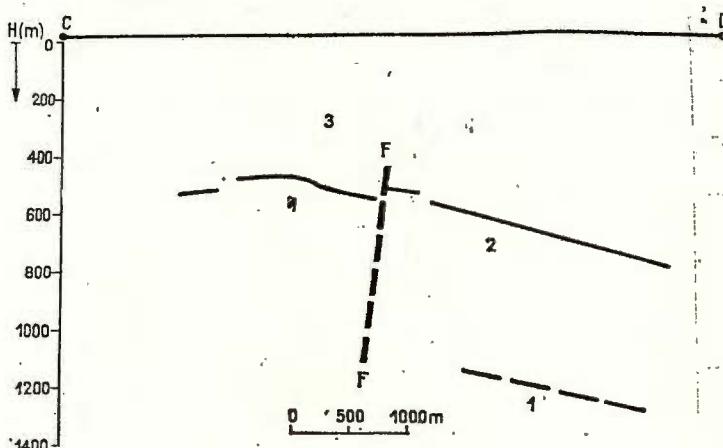


Fig. 3. — Secțiune seismică pe aliniamentul C—D
1, șisturi cristaline; 2, șisturi verzi; 3, cuvertura mezozoică și terțiară;
F, zonă de fractură.

Coupe sismique sur l'alignement C—D.
1, schistes cristallins ; 2, schistes verts ; 3, couverture mésozoïque et ter-
tiaire ; F, zone de fracture.

După cum remarcăm, orizontul plasat la suprafața șisturilor verzi, urmărit continuu pe acest profil la adincimi foarte mici, din dreptul localității M. Kogălniceanu începe să coboare treptat către sud, traversează zona faliei Capidava-Ovidiu fără să o pună în evidență și se menține la o adincime medie de 500 m pînă în dreptul dealului Agi-Cabul. Aici suntem în prezență unui puternic accident tectonic, la sud de care se obține un orizont seismic adînc, analog celui determinat pe aliniamentele considerate anterior.

Corelarea rezultatelor seismice de adîncime cu cele de foraj, precum și considerarea zonelor seismice anomale din punct de vedere dinamic în care s-au obținut indicații cu privire la existența unor accidente tectonice, a permis realizarea unei schițe structurale la nivelul formațiunilor fundamentalui zonei Palazu Mare (fig. 6).

Harta su izobatele acestui orizont, trasate la echidistanță de 20 m, marchează un compartiment central ridicat, flancat la N, S și E prin falii. Orizontul șisturilor cristaline coboară pe direcția sud-est, de la nivelul -460 m, pînă la -580 m, prezentînd totodată o tendință de coborîre,

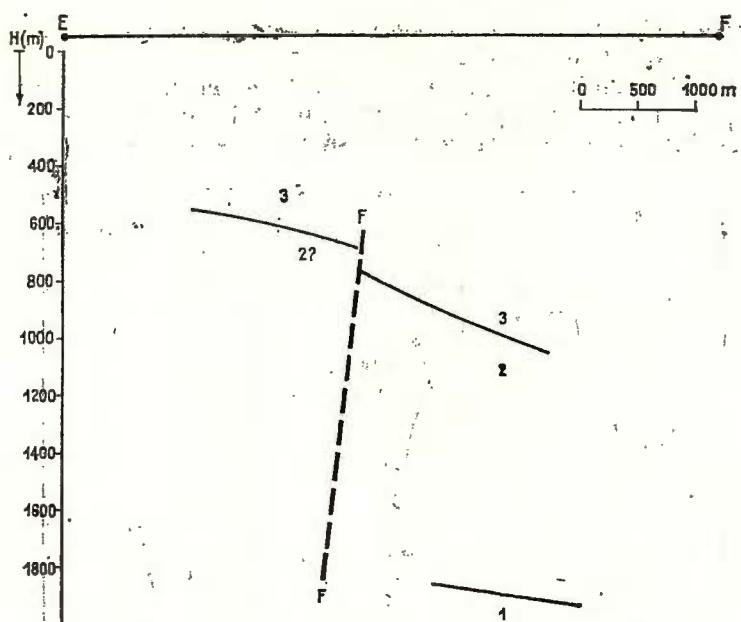


Fig. 4. — Secțiune seismică pe aliniamentul E—F
 1, șisturi cristaline; 2, șisturi verzi; 3, cuvertura mezozoică și terțiară;
 F, zonă de fractură.

Coupe sismique sur l'alignement E—F
 1, Schistes cristallins ; 2, schistes verts ; 3, couverture mésozoïque et ter-
 tiaire ; F, zone de fracture.

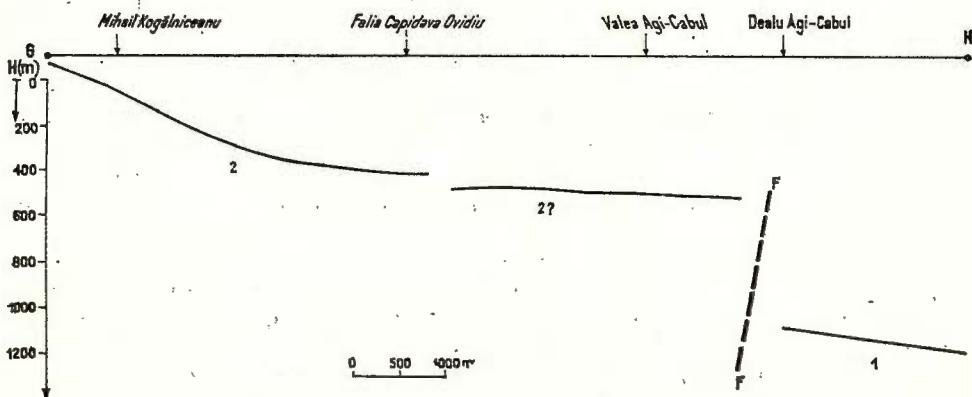


Fig. 5. — Secțiune seismică pe aliniamentul G—H
 1, șisturi cristaline; 2, șisturi verzi; 3, cuvertura mezozoică și terțiară; F, zonă de fractură.
 Coupe sismique sur l'alignement G—H

1, schistes cristallins ; 2, schistes verts ; 3, couverture mésozoïque et tertiaire ; F, zone de fracture.

atât în partea nordică, cât și în cea sudică a zăcământului, care dă structurii respective un aspect de creastă.

În nordul zonei investigate se coreleză pe mai multe profile zona de fractură F_2 după care urmează o coborîre a limitei. Aceasta poate reprezenta aici suprafața șisturilor cristaline, însă nu este exclusă și posibilitatea

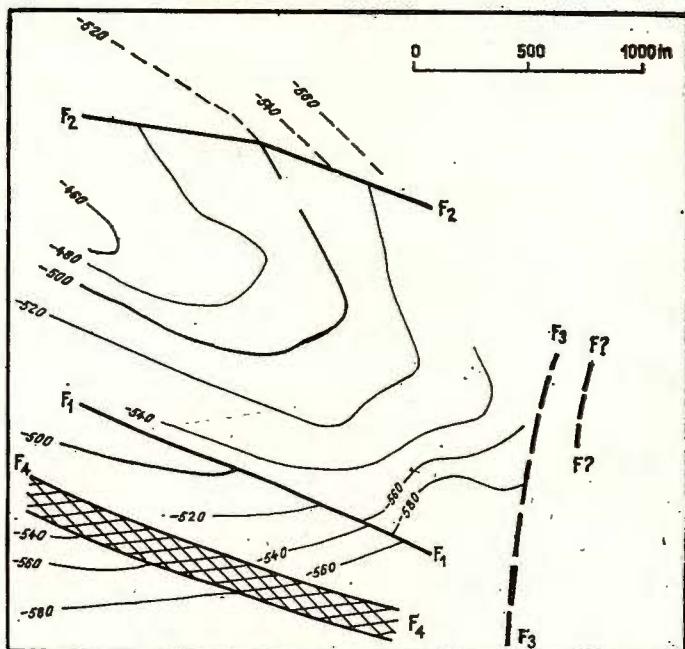


Fig. 6. — Schiță structurală la suprafața formațiunilor din fundamentul zonei Palazu Mare.

Esquisse structurale à la surface des formations du soubassement de la zone de Palazu Mare.

apartenenței la un alt orizont litologic (gnaise granitice sau mai probabil șisturile verzi).

În zona sudică delimitarea șisturilor cristaline subiacente calcarelor jurasice se face prin accidentul F_1 , la sud de care compartimentul constituit din șisturi verzi este mai elevat cu 30—40 m; în continuare se remarcă aceeași tendință de coborîre spre sud.

De asemenea s-a evidențiat și falia F_4 , plasată imediat la sud de F_1 și probabil în strînsă legătură cu aceasta; de-a lungul acestui accident compartimentul sudic apare mai coborît, uneori cu 20 m, fiind constituit tot de orizontul șisturilor verzi care au fost interceptate prin forajul de la Cocoșu.

Remarcăm totodată că la sud de falia F_4 regimul seismic se modifică substanțial, apărînd unde reflectate și frontale la timpi mai mari, care evi-

dențiază prezența unui orizont seismic mai profund. Deși nu s-a putut realiza o corelare continuă a undelor de la acest orizont, determinările de adâncime indică valori de cel puțin 1500–2000 m. Probabil orizontul respectiv se plasează la suprafața fundamentului de sisturi cristaline având adâncimi asemănătoare cu cele determinate pe aliniamentul care traversează zona dealului Agi-Cabul (fig. 5).

În această accepțiune zona faliilor F_1 și F_4 dobindește o importanță mult mai mare, avind semnificația unui accident major care se corelează cu cel semnalat în secțiunea G–H; direcția acestuia ar coincide dincolo de Dunăre, în Platforma Valahă, cu regiunea Tăndărei.

Presupunem că la est zona centrală de sisturi cristaline se extinde pînă în dreptul faliiei F_3 și a satelitului său estic, după care sunt indicații cu privire la o coborîre accentuată a orizontului urmărit.

Asupra semnificației unor rezultate seismice cu privire la structura formațiunilor jurasice

Cu toate că sistemul de observație adoptat nu a făcut posibilă urmărirea continuă a orizontului plasat la suprafața calcarelor jurasice, s-a reușit evidențierea acestuia pe o zonă relativ largă, care cuprindă mai ales partea centrală a zăcămîntului.

Harta cu izobate (fig. 7) evidențiază o zonă centrală mai elevată, cuprinsă între curbele de nivel cu valorile –20 și –30 m; la est și sud

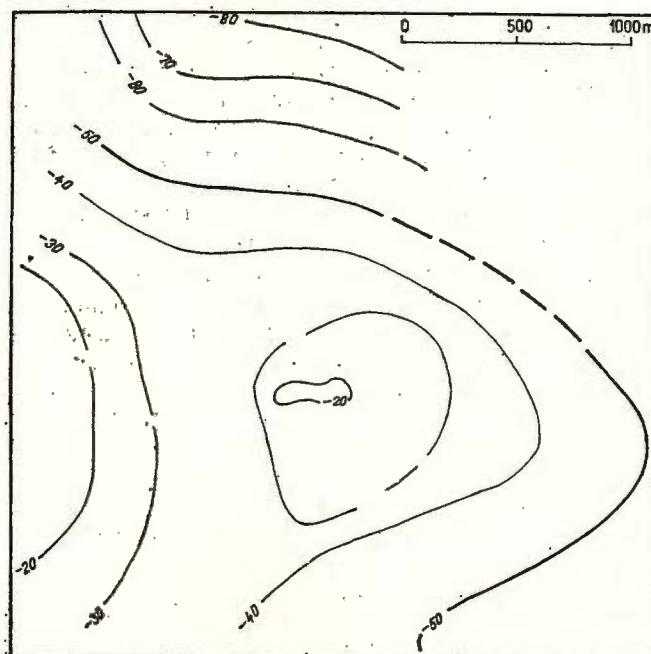


Fig. 7. — Hartă cu izobate la intrarea în calcarale jurasice, rezultat al măsurătorilor seismice de adâncime.

Carte avec isobathes à l'entrée dans les calcaires jurassiques, rédigée par suite des mesurages sismiques de profondeur.

de aceasta, orizontul respectiv coboară pînă la -50 m, iar spre nord ajunge la -80 m.

La nivelul acestei limite nu se observă prezența unor accidente tectonice deși în sud am obținut adîncimi pînă la -250 m pentru același orizont (zona movilelor Anadalchioi), iar cele două foraje de la Valul lui Traian, cu o distanță de numai 2 km între ele, interceptează acest orizont la adîncimi sensibil diferite (-365 m, respectiv -148 m).

Un important rezultat s-a obținut din distribuția valorilor vitezei de limită de pe suprafața calcarelor jurasice. În general ele sunt cuprinse în intervalul 4200–4500 m/s, însă a fost evidențiată și o zonă în care valurile de viteză ajung pînă la 4800 m/s; aceasta se extinde în partea nord-estică a zonei, pe o suprafață de aproximativ 2,5 Km² și de formă aproape circulară. Ea coincide în bună parte cu zona de maximă compactizare a calcarelor jurasice evidențiată prin interpretarea complexă a datelor gravimetrice și electrometrice.

CONSIDERAȚII FINALE

Cercetarea seismică efectuată la Palazu Mare a adus o serie de informații în legătură cu morfologia fundamentului din zona centrală, cercetată prin foraje și din sectoarele adiacente zăcămîntului.

Delimitîndu-se compartimentul ridicat central cuprins între liniile F_1 , F_2 și F_3 , s-a determinat o suprafață mai mare decît cea estimată pînă în prezent, unde mineralizația poate fi întlnită la adîncimi mai mici de 550 m. Din acest punct de vedere apare, ca deosebit de interesantă, zona vestică unde fundamentul ocupă poziția cea mai elevată, precum și o zonă situată în partea sudică a zăcămîntului, pînă în dreptul aliniamentului faliei F_1 , care a fost evidențiată și trasată pe baza măsurătorilor noastre.

Cu privire la existența unor compartimente diferite în cadrul zăcămîntului se poate considera că s-a reușit o confirmare parțială a acestora pe baza măsurătorilor seismice. Evidențierea liniei F_2 care separă sisturile cristaline de cele verzi (situate în sud) și a faliei F_3 cu satelitul său estic reprezintă argumentele respective.

Alte rezultate aduse prin cercetarea seismică se referă la cunoașterea reliefului și a gradului de compactizare a calcarelor jurasice. Deosebit de interesantă apare în această direcție localizarea unei zone în care se presupune o compactizare mai mare și unde ar exista condiții optime pentru amplasarea viitoarelor lucrări miniere de deschidere a zăcămîntului. De asemenea, s-au obținut o serie de rezultate privind formațiunile din imediata vecinătate a suprafetei, stabilindu-se grosimea depozitelor cuaternare, sarmațiene și cretacice.

Corelarea tuturor rezultatelor cu cele obținute din cercetarea seismică anterioară a făcut posibilă obținerea unor informații suplimentare cu privire la structura de ansamblu a zonei. Dintre acestea menționăm în primul rînd existența liniilor F_1 și F_4 , care, împreună, separă în nord o zonă în care fundamentul cristalin este cel mai ridicat. La sud de aceste falii regăsim orizontul formațiunilor cristaline la adîncimi mult mai mari.



În nordul și vestul zăcământului, în porțiunea cuprinsă între falia Capidava-Ovidiu și linia F_2 , singurele informații obținute se referă la adîncimea mai mare a formațiunilor din fundamente, comparativ cu aria centrală a zonei Palazu Mare.

Neavînd rezultate care să confirme continuarea vestică a liniilor F_1 și F_2 , nu se poate face o interpretare fundamentată nici cu privire la evoluția pe direcție a faliei Capidava-Ovidiu și a raporturilor care există între zona cu fundamente ridicat de la Palazu Mare și regiunile învecinate. Pentru aceasta se impun cercetări suplimentare cel puțin în zona cuprinsă între falia Capidava-Ovidiu, forajul de la Cocoșu și partea vestică a sectorului explorat prin foraje de la Palazu.

În ipoteza că rezultatele care se vor obține nu vor confirma existența faliei majore Capidava-Ovidiu va trebui acordată o importanță mult mai mare zonei de accident tectonic F_1 și F_4 , probabil de natura celei atrăbuite dislocației Palazu.

În acest caz domeniul Dobrogei centrale cu șisturile verzi care închid pericinalul ridicarea de șisturi cristaline de la Palazu Mare s-ar prelungi pînă la zona de accident tectonic major evidențiat prin lucrările seismometrice, la sud de care fundamentele cristalin se regăsește la adîncimi mult mai mari.

BIBLIOGRAFIE

- Airinei, S. (1955) Cercetări magnetice regionale în Dobrogea, Moldova de S și estul Cîmpiei Române, *Bul. Științ. Acad. RPR, Secț. Științ. Biol. — Agronom. — Geol. — Geogr.*, VIII, nr. 1. București.
- Botezatu, R., Băcioiu, T. (1957) Anomalie gravitației în Dobrogea centrală, *Bul. Științ. Acad. RPR, Secț. Geol. — Geogr.*, II, 2. București.
- Ciocirdei, R., Patrulius, D. (1951) Contribuții la cunoașterea geologiei regiunii Canara-Năvodari (jud. Constanța), *Bul. Științ. Acad. RPR, Secț. Geol. — Geogr. — Biol.*, fasc. 2. București.
- Constantinescu, P. Spănoche, S. (1967) Unde continuu refractate și unde de schimb PSP în înregistrările seismice din Dobrogea centrală (zona șisturilor verzi), *Stud. Cerc. Geol., Geogr., Geofiz., Ser. Geofiz.*, 5, 2. București.
- Spănoche S. Scurtu, F.I. (1970) Utilizarea undelor seismice continuu refractate pentru stabilirea distribuției de viteze în Dobrogea centrală, *Stud. Tehn. Econ. Ser. D*, nr. 7 București.
- Ianovici, V., Giușcă, D., Mutihac, V., Mirăuță, O., Chiriac, M. (1961), Privire generală asupra geologiei Dobrogei, *Asoc. geol. Carpațo-balcanică, Ghidul excursiilor*, D., București.
- Macovei G. (1912) Observații asupra liniei de încălcare Peceneaga-Camena, *D. S. Inst. Geol. Rom.*, III, București.



- Mrazec L., Pascu R. (1912) Asupra liniei de incălcare Peceneaga-Camena, *D. S. Inst. Geol. Rom.*, III, București.
 Mutihac V., Ionesi L. (1974) Geologia României. *Ed. Tehn.*, București.

NOUVEAUX ASPECTS STRUCTURAUX DANS LA ZONE DE PALAZU MARE OBTENUS PAR LA VALORISATION DES MESURAGES SISMIQUES

(Résumé)

La zone de Palazu Mare présente une importance économique particulière, du fait du gisement de fer cantonné dans son soubassement ; celui-ci a été mis en évidence par les travaux géophysiques et de forage antérieurs.

Afin d'examiner les possibilités de faire valoir le gisement, de nouveaux travaux ont été récemment entrepris, parmi lesquels des mesurages sismiques de détail. Les résultats de ces recherches font l'objet du présent article.

Du point de vue géologique, la zone de Palazu Mare est située près de la faille Capidava—Ovidiu, le long de laquelle on admet que deux unités structurales majeures de la Dobrogea viennent en contact : la zone centrale formée de schistes verts et la Dobrogea méridionale.

Le soubassement n'affleure guère dans la zone de Palazu Mare, mais il est connu des forages, étant constitué de schistes cristallins mésozonaux (Palazu Mare) et de schistes verts (Palazu Mare, Cocoșu), placés à des profondeurs variables, sur un intervalle d'environ —500 m et —800 m ; le soubassement est surmonté d'une manière discordante par un empilement de dépôts sédimentaires, mésozoïques et tertiaires. Au nord de la faille Capidava-Ovidiu les schistes verts occupent une position beaucoup plus élevée et présentent des épaisseurs très grandes, les recherches sismiques dans la Dobrogea centrale indiquant des valeurs plus grandes que 1400 m (résultat confirmé également par les travaux de forage).

Les travaux sismiques de réfraction ont apporté une série d'informations sur la morphologie et la profondeur des formations dans le soubassement. La méthode de travail a été la corrélation continue des ondes réfractées, avec points d'observation placés tous les quarante mètres et avec points de tir à environ 2 km. L'interprétation des mesurages est fondée sur l'étude des caractéristiques cinématiques et dynamiques des ondes enregistrées autant dans le domaine des premières arrivées qu'aussi dans les arrivées ultérieures. Pour les déterminations de vitesse on a employé les mesurages exécutés en deux forages de cette zone et pour celles de profondeur des constructions ont été exécutées à l'aide de la méthode de l'intersection du front de l'onde.

Dans la figure 1 est présenté le schéma de la distribution des alignements sur lesquels on a effectué ces mesurages et dans ceux justement suivants (fig. 2, 3, 4, 5), quelques coupes sismiques représentatives.

Sur direction N—S on distingue la zone d'exhaussement des schistes cristallins, qui abrite la minéralisation, le contact méridional de celle-ci avec la formation des schistes verts, de même que l'affaissement très accusé de l'horizon des schistes cristallins du sud de la zone de Palazu Mare, le long d'une importante ligne de fracture.



La corrélation sur direction des zones dans lesquelles a été mis en évidence cet accident tectonique avec les résultats obtenus sur l'alignement G—H (fig. 5), où l'on constate un affaissement continu de la surface des schistes verts, sans être marquée la présence du contact entre la Dobrogea centrale et celle méridionale du droit de la faille Capidava—Ovidiu, nous a imposé de considérer une autre position pour la zone respective de contact, placée quelque plus au sud (fig. 1, ligne 2).

Dans cette situation, on peut admettre que la zone de Palazu Mare appartient au Massif central dobrogén, à savoir à une zone plus élevée ; l'exhaussement se manifeste autant pour les schistes cristallins, qu'aussi bien pour ceux verts qui semblent fermer périclinalement les premiers.

Dans la figure 6 sont présentés les résultats sismiques acquis dans la zone centrale du glissement. Les isobathes pour la surface des formations du soubassement marquent une zone centrale, élevée, de type crête, sur direction approximative ONO, flanquée au nord, sud et est par des failles.

Les résultats sur la morphologie de la surface des calcaires jurassiques sont présentés dans la figure 7. On constate que les profondeurs de cet horizon sont comprises entre —20 et —80 m, plus grandes vers le nord, les accidents tectoniques mentionnés plus en haut étant absents. Dans le cadre de la surface étudiée on a délimité une zone à grandes valeurs de vitesses limite, qui correspond à une compaction élevée des calcaires.



17
CĂLĂTORIE LA TURDA
ÎN 1903
DIN PERSPECTIVA
UNUI GEOLOG
MODERN



Institutul Geologic al României

**APLICABILITATEA METODELOR FLECTRICE LA LOCALIZAREA
MINERALIZAȚIILOR DE SULFURI POLIMETALICE ASOCIAȚE
MEZOMETAMORFITELOR DIN CARPAȚII ORIENTALI (ZONA
PÎRÎUL HAJU)¹**

DE

CLAUDIU LAZĂR, ERIKA LAZĂR²

Abstract

The Applied Geoelectric Methods in Location of Poly-metallic Sulphide Mineralizations Associated with East Carpathians Mesometamorphites (Haju Brook Zone). The complex geoelectric researches carried out within the Haju Brook zone demonstrate the increasing efficiency of the induced polarization method within the frequency range, to the pointing out of the complex sulphide mineralizations associated with East Carpathians mesometamorphites. The applicability of this method to the drillhole measurements is also pointed out.

Lucrarea de față își propune evidențierea modului de abordare, prin metode geoelectricice, a problemei localizării mineralizațiilor de sulfuri polimetalice asociate mezometamorfiteelor din Carpații Orientali. Atenția autorilor s-a îndreptat asupra perimetrului Pîrîul Haju, situat la 5,5 km SSV de localitatea Iacobeni – județul Suceava, unde este cunoscută, încă din secolul trecut, o mineralizație de sulfuri polimetalice, explorată prin galerii de coastă de către Bruno Walter în 1876.

Suprafața cercetată se încadrează, din punct de vedere geologic, în zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali, formațiunile întâlnite fiind reprezentate prin (Mușat, Vasilescu, 1970):

- Seria de Iacobeni – Vatra Dornei, formată din roci mezometamorfice (micașisturi biotitice cu granați și sisturi cuarțitice cu feldspați);
- Seria de Tulgheș, constituită din sisturi epimetamorfice (sisturi tufogene și tufitogene, sisturi grafitoase și cuarțite negre);

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice din 11 mai 1976, a Institutului de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



— Seria permocarboniferă, alcătuită din filite cărbunoase și șisturi cuarțitice cărbunoase ;

— Depozite sedimentare cuprinzînd gresii și marnocalcare cretacice superioare și conglomerate, gresii și calcar eocene.

Toate aceste formațiuni au fost afectate de mișcări tectonice successive, care au culminat în timpul fazei savice și care au condus la formarea unui sistem de fracturi orientate aproximativ NNV—SSE.

Mineralizația de sulfuri polimetalice din această regiune este legată spațial de sistemul de fracturi NNV—SSE și apare la zi cu totul sporadic. Avînd în vedere geneza mineralizației — hidrotermală de temperatură înaltă — s-a presupus că în adîncime aceasta ar putea prezenta interes economic ³, iar cercetările geoelectricre efectuate au localizat-o.

Pentru rezolvarea acestei probleme s-a utilizat un complex de metode geoelectricre ⁴ (metoda polarizației induse și rezistivităților aparente în domeniul de frecvență și metoda potențialului natural), măsurătorile de teren efectuîndu-se : *in situ*, pentru stabilirea contrastelor geoelectricre între formațiuni ; pe profile, pentru cartarea în adîncime și suprafață a mineralizației ; în gaură de sondă, pentru a completa carotajul mecanic deficitar în recuperaj din cauza șistuozițăii și inclinării mari a formațiunilor.

Determinările de parametri electrici *in situ* au fost efectuate atît pe aflorimente cît și în lucrări miniere (galerii și sănături), utilizînd în acest scop microdispozitive. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabel. Valorile parametrilor efect de frecvență (f_e) și rezistivitate aparentă (ρ_a) au mai mult un caracter orientativ, datorat faptului că rocile din aflorimente prezintă diferite grade de alterare. Ele relevă faptul că între micașurile biotitice cu granați și șisturile biotitice, pe de o parte și mineralizațiile de sulfuri, pe de altă parte, există contraste suficient de pronunțate ale efectului de frecvență. Pentru separarea zonelor mineralizate de cele nemineralizate nu poate fi utilizată rezistivitatea aparentă, dat fiind faptul că particulele metalice apar în general diseminate în masa micașurilor biotitice, asociate cu cuarț, ceea ce conduce la modificări neimportante de rezistivitate în roca gazdă.

Măsurătorile geoelectricre de teren ⁵ s-au executat de-a lungul aștept profile orientate NNE—SSV.

Pentru aplicarea metodelor polarizației induse și rezistivităților aparente s-a utilizat dispozitivul dipol-dipol, iar pentru metoda potențialului natural s-a folosit procedeul potențial.

Complemul de aparatură cu care s-au executat măsurătorile a fost de proveniență canadiană, Mc Phar și respectiv Scintrex RSP—6.

³ A.I. Mușat, C. Pislaru, C. Minecan, Teodosia Minecan. (1972). Arh. I.G.P. București.

⁴ C.I. Lazăr, Erika Lazăr, E. Rusu. (1972). Arh. I.G.A. București.

⁵ Idem op. cit. pct. 4.

DENUMIREA ROCII	$P_a (\Omega m)$					fe %		
	0.3 Hz	125 Hz	25 Hz	50 Hz	125 Hz	25 Hz	5 Hz	
Sisturi clorito-sericito-cuarțoase (Arseneasa)	3220	3177	-	3140	1.4	-	2.6	
Sisturi clorito-sericito-cuarțoase puternic limonitizate (Arseneasa)	2835	2777	-	2677	2.7	-	4.9	
Sisturi tufogene fisurate alterate (Arseneasa)	457	454	-	453	0.5	-	1.0	
Micasisturi biotitice cu granat slab limonitizate A ₁	3629	3607	3594	3550	0.2	0.3	3.4	
Micasisturi biotitice cu granat slab mineralizate G ₁	1768	1740	1718	1696	1.43	2.93	3.7	
Groholis-blocuri de mică sisturi biotitice mineralizate S ₁	8200	8070	8000	7800	1.43	2.06	4.2	
Micasisturi biotitice alterate (sisturi clorito-sericitoase) A ₄	1180	1173	1163	1158	0.83	1.5	1.7	
Micasisturi-biotitice cuarțitice-mineralizate G ₃	11.380	11.060	10.850	10.650	2.8	4.5	7.7	
Groholis-blocuri din micasisturi biotitice, cuarțitice, mineralizate G ₂	15.902	15.540	15.223	15.000	1.8	3.6	5.4	
Micasisturi biotitice slab mineralizate G ₂	2290	2256	2238	2140	1.3	2.2	4.9	
Micasisturi biotitice alterate G ₂	1971	1957	1944	1928	0.8	1.4	2.1	

Rezultatele obținute sunt reprezentate grafic sub formă de profile și secțiuni (fig. 1) și sub formă de hărți (fig. 2 și 3).

În figura 1 secțiunea efectului de frecvență evidențiază două zone anomale de maxim (în dreptul stațiilor 120 și 40), cauzate de existența unei mineralizații de sulfuri complexe situată în vecinătatea falilor F1 și F3, atestată de forajul și galeria din apropiere. Cum prezența mineralizației nu este relevată prin anomalii de minim rezistivimetric, tendințele anomale din dreptul stațiilor 60 și 10 sunt puse pe seama unor efecte cumulate date de relief și brecia de falie. Metoda potentialului natural nu aduce informații suplimentare cu privire la mineralizație, micile fluctuații ale curbei de PN fiind cauzate de efecte parazitare superficiale.

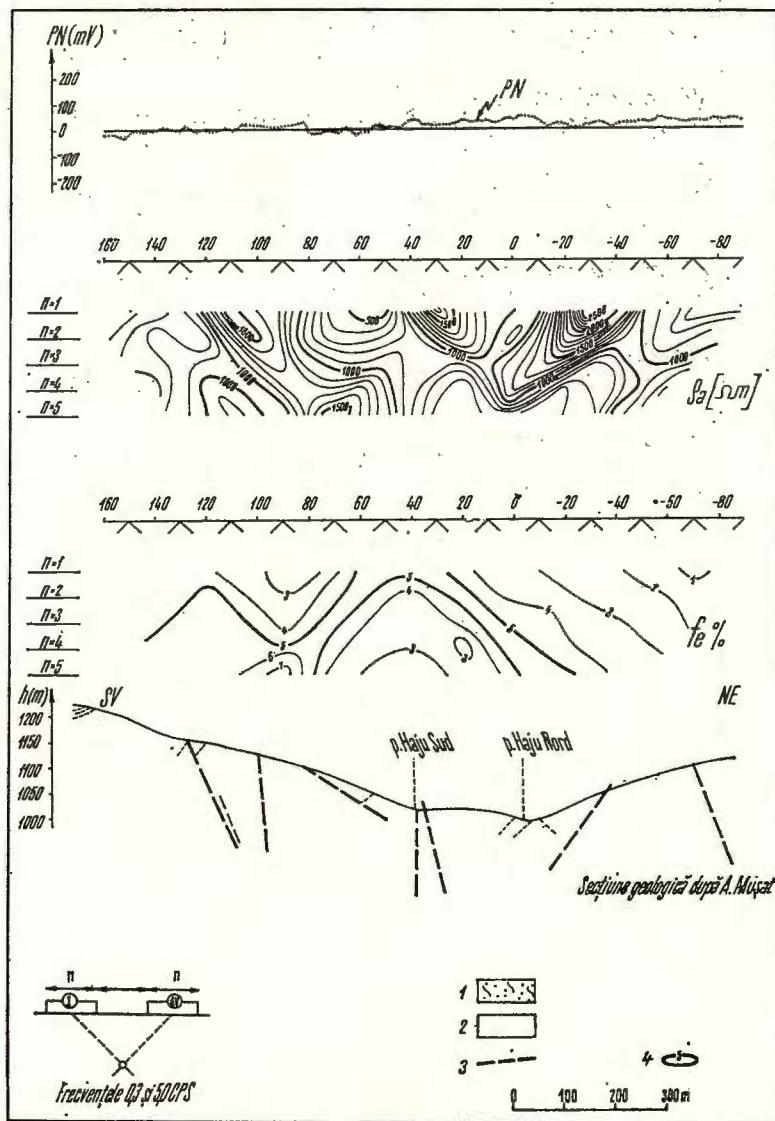


Fig. 1. — Cercetări geoelectrice complexe pe profilul AA':
1, epimetamorfite; 2, mezometamorfite; 3, falie; 4, anomaliu de maxim de polarizație inducă.

Recherches géoélectriques complexes sur le profil AA': 1, épimétamorphites ; 2, mésométamorphites ; 3, faille ; 4, anomalie de maximum de polarisation induite.

Harta distribuției valorilor rezistivității aparente la nivelul $n = 1$ (fig. 2) scoate în evidență existența unui larg domeniu de maxim, cu valori ce depășesc $1000 \Omega m$, atribuit micașisturilor biotitice cu granați, tendințele de minim ($\rho_a < 500 \Omega m$) nefiind cauzate de mineralizație.

Analizând harta distribuției efectului de frecvență la nivelul $n = 1$ (fig. 3) remarcăm că șisturile biotitice nemineralizate sunt puse în evidență prin valori de pînă la 3%, iar cele mineralizate prin valori de peste 5%. Intensitatea slabă a anomalilor de maxim se explică prin faptul că minera-



Fig. 2. — Harta distribuției valorilor rezistivității aparente la nivelul $n=1$.

1, Eruptiv ; 2, Cretacic ; 3, Permo-carbonifer ; 4, epimetamorfite ; 5, mezometamorfite ; 6, falie ; 7, stație de măsură ; 8, izohmă.

Carte de la distribution des valeurs de la résistivité apparente au niveau $n = 1$
1, Eruptif ; 2, Crétacé ; 3, Permo-carbonifère ; épimétamorphites ; 5, méso-métamorphites ; 6, faille ; 7, station de mesure ; 8, isohme.

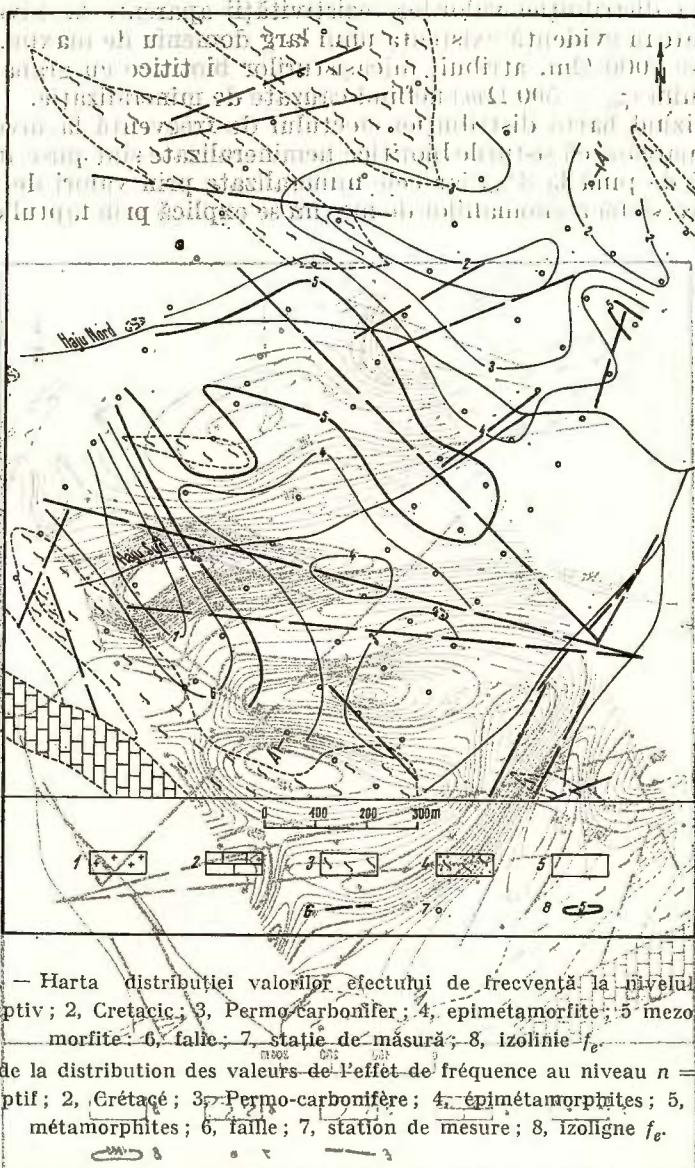


Fig. 3 — Harta distributiei valorilor efectului de frecventa la nivelul $n=1$
1, Eruptiv ; 2, Cretacic ; 3, Permo-carbonifer ; 4, epimetamorfite ; 5, mezometamorfite ; 6, fâlfie ; 7, stație de măsură ; 8, izolinie f_e .

Carte de la distribution des valeurs de l'effet de fréquence au niveau $n = 1$.

1, Eruptif ; 2, Crétacé ; 3, Permo-carbonifère ; 4, épimétamorphites ; 5, méso-métamorphites ; 6, faille ; 7, station de mesure ; 8, izoline f_e .

lizația este diseminată în masa rocilor adiacente fracturilor, pe suprafețe relativ restrinse. Drept urmare, amplasarea unui foraj care să intercepteze zona mineralizată a faceu necesară executarea unei cercetări de mare detaliu pentru care se utilizează dispozitive de recepție mici.

În figura 4 sunt prezentate rezultatele unei asemenea cercetări de detaliu pentru care s-a utilizat procedeul profilării în dreptunghi!

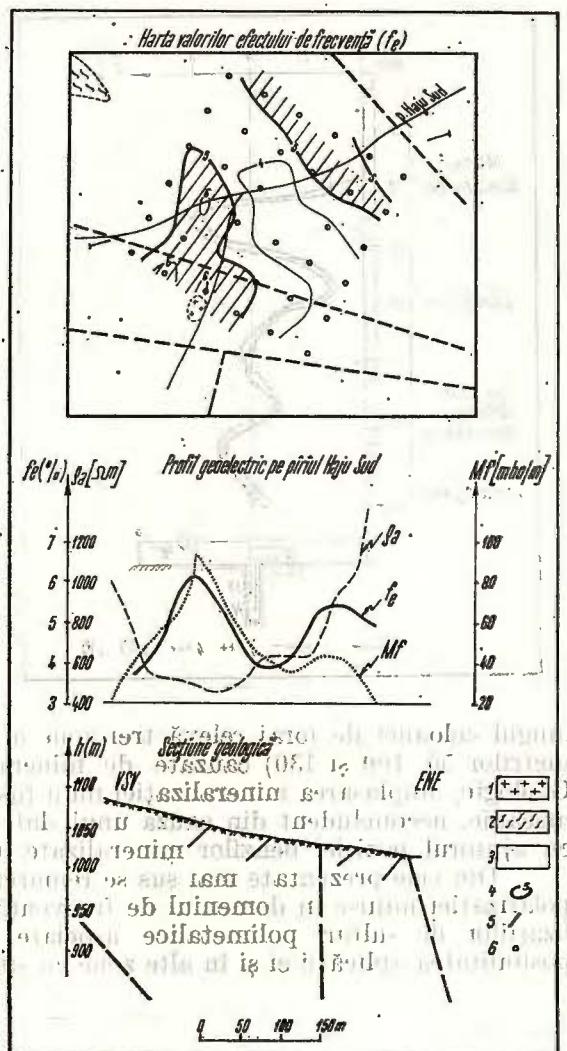


Fig. 4. — Cercetări geoelectrice în zona Pîrîu Haju :
1, Eruptiv ; 2, epimetamorfite ;
3, mezometamorfite ; 4, anomalie
geoelectrică de f_e ; 5, mineraliza-
ție ; 6, punct de măsură.

Recherches géoélectriques dans la zone du ruisseau Pîrîu Haju :
1, Eruptif ; 2, épimétamorphites ;
3, mésométamorphites ; 4, anomalie
géoélectrique de f_e ; 5, minéralisation ; 6, point de mesure.

Topographic sketch of the area showing the Pîrîu Haju river, roads, and settlements. The sketch includes contour lines and labels for "Pîrîu Haju", "Cătina", "Sărata", "Măgura", "Băile Herculane", and "Târgu Jiu".

Interpretarea făcută a anomaliei de polarizație indușă și anume că acestea sunt generate de mineralizații de sulfuri complexe a fost confirmată de forajele, galeriile și sănțurile executate.

Măsurările de polarizație indușă în domeniul de frecvență în găuri de sondă au fost efectuate pentru prima dată la noi în țară⁶.

Rezultatele obținute din măsurările efectuate în unul din foraje sunt prezentate în figura 5. Curba variației efectului de frecvență de-a

⁶ Idem, op. cit. pct. 4.

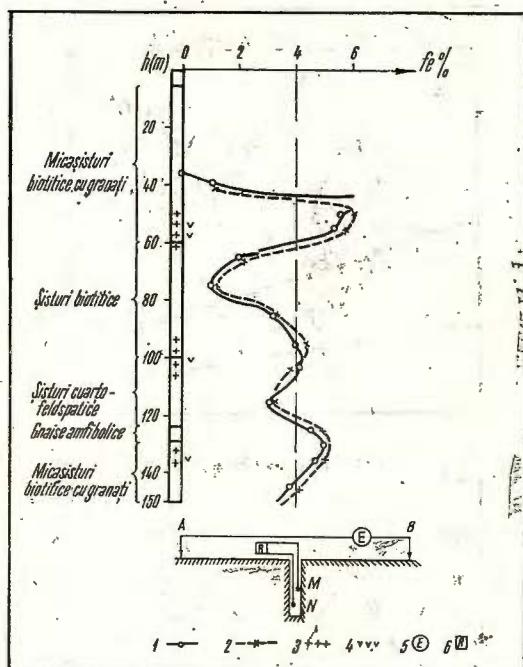


Fig. 5. — Măsurători geoelectrice în gaură de sondă:
 1, f_e citit; 2, f_e calculat; 3, mineralizații după date geofizice;
 4, mineralizații după date geologice; 5, emițător; 6, receptor.
 Mesurages géoélectriques en trou de sonde: 1, f_e lu; 2, f_e calculé; 3, minéralisations d'après des données géophysiques; 4, minéralisations d'après des données géologiques; 5, émetteur; 6, récepteur.

lungul coloanei de foraj relevă trei zone anomale de maxim (în dreptul metrilor 50, 100 și 130) cauzate de mineralizația interceptată de foraj. Geologic, amplasarea mineralizației riu a fost posibilă pe baza carotajului mecanic, neconcludent din cauza unui slab recuperaj, aceasta făcindu-se cu ajutorul poziției benzilor mineralizate măsurată la suprafață⁷.

Din cele prezentate mai sus se remarcă eficiența crescută a metodei polarizației induse în domeniul de frecvență utilizată la cartarea mineralizațiilor de sulfuri polimetallice asociate mezometamorfitelor, oferind posibilitatea aplicării ei și în alte zonă cu situație geologică asemănătoare.

BIBLIOGRAFIE

- Bertin I. (1969) La polarisation provoquée et son rôle en recherches minières. *Annales des mines*, III, 9—55, Paris.
- Boțeazatu R. (1964) Metode geofizice de cercetare a subsolului. Ed. didactică și pedagogică, București.
- Dimitrescu R. (1965) Notă asupra structurii cristalinului de la Iacobeni. D. S. Com. Geol., LI/1, București.

⁷ Idem op. cit. pct. 3.

- Hallof P. h. G. (1965) The proper choice of frequencies for Induced Polarization Measurements. *Mc. Phar Geophysics Limited*, Ontario, Canada.
- Ionescu C. (1962) Cercetări geologice și petrografice în regiunea Cîrlibaba-Ciocănești—Iacobeni. *D. S. Com. Geol.*, XLVII. București.
- Kräutner H. (1965) Considerații genetice asupra zăcămintelor de sulfuri complexe din cristalinul Carpaților Orientali. *St. Cerc. Geol. Geof. Geogr. Acad. R. S. R., Ser. Geol. X/I*, București.
- Mușat A., Vasilescu Olympia (1970) Mineralizațiile de sulfuri de la Fărăoane și Arșița (Munții Bistriței—Carpații Orientali) *D. S. Com. Geol.*, LVI, București.

L'APPLICABILITÉ DES MÉTHODES GÉOÉLECTRIQUES À LA LOCALISATION DES MINÉRALISATIONS DE SULFURES POLYMÉTALLIQUES ASSOCIÉES AUX MÉSOMÉTAMORPHITES DES CARPATES ORIENTALES (LA ZONE DU RUISSEAU HAJU)

(Résumé)

Afin de délimiter les minéralisations de sulfures complexes de la zone du ruisseau Haju on a employé un complexe de méthodes géoélectriques.

Des déterminations de paramètres électriques *in situ* ont démontré que le paramètre effet de fréquence (f_e) est le seul en état de séparer la roche minéralisée de celle non-minéralisée. La minéralisation étant disséminée dans la roche hôtesse, elle ne produit pas de contrastes de résistivité et d'effets d'oxydoréduction.

Les mesurages géoélectriques en terrain ont mené à la mise en évidence, par des anomalies de polarisation induite ($f > 5\%$), d'une minéralisation de sulfures complexes attestée par les travaux miniers et de forage.

La diagraphie de la colonne de forage par la méthode de la polarisation induite s'est révélée utile pour compléter le carottage mécanique continu quand le recouvrement est minimal.





SEISMOLOGIA EXPLOZIILOR DIN CARIERE : O INTRODUCERE ÎN PROBLEMELE EI¹

DE

VASILE I. MÂRZA²

Abstract

Quarry Blasting Seismology: an Introduction to Its Problems. In this paper we present and interpret some basic problems of blasting seismology. The following aspects of ground vibrations from blasting are reviewed: generation of vibrations, main dynamic parameters, instrumentation, safe vibration levels and propagation law. As remarks the paper suggests the drawing up of some regulations on blasting operations.

INTRODUCERE

Prezenta lucrare își propune să facă parte dintr-o serie de lucrări destinate abordării problematicii seismologiei evenimentelor seismice create de om (man-made seismic events).

Evenimentele seismice artificiale (antropogene) pot fi clasificate în următoarele patru mari grupe :

1. Explosii subterane (clasice sau nucleare) și fenomenele asociate (colapsuri, declanșarea tensiunilor tectonice naturale etc.) ;
2. Cutremure induse de mari rezervoare de apă realizate prin baraje (reservoir induced earthquakes) ;
3. Cutremure declanșate prin injecția de fluide (sub presiune) în scoarța terestră ;
4. Cutremure de prăbușire, ca rezultat al operațiilor miniere de adâncime (rockbursts).

¹ Susținută în ședința de comunicări din 26 mai 1976, a Institutului de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



Progresele acestei tinere ramuri a seismologiei pe lîngă sprijinul pe care-l oferă în descifrarea problemelor fundamentale ale seismologiei cutremurelor naturale (prevederea cutremurelor și studiul structurii interne a Pământului) sau în activitatea practică, au și directe efecte aplicative care vor culmina cu controlul cutremurelor — scopul principal și final al seismologiei.

Considerații generale

Folosirea exploziilor pentru ruperea rocilor cunoaște o dezvoltare continuă, rezultat al intensificării activităților economico-industriale ce implică operații de derocare (în mine sau cariere), de excavații pentru fundații sau căi de comunicații magistrale, canale, tunele etc.

Deseori încărcătura de exploziv poate atinge valori de zeci sau sute de tone, astfel că explozia poate deveni un adevărat factor de poluare a mediului înconjurător prin efectele ei perturbatoare, din care putem enumera: vibrații induse în sol și aer, zgromot, praf și pietre zburătoare etc.

Ca urmare a dezvoltării centrelor urbane, un număr tot mai mare de oameni vor trăi în imediata vecinătate a amplasamentelor unde se detonează explozii industriale, apărind astfel problema efectelor supărătoare dacă nu chiar inconfortabile ale detonațiilor asupra oamenilor. În plus vibrațiile induse în mediul înconjurător (sol sau aer) de către explozii pot avea un efect vătămător asupra construcțiilor învecinate, dacă nu se efectuează un control corespunzător al operațiilor de explozie.

În lucrarea de față vom considera numai aspectele legate de explozii din cariere și în particular aici numai efectul produs de vibrațiile induse în sol de către explozii (din cariere), deoarece acestea (vibrațiile în sol) sunt predominante.

Istoric

La noi, începutul cercetărilor, pe baze științifice privind efectul seismic al exploziilor a avut loc în anul 1967 (E n e s c u, R a d u, 1968), având ca subiect studiul exploziilor din cariera de calcar Bistrița, în scopul evaluării efectului lor asupra unui monument istoric (mănăstirea Arnota).

Problema efectului seismic al exploziilor a continuat să fie studiată pentru cariera Bistrița și extinsă și pentru alte cariere: E n e s c u et al., (1969, 1971, 1973). O trecere completă în revistă a tuturor lucrărilor de studiu seismic al exploziilor efectuate în cadrul laboratorului de seismologie al I.G.G. este prezentată de M â r z a și P â n t e a³.

Metodele aplicate la evaluarea efectelor seismice ale exploziilor, în lucrările sus menționate, sunt cele elaborate de E n e s c u (1968); M e d v e d e v (1968).

Semnalăm și o încercare de evaluare macroseismică a efectelor unei explozii de carieră din imediata vecinătate a orașului Baia Mare (G i v u l e s c u, M o l d o v a n, 1970).

³ V. Mârza, A. Pântea, Arh. I.G.G., București 1975.



Pe plan mondial remarcăm atenția și efortul deosebit acordat studiului efectelor vibrațiilor produse de explozile de derocare asupra construcțiilor, mai ales în S.U.A., U.R.S.S. sau Marea Britanie, începutul situindu-se în perioada anilor '30.

Rezultatele unui program de zece ani de studiu al problemei vibrațiilor solului și aerului, generate de explozii de derocare, condus de către Biroul Minelor al S.U.A. sunt publicate într-o excelentă lucrare de către Nichols et. al. (1971). Rezultatele caracteristicilor efectului seismic al explozilor studiate în U.R.S.S. sunt descrise într-un număr de valoroase lucrări din care enumerăm: Sadowski (1946), Medvedev (1964, 1968). Alte lucrări importante au apărut în S.U.A. sau M. Britanie: Sain (1973), Rose (1973), Berger (1971), Greenlund și Knowles (1970) etc.

Vibrațiile solului produse de explozile din cariere

Un mare volum de muncă s-a depus pentru înțelegerea mecanismului sursei seismice explozive, iar teoria a propus o serie de modele de surse seismice explozive tot mai perfecționate: Sharpe (1942), Duval șiatchison (1950), Blaake (1952), O'Brien (1969), Enescu et. al. (1973) etc.

Caracterul particular al explozilor din cariere constă în: a) încărcătura de exploziv este întotdeauna amplasată astfel ca să fie suficient de aproape de o suprafață liberă a solului (frontul de lucru al carierei) pentru ca presiunea gazelor să deplaseze rocile, ceea ce face ca aceste explozii să nu fie explozii conținute; b) încărcătura de exploziv este de obicei distribuită în spațiu și în timp prin detonarea cu întârziere a unui număr de trepte de întârziere, ceea ce face ca funcția excitatoare din sursă să fie diferită de aceea din modelele teoretice sau a explozilor obișnuite de explozare sau nucleare (care sunt explozii concentrate).

Deși explozile din cariere diferă destul de mult de modelul clasic al exploziei bine burate, de obicei cunoscut sub numele de cavitarea sferică radiantă, totuși, putem să aplicăm imaginea propusă pentru descrierea procesului ce are loc în cazul modelului radiatorului sferic, pentru a înțelege cum se generează trenul de unde seismice de către o explozie din cariere.

Prin arderea detonantă a încărcăturii de exploziv ia naștere un puls de presiune care este brusc aplicat rocii înconjurătoare.

Tensiunea indusă depășește mult rezistența de compresiune a rocii, materialul cedind și fiind împins (îndepărtat) de la încărcătură spre exterior. Presiunea undei de soc scade repede sub rezistența de compresiune a rocii dar tensiunile de rupere asociate continuă să fie mai mari decât rezistența de rupere a rocii, care continuă să cedeze prin curgerea lentă, rupere sau fisurare. La o anumită distanță pulsul de deformare se reduce suficient pentru a nu mai produce fenomene de rupere dar este de presupus că efectul lui este încă neliniar. Totuși, datorită adsorbției, tensiunea radiată va atinge la un moment dat o valoare suficient de mică pentru ca



procesul să devină liniar, iar unda de deformare se va propaga ca o undă elastică având viteza sunetului în mediul respectiv.

Undele seismice elastice generate de sursa explozivă se propagă prin interiorul Pământului sau de-a lungul suprafeței acestuia. Undele seismice sunt de două tipuri principale:

1) Unde de volum, care se propagă prin interiorul pământului, fiind la rîndul lor de două tipuri: unde longitudinale (compresionale) sau unde P ; unde transversale (de forfecare) sau unde S .

2) Unde de suprafață, care se propagă la suprafața solului, fiind la rîndul lor de două tipuri: unde Love (L); unde Rayleigh (R).

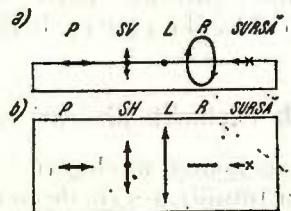


Fig. 1. Schiță arătînd propagarea undelor directe într-o placă: a) vîzută lateral; b) vîzută de sus.
Sageștile indică mișările particulei, iar undele au fost aranjate în ordinea vitezelor lor de propagare
(după Bath, 1973)

Fig. 1. — Schiță arătînd propagarea undelor directe într-o placă: a) vîzută lateral; b) vîzută de sus.

Sageștile indică mișările particulei, iar undele au fost aranjate în ordinea vitezelor lor de propagare.

(După Bath, 1973).

Esquisse avec la propagation des ondes directes dans une plaque: a) vue latérale; b) vue d'en haut. Les flèches indiquent les mouvements de la particule et les ondes ont été arrangeées dans l'ordre de leurs vitesses de propagation. (D'après Bath, 1973).

Pe lîngă traectoriile de propagare diferite ale celor două tipuri principale de unde, diferențele tipuri de undă se deosebesc atât prin mișcarea particulei cît și prin viteza de propagare a undei.

Unda P este longitudinală (adică particulele excitate de această undă vor oscila înainte și înapoi față de poziția lor de echilibru pe direcția de propagare a undei), iar unda S este transversală (adică particulele se mișcă într-un plan perpendicular pe direcția de propagare a undei), iar mișcarea poate fi descompusă într-o componentă orizontală (SH) și o componentă verticală (SV). Undele Love (L) prezintă o mișcare a particulei asemănătoare cu SH , adică transversală orizontal. Uneori undele Love se mai notează și LQ sau simplu Q . În cazul undelor Rayleigh (R) mișcarea particulei este eliptică, cu planul elipsei vertical și conținut în planul de propagare. Rotația în elipsă este retrogradă. Undele R sunt asemănătoare cu undele formate la suprafața apei prin aruncarea unei pietre. În privința vitezelor de propagare, acestea sunt specifice pentru fiecare tip de undă și depind de caracteristicile mediului de propagare, cea mai mare viteză de propagare avînd-o unda P și descrescînd în ordinea $P-S-L-R$. Figura 1 prezintă schematic mișcarea particulei și propagarea pentru dife-

rite tipuri de unde. H o w e l l (1949) face un studiu experimental amănuțit al tipurilor de mișcare a undelor seismice generate în sol de către explozii.

În cazul nostru, importantă este mișcarea totală care produce perturbația. Deci, în general, separarea vibrației totale în componente ei nu este necesară în studiile de acest gen.

Parametrii dinamici ai vibrațiilor seismice ale solului

În această secțiune vom prezenta și defini principaliii termeni folosiți pentru a descrie oscilațiile seismice.

Vibrația poate fi definită ca oscilația repetată a punctelor materiale în jurul unei poziții de echilibru în urma excitării lor de către o perturbație (exterioară).

Am vrut să atragem atenția asupra unei confuzii, care am observat că se face adeseori, unele persoane confundând viteza particulei (care este un parametru dinamic tipic), cu viteza de propagare a undei (care este un parametru cinematic tipic).

Parametrii dinamici ai oscilațiilor sunt acele mărimi fizice care caracterizează mișcarea particulei din punct de vedere dinamic.

Oscilația este definită ca variația în timp a mărimilor caracteristice unui sistem fizic. Pe noi ne interesează oscilațiile mecanice, în care energia cinetică se transformă în energie potențială și invers. Oscilațiile se numesc *armonice* în cazul cînd mărimile caracteristice variază periodic după legi armonice (sinusoidale). În practică oscilațiile seismice sunt de departe de a fi armonice deși de obicei sunt considerate a fi armonice. O oscilație este caracterizată prin *amplitudinea și perioada* (sau frecvența) ei.

Pentru definirea amplitudinii și perioadei introducem alte două mărimi: *elongația* și *ciclul*. Elongația este distanța punctului material față de poziția de echilibru în orice moment de timp. Un ciclu este o oscilație completă a punctului material.

Amplitudinea (A) este elongația maximă, iar *perioada (T)* este durata de timp în care se execută un ciclu. În seismologie se preferă utilizarea perioadei, față de domeniul tehnic, unde se utilizează *frecvența (f)*, definită ca inversul perioadei sau altfel spus, numărul de cicli în unitatea de timp.

Analiza amplitudinii mișcării particulei se face în funcție de deplasare, viteza sau acceleratie.

Deplasarea (u) este distanța (sau amplitudinea mișcării) particulei față de poziția de echilibru.

Viteza (v) este variația deplasării în unitatea de timp.

Accelerarea (a) este variația vitezei în unitatea de timp.

Tabelul 1 prezintă principaliii parametri dinamici și unitățile lor de măsură.



TABELUL 1

Mărimea	Unitatea de măsură			
	În sistemul internațional		În sistemul practic utilizat de obicei	
	Denumirea	Simbol	Denumirea	Simbol
Deplasare	metru	m	milimetru, micron	mm, μ
Viteză	metru/s	m/s	centimetru/s	cm/s
Accelerație	metru/s la pătrat	m/s ²	accelerația gravitației	g
Perioadă	secundă	s	secundă	(g = 10 m/s ²)
Frecvență	hertz, ciclu pe secundă	Hz, c/s, (c.p.s.)	hertz	s Hz, (c/s)

Deoarece cele trei mărimi : deplasarea, viteza și accelerația sunt corelate între ele (prin însăși definiția lor) putem scrie aceasta prin următoarele relații matematice :

$$u = \int v \, dt \quad (4.1)$$

$$v = \int a \, dt$$

sau

$$v = \frac{du}{dt} \quad (4.2)$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

unde cu t am notat timpul.

Operațiile de integrare sau derivare pot fi realizate electronic sau matematic, integrarea fiind preferabilă deoarece introduce erori mai mici. Dacă considerăm mișcarea simplu armonică, atunci putem scrie :

$$v = 2\pi f u = 2\pi \frac{u}{T} = \frac{a}{2\pi f} = \frac{aT}{2\pi}$$

$$a = 2\pi f v = 4\pi^2 f^2 u = 4\pi^2 \frac{u}{T^2} = 2\pi \frac{v}{T} \quad (4.3)$$

$$u = \frac{v}{2\pi f} = \frac{a}{4\pi^2 f^2} = \frac{vT}{2\pi} = \frac{aT^2}{4\pi^2}$$



Trebuie să subliniem că aceasta nu este cazul pentru mișcarea seismică care, în general, este nearmonică, aperiodică, așa că folosirea relațiilor (4.3) reprezintă doar o primă aproximare.

Relațiile (4.1 — 4.3) ne permit, ca având un parametru înregistrat măsurat, să calculăm pe ceilalți. Cercetările (N i c h o l s et. al., 1971) au arătat că parametrii calculați (prin presupunerea mișcării armonice) sunt în general mai mici decât parametrii măsuiați direct. Aceasta implică luarea unui coeficient de siguranță cînd folosim mărimi calculate.

Înainte de a încheia această secțiune este util să ne facem o imagine despre natura relației între frecvența componentelor mișcării și amplitudinea lor, considerînd modul de construire a seismogramelor diferitelor tipuri de mișcare. Figura 2 prezintă în centrul ei o seismogramă de viteză (vitezogramă) compusă din trei componente armonice separate în timp. Prin derivare, ceea ce este echivalent cu operația de filtrare trece sus, se întăresc componentele de înaltă frecvență comparativ cu cele de joasă frecvență și se obține astfel trasa de accelerare arătată în partea superioară a figurii 2. În schimb prin integrare, echivalentă cu operația de filtrare trece jos, se întăresc componentele de joasă frecvență comparativ cu cele de înaltă frecvență și se obține trasa de deplasare, arătată în partea inferioară a figurii 2.

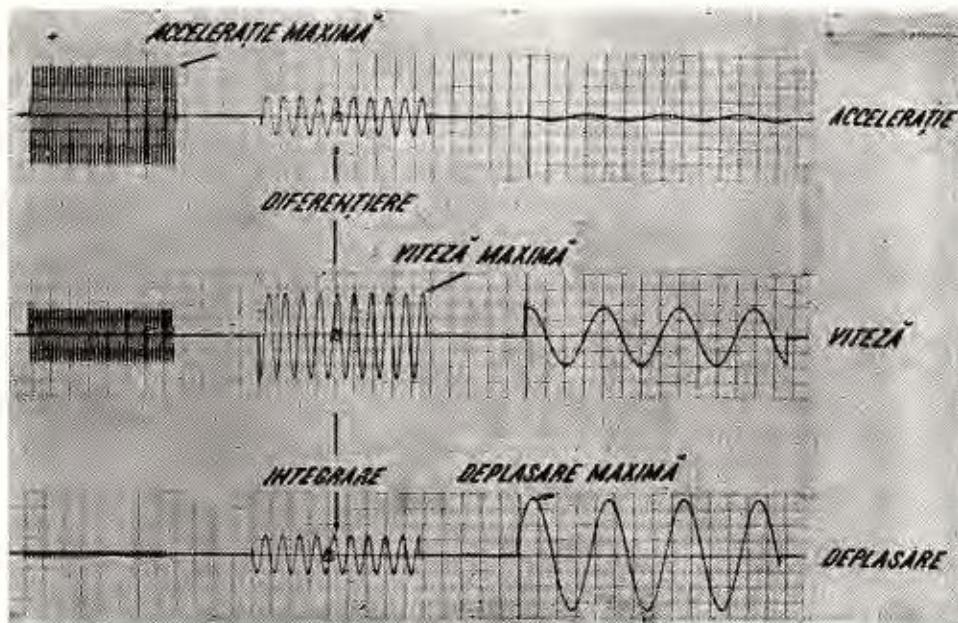


Fig. 2. — Seismograme ipotetice corespunzătoare celor trei tipuri de mișcare. (După M u r p h y și L a h o u d, 1969).

Sismogrammes hypothétiques correspondant aux trois types de mouvement. (D'après M u r p h y et L a h o u d, 1969).

Astfel se observă că, în general, este de așteptat ca amplitudinea maximă pe trasa de viteză să apară la frecvențe mai joase decât amplitudinea maximă pe trasa de accelerare, și similar, amplitudinea maximă pe trasa de deplasare să apară la o frecvență și mai joasă decât amplitudinea maximă pe trasa de viteză.

Aparatura utilizată pentru înregistrarea vibrațiilor seismice

Aparatura utilizată pentru măsurările seismice de teren este foarte diversă. Noi vom face o descriere doar a aparaturii utilizate în cadrul laboratorului de seismologie.

Un seismometru/seismograf se compune din două părți : seismoreceptorul și sistemul de înregistrare.

Ca seismoreceptoare utilizăm următoarele tipuri: VBP-3, S5S, VEGIK-M și SM-2M.

Ca sisteme de înregistrare avem oscilografe POB-12M echipate cu galvanometre GB-III sau GB-IV.

Toate seismometrele noastre măsoară numai deplasări.

În figura 3 este prezentat un seismometru (3 componente) format din seismoreceptoare S5S și sistemul de înregistrare POB-12M. Figura 4 prezintă caracteristica de răspuns (curba de amplificare) a seismometrului prezentat în figura 3.

Cum vibrația este o mărime vectorială ea este deci complet definită într-un punct dacă cunoaștem mărimea ei în trei direcții reciproc perpen-

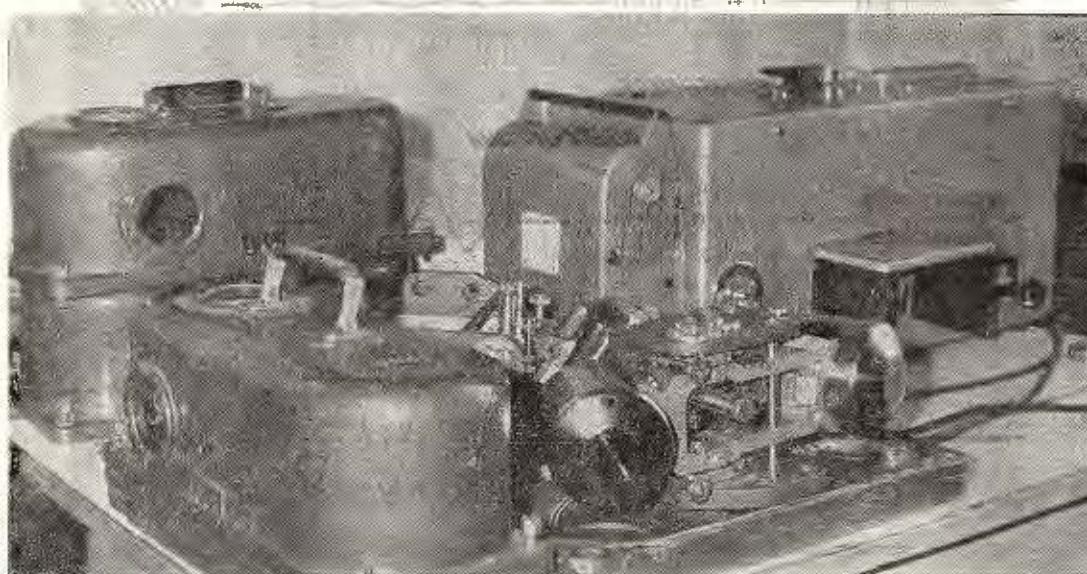


Fig. 3. — Seismometru pentru măsurători în teren.
Sismomètre pour les mesurages en terrain.

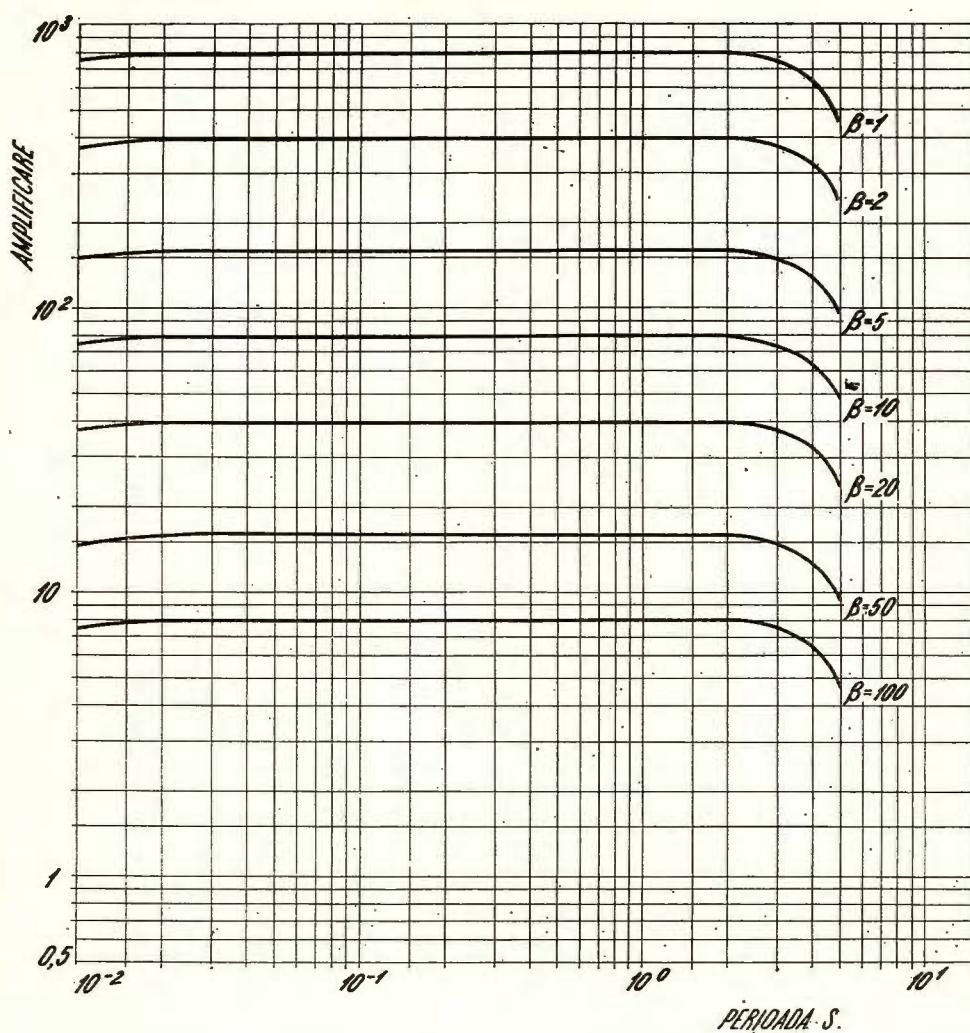


Fig. 4. — Curbele de amplificare pentru deplasări ale seismometrelor S—5—S Nivele de atenuare sunt marcate cu β .

Les courbes d'amplification pour les déplacements des sismomètres S—5—S. Les niveaux d'atténuation sont marqués par β .

diculare din care două sint componente orizontale și una verticală, care de obicei se referă la componentele : radială (R), transversală (T) și verticală (V).

Figura 5 prezintă o înregistrare tipică a vibrațiilor de la o explozie din carieră.

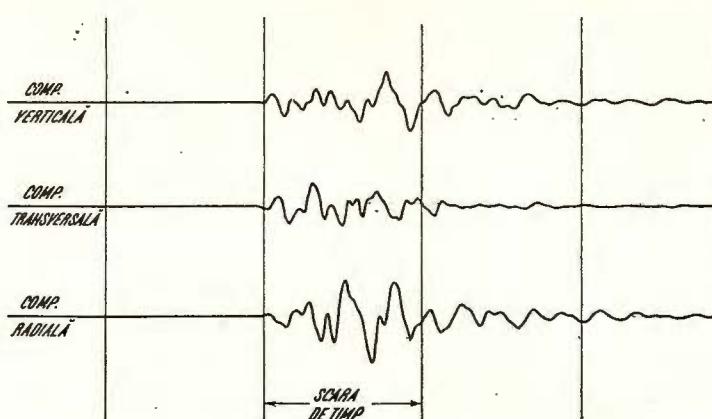


Fig. 5. — Seismogramă (tip deplasogramă) prezentând vibrațiile produse de o explozie (cu microîntârziere) din căriere.

Sismogramme (type déplasogramme) présentant les vibrations produites par une explosion (à micro-retardement) en carrières.

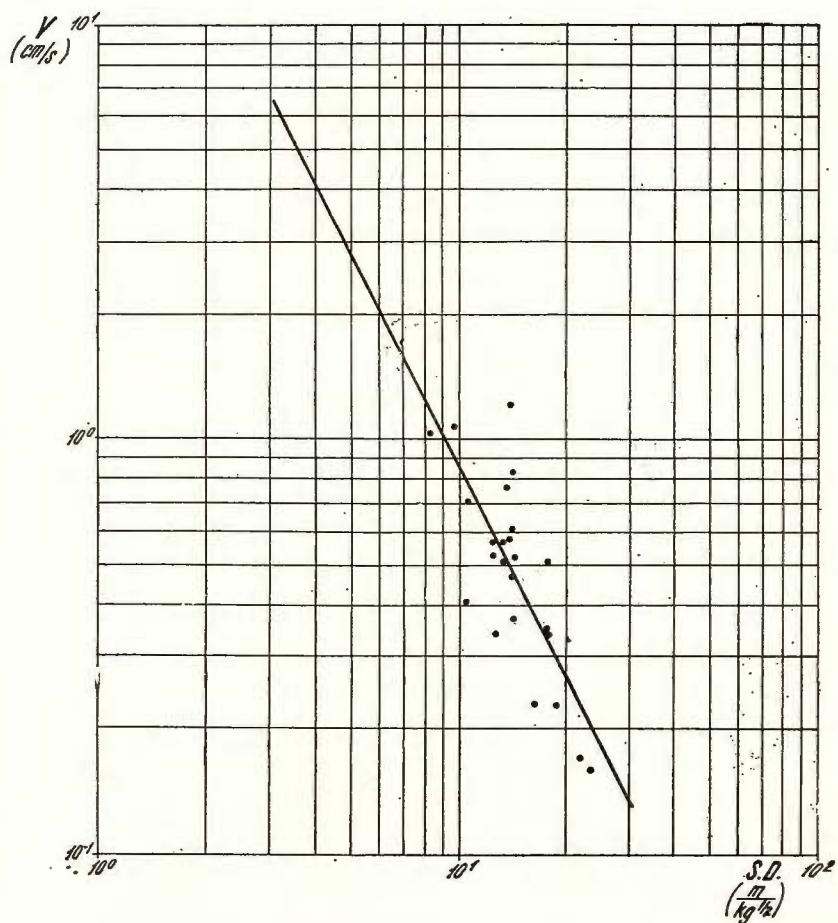


Fig. 6. — Viteza maximă a particulei în funcție de distanță redusă.
Vitesse maximale de la particule en fonction de la distance réduite.



Măsurătorile se fac de obicei în sol aproape de construcție și nu în construcție, pentru a evita efectele introduse de marea varietate de construcții care răspund diferit la mișcarea solului.

Nivele admisibile de vibrație

Problema alegerii celui mai de încredere criteriu pentru stabilirea riscului de degradare (avarie) asupra construcțiilor a fost foarte controversată. În general, în prezent este admis ca criteriu de evaluare a riscului de degradare a clădirilor prin vibrații, criteriu vitezei maxime a particulei (B e r g e r , 1971 ; N i c h o l l s et. al., 1971 ; R o w e , 1973).

În baza studiilor statistice ale datelor experimentale și a recomandărilor unor cercetători, N i c h o l l s et. al., (1971), au stabilit că viteza particulei este mult mai bine corelată cu degradările construcțiilor decât ceilalți doi parametri, deplasarea sau accelerația. Trebuie subliniat că criteriul vitezei (ca de fapt orice alt criteriu de degradare) este un criteriu de tip probabilistic. Astfel dacă viteza observată a particulei depășește nivelul de vibrație admisibil există o probabilitate rezonabilă ca să apară degradări în construcția în cauză.

Deși există mari divergențe în ceea ce se înțelege prin „degradare” (a unei construcții), vom face cîteva specificări în privința degradărilor potențiale.

Deoarece structura de rezistență a unei construcții se află permanent într-o stare de tensiune datorită unor cauze variante ca : variații de temperatură, umiditate, presiune, tasări diferențiale ale fundației, sarcină gravitațională sau eoliană, greșeli de proiectare sau execuție etc., este posibil ca o perturbație vibratorie bruscă să declanșeze un defect, de exemplu, o fisură în tencuială într-un loc unde degradarea era incipientă anterior perturbației. De asemenea, procesul de declanșare a unei degradări poate fi rezultatul unui proces de „oboseală” în cazurile cînd construcția este supusă unor perturbații continue sau des repetate. Trebuie accentuat că odată ce un defect a apărut repetarea perturbațiilor (vibraționale) poate cauza creșterea acestuia, făcîndu-l din ce în ce mai perceptibil și deci mai periculos.

Degradările pot fi împărtite în două grupe, după pericolul pe care-l pot genera, anume, în degradări „arhitecturale” și degradări „structurale”. Degradările arhitecturale sunt degradările superficiale care nu afectează structura de rezistență a construcției. Degradările structurale sunt deteriorările în elementele esențiale ale construcției, elemente de care depinde stabilitatea ei și de asemenea siguranța ocupanților ei. Bineînțeles că intensitatea vibrațiilor care pot duce la degradări arhitecturale este mult mai joasă decât cea cerută pentru degradări structurale, dar fenomenul de rezonanță poate cauza grave deteriorări chiar la nivele joase ale perturbației dacă aceasta este susținută și frecvențele de rezonanță coincid.

Deteriorările structurale sunt strîns legate de răspunsul structurii la perturbația care excită, răspuns care este determinat de caracteristicile ei dinamice (vibraționale) și trebuie avut în vedere că în general construc-



țile sint mai sensibile la componentele orizontale ale vibrațiilor decit la cele verticale.

În ultima vreme tot mai multă atenție se acordă posibilității de degradare, prin explozii (sau alte perturbații exterioare), a vechilor monumente istorice, construcții foarte predispușe la degradări superficiale, a căror apariție ar putea fi considerată ca o profanare a lor.

Tabelul 2 prezintă nivelele de viteză admisibilă ale particulei pentru stabilirea riscului de degradare a construcțiilor supuse acțiunii vibrațiilor solului, conform lui R o w e (1973).

N i c h o l l s et. al. (1971) fac o analiză riguroasă a nivelor de vibrație (a solului) admisibile pentru clădiri de locuit (rezidențiale) recomandind un nivel de vibrație, de siguranță, de 5 cm/s (2 inches/s) și considerind zona de sub această valoare ca zonă de siguranță iar zona de deasupra ca zonă de degradări.

În aprecierea celor mai adecvate nivele admisibile de vibrație (tab. 2) se cere o minuțioasă considerare a tuturor factorilor care intervin : tipul

TABELUL 2

Efecte ale vibrațiilor asupra oamenilor și construcțiilor (după R o w e, 1973)

Viteza maximă a particulei, cm/s	Acțiunea asupra omului	Degradarea construcțiilor
1	2	3
<0,015	nici una	nici una
0,015 – 0,03	ușor perceptibilă	nici una
0,2	perceptibilă	limita superioară pentru monumente istorice
0,5	perturbație de scurtă perioadă, posibil să fie supărătoare	limita inferioară pentru degradări „arhitecturale” la clădiri obișnuite cu finisaj „sensibil” de ex. tencuială
1,5	perturbație de scurtă durată, neplăcută ; posibil neacceptabilă	degradări „arhitecturale” este probabilă posibilitatea de degradări structurale minore
5	intolerabilă	importante degradări structurale posibile la o construcție care răspunde la frecvența perturbației

Obs. 1 : Valorile de mai sus ale vitezei pot fi luate numai ca un indicator : în cazurile de deteriorări posibile ele pot fi eronate cu un factor de 2 sau mai mare depinzând de caracteristicile perturbației și construcției.

Obs. 2 : Semnificația „vitezei maxime a particulei” poate fi mai bine apreciată observind că 5 cm/s corespund unei amplitudini de 1 mm la o frecvență de 8 Hz și unei amplitudini de 0,4 mm la 20 Hz.



și vîrsta construcției, starea ei arhitecturală și structurală, tipul de finisaj, condițiile de fundație, atmosfera psihologică a locatarilor ei etc.

Trebuie să se aibă în vedere că nivelele de vibrație care sunt complet sigure pentru construcții sunt supărătoare sau chiar neconfortabile pentru oameni, așa că pentru a minimaliza reclamațiile este indicat a se impune limite mai restrictive.

Controlul generării și propagării vibrațiilor solului de la explozii din cariere

În procesul de generare și propagare a undelor seismice generate prin explozii intervin o serie de factori: încărcătura de exploziv, distanța „explozie-recepție”, tipul de explozie, geometria exploziei, metoda de inițiere, tipul de exploziv, geologia zonei, efecte direcționale etc.

Totuși de primă importanță în privința influenței lor asupra nivelului de vibrație sunt distanța și încărcătura de exploziv, ceilalți factori intervinind cu o pondere mai redusă.

Viteza maximă a particulei (dar și deplasarea sau accelerarea) pot fi legate de distanță și încărcătura maximă pe treaptă printr-o relație de forma :

$$V = K \left(\frac{R}{W^{\frac{1}{2}}} \right)^{-B} \quad (7.1)$$

unde :

V este viteza maximă a particulei;

R — distanța explozie — punct de măsurare;

W — greutatea încărcăturii (greutatea maximă pe treaptă pentru explozii cu microînfirziere sau greutatea totală pentru explozii instantanee);

K și B — constante pentru un anumit amplasament și un anumit procedeu de pușcare.

Relația (7.1) este o relație semi-empirică care a fost testată experimental (Nicholls et al. 1971), și permite un control convenabil al nivelului de vibrație. Relația (7.1) se mai numește și legea de propagare.

Forma funcțională a relației (7.1) ne arată că aceasta prin mărimele R și W ia direct în considerare principaliii doi factori care influențează intensitatea vibrațiilor iar prin constantele K și B ia în considerare factorii de importanță secundară.

Mărimea $R/W^{\frac{1}{2}}$ o mai numim și distanța redusă și are ca scop normalarea distanței pentru a înălța efectul variației încărcăturii de exploziv asupra amplitudinii vitezei particulei. Deci distanța redusă (SD) o vom defini ca :

$$SD = \frac{R}{W^{\frac{1}{2}}}$$

și se exprimă în $m/kg^{\frac{1}{2}}$.



În seismologie se folosesc frecvent legi de variație seismică bazate pe conceptul de variație cu rădăcină pătrată ($W^{\frac{1}{2}}$) sau rădăcină cubică ($W^{\frac{1}{3}}$) care rezultă din considerații de analiză dimensională a fenomenului.

Deși alegerea tipului de variație (pentru relația (7.1)) este încă o problemă controversată, totuși analiza teoretică și verificările (testele) experimentale arată că pentru exploziile de derocare se pretează cel mai bine variația cu rădăcină pătrată.

Geometria fenomenului este cea care impune tipul de variație, astfel în cazul modelelor teoretice de surse sferice în mediul infinit unde fenomenul de generare și propagare are o simetrie sferică rezultă o variație de tipul $W^{\frac{1}{3}}$, pe cind în cazul exploziilor de derocare care nu au simetrie sferică, datorită faptului că sursa nu mai e plasată într-un mediu infinit ci e o sursă superficială iar încărcătura este dispersată, de obicei geometria este cilindrică, impunând astfel o variație de tipul $W^{\frac{1}{2}}$. Pe de altă parte și analiza statistică a datelor de observație, de la explozii de derocare arată o mai mică împrăștiere a datelor pentru cazul distanței reduse care folosește exponentul 1/2 decât pentru cazul cu exponent 1/3.

Prin reprezentarea grafică a vitezei particulei în funcție de distanță redusă pe un grafic dublu logaritmic, pentru un set de date de observație (așa cum este arătat în figura 6 pentru măsurările făcute în perioada 1968—1975 la minăstirea Arnova) se poate determina distanța redusă pentru care nivelul de viteză admisibilă să nu fie depășit.

Având o distanță redusă (SD) determinată astfel ca să înălăture degradarea și fiind cunoscută distanța (R) de la explozie la punctul considerat pentru protecție se poate determina încărcătura propriu-zisă de exploziv (W) cu relația :

$$W = \frac{R}{(SD)^2} \quad (7.3)$$

Pe baza relației (7.3) se poate construi o nomogramă care să permită determinarea grafică a încărcăturii admisibile.

CONCLUZII

Trebuie subliniat că vibrațiile produse de exploziile din cariere au devenit un factor important de poluare a mediului ambiant constituind o problemă de interes public, ceea ce impune un mai strict control în viitor.

1. Astfel, luarea în considerare a posibilității introducerii unei legislații cu privire la controlul nivelului de vibrații induse de explozii nu mai poate întârzi.

2. Se impune continuarea în ritm și mai susținut a cercetării problemelor legate de studiul vibrațiilor generate de explozii și efectul lor asupra construcțiilor, atât pe cale teoretică cât și experimentală.



3. Dotarea cu aparatură modernă, adecvată și înființarea unui poligon experimental sănătău cel puțin utile dacă nu chiar direct necesare.

Tin să mulțumesc profesorului Liviu Constantinescu pentru îndemnul și sprijinul acordat, cît și pentru citirea critică a manuscrisului. De asemenea tin să mulțumesc acestor colegi cu care am colaborat la lucrările de studiu seismic a exploziilor din cariere.

Prelucrarea statistică a datelor a fost făcută la calculatorul I.G.G., cu ajutorul ing. Gheorghe Ionescu.

BIBLIOGRAFIE

- Băth, M. (1973) Introduction to Seismology, *Birkhäuser Verlag*, p. 60, Basel & Stuttgart.
- Berger P. R. (1971) Blasting Seismology. An update on criteria, regulations and instrumentation, *Pit & Quarry* 63 : 83–86, Chicago.
- Blake R. G., jr. (1952) Spherical wave propagation in solid media, *J. Acoust. Soc. Am.* 24 : 211–215, New-York.
- Duvall W. I., Atchison T. C. (1950) Vibrations associated with a spherical cavity in an elastic medium, *BuMines Rept. of inv.* 4692, 9pp., Washington.
- Enescu D. (1968) O metodă de determinare a efectului seismic al exploziilor asupra construcțiilor, *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geofiz.*, 6 : 3–8, București.
- Radu C. (1968) Determinarea efectului seismic al exploziilor din cariera de calcar Pietreni-Bistrița asupra monumentului istoric Arnova, *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geofiz.*, 6 : 9–21, București.
 - Radu C., Steflea V. (1969) Studiul efectului seismic al exploziilor din cariera Crăciunesti (Măgulicea) asupra clădirilor din comuna Băița, *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geofiz.*, 7 : 241–253, București.
 - Radu C., Mărza V. (1971) Cercetări privind efectul seismic al exploziilor produse în cariere, *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geofiz.*, 9 : 249–264, București.
 - Radu C., Mărza V. (1973) Contribuții la studiul efectului seismic al exploziilor asupra construcțiilor, *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geofiz.*, 11 : 51–69, București.
 - Georgescu A., Mărza V. (1973) Simulations of the underground explosions generating longitudinal and transverse waves, *Bull. Seism. Soc. Am.* 63 : 753–763, Berkeley.
- Givulescu R., Moldovan C. (1970) Cîteva observații asupra unei explozii de carieră din Baia Mare, *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geofiz.*, 8 : 73–76, București.
- Greenland B. K., Knowles J. D. (1970) Environmental considerations of quarry blasting, *Quarry Manag. J.* 54 : 371–381, Nottingham.
- Howell B. R., jr. (1949) Ground vibrations near explosions, *Bull. Seism. Soc. Am.* 39 : 285–310, Berkeley.
- Medvedev S. V. (1964) Seismika gornih vznivov, Izd. „Nedra”, Moskva.
- (1968) Evaluation of seismic safety during blasting operations in mines, *Bull. Earthq. Res. Inst.* 46 : 687–696, Tokyo.



- Nichoolls H. R., Johnson C. R., Duvall W. I. (1971) Blasting vibrations and theirs effects on structures, *G. S. BuMines Bull.* 656.
- O'Brien P. N. S. (1969) Some experiments concerning the primary seismic pulse, *Geophys. Prosp.*, 17 : 511—547, Haga.
- Rowe R. H. (1973) The quarrying industry and the environment — Noise, *Quarry Manag. J.* 57 : 92—99, Nottingham.
- Sadowski M. A. (1946) Prosteise priemi opredelenia seismiceskoi opsnosti msovih vzrovov, *Akad. Nauk SSSR, Inst. gornoego dela*, Moskva-Leningrad.
- Sain C. H. (1973) An approach to blasting problems, *Pit. & Quarry* 65 : 86—88, Chicago.
- Sharpe J. A. (1942) The production of elastic waves by explosion pressures, I and II *Geophysics* 7 : 144—154, 311—321, Tulsa.

LA SISMOLOGIE DES EXPLOSIONS EN CARRIÈRES : UNE INTRODUCTION DANS SES PROBLÈMES

(Résumé)

Le principal objet du présent travail est de mettre le grand public, ainsi que les spécialistes des domaines connexes (architectes, ingénieurs constructeurs, spécialistes dans la pollution du milieu ambiant, sociologues, spécialistes en législation, etc.) en contact avec certains problèmes de la sismologie des explosions en carrières. Le travail peut être utile même aux ingénieurs des mines ou aux sismologues par l'actualisation des problèmes du contrôle des opérations de dérochement par explosions, opérations dont l'ampleur s'agrandit par suite de l'essor du développement industriel.

Après quelques considérations générales et un bref historique du problème, autant sur le plan international qu'aussi bien sur celui national, l'auteur passe en revue les aspects suivants des vibrations engendrées dans le sol par les explosions de dérochement : production des vibrations, principaux paramètres dynamiques, appareillage employé dans les mesurages, niveaux de vibration admissibles, loi de propagation et son emploi dans le contrôle des opérations de dérochement par explosion. Un exemple concret est présenté pour la carrière de Pietreni-Bistrița (monastère d'Arnota).

Dans la partie finale, l'auteur suggère l'opportunité de l'élaboration de quelques règlements législatifs au sujet des opérations d'explosion en carrières, qui sont devenues un véritable agent de pollution du milieu ambiant.





NATURA UNOR UNDE SEISMICE ÎNREGISTRATE ÎN CERCETĂRILE DE REFRACTIE¹

DE

FLORIN RĂDULESCU, ALEXANDRU POMPILIAN, NICOLAE IBADOF²

Abstract

Nature of Some Seismic Waves Recorded during Refraction Researches. The paper deals with the physical and geological nature of some seismic waves recorded during the refraction works carried out on the Romanian territory. The paper also provides with samples from different geological zones, with reference to the way of generation of different types of seismic impulses (reflected, refracted-diffracted, multiple reflected-refracted, etc.).

INTRODUCERE

Prospecțiunile seismice prin metoda undelor refractate (frontale) au cunoscut o dezvoltare deosebită începînd din deceniul al șaselea al secolului nostru. Aplicată la început în cazul structurilor simple și puțin adînci cu unul sau două orizonturi capabile să genereze unde frontale metoda respectivă s-a extins în zone cu o structură complexă, mărindu-și totodată adîncimea de investigație.

Astfel, în anumite regiuni în care existența unor complexe sedimentare de grosimi considerabile și cu viteze mari de propagare limitează aplicabilitatea metodei undelor reflectate, informații utile din cadrul acestor serii sedimentare și de la adîncimi mai mari s-au obținut prin utilizarea metodei de corelare a undelor frontale (K.M.P.V.). Este cazul Platformei Moesice unde cu aparatură clasică analogică undele reflectate sunt ecranate de orizontul calcarelor cretacice și jurasice. Reflexiile de la orizonturile mai adînci sunt cu totul sporadice și cu un nivel energetic deosebit de redus.

¹ Susținută în ședință de comunicări științifice din 11 mai 1976 ,a Institutului de geologie și geofizică, București.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș, nr. 1, București.



Pentru obținerea de informații de la adâncimi mai mari prin metoda de reflexie a fost necesară aplicarea unei metodici speciale de mărire a raportului semnal-zgomot precum și folosirea unei aparaturi perfecționate cu înregistrare numerică. Prospecțiunile de refracție executate în această regiune au pus în evidență unde frontale caracteristice generate de limite seismice plasate la diferite nivele geologice, chiar pînă la baza formațiunilor sedimentare. Astfel s-au urmărit unde frontale legate de calcarurile cretacice, jurasice, dolomitele triasice, calcarele paleozoice și de suprafața fundamentalui cristalin.

Experiența acumulată de cercetările de refracție a relevat dificultățiile care apar la corelarea și identificarea naturii undelor seismice. Tabloul undelor înregistrate s-a dovedit a fi deosebit de complex: la timpi mari de înregistrare unde frontale de la limite adânci sunt interferate în multe cazuri de unde legate de limite superficiale sau de unde de o altă natură fizică. Procesul de interpretare a undelor frontale se complică și mai mult prin apariția frecventă a fenomenului de pătrundere în mediul subiacent limitelor. Toate aceste inconveniente concură la scăderea preciziei metodei, la apariția unor erori considerabile care afectează stabilirea corectă a poziției limitelor refractatoare. În acest consens apare deosebit de importantă posibilitatea identificării corecte a naturii undelor înregistrate de cercetările respective.

Lucrarea de față își propune să prezinte cîteva aspecte care ilustrează caracterul complex al tabloului undelor seismice, evidențiat de diferite lucrări de refracție (executate de IPGGH și de către IGG în cadrul studiilor privind structura scoarței terestre). Materialele primare analizate aparțin unor profile plasate în Platforma Moesică (zona estică și regiunea București), Depresiunea Focșani, Bazinul Transilvaniei și în Depresiunea Pannonică. O atenție deosebită s-a acordat domeniului sosirilor ulterioare, care în mod normal în prospecțiunea de rutină este investigat mai puțin sau deloc.

Din punct de vedere cinematic, undele analizate pot fi grupate în trei categorii care vor fi comentate în cele ce urmează.

Unde seismice cu viteze aparente mari

În această categorie vom discuta impulsurile caracterizate de axe de sinfază, cu viteze aparente mai mari decît valoarea de 8 km/s (în orice caz mai mari decît viteză aparentă a primelor sosiri). Caracterele lor cinematice (timpul de apariție corelat cu distanța față de punctul de explozie și valoarea ridicată a vitezei aparente, care în anumite cazuri este practic infinită sau chiar negativă) ne-a determinat să nu le considerăm unde frontale ci de o altă natură fizică. Credem că ele reprezintă unde reflectate de orizonturi adânci sau unde difractate (refractat-difractate).



Unde reflectate

Studiul atent al înregistrărilor de refracție efectuat în condițiile unui număr considerabil de seismograme a relevat prezența de reflexii generate de limite seismice situate la adincimi mari. Spectrul acestor impulsuri, deplasat către domeniul frecvențelor joase, a facilitat înregistrarea lor cu aparatul utilizată în cadrul acestor lucrări.

Dacă ne referim la studiile seismice ale crustei terestre este demn de menționat faptul că la distanțe critice sau transcritice, ceea ce s-a considerat undă frontală de la discontinuitatea Mohorovičić reprezenta de fapt undă reflectată corespunzătoare. Intensitatea reflexiilor critice depășește cu mult amplitudinea undei frontale permătind identificarea lor cu ușurință pe fondul oscilațiilor seismice (Guterech, 1970).

Analiza înregistrărilor unor profile de refracție din zona sud București a permis recunoașterea unor asemenea unde reflectate de la limite de contrast seismic păstrate în partea superioară a crustei. Intervalul de urmărire a acestor impulsuri este relativ redus, 1–2 km, iar distanțele față de punctele de explozie sunt cuprinse între 20–26 km, fiind determinate, în principal, de sistemul de observație adoptat în cadrul lucrărilor (limitate la orizontul calcarelor paleozoice).

Unul din cazuri este prezentat în figura 1. Ordinul de mărime a vitezelor aparente ($9,6$ și $10,4$ km/s) precum și nivelul dinamic deosebit

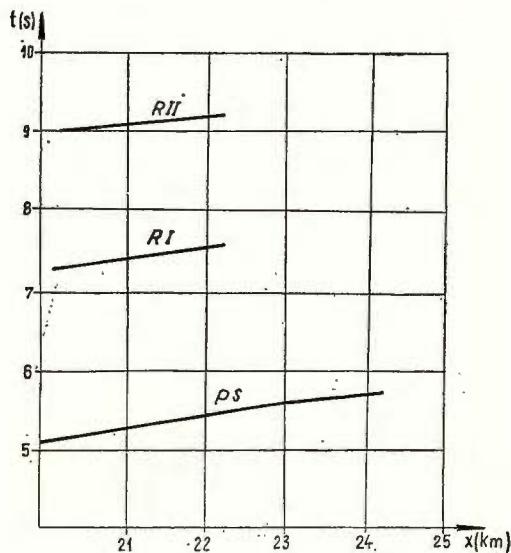


Fig. 1. — Hodograful înregistrărilor seismice — Platforma Moesică (profil IV/60).

Hodochrone des enregistrements sismiques — Plate-forme Moesienne (profil IV/60).

de ridicat face să nu le putem considera unde frontale ci mai degrabă reflexii, dintre care a două (R_{II}) formată, probabil, la unghiul critic. Un argument în sprijinul acestei supozitii este faptul că adincimile estimate determinate în ambele ipoteze (ca undă reflectată și undă frontală)

sint aproape identice (17,2—17,5 km). Elementul reflectator respectiv reprezinta, probabil, chiar limita Conrad. Cealalta reflexie (R_1) provine de la un nivel superior, situat in complexul cristalin (stratul „granitic”).

Pe un profil de refractie plasat pe flancul estic al Depresiunii Focșani (E n e s c u et al., 1972) s-a remarcat urmărirea, la distanțe de 40—56 km de punctul de explozie, a unei unde ale cărei caracteristici cinematice și dinamice sint asemănătoare celei descrise mai sus, ceea ce ne-a determinat să o interpretăm ca o undă reflectată de la o limită inter-mediară din scoarță (fig. 2). Timpul de parcurs al undei și poziția acesteia în tabloul general al undelor seismice ne determină să o atribuim limitei Conrad. Reflexia respectivă (P_1^k refl.) este deosebit de intensă și are o viteza aparentă foarte mare (cca, 15 km/s). Pe unele din înregistrări co-relarea ei nu a fost posibilă decit de la o distanță mare (peste 50 km) din cauza unui fond puternic de unde multiple continuu refractate.

Trebuie menționat faptul că limita Conrad de sub teritoriul țării noastre generează, în principal, unde frontale; cazurile relatate constituie niște excepții, evidențiate de altfel și de alte cercetări seismice (S o l l o g u b, C e k u n o v, 1971).

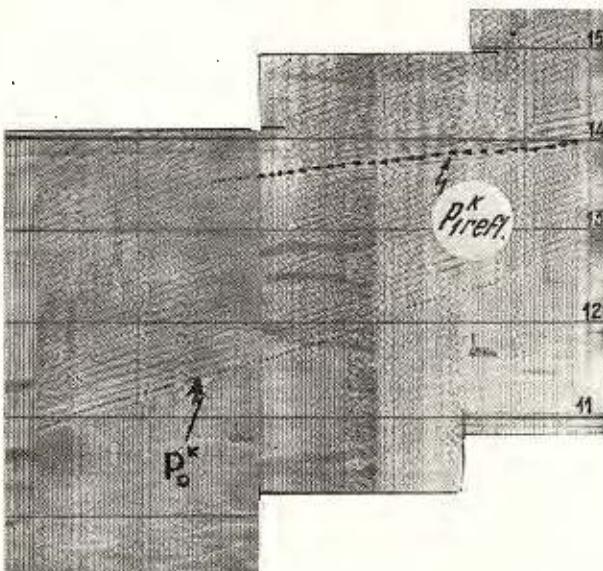


Fig. 2. — Înregistrări seismice în Depresiunea Focșani. (P_1^k refl. — reflexie de la limita Conrad). Enregistrements sismiques dans la Dépression de Focșani. (P_1^k réfl. — réflexion de la limite Conrad).

În apropierea punctului de explozie, pe anumite înregistrări, s-au pus în evidență axe de sinfază cu viteze aparente foarte mari (practic infinite) care au fost interpretate ca reflexii precritice de la orizonturi profunde. Astfel, în Depresiunea Focșani cercetările de refracție au urmărit la distanțe reduse (sub 10 km) unda reflectată de discontinuitatea Mohorovičić (fig. 3). Calculele teoretice precum și datele experimentale referitoare la amplitudinea undelor frontale și reflectate de la această limită relevă faptul că unda reflectată are o intensitate superioară atât

undei frontale cît și altor unde reflectate provenite de la orizonturi mai puțin adânci (fig. 4). Amplitudinile maxime ale undei $P_{refl.}^M$ se evidențiază

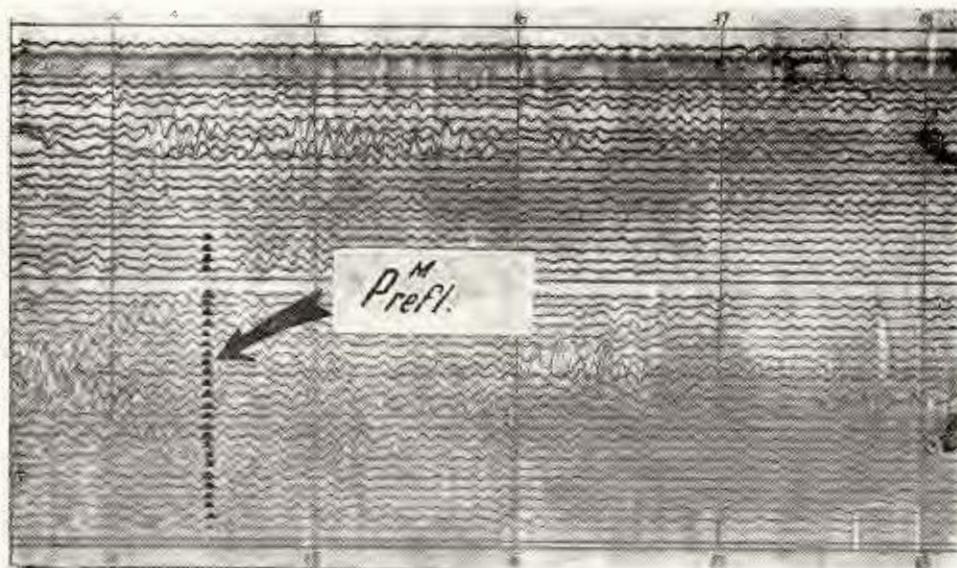


Fig. 3. — Înregistrare în apropierea punctului de explozie ($P_{refl.}^M$ — reflexie de la discontinuitatea Mohorovičić).

Enregistrement près du point de tir ($P_{refl.}^M$ — réflexion de la discontinuité Mohorovičić).

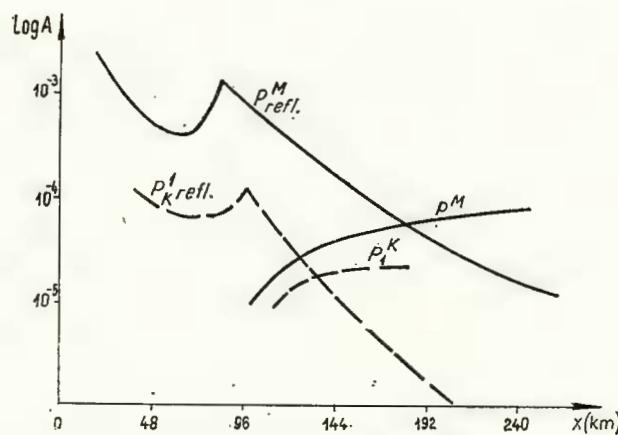


Fig. 4. — Graficul amplitudinilor diferitelor unde crustale (după Guterch) (P_1^k , P^M — unde frontale generate de limitele Conrad și respectiv Mohorovičić).

Graphique des amplitudes des différentes ondes crustales (d'après Guterch) (P_1^k , P^M — ondes frontales engendrées par les limites Conrad et à savoir Mohorovičić).

la distanțe mici față de punctul de explozie (0–30 km) și în zona critică (80–100 km). Corelarea caracterelor dinamice și a particularităților cinematice ale acestei unde stau la baza identificării ei pe seismogramele de refracție.

Unde refractat-difractate

Prezența acestor unde s-a dovedit a fi deosebit de utilă în procesul de interpretare a observațiilor seismice prin posibilitatea de localizare a accidentelor tectonice. Considerate la început ca unde perturbatoare (neutile) ele completează tabloul undelor seismice, furnizind informații suplimentare asupra elementelor structurale (accidente rupturale) ale limitelor seismice.

Caracteristicile acestor unde sunt diferite de cele ale undelor reflectate. În primul rînd, intervalul de urmărire este, în general, mult mai redus (de la cîteva sute de metri la 1 km, maximum 2 km). Hodograful undelor respective prezintă o curbură mai accentuată, punîndu-se în evidență, în special, ramura de hiperbolă dinspre punctul de explozie. Ceaală ramură este mascată de undele frontale de care este legată genetic (în sensul că accidentul respectiv afectează limita care generează aceste unde frontale). Vitezele aparente ale axelor de sinfază ating valori mari, ceea ce face ca recunoașterea lor pe seismograme să nu fie dificilă. Timpii de înregistrare sunt diferenți, funcție de adincimea la care se plasează centrele de difracție respective. Amplitudinea undelor este comparabilă cu cea a undelor frontale iar în unele cazuri chiar o depășește, ajungînd la valori considerabile.

Dintre cazurile întîlnite prezentăm o înregistrare din Depresiunea Focșani, la 55 km sud de un punct de explozie situat în apropiere de Focșani. Seismograma respectivă (fig. 5) evidențiază existența unui tren de impulsuri difractate (cu 10–12 faze) cu amplitudine mare și care acoperă un interval de înregistrare de cca. o secundă. Nivelul la care apar aceste unde (timp 14,4 s) face să le considerăm a fi legate de un accident tectonic major ce afectează discontinuitatea Conrad. Hodograful undei frontale corespunzătoare acestei limite (P_0^k) este tangent la hiperbolele de difracție iar ceva mai departe de zona lor de interferență corelarea ei nu mai este posibilă.

Interesant este că unda frontală (P_0^k) din prime sosiri suferă o amortizare anormală aproximativ în aceeași zonă și o întrerupere a corelării la distanțe mai mari de punctul de explozie (fig. 5).

Într-o altă zonă, pe valea Crișului Repede, cercetările seismice au urmărit unde refractat-difractate generate de orizonturi superficiale (Rădulescu et al., 1976). Astfel, într-o zonă cu relief plan unda din prime sosiri (generată de un orizont calcaros) are un hodograf constituit din trei hiperbole succesive, atribuite unor falii plasate în partea superioară a secțiunii geologice (fig. 6). Una din aceste fracturi apare și la un orizont profund, suprafața fundamentului cristalin fiind evidențiată de înregistrările de pe același dispozitiv al profilului, însă din alt punct de explozie.



Este posibil ca accidentul în cauză să fie de natură crustală întrucât axele de difracție respective se urmăresc pe un interval mare de timp, circa trei secunde (depășind chiar timpii la care se înregistrează unda frontală, sau cea reflectată de la limita Conrad).

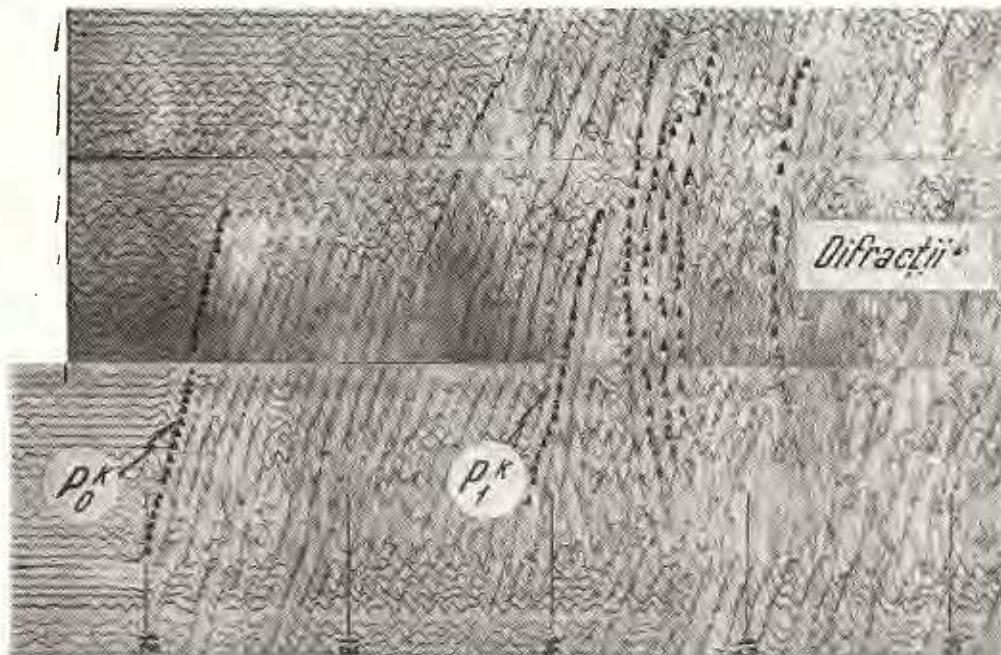
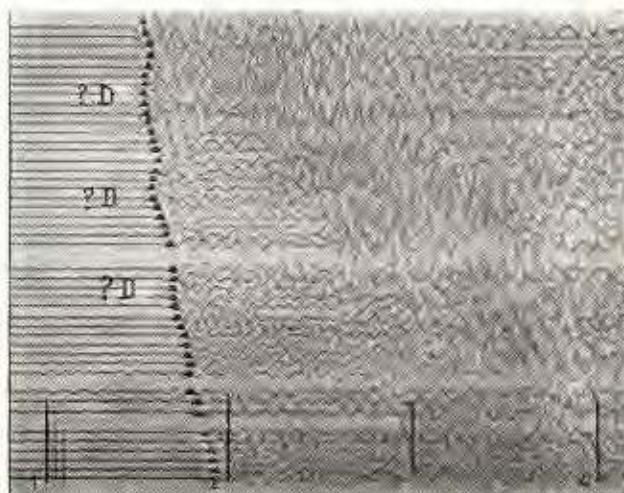


Fig. 5. — Înregistrări seismice în Depresiunea Focșani (D — unde refractat-difracțate).
Enregistrements sismiques dans la Dépression de Focșani (D — ondes réfracté-diffractées).

Fig. 6. — Seismogramă înregistrată pe valea Crișului Repede (D — difracții).
Sismogramme enregistré sur la vallée du Crișul Repede (D — diffractions).



Sondajele seismice de profunzime pun în evidență, în mod frecvent asemenea unde difractate care permit localizarea fracturilor din cuvertura sedimentară precum și din crusta superioară și inferioară³. Forma hiperbolică a hodografului acestor unde permite recunoașterea lor cu destulă ușurință pe înregistrările seismice.

Unde seismice cu viteze aparente egale cu cea a primelor sosiri

Analiza materialului seismic a pus în evidență, în domeniul sosirilor ulterioare, numeroase cazuri care permit corelarea unor axe de sinfază cu aceeași viteză aparentă ca a undelor urmărite în prime sosiri. Particularitățile lor cinematice (în principal, viteza aparentă) ne-au determinat să considerăm că generarea lor poate fi pusă pe seama orizontului seismic care a dat naștere undelor frontale din prime sosiri. Este vorba probabil, de unde multiple de tip reflectat-refractat (RER). Amplitudinea mare a acestor unde sugerează că fenomenul suplimentar de reflexie se produce la unghiuri critic.

Studiul undelor seismice a arătat că undele multiple apar destul de frecvent pe înregistrările de refracție. Prezența în secțiunea geologică a diferitelor limite seismice, dintre care unele cu un contrast mare de impedanță acustică, creează condiții favorabile generării undelor multiple de tip reflectat-refractat.

În toate zonele studiate de noi se remarcă prezența acestor unde multiple. Caracterul lor constant este reprezentat de amplitudinea deosebită a impulsurilor, care în unele cazuri depășește pe cea a undelor frontale primare (din prime sosiri). Aspectul care trebuie elucidat este legat de limitele între care se produce reflexia dublă presupusă în mod teoretic. Calculele efectuate în condițiile seismogeologice reale ale fiecărei zone au contribuit la verificarea mecanismului de generare a acestor unde.

Astfel, pe profilul internațional II, Galați-Călărași (destinat studiului crustei terestre), înregistrările seismice din punctul de explozie Viziru au urmărit pe o porțiune de cca 70 km o asemenea undă multiplă (fig. 7). Intervalul de timp (1,4 s) dintre unda frontală din prime sosiri și cea multiplă a permis stabilirea modalității de formare a acesteia din urmă. Calculele respective au indicat faptul că reflexia suplimentară, ce are loc în apropierea punctului de explozie, se produce între limita sol-aer și suprafața calcarelor cretacice care generează unda frontală). Amplitudinea undei multiple este dublă față de cea a undei frontale.

Interesant este că între cele două tipuri de unde apare o alta (la 1 s de primele sosiri) cu energie mai scăzută și aceeași viteză aparentă (fig. 8). Este vorba, probabil, tot de o undă multiplă (dar internă) ale cărei reflexii se produc între o limită superficială (adincime cca 0,7 km) și suprafața calcarelor cretacice. Determinările teoretice, ce se referă la intervalul de timp față de unda frontală, confirmă ipoteza respectivă.

³ F. Rădulescu, P. Constantinescu, A. Sovă, A.I. Pompiliu, N. Ibadof. 1974, Arh. IGG, București.

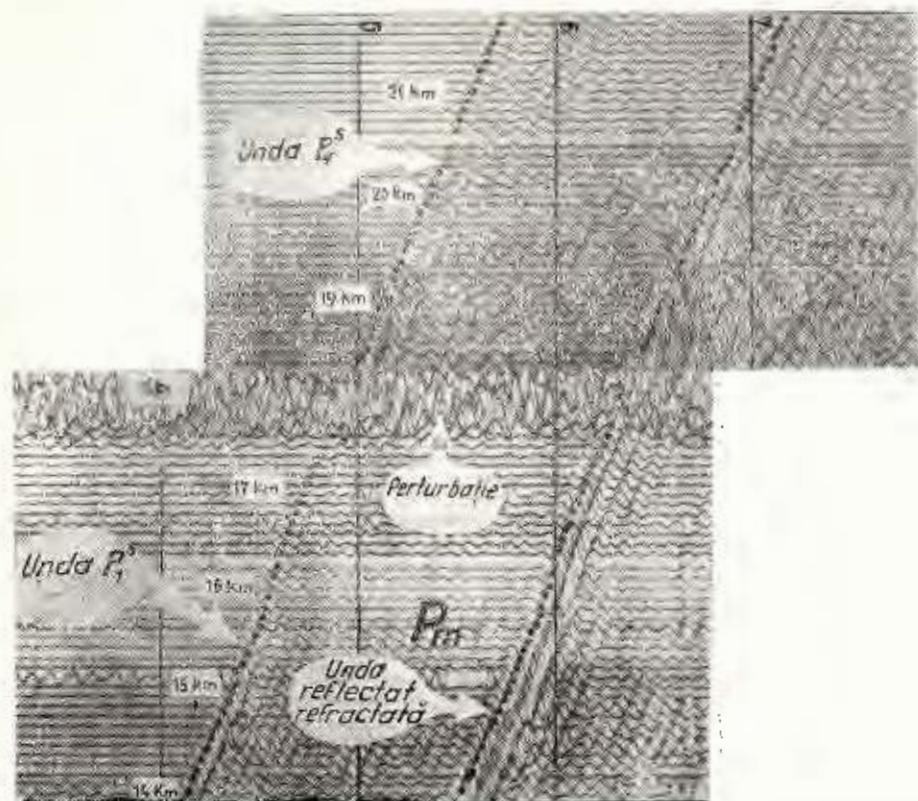
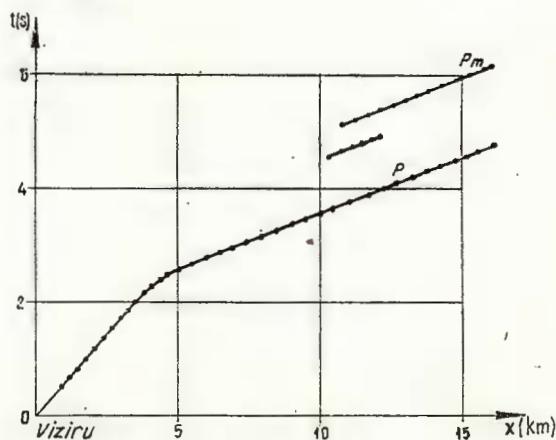


Fig. 7. — Înregistrări pe profilul internațional II, Galați-Călărași (P_m — undă multiplă reflectat-refractată).

Enregistrements sur le profil international II, Galați Călărași (P_m — onde multiple réfléchies et réfractées).

Fig. 8. — Hodograful înregistrărilor din punctul de explozie Viziru (profil internațional II).

Hodochrone des enregistrements du point de tir Viziru (profil international II).



O serie de profile de refracție din estul Platformei Moesice au urmărit, la distanțe de 15–25 km de punctul de explozie, impulsuri seismice ale căror caracteristici sunt asemănătoare celor descrise anterior. Vitezele aparente ale undelor respective (6,0–6,3 km/s) indică nivelul mai profund de care este legată formarea lor. Teoretic, în condițiile seismogeologice

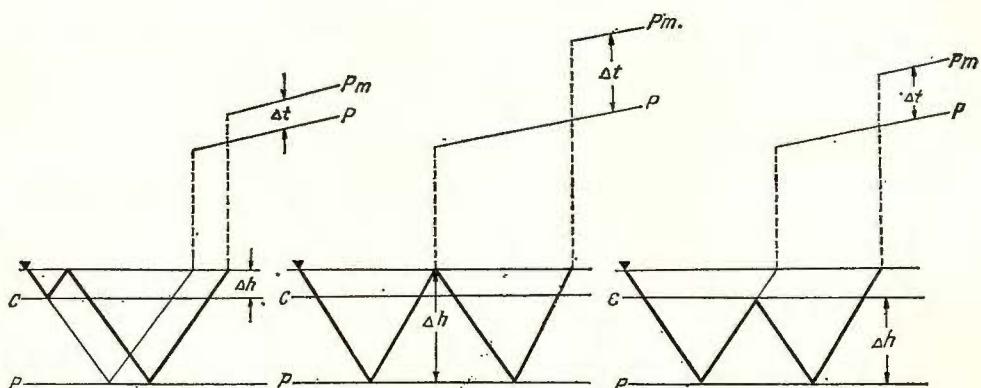


Fig. 9. — Drumurile teoretice ale razelor undelor multiple de tip reflectat-refractat posibile în Platforma Moesică (C și P — suprafața calcarelor cretace și paleozoice). În partea de sus s-au figurat hodografii undelor frontale și multiple.

Routes théoriques des rayons des ondes multiples de type réfléchi-réfractées possibles dans la Plate-forme Moesienne (C et P — surface des calcaires crétacés et paléozoïques). Dans la partie d'en haut ont été figurées les hodochrones des ondes frontales et multiples.

specifice platformei mecanismul posibil de formare a multiplelor este schițat în figura 9. La acest proces pot participa trei limite cu importante contraste de viteză, și anume: limita sol-aer, suprafața calcarelor cretace (C) și a celor paleozoice (P). Calculele estimative, efectuate pe baza diferențelor de timp dintre unda frontală și cea multiplă, au arătat că fenomenul de reflexie se produce între suprafața calcarelor cretace și cea a calcarelor paleozoice.

În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile multiplelor și rezultatele calculelor.

Evident, calculele au impus adoptarea unor simplificări în sensul admiterii unor limite orizontale și a unei omogenități a vitezelor de propagare. S-au utilizat vitezele efective determinate de-a lungul profilului iar pentru calcarele paleozoice s-a adoptat o valoare a vitezei de limită de 6,0 km/s. Diferențele de grosime (Δh) care apar între valorile teoretice și cele efective de pe profilul studiat se datorează și faptului că pe secțiunea respectivă nu am dispus de date asupra poziției suprafeței calcarelor cretace ci numai de grosimile formațiunilor neogene.

Într-o altă zonă, Depresiunea Pannonică, materialul seismic este ilustrativ în evidențierea undelor de acest tip. Pe toate profilele de refrac-

ție executate în zona Arad-Oradea⁴ s-au urmărit, după unda frontală din prime sosiri atribuită fundamentalui cristalin) și o perioadă de timp lipsită de oscilații seismice (0,7–1,6 s), grupuri de impulsuri (2–3 faze) cu amplitudini comparabile cu ale primelor sosiri și cu aceleași viteze aparente. Adâncimea redusă a fundamentalui cristalin (800–1300 m) determină

TABELUL 1

*Unde multiple interne de tip reflectat-refractat din Platforma Moesică*⁵

Nr. crt.	x (km)	v (km/s)	t (s)	$\Delta H_{\text{calc.}}$ (km)	$\Delta h_{\text{ref.}}$ (km)
1	16,0	6,3	0,72	2,2	—
2	20,0	6,0	0,66	2,1	2,8
3	21,5	6,2	0,74	2,4	2,7
4	19,0	6,3	1,22	2,5	2,3
5	17,5	6,2	1,05	3,3	—
6	19,3	6,15	0,99	2,0	2,3
7	17,4	6,1	1,07	2,2	2,2

valori mai reduse ale vitezelor aparente (4,5–5,6 km/s) ale undelor frontale corespunzătoare.

Analiza diferențelor de timp dintre cele două unde și a calculelor efectuate a arătat că suprafața fundamentalui și limita aer-sol participă la procesul de generare a acestor multiple (tabelul 2). Constatarea este în concordanță cu caracteristica seismogeologică a Depresiunii Pannonice unde contrastul de viteze dintre depozitele sedimentare și fundamentalul cristalin are valoarea cea mai ridicată; cu totul sporadic s-au urmărit o limită seismică în Pannonian și alta reprezentată de calcarele cretacice.

Înregistrările de foarte bună calitate au permis efectuarea unei analize dinamice a impulsurilor undei frontale și celei multiple. Amplitudinea undei frontale este, în general, mai mare decât cea a multiplei. Coeficienții de absorbție efectivă ai celor două unde au valori apropiate iar hodografii dinamici prezintă forme asemănătoare. Unda multiplă are o frecvență ceva mai scăzută (cu 2–3 Hz) decât cea frontală.

⁴ P. Năstase et al., 1968, Arh. IPGGH, București.

⁵ Datele se referă la profilul regional II/66, Giurgiu-Urziceni-Umbrărești (IPGGH).



TABELUL 2

Unde multiple reflectat-refracțiate din Depresiunea Pannonică⁶

Nr. crt.	x (km)	v (km/s)	t (s)	$\Delta h_{calc.}$ (km)	$\Delta h_{ef.}$ (km)
Profil II					
1	13,5	5,5	14,9	1,62	—
2	12,8	4,9	1,38	1,51	1,40
3	17,9	5,2	1,52	1,55	1,70
Profil V					
4	12,6	5,1	11,3	1,23	1,10
5	9,6	5,1	1,26	1,37	1,10
6	12,3	5,6	1,10	1,20	—
7	11,4	7,3	1,63	1,77	1,70
Profil VI					
8	9,7	4,8	1,06	1,15	1,10
9	10,4	5,3	1,21	1,32	1,30

Tot în Depresiunea Pannonică, cercetările efectuate pe profilul internațional XI, în partea estică a R. P. Ungară și pe valea Crișului Repede în R. S. România (Constantinescu et al., 1975), au pus în evidență o undă de acest tip la o diferență de timp de cca 2,1 s față de prima sosire (fig. 10). Se remarcă faptul că în intervalul 23–44 km (de la punctul de explozie) urmărirea unei multiple nu prezintă nici o dificultate după care corelarea ei nu mai este posibilă. Interesant este că în zona de apariție a acestei multiple de la distanța de circa 56 km de punctul de explozie

⁶ Datele se referă la profilele formației 40–41/1967 (IPGGH).



se diferențiază net o altă undă cu viteza aparentă mare (8 km/s) și o intensitate deosebită (fig. 11). Caracterele cinematice și modul ei de apariție ne-au determinat să o atribuim discontinuității Mohorovičić, fiind o undă reflectată sau frontală înregistrată în zona punctului critic. Adincimea li-

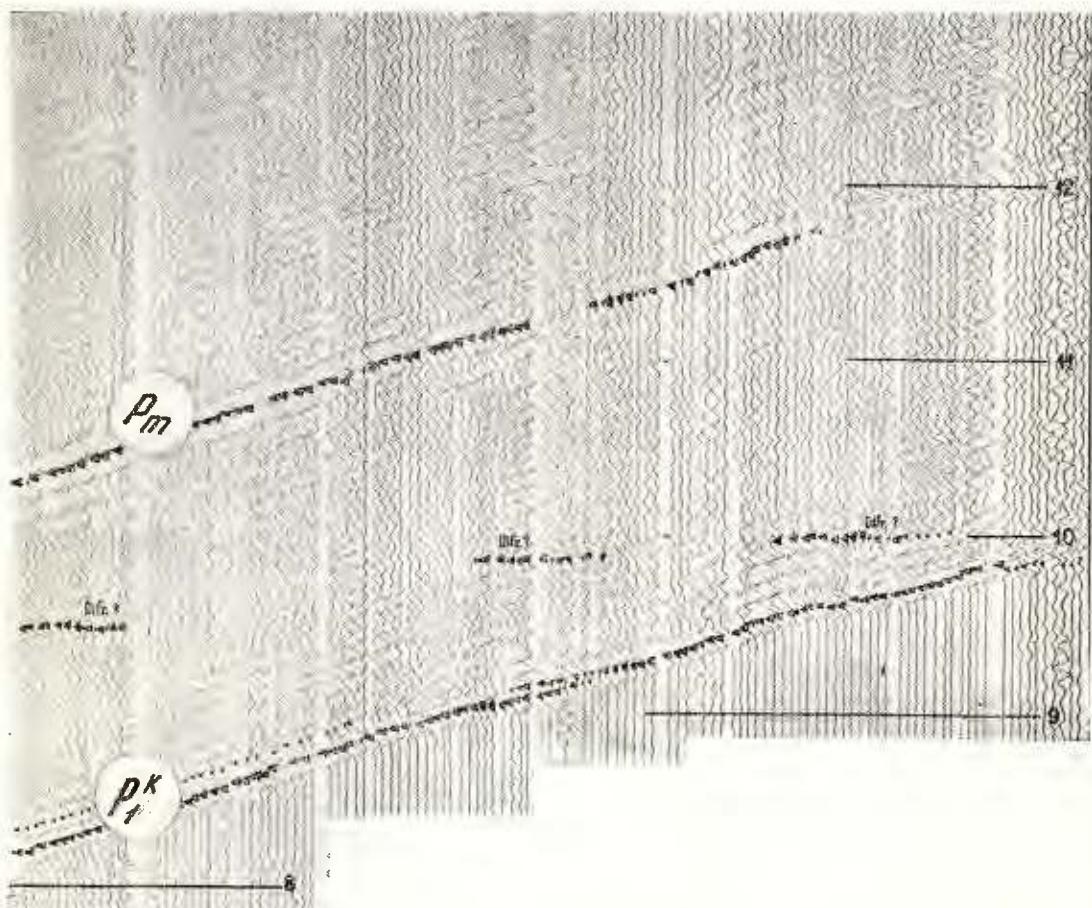


Fig. 10. — Înregistrări seismice în Depresiunea Pannonică, zona Oradea (punct de explozie Nagyrábé — pe teritoriul Ungariei).

Enregistrements sismiques dans la Dépression Pannonique, zone de Oradea (point de tir Nagyrábé — sur le territoire de l'Hongrie).

mitei obținută în această ipoteză corespunde determinărilor anterioare din estul Ungariei (Mituch, 1968).

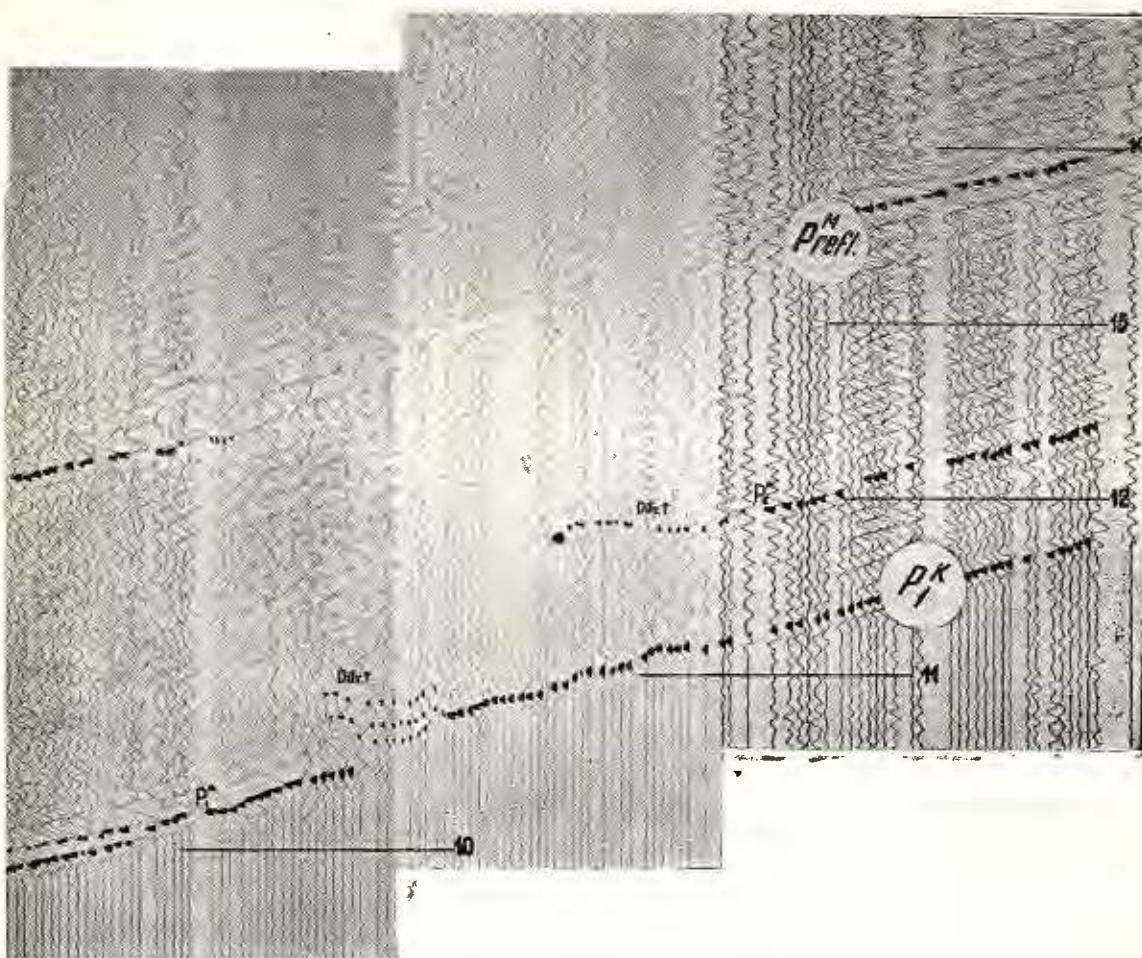


Fig. 11. — Înregistrări din punctul de explozie Nagyrábé (profil pe valea Crișului Repede). Energistrements du point de tir Nagyrábé (profil le long de la vallée du Crișul Repede).

Unde seismice cu viteze aparente inferioare celei corespunzătoare primelor sosiri

Pe unele înregistrări se urmăresc axe de sинфазă cu viteze aparente reduse, care în anumite condiții sunt suspectate a fi unde de schimb, de tip *PSP*. Pentru siguranța interpretării este necesară eliminarea posibilității ca ele să fie unde frontale generate de orizonturi seismice superficiale. Modalitatea de efectuare a observațiilor seismice (cu receptori verticali) și intensitatea suficient de mare a impulsurilor exclud posibilitatea ca undele să fie de alt tip, *PPS*, *SPS* sau *S*. Unde de schimb, de tip *PSP*,

au fost recunoscute pe unele înregistrări din Dobrogea centrală (Constantinescu, Spâncuhe, 1967).

Pe un profil seismic din Platforma Moesică se evidențiază în apropierea punctului de explozie, după unda directă (1900 m/s), o primă

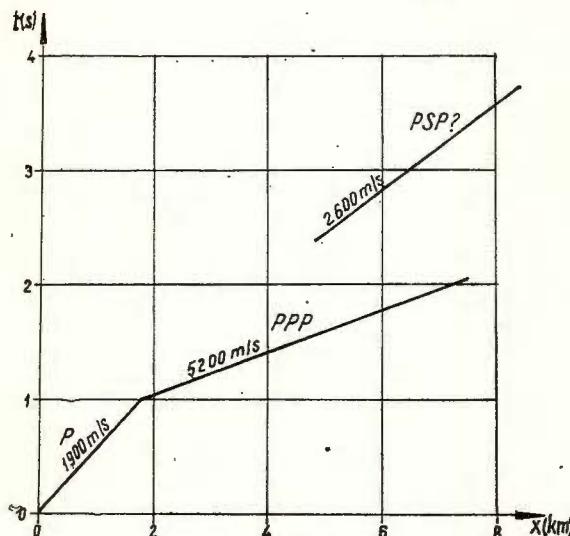
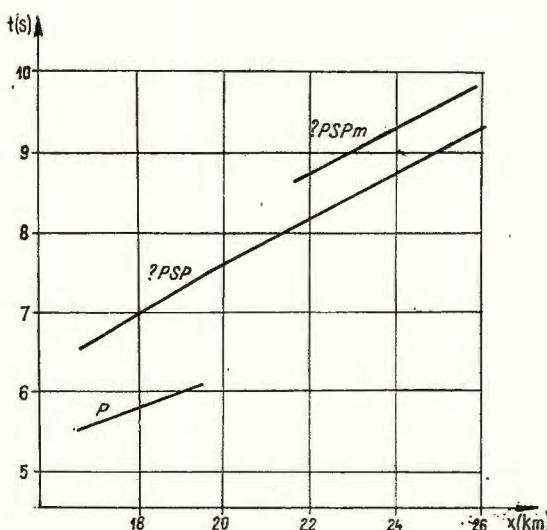


Fig. 12. — Hodograf din Platforma Moesică.
Hodochrone de la Plate-forme Moesienne.

Fig. 13. — Hodograf obținut în Platforma Moesică.

Hodochrone obtenu dans la Plate-forme Moesienne.



undă frontală (5200 m/s) iar în sosiri ulterioare o undă cu viteză aparentă mică — 2600 m/s (fig. 12). Faptul că în prime sosiri între unda directă și cea frontală nu apare o undă intermediară ne-a determinat să considerăm

axele de sînfază cu viteză aparentă mică ca aparținînd unei unde de schimb (*PSP*).

Interesantă este apariția unei unde multiple de tip *PSP* (fig. 13). Diferența de timp (0,7 s) dintre unda primară *PSP* și cea multiplă *PSP_m* a permis determinarea limitelor între care se produce reflexia suplimentară. Calculele au arătat că multiplă este internă, formîndu-se între orizontul calcarelor cretace și cel al calcarelor paleozoice.

CONCLUZII

Materialul seismic prezentat relevă caracterul complex al tabloului undelor înregistrate pe profilele de refracție. După cum s-a văzut, în afara undelor frontale apar și alte tipuri de unde care maschează apariția undelor utile. Dintre acestea s-au analizat multiplele de tip reflectat-refractat (*RER*, după Meissner). Determinările cantitative pe baza particularităților cinematice au furnizat elemente asupra modalității lor de formare (în Platforma Moesică și Depresiunea Pannonică).

Identificarea undelor refractat-difractate apare deosebit de utilă la interpretarea observațiilor seismice, prin posibilitatea stabilirii poziției fracturilor. Curbura mai mare a hodografului acestui tip de undă precum și caracteristicile lor de corelare constituie criteriu de diferențiere față de undele reflectate (de adincime) cu care ar putea fi, eventual, confundate.

În anumite condiții, undele cu viteză aparentă reduse (2–3 km/s) au fost interpretate ca unde de schimb, de tip *PSP*. Ele pot genera și unde multiple.

Stabilirea corectă a naturii undelor seismice constituie problema principală a procesului de interpretare. De ea depinde în mare măsură precizia determinărilor cantitative. Identificarea diferitelor unde trebuie să se facă în urma unei analize complete a caracterelor cinematice și dinamice ale axelor de sînfază respective.

BIBLIOGRAFIE

- Constantinescu P., Spănoche S. (1967) Unde continuu refractate și unde de schimb *PSP* în înregistrările seismice din Dobrogea Centrală (zona șisturilor verzi). *St. cerc. Geol. Geofiz. Geogr., Ser. Geofiz.*, 5, 2, 251–257, București.
- Constantinescu P., Mituch E., Posgay K., Rădulescu F. (1975) Deep seismic sounding in the Eastern part of the Pannonian Basin along the international profile XI. *Rev. Rom. Geol. Géophys. Géogr., Sér. Géophys.*, 19, 37–42, Bucarest.
- Cornea I., Chișcan V., Barbu M. (1966) Unde difractate în prospecțiunea seismică *St. Tehn. Ec., Ser. D*, 5, 127–144, București.
- Enescu D., Cornea I., Constantinescu P., Rădulescu F., Pătruț S t. (1972) Structura scoarței terestre și a mantalei superioare în zona curburii Carpaților. *St. Cerc. Geol. Geogr. Geofiz., Ser. Geofiz.*, 10, 1, 23–41, București.



- Guterch A. (1970) Kinematics and dynamics of seismic waves in selected heterogeneously stratified models of the continental Earth's crust. *Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sci.*, 39, Warszawa.
- Meissner R. (1965) Multiple events in refraction shooting. *Geophys. Prosp.*, 13, 4, 617—658, Hague.
- Mituch E. (1968) The results of seismic measurement carried out on the Hungarian sections of the international crustal investigation profiles. *Acta Geodaeet. Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung.*, 3, Budapest.
- Rădulescu, F., Constantinescu, P., Sovă, A., Popilian, A., Ibadof, N., (1976) Cercetări seismice pentru studiul limitelor de profunzime din nordul Munților Apuseni, *St. tehn. ec.*, SD, 11, București.
- * * * Crustal structure of central and South — Eastern Europe (by the data of explosion seismology), 1971, Kiev.

LA NATURE DE QUELQUES ONDES SISMIQUES ENREGISTRÉES PAR LES RECHERCHES DE RÉFRACTION

(Résumé)

Le travail présente une série d'aspects liés à la nature de certaines ondes sismiques enregistrées par les recherches de réfraction.

Les axes de synphase à grandes vitesses apparentes (plus de 6 km/s) peuvent représenter des ondes réfléchies ou réfractées-diffractées. Leurs particularités cinématiques permettent l'identification de ceux-ci sur les sismogrammes.

Les ondes sismiques à vitesses apparentes égales avec celles des premières arrivées ont été interprétées comme ondes multiples de type réfléchi-réfracté. A partir des données d'observation d'une série de profils de la Plate-forme Moesienne et de la Dépression Pannonoïque, l'on a pu établir la modalité de formation de ces multiples.

Une troisième catégorie d'ondes (à vitesses apparentes réduites — 2—3 km/s) semblent être, en certaines conditions, des ondes d'échange de type PSP. Leur apparition est sporadique et leur identification réclame la connaissance du tableau d'ondes près du point de tir.





Institutul Geologic al României

CERCETĂRI TELURICE ȘI MAGNETOTELURICE
ÎN DEPRESIUNEA GETICĂ¹
DE
MARIA STĂNICĂ, DUMITRU STĂNICĂ²

Abstract

Telluric and Magnetotelluric Researches Carried out within the Getic Depression. The geoelectric researches carried out in 1975 by telluric current and magnetotelluric methods led to obtaining some unitary information regarding the distribution of the telluric field within the Getic Depression. The obtained magnetotelluric results confirm the utility of application of this method to the clearing up of some regional structural geological problems.

Cercetările geoelectrice întreprinse în anul 1975 prin metoda curenților telurici în Depresiunea Getică (fig. 1), se înscriu pe linia preoccupărilor de descifrare a structurilor geologice profunde a teritoriului R. S. România și, implicit, de conturare a unor noi zone de perspectivă pentru acumulările de hidrocarburi.

Volumul de informații, obținut prin metoda curenților telurici, a fost îmbogățit prin executarea unor înregistrări magnetotelurice experimentale pe Valea Oltului. Rezultatele obținute au contribuit la interpretarea cantitativă a datelor telurice, concretizate prin realizarea unei schițe-structurale, precum și prin elaborarea unor secțiuni de adâncime comparabile cu datele seismice din zonă.

În lucrarea de față nu se va insista asupra problemelor legate de teoria metodelor aplicate, întrucât acestea au fost tratate.^{3,4,5}

¹ Susținută în ședință de comunicări științifice din 23 aprilie 1976, a Institutului de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.

³ D. Stănică, Maria Stănică. 1974. Arh. I.G.A. București.

⁴ D. Stănică, Maria Stănică. 1975. Arh. I.G.G. București.

⁵ D. Stănică, Maria Stănică. 1976. Arh. I.G.G. București.



Zona în care s-au efectuat cercetările este situată în cadrul foilor Pitești și Tg. Jiu, elaborate la scara 1 : 200.000, cuprindând sectorul de vest al Depresiunii Getice. Fundamentul de origine mixtă, carpatică și de platformă, prezintă o tectonică destul de complicată, plicativă și res-

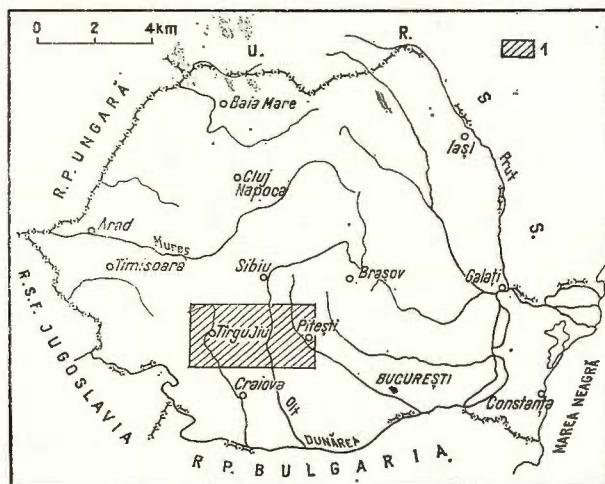


Fig. 1. — Harta R. S. România cu dispunerea foilor la sc. 1 : 200.000
: 1, suprafață cercetată în anul 1975.

Carte de la R. S. de Roumanie avec la disposition des feuilles à l'échelle 1 : 200 000 : 1, surface étudiée au cours de l'année 1975.

pectiv de tip ruptural, suportînd formațiuni sedimentare din ce în ce mai recente către SSE, care trec de la disperarea monoclinică din flancul sudic al Carpaților Meridionali la o structură cutată în avansosă.

În vederea soluționării problemelor geologice, structural-tectonice din cadrul foilor amintite, la interpretarea datelor de observație obținute prin cele două metode, s-au utilizat următorii parametri :

Invariantul J, exprimat ca raportul dintre aria hodografului cîmpurilor telurice în stație și în bază, pentru același interval de timp

$$J = \frac{S_{xy}}{S_{xy}}, \quad (1)$$

reprezintă o mărime invariabilă cu direcția.

Teluroparametrul μ este calculat ca raport al intensității cîmpurilor telurice în stație și în bază la același moment :

$$\mu_i = \frac{E_i}{e_i}, \quad (2)$$

această mărime fiind dependentă de direcția cîmpului teluric în bază (y/x). Teluroparametrul μ caracterizează variațiile conductanței longitudinale totale a sedimentelor conductoare de deasupra unui orizont electric rezistiv de referință.

Parametrul K reprezintă raportul intensității medii pătratice a cîmpurilor telurice în stație și bază pentru același interval de timp :

$$K = \frac{E_m^2}{e_m^2} \quad (3)$$

Dacă proprietățile electrice ale secțiunii cuprinse între bază și stație sunt aproximativ constante, atunci între parametrul K și J există relația :

$$K = \sqrt{J}.$$

Parametrul K depinde numai de variațiile proprietăților electrice ale sedimentarului și caracterizează raportul dintre conductanțele longitudinale totale în bază și stație ;

Conductanța longitudinală totală S, calculată cu formula :

$$S = 796 \left(\frac{1}{|Z_n|} - \sqrt{\frac{T}{10\rho_n}} \right) \quad (5)$$

unde : S se exprimă în Ωm^{-1} ; Z_n în $\frac{mV/Km}{\gamma}$; T în secunde; ρ_n în Ωm .

Mărimea $T/10\rho_n$, se numește corecție pentru ρ_n finit. Pentru $\rho_n = \infty$ această corecție este egală cu zero și relația (5) devine :

$$S = \frac{796}{|Z_n|} \quad (6)$$

Măsurătorile telurice au constat din înregistrări efectuate simultan între o stație de „bază” și stațiile „mobile”, iar cele magnetotelurice s-au realizat pe un profil situat pe Valea Oltului.

În vederea evaluării cât mai exacte a adâncimii de investigație a metodei și, implicit, a structurilor geologice reflectate în rezultatele măsurătorilor, lungimea liniilor de recepție, variind între 150–300 m, a fost aleasă în funcție de activitatea telurică și de sensibilitatea galvanometrilor, asigurîndu-se o precizie a lungimii de 1%, iar eroarea de orientare a dispozitivului de măsură nedepășind 2° – 3° .

Valorile parametrilor telurici obținuți în urma prelucrării, s-au raportat la o bază unică pentru întreaga suprafață cercetată, situată la 2 km SE de stațiunea Govora.



Schița structurală a fost elaborată în concepția că adîncimea pînă la orizontul electric rezistiv de referință în stația de „bază” este de 5 800 m. Această grosime a depozitelor sedimentare a fost obținută în urma măsurătorilor magnetotelurice efectuate în zonă. În fiecare punct măsurat adîncimea s-a calculat cu relația :

$$h_s = h_b \frac{E_b}{E_s}, \quad (7)$$

admitînd următoarele aproximări :

- structura este bidimensională ;
- rezistivitatea sedimentarului nu variază în intervalul dintre bază și stație ;
- rezistivitatea fundamentalui este infinită, adică orizontul electric rezistiv de referință este electroizolant ;
- legile curentului continuu sunt aplicabile și în cazul curenților telurici, deși aceștia sunt curenți pulsatori de joasă frecvență.

În urma prelucrării materialului de observație obținut prin metoda curenților telurici și metoda magnetotelurică, s-au întocmit hărți la scara 1 : 200.000 pentru invariantul J (pl. I), teluroparametrul μ (pl. II), parametrul K (pl. III), schița structurală telurică (pl. IV), secțiunea de adîncime telurică și magnetotelurică (fig. 2), precum și secțiunea de adîncime telurică și seismometrică (fig. 3).

Premisa de bază de la care s-a pornit pentru interpretarea geologică a materialului de observație a fost aceea că anomalile conturate ar reflecta, în general, fundamentul cristalin considerat ca orizont electric rezistiv de referință, fără a exclude posibilitatea existenței și a unor efecte cumulate, secundare, generate de prezența orizonturilor ecran.

Analizînd hărțile de curenți telurici și schița structurală, se constată că Depresiunea Getică, formată în urma diastrofismului laramic ca o compensare a ridicării zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Meridionali, se evidențiază printr-o largă anomalie de minim orientată aproximativ E-V.

Din punct de vedere structural, fundamentul Depresiunii Getice se prezintă cu o tectonică complicată de tip ruptural, compartimentat în blocuri de o serie de falii majore, orientate NE-SV (falile Izvoru Rece — Cordești și Ferigile — Irimești), VNV-ESE (falia Râureni — Colibași) și NV-SE (falia Căzănești — Săpata de Sus). Unele din aceste blocuri au avut o subsidență mai accentuată și au format zonele depresioare, iar altele au suferit mișcări de sens contrar dînd naștere compartimentelor de ridicare dispuse în partea de est a suprafeței cercetate.

În figura 2 este prezentat un studiu comparativ între metoda curenților telurici și metoda magnetotelurică pe un profil situat între localitățile Călimănești și Mitrofani. Analiza secțiunii de adîncime indică un para-



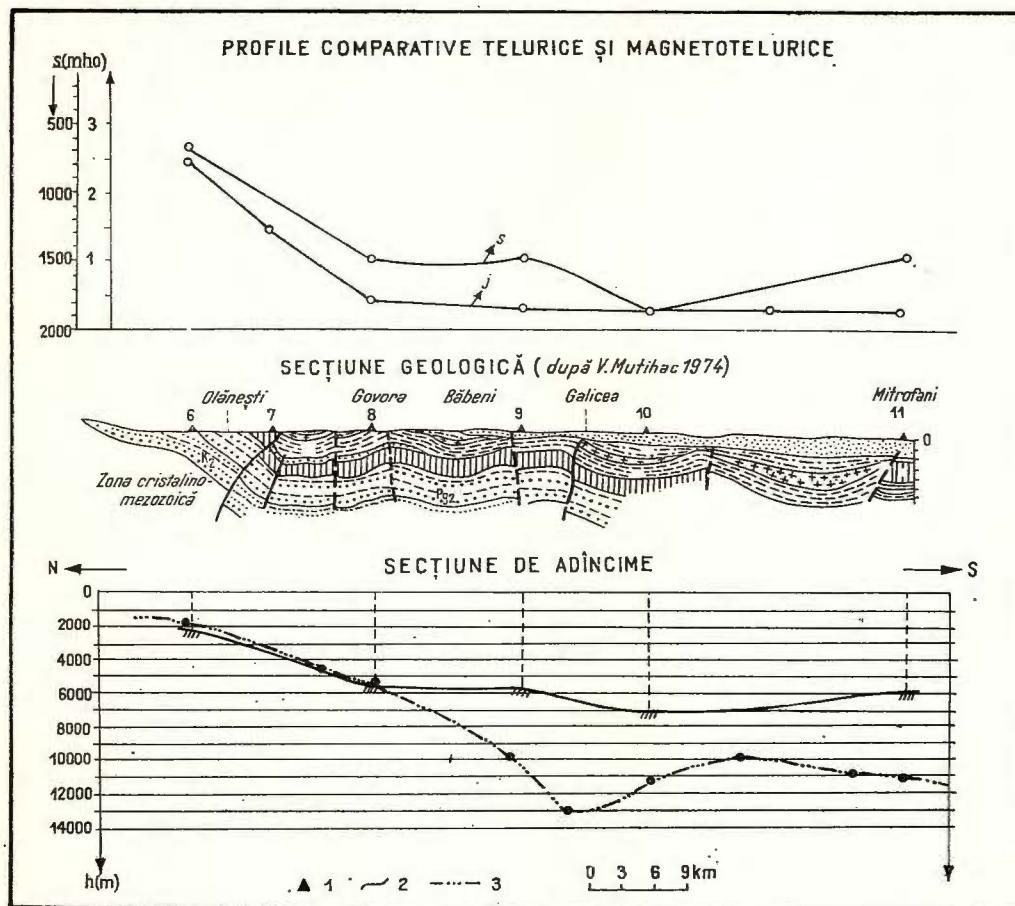


Fig. 2. — Studiu comparativ între secțiunile de adâncime telurice și magnetotelurice Călimănești—Mitrofani.

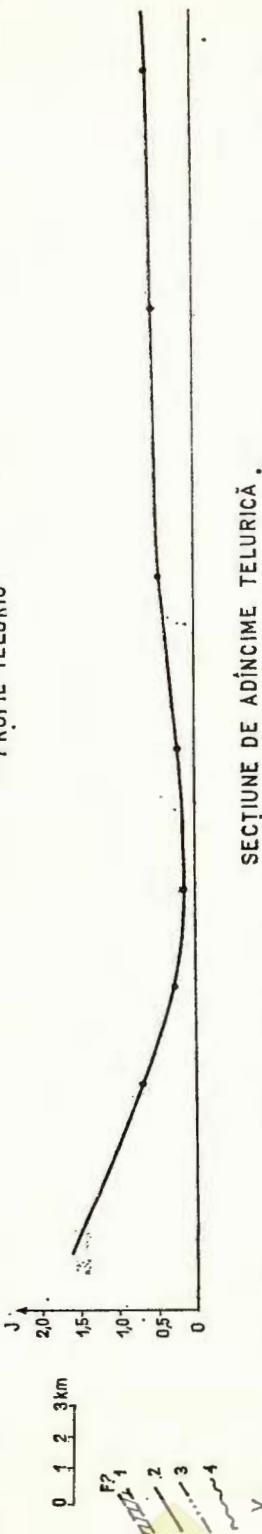
1, stații de măsură ; 2, orizont electric de referință după date magnetotelurice ; 3, orizont electric de referință după date telurice.

Etude comparative entre les sections de profondeur telluriques et magnétotelluriques de Călimănești-Mitrofani.

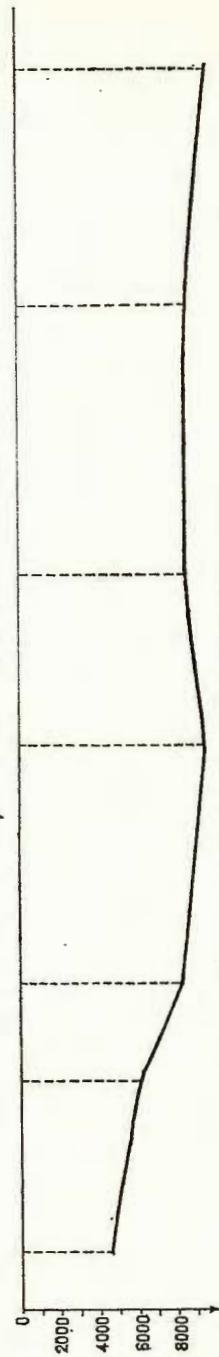
1, stations de mesure ; 2, horizon électrique de référence d'après des données magnétotelluriques ; 3, horizon électrique de référence d'après des données telluriques.

lelism evident pînă în dreptul localității Govora, după care adâncimea obținută prin metoda curenților telurici este mai mare decît cea dată de metoda magnetotelurică. Această diferență poate fi pusă pe seama alegerii unei rezistivități longitudinale medii, $\rho_i = 4\Omega \text{ m}$, pentru tot profilul cercetat, rezistivitate care este semnificativă numai pentru partea de nord a secțiunii.

PROFIL TELURIC



SECȚIUNE DE ADÎNCIME TELURICĂ .



SECȚIUNE SEISMICĂ VERTICALĂ I (după IP66)

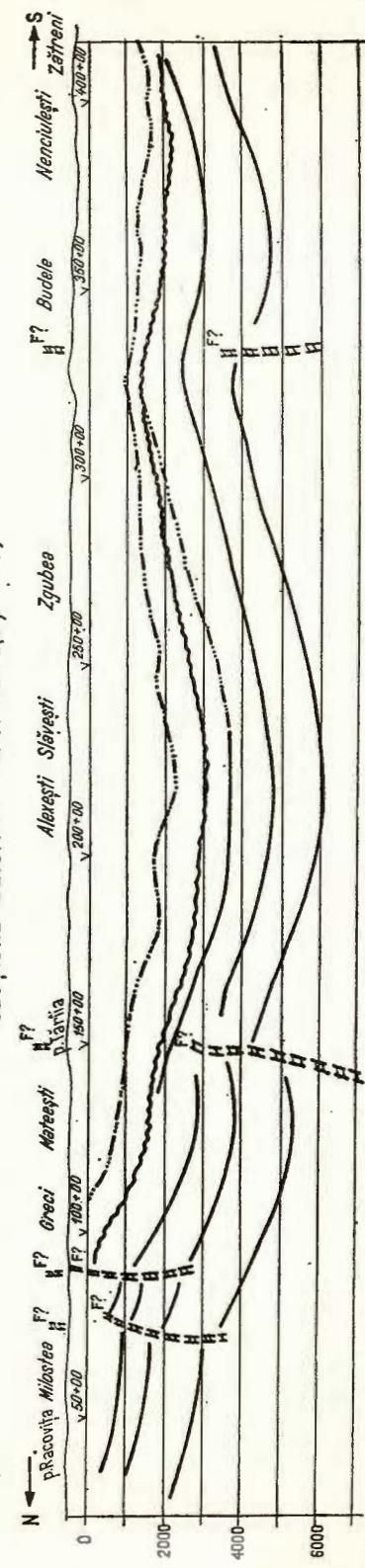


Fig. 3. — Studiu comparativ între secțiunile de adâncime telurice și seismice Milostea-Zăreni.
 1, zonă de fâlfie nesigură ; 2, segment reflectator sigur (seismosondaj) ; 3, limită convențională de discordanță ; 5, pichet seismic.
 Etude comparative entre les sections de profondeur telluriques et sismiques de Milostea-Zăreni.
 1, zone de faille incertaine ; 2, segment réflecteur certain (sismosondage) ; 3, limite conventionnelle de discordance ; 5, piquet sismique.

Pentru studierea capacitații rezolutive a metodei curenților telurici în raport cu metoda seismometrică⁶, în planșa 6 sunt prezentate rezultatele obținute pe profilul Milostea-Zătreni. Prin suprapunerea secțiunilor de adâncime, telurice și sesimometrice, se constată o corelare între zonele de ridicare și cele de coborâre ale orizontului electric rezistiv de referință și respectiv ale orizontului reflectator, datele telurice aducind informații de la adâncimi mai mari. Falia din dreptul pichetului 150+00, consemnată în secțiunea seismică pînă la adâncimea de 7 000 m pare a fi mult mai profundă afectând, după părerea autorilor, și depozitele fundamentalui cristalin.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor întreprinse în anul 1975 prin metoda curenților telurici și metoda magnetotelurică confirmă utilitatea aplicării acestora la elucidarea unor probleme structurale pe teritoriul țării noastre.

BIBLIOGRAFIE

- B**aranov V. (1952). Interprétation quantitative des mesures en prospection par courant telluriques. *World. Petrol. Congr.* The Hague.
- B**ercia I., Marinescu Fl., Mutihac V., Pavelescu Maria, Stancu Josefina (1968). Harta geologică Tg. Jiu. Sc. 1 : 200.000. *Inst. Geol.* București.
- B**erdicevskii M. N. (1968). Electriceskaia razvedka metodom magnitoluriceskovo profilirovania. *Izdatelstvo. Nedra.* Moskva.
- B**ombiță G., Codarcea-Dessila Marcela, Giurgea P., Lupu M., Mihăilă N., Stancu Josefina (1968). Harta geologică Pitești. Sc. 1 : 200.000. *Inst. Geol.* București.
- M**utihac V., Ionesi L. (1974). Geologia României. *Ed. teh.* București.
- P**orstendorfer G. (1961). Telluric. *Academie Verlag.* Berlin.
- S**hu Li (1963). Calculating the Parameters used in Telluric Current prospecting. *Geophysics.* Vol. XVIII, 3.

RECHERCHES TELLURIQUES ET MAGNÉTOSELLURIQUES DANS LA DÉPRESSION GÉTIQUE

(Résumé)

Dans le but de déchiffrer la structure géologique de profondeur de la Dépression Gétique a été employée la méthode des courants telluriques et la méthode magnétotellurique. En vertu des données obtenues on peut affirmer que, au point de vue structural, le soubassement de la zone étudiée présente une tectonique compliquée de type ruptural, se remarquant spécialement les exhaussements majeurs disposés dans la partie orientale de la dépression.

⁶ M. Trancă, C. Ursu. 1969. Arh. I.P.G.G. București.

Les données magnétotelluriques ont permis le calcul de la conductance longitudinale totale des dépôts sédimentaires et, implicitement, ont apporté une importante contribution à la rédaction de l'esquisse structurale tellurique.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Carte de l'invariant J : 1, stations de mesure ; 2, isolignes ; 3, anomalie de minimum ; 4, anomalie de maximum.

Planche II

Carte du telluro-paramètre μ : 1. stations de mesure ; 2, isolignes ; 3, anomalie de minimum ; 4, anomalie de maximum.

Planche III

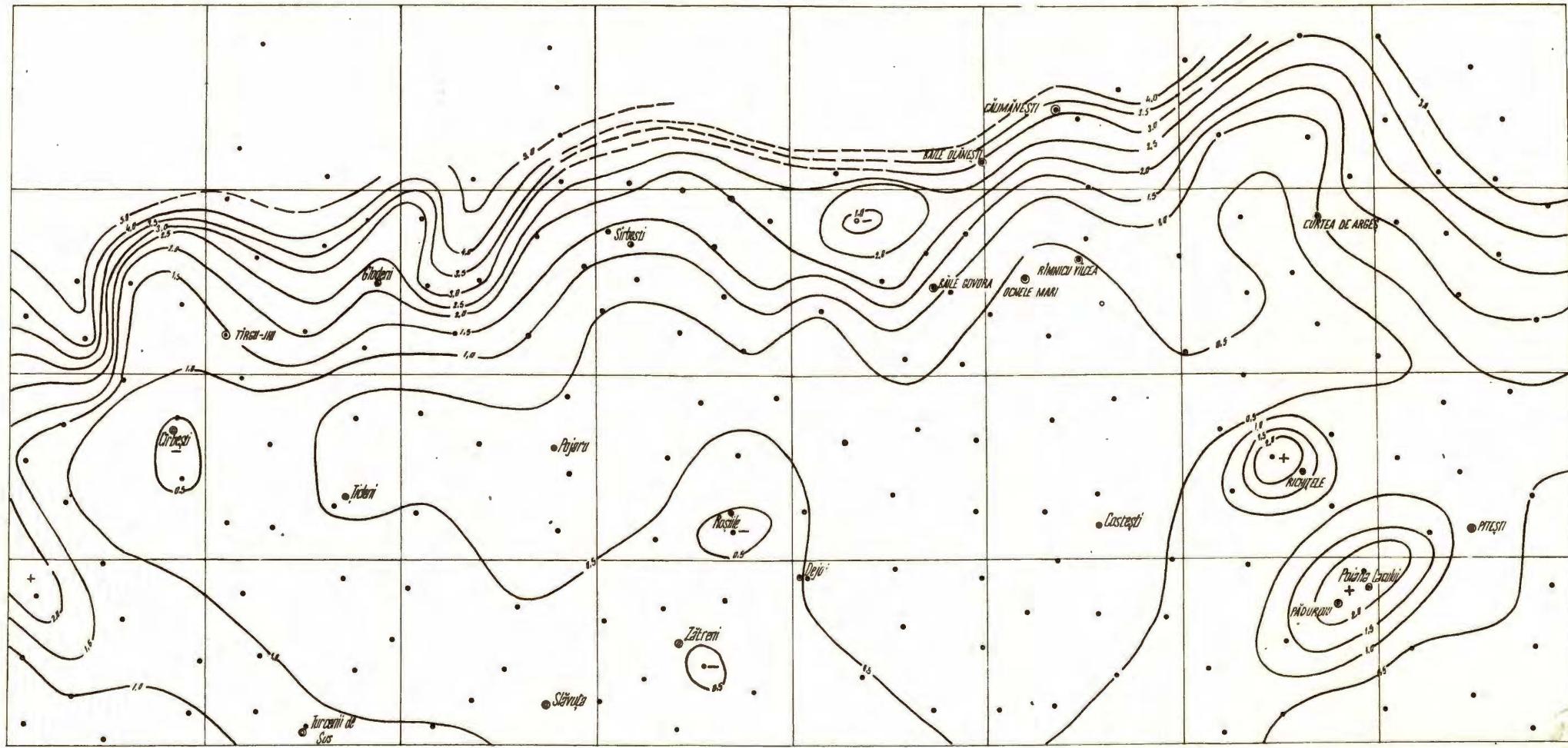
Carte du paramètre K : 1, stations de mesure ; 2, isolignes ; 3, anomalie de minimum ; 4, anomalie de maximum.

Planche IV

Esquisse structurale d'après des données telluriques : 1, stations de mesure ; 2, isobathes ; 3, failles incertaines.



HARTA INVARIANTULUI J

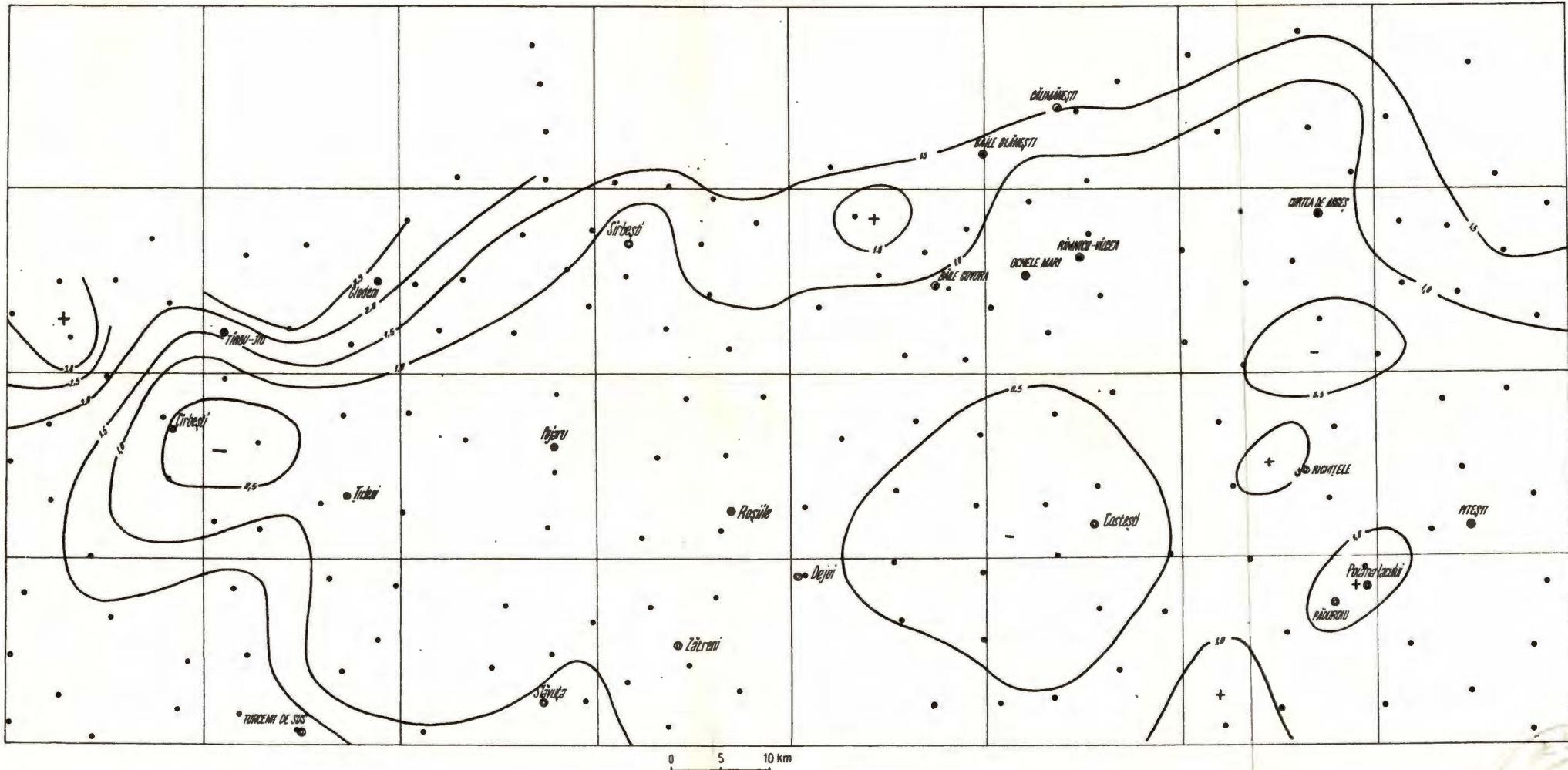


LEGENDĂ

- 1 • Stație de măsură
- 2 - Isolinii
- 3 ○ Anomalie de minim
- 4 ○ Anomalie de maxim

19708

HARTA TEUROPARAMETRULUI JU.

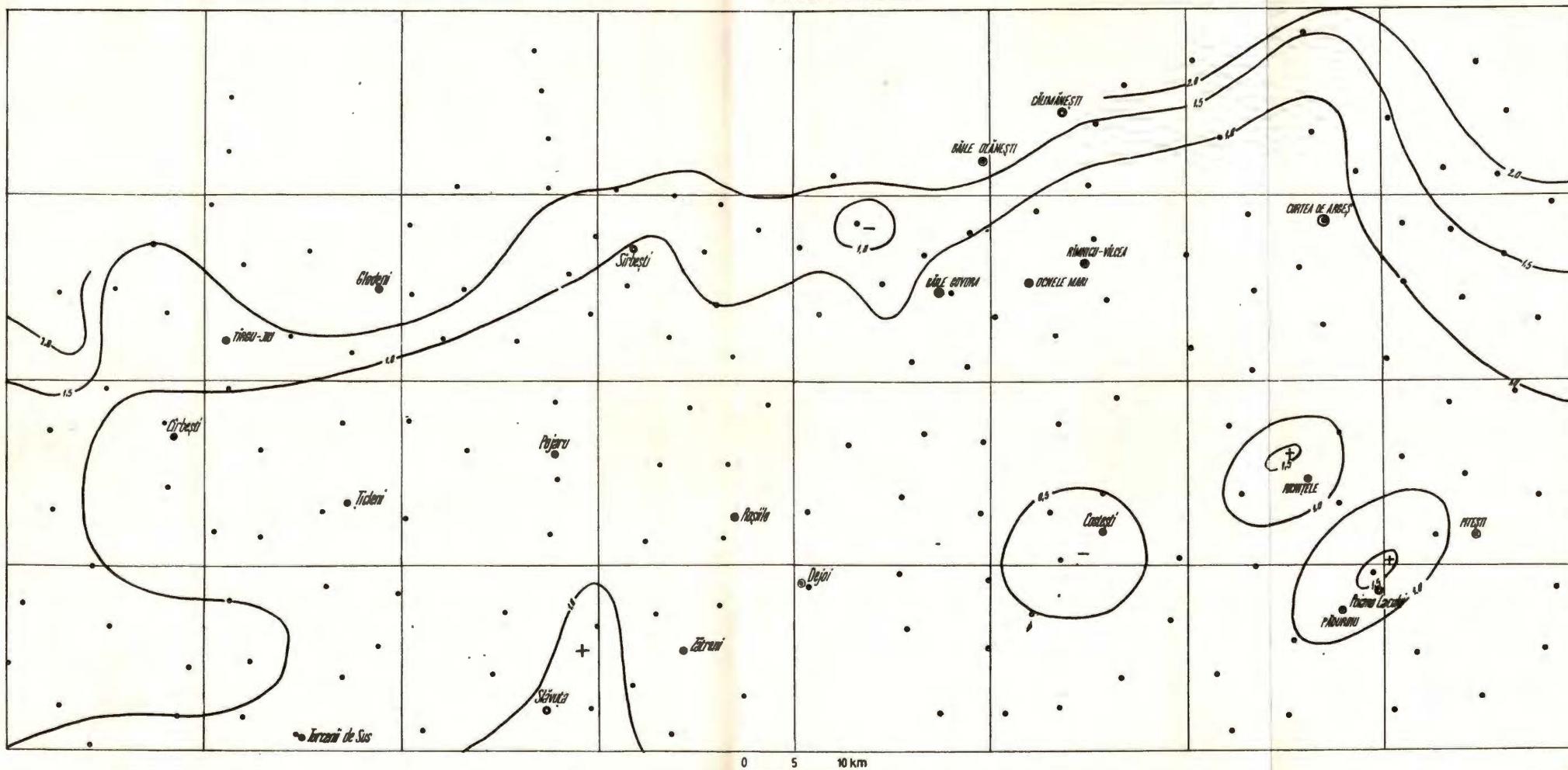


LEGENDĀ

1. • Stagi de măsură 3. Anomalie de minim
 2. Izolant 4. Anomalie de maxim



HARTA PARAMETRULUI K

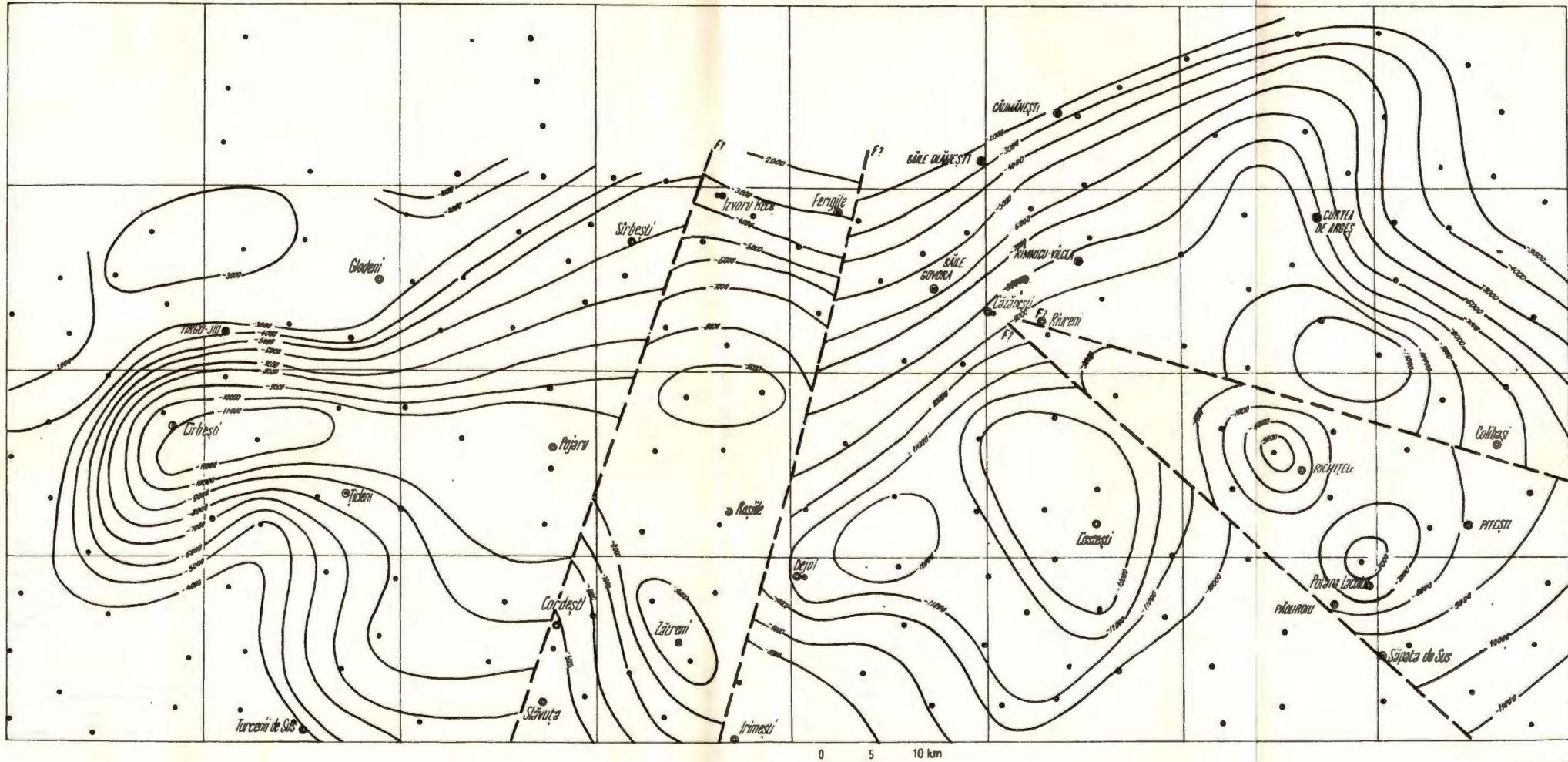


LEGENDĂ

- | | | | |
|---|--------------------|---|---------------------|
| 1 | • Stații de măsură | 3 | ○ Anomalie de minim |
| 2 | — Ierofanii | 4 | ● Anomalie de maxim |

12-2008

SCHITĂ STRUCTURALĂ DUPĂ DATE TELURICE



LEGENDA

- 1 • Stații de măsură
- 2 — Isobate
- 3 - - - Fâșii rezigură

127008



ILUSTRAREA EFECTULUI GEOMETRIC AL RELIEFULUI
TOPOGRAFIC ÎN MAGNETOMETRIE PE CALEA MODELĂRII
TEORETICE¹

DE

MATHIAS ROTH²

Description of the Geometric Effect of the Topographic Relief in Magnetometry by Theoretical Modelling. In magnetometry, one may notice a geometrical and physical (magnetic) effect of the prospecting relief; the first appears; in the presence of a topographic mass which practically is without magnetic properties; the latter appears only if the relief was formed in rocks with important magnetic properties. In the paper there is presented the geometrical effect of the topographic relief by different theoretical models, using a sphere as source. The curves Z calculated on these models are analysed with a special regard to the size and deformation trend of anomaly which appeared on a horizontal plane. Some conclusions are drawn.

Problema corecției de relief topografic în hărțile magnetometrice este fără îndoială o problemă de mare importanță teoretică și practică.

În considerarea corecțiilor de relief în magnetometrie apare importantă defalcarea de la început în două subprobleme:

— eliminarea influenței reliefului topografic practic lipsit de proprietăți magnetice, deci anularea „efectului geometric”;

— eliminarea influenței maselor topografice cu importante proprietăți magnetice (constituuite din roci magnetic active), cu alte cuvinte eliminarea „efectului fizic” al reliefului.

Prima subproblemă pune mai puține piedici în calea abordării și rezolvării ei decit a doua. Motivul constă tocmai în complexitatea ansamblului de factori fizici din natură.

Referitor la influența aşa-zisă „geometrică” a reliefului, adică la deformarea anomalioilor magnetice utile datorită distanțelor verticale dife-

¹ Comunicare prezentată în ședința din 26 mai 1976, a Institutului de geologie și geofizică.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș 1, București.



rite între punctele de observație și nivelul sursei, în prezenta lucrare s-a ilustrat acest efect geometric al reliefului topografic cu ajutorul unor modalări teoretice (pentru anumite tipuri de forme ale terenului).

S-a făcut uz de problema directă a magnetometriei pentru a analiza influența geometrică a reliefului topografic asupra cîmpului unei surse. Drept sursă s-a ales sferă, deoarece multe din sursele de anomalii magnetice din natură pot fi asemănăte în primă aproximație cu această formă tridimensională.

S-au calculat și reprezentat grafic pe profile N—S, la mai multe niveluri, valorile componentei verticale Z pentru o sferă magnetizată fie inclinat (la $62^{\circ}30'$ față de planul orizontal), fie vertical. Valoarea de $62^{\circ}30'$ a unghiului de inclinație s-a ales cu referire la partea sudică a Munților Apuseni.

Formulele de calcul pentru componenta verticală a cîmpului produs de o sferă uniform magnetizată, inclinat și respectiv vertical, sub acțiunea cîmpului geomagnetic neperturbat T_0 sint următoarele :

$$Z = l_s \cdot T_0 \cdot \frac{(2a^2 - x^2) \sin I_0 - 3ax \cos I_0}{(a^2 + x^2)^{\frac{5}{2}}} = k_a \cdot T_0 \cdot V_{sf} \cdot F(a, x, I_0)$$

și

$$Z = l_s \cdot T_0 \cdot \frac{2a^2 - x^2}{(a^2 + x^2)^{\frac{5}{2}}} = k_a \cdot T_0 \cdot V_{sf} \cdot F_1(a, x)$$

unde :

$$l_s = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3 \Delta k}{1 + \frac{4}{3} \pi \Delta k} = V_{sf} \cdot k_a$$

- V_{sf} este volumul sferei (R = raza sferei);
- Δ_k — contrastul de susceptibilitate sferă — mediul ambiant sau susceptibilitatea aparentă exterioară a sferei;
- k_a — susceptibilitatea aparentă proprie a sferei;
- T_0 — cîmpul geomagnetic neperturbat (care magnetizează sferă prin inducție);
- I_0 — unghiul de inclinație a acestuia față de planul orizontal;
- a — adîncimea centrului sferei;
- x — abscisa punctului curent pe profilul N—S;
- Cu $F(a, x, I_0)$ și $F_1(a, x)$ s-au notat funcții de natură nefizică.
- S-au ales următoarele valori parametrice :
- $R_{sf} = 100$ m ($V_{sf} = 4,189 \times 10^{12}$ uCGS)
- $T_0 = 0,46223$ uCGS (valoare luată în ideea folosirii modelelor teoretice pentru o anumită zonă prospectată magnetot-



metric și în care am abordat problema corecțiilor de relief și sub alt aspect).

$k_a T_0 = J$ — intensitatea de magnetizare; a fost special aleasă egală cu 1×10^{-3} uCGS pentru a se oferi posibilitatea unei modificări rapide a tuturor valorilor Z calculate și tabelate de noi, înmulțind simplu cu valoarea magnetizării reale din situația concretă. În cazul nostru ar fi vorba de o suscepțibilitate aparentă proprie a sferei de 2165×10^{-6} uCGS ($\Delta_t = 2185 \times 10^{-6}$ uCGS).

Valorile componentei verticale au fost determinate pe 16 niveluri echidistanțate la 20 m ($a = 100 - 400$ m), calculându-se ulterior și valorile pentru nivelurile 210—390 m (tot din 20 în 20 m), valori care s-au dovedit necesare pentru o mai bună reprezentare a curbelor. Profilul punctelor de calcul cu echidistanță de 20 m, în unele porțiuni 10 sau 40 m, a fost considerat într-o parte și cealaltă a proiecției la suprafață a centrului sferei pînă la cel mult 500 m.

În prima fază am ales ca modele pentru anumite mase topografice, lipsite de proprietăți magnetice, forme trapezoidale. În figura 1 se pot vedea două modele trapezoidale și unul triunghiular (caz-limită al celor trapezoidale din ce în ce mai înguste).

În natură aceste modele pot să corespundă în ipoteza tridimensionalității, cu ridicări ale terenului care au aproximativ forma unor trunchiuri de con (dealuri, mameloane, vîrfuri retezate și.a.), respectiv a unor conuri (dealuri cu pante abrupte, vîrfuri de munte și.a.). La fel de bine ne putem închipui forme convexe de relief cu pante abrupte și relativ uniforme, care să semene cu trunchiuri de piramide, respectiv piramide.

Referitor la cazul bidimensional, putem întîlni în realitate platouri alungite mult după o direcție (creste retezate pe toată lungimea lor, rambleuri), respectiv creste ascuțite.

Analizînd datele prezentate în prima figură reținem :

— cu toată depărtarea verticală de sursă a profilului „terenului” în porțiunea lui centrală, valorile Z sunt aici mai mari decit cele din zonele mai joase, dar mai depărtate pe direcția orizontală de sursă; — datorită magnetizării inclinate a sferei, valorile din partea sudică a zonei centrale le depășesc pe cele nordice cu atît mai mult, cu cît dimensiunile formei de relief pe direcția N—S sunt mai reduse. Cazul limită al unui vîrf ascuțit ilustrează mai clar cele afirmate; — demnă de semnalat este prezența punctelor de discontinuitate pe curbele teoretice Z , în dreptul discontinuităților existente în conturele modelelor de relief; discontinuitățile curbelor magnetice sunt cu atît mai accentuate, cu cît cele ale modelului topografic se află mai aproape de sursă.

În figura 2 se pot vedea curbele Z deasupra unor forme trapezoidale și triunghiulare cu laturile înclinate la 45° ca în primul caz, dar avînd „amplitudini” duble (200 m) și extinderi laterale care variază de la 0 la 440 m în partea superioară, de la 400 la 840 m în partea bazală a modelelor.

Din nou curba cu extremele cele mai pronunțate este cea corespunzătoare formei triunghiulare. Față de situația din figura 1, aici unele discon-



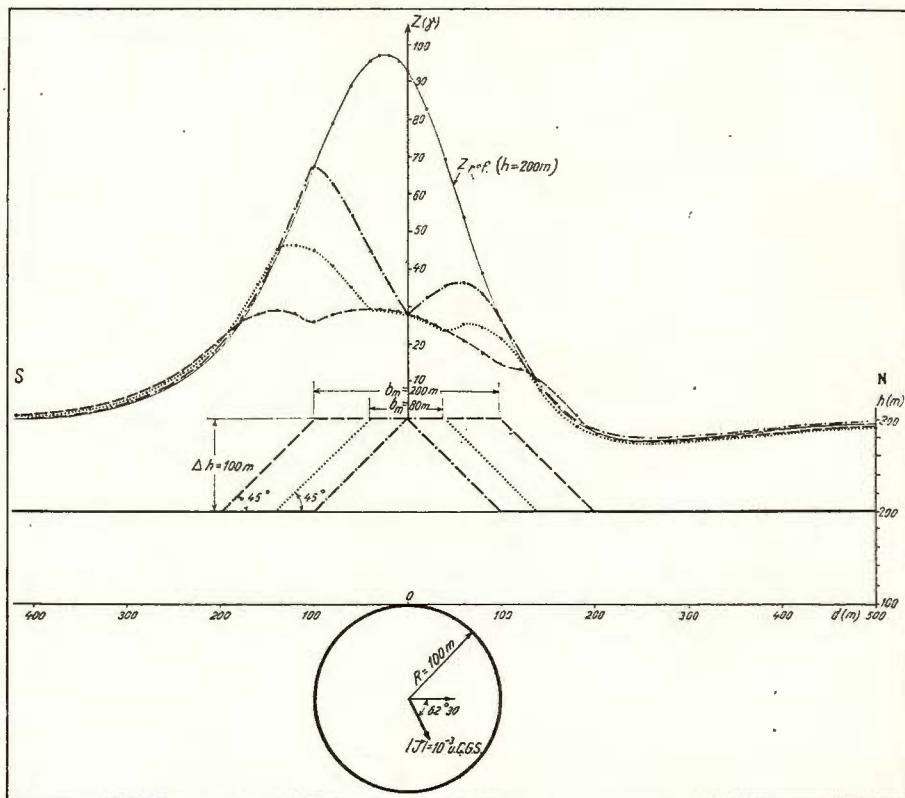


Fig. 1. — Ilustrarea influenței geometrice a reliefului topografic prin modele trapezoidale : unghiul de înclinare 45° ; bazele mici $b_m = 0$ m, 80, m, 200 m ; înălțimea $\Delta h = 100$ m.
Illustration de l'influence géométrique du relief topographique par modèles trapézoïdaux : angle de pendage 45° ; petites bases $b_m = 0$ m, 80 m, 200 m ; hauteur $\Delta h = 100$ m.

tinuități apar mai marcant, în special în jumătatea nordică (de exemplu cele corespunzătoare colțurilor din dreapta ale bazelor trapezelor). Explicația constă în situația acestor puncte mai aproape de sursă.

În figura 3 sunt reprezentate două forme trapezoidale cu aceleași înălțimi ca în cazul de mai sus, dar cu alte inclinări laterale ($\text{arc } \operatorname{tg} \frac{5}{9} \approx 29^\circ$ și $\text{arc } \operatorname{tg} \frac{2}{3} \approx 34^\circ$). Fie prima modelul de relief *A*, iar cea de a doua — modelul *B*.

Comparând, bunăoară, modelul *B* cu trapezul care are baza mică de 120 m, din figura 2, se ajunge la concluzia că, valorile componente verticale a cimpului magnetic produs de sursa sferică sunt cu atât mai

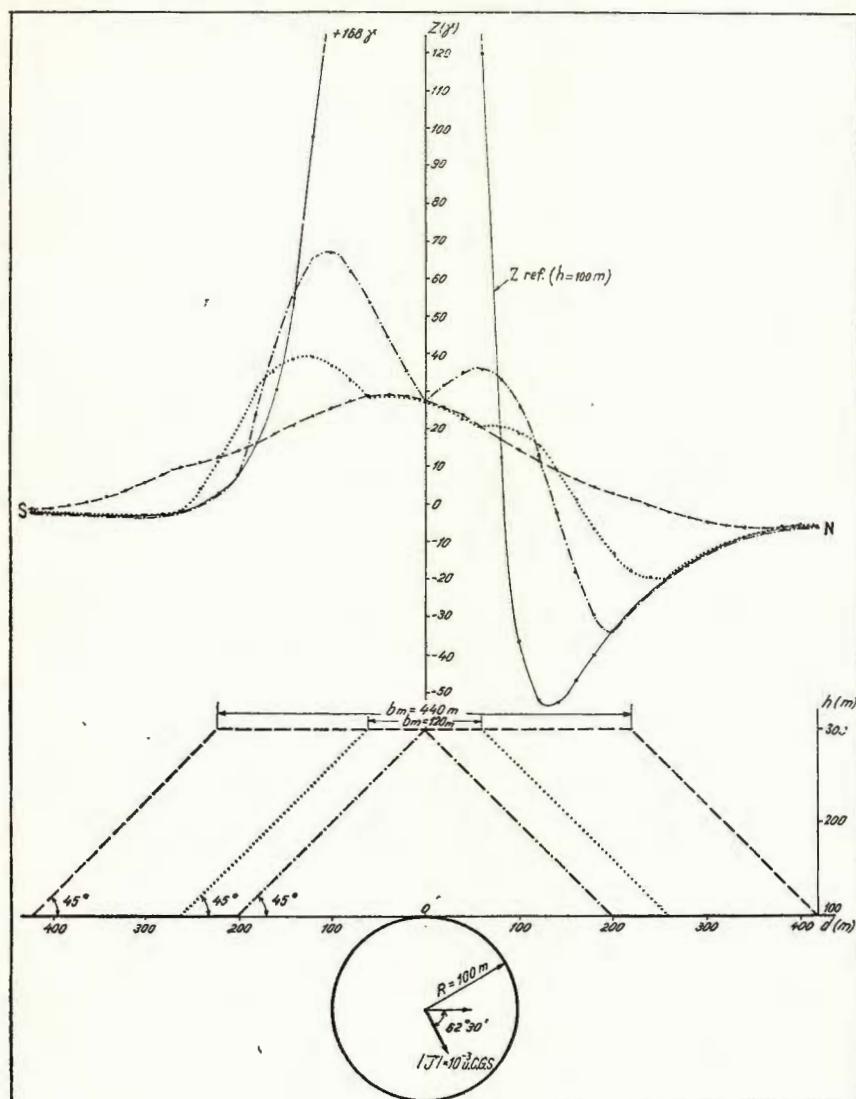


Fig. 2. — Ilustrarea influenței geometrice a reliefului topografic prin modele trapezoïdale : unghiul de inclinare 45° ; bazele mici $b_m = 0 \text{ m}, 120 \text{ m}, 440 \text{ m}$; înălțimea $\Delta h = 200 \text{ m}$.
 Illustration de l'influence géométrique du relief topographique par modèles trapézoïdaux : angle de pendage 45° ; petites bases $b_m = 0 \text{ m}, 120 \text{ m}, 440 \text{ m}$; hauteur $\Delta h = 200 \text{ m}$.

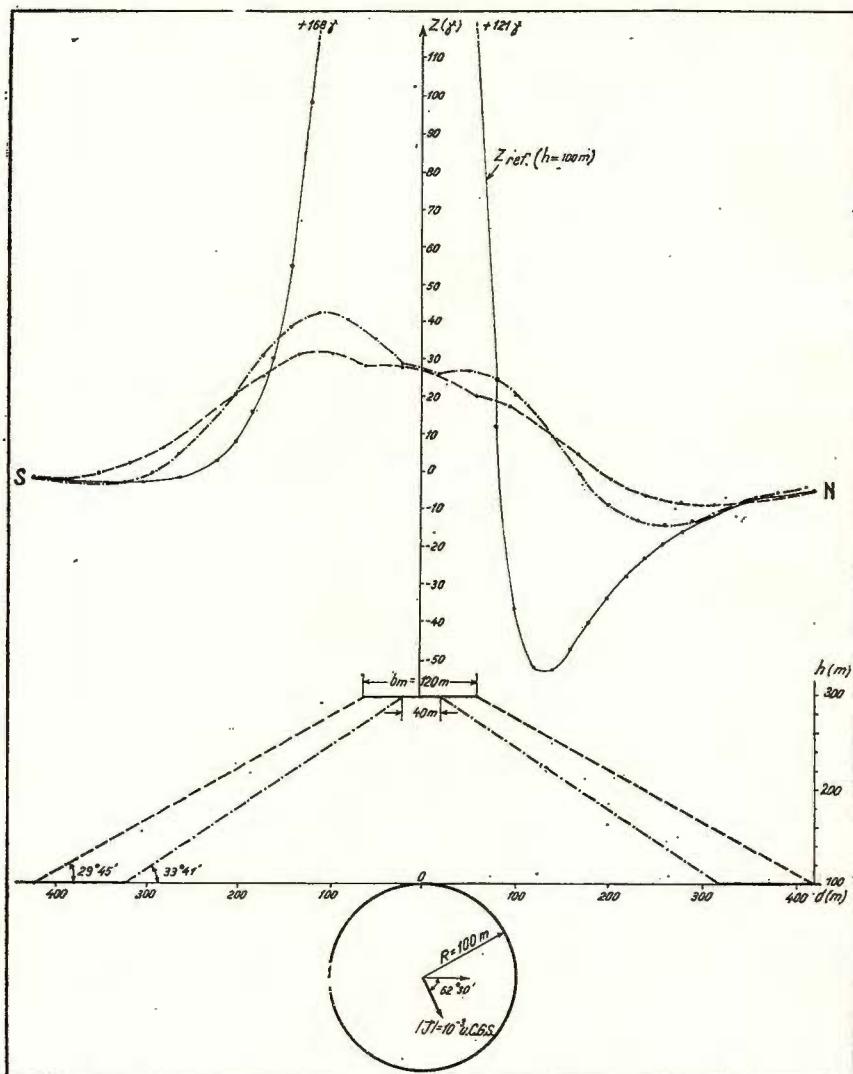


Fig. 3. — Illustrarea influenței geometrice a reliefului topografic prin modele trapezoidale : unghiurile de inclinare $29^{\circ}45'$, $33^{\circ}41'$; bazele mici $b_m = 40$ m, 120 m; înălțimea $\Delta h = 200$ m. Illustration de l'influence géométrique du relief topographique par modèles trapézoïdaux : angles de pendage $29^{\circ}45'$, $33^{\circ}41'$; petites bases $b_m = 40$ m, 120 m ; hauteur $\Delta h = 200$ m.

mari (în domeniul pozitiv) în partea superioară și mai mici (în domeniul negativ) în partea inferioară a modelelor trapezoidale, cu cît „flancurile” și bazele acestora se află mai aproape de sursă ; afirmația este valabilă în ambele părți ale proiecției la suprafață a centrului sursei inclinat magne-

tizate. Modelului *B*, comparativ cu *A*, îi corespund pe toată lungimea profilului intensității *Z* mai mari (în valori absolute), una din cauze fiind din nou apropierea de sursă. Un alt factor în determinarea formei și amplitudinii curbei *Z* îl constituie valoarea „unghiurilor de pantă” ale modelelor de relief.

În figura 4 se prezintă un model pentru o ridicare de relief semisferică — în cazul tridimensional — sau semicilindrică — în cazul bidimensional.

Regimul de variație a valorilor *Z* este mai deosebit. Coborînd de la punctul cel mai înalt al modelului, ne apropiem la un moment dat aproape vertical de „platoul” înconjurător (nivelul $h = 200$ m), adică „unghiul de pantă” tinde spre 90° . Acesta este motivul pentru care curba magnetică *Z* apare atât de ascuțită, mai ales în jumătatea sudică. Gradientul orizontal al cîmpului magnetic anomal stă într-o corelație pozitivă cu

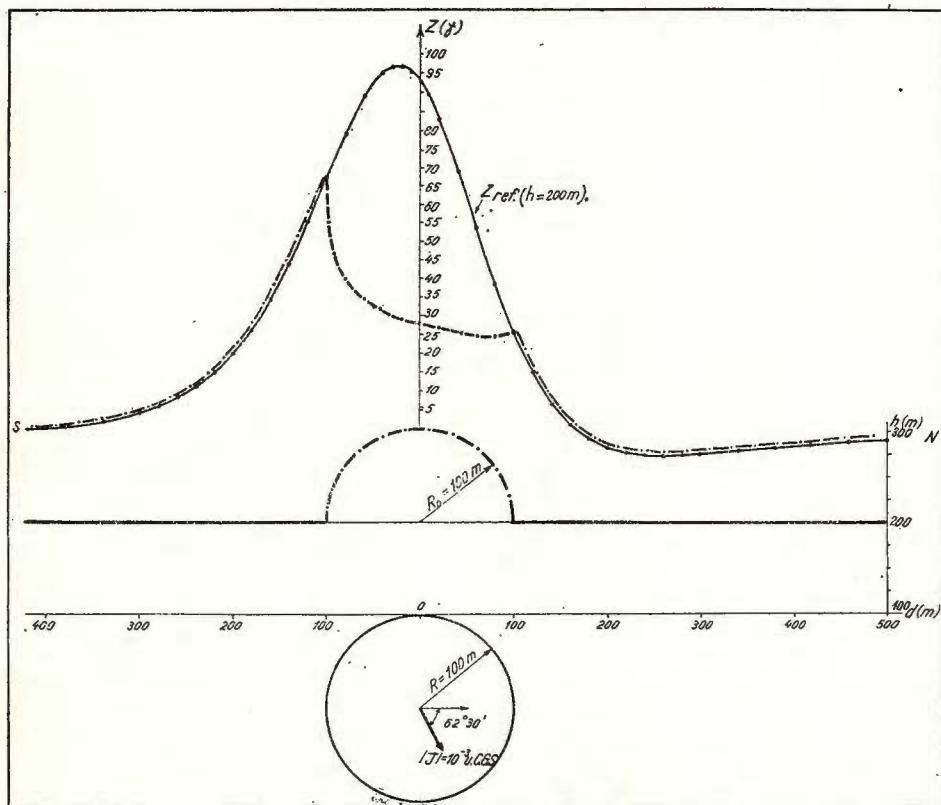


Fig. 4. — Exemplificarea efectului geometric pe o formă de relief idealizată printr-un model semicircular: raza de curbură $R_0 = 100$ m

Démonstration de l'effet géométrique sur une forme de relief idéalisée par un modèle semi-circulaire: rayon de courbure $R_0 = 100$ m.

„unghiul de pantă” al modelului de relief (gradul de corelație diferă în jumătatea nordică față de cea sudică datorită magnetizării sursei). Regimul cel mai calm de variație în curba magnetică corespunde zonei de apex a formei semicirculare.

În continuare se analizează influența geometrică a reliefului topografic cu ajutorul unor modele teoretice ceva mai complicate, elementele constitutive ale acestora fiind tot forme trapezoidale. S-a folosit drept corp perturbator aceeași sferă, de data aceasta magnetizată vertical.

Pentru cele două modele prezentate în continuare este figurat cîte un nivel de referință a cărui „cotă” s-a obținut prin medierea aritmetică a înălțimilor (față de centrul sferei) tuturor punctelor de calcul luate în considerație. Curba plină (Z_{ref}) arată variația lui Z pe nivelul de referință și ea reprezintă de fapt curba la care trebuie să se ajungă — într-o anumită ipoteză — în urma corectării valorilor magnetice obținute pe „forma de relief” respectivă (curba Z_{rel} , figurată prin linie-punct).

Au fost calculați coeficienții de corelație simplă a curbei Z obținută pe modelul de relief cu conturul poligonal al acestuia.

Planșele I și II prezintă ca modele de relief o formă convexă și una concavă, izolate. Doar prezența unor „trepte” (unghiuri de pantă de 45°) în cazul I și a unor trepte și schimbări de pantă (30° și 45°) în situația II face ca modelele să difere față de cea mai simplă formă folosită în exemplele din figurile 1, 2, 3.

Modelul simetric din planșa I determină pentru zona lui centrală valori Z_{rel} mai scăzute decât cele Z_{ref} , iar în zonele marginale coborîrea reliefului pînă la nivelul tangențial față de sursă dă naștere la efecte de asemenea mai mici (în domeniul negativ) decât cele observate pe nivelul de referință. Cea mai mare diferență $Z_{rel} - Z_{ref}$ (cca. 115 gamma) se observă pe verticală prin centrul sursei.

Coefficientul de corelație r între curba Z_{rel} și profilul poligonal al topografiei modelate, calculat cu ajutorul celor 45 de puncte de eșantionare figurate pe planșă, este egal cu 0,955 (cel mai înalt grad de corelație pozitivă din cadrul cazurilor abordate de noi). Asemănarea, conform acestei strînse corelații, cu un efect fizic (magnetic) al reliefului se datorează exclusiv centrării formei convexe de relief pe sferă magnetizată vertical.

Calculul bazat pe 12 puncte-esațion (I–XII) din zone de continuitate a „profilului topografic” ne-a dat o valoare $r = 0,964$.

În cazul II se observă o corelație negativă atât între profilul Z_{rel} și conturul concav al reliefului ($r = -0,817$, pe baza a 43 de puncte la 20 m), cât și între curba Z_{ref} și același contur. Diferența maximă între curbele Z_{rel} și Z_{ref} , tot pe verticală care trece prin centrul sursei, se cifrează la 70 gamma.

Situarea valorilor Z_{rel} deasupra celor de referință în părțile marginale ale profilului (dincolo de punctele 10 și respectiv 34) trebuie pusă în legătură cu zonele de minim simetrice ce caracterizează curba teoretică Z pentru o sferă magnetizată vertical (valorile de minim sunt cu atât mai negative, cu cît planul de observație este mai apropiat de sursă).



Și în cazul din planșa II s-a studiat influența modificării pasului de eşantionare asupra valorii coeficientului de corelație. Pentru sirul de puncte de eşantionare, echidistanțate la 40 m (I—XXI), valoarea absolută a lui r a crescut doar cu 0,001.

Concluzii

Calculul și construirea, pe un număr relativ mare de niveluri, a curbelor anomale Z pentru o sursă sferică magnetizată vertical sau înclinat (la $62^{\circ}30'$) oferă posibilitatea de a vedea care sunt formele, respectiv deformările anomalilor teoretice Z corespunzătoare oricărora configurații ale modelelor de relief topografic care se pot obține prin unirea diferitelor puncte de pe dreptele orizontale succesive.

Ca și în alte cazuri problema a fost atacată mai întâi pe plan teoretic (modelări teoretice).

Din reprezentările grafice prezentate aici și din altele, a căror reproducere nu s-a putut face în acest cadru restrins, reies următoarele :

- fiind vorba de influență geometrică a terenului (sursa se află în ideea noastră sub nivelul bazei sau „tălpiei” formei de relief), părțile mai ridicate ale acestuia determină scăderi, iar părțile cobează creșteri relative ale valorilor magnetice (Z) ;

- alura curbei Z este influențată de modificarea dimensiunilor modelului (cu păstrarea formei) ;

- alura curbei Z se modifică și în funcție de valorile unghiurilor de înclinare, de „pantă”, ale modelelor de relief (cu menținerea înălțimii trapezelor) ;

- ca factor care determină mărimea și modul deformării anomaliei utile, trebuie considerat vectorul magnetizării (presupus uniforme) a sursei.

Influența geometrică a reliefului nu denaturează mult interpretarea datelor magnetometrice, cînd corpurile perturbatoare care interesează se află la o adîncime relativ mare ; această influență devine însă importantă, dacă amplitudinile variațiilor de cotă ale reliefului sunt de același ordin de mărime cu distanțele verticale între punctele de observație și sursă — cazul nostru.

ILLUSTRATION DE L'EFFET GÉOMÉTRIQUE DU RELIEF TOPOGRAPHIQUE EN MAGNÉTOMÉTRIE SUR LA VOIE DU MODÉLAGE THÉORIQUE

(Résumé)

Dans ce travail on a distingué deux influences du relief topographique sur l'anomalie donnée par la source qui se révèle intéressante : une influence soi-disant „géométrique” et une influence „physique”. On explique en quoi consiste chacun de ces types d'influences perturbatrices.



L'influence géométrique du relief en général ne semble pas dénaturer beaucoup l'interprétation des données magnétométriques, à l'exception près du cas dans lequel les amplitudes des variations de cote du terrain sont du même ordre de grandeur que les distances verticales entre les stations de mesurages et le niveau de la source—c'est le cas analysé sur le plan théorique dans cette étude. L'auteur montre l'influence géométrique du relief topographique sur quelques formes de modèles théoriques; en tant que source de l'anomalie magnétique a été choisie une sphère, magnétisée soit verticalement, soit sur pendage ($à 62^{\circ}30'$). Pour deux modèles composés d'éléments trapézoïdaux ont été analysées les déviations de la courbe Z calculée sur le contour du relief modélisé par rapport à l'anomalie théorique de la source déterminée sur un niveau horizontal de référence.

A partir de l'analyse des déformations intervenues dans les diverses courbes Z calculées et représentées on arrive finalement à certaines conclusions.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Illustration de l'effet géométrique du relief topographique par modélage théorique d'une forme convexe de terrain :

1 — courbe théorique Z_{ref} , déterminée par la forme de relief idéalisée ; 2 — courbe théorique Z_{ref} au niveau de référence ($h = 180$ m)

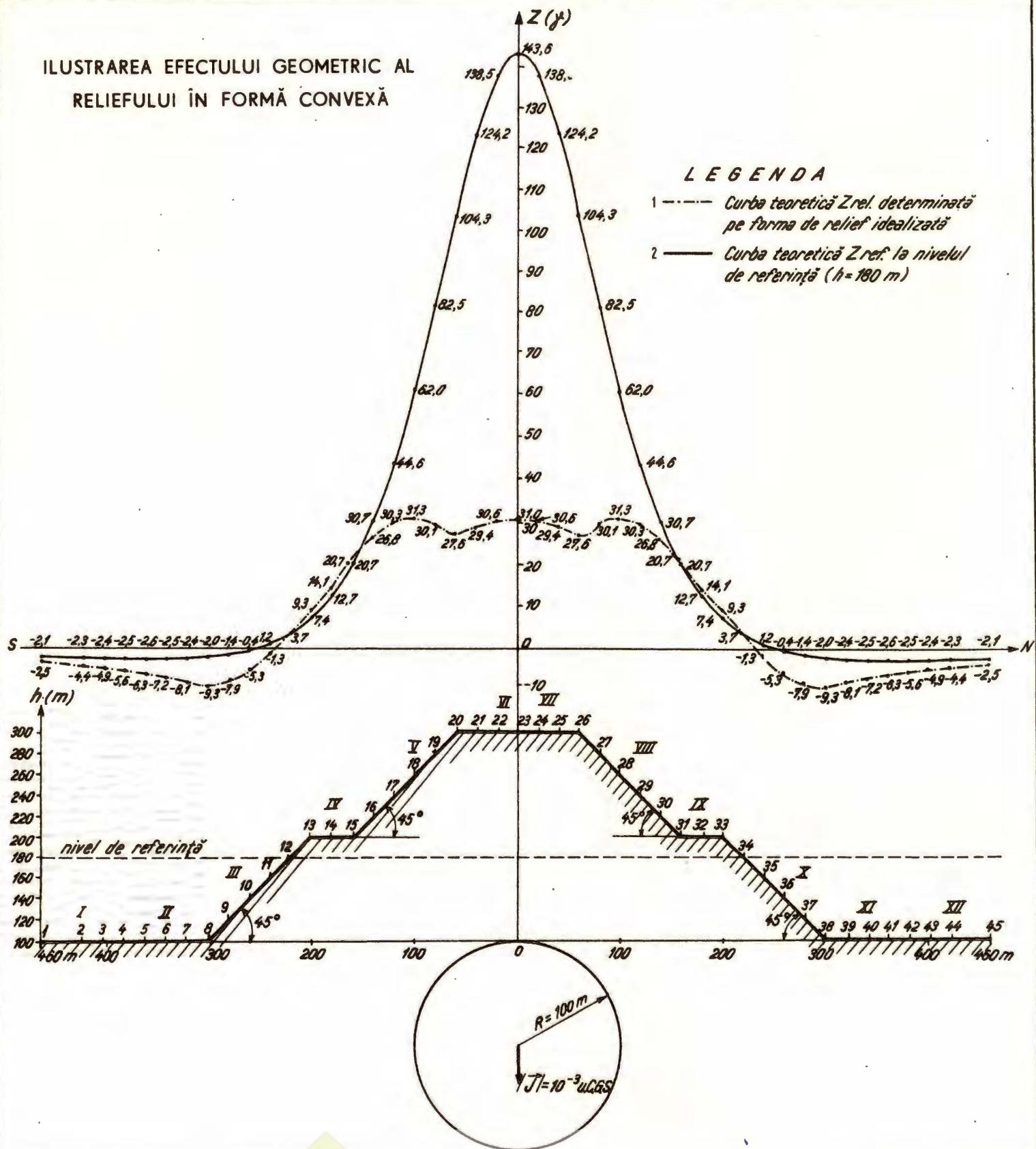
Planche II

Illustration de l'effet géométrique du relief topographique par modélage théorique d'une forme concave du terrain :

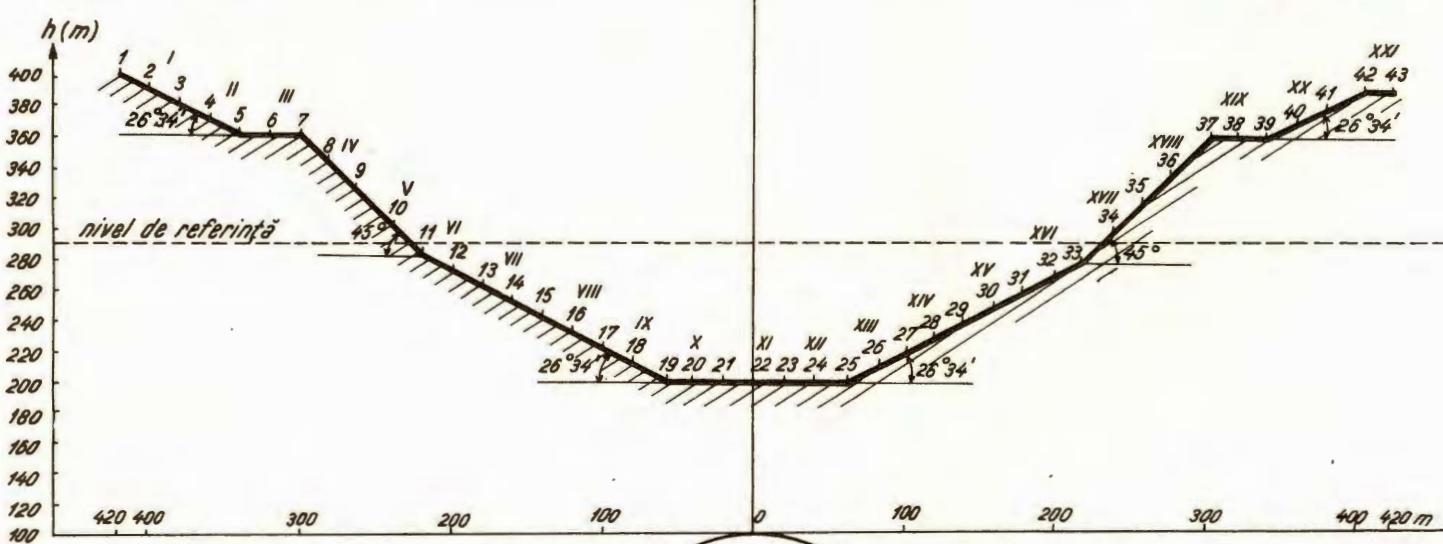
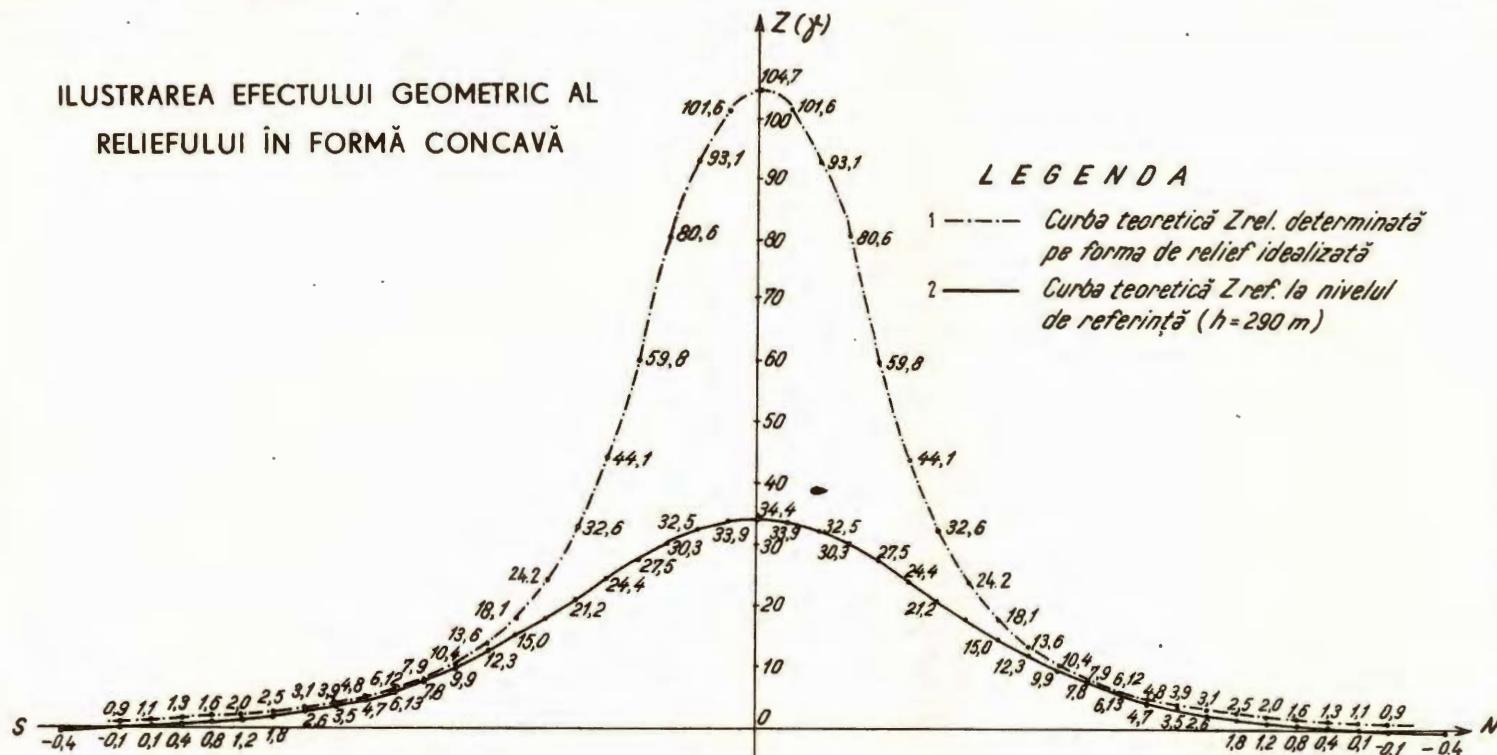
1 — courbe théorique Z_{ref} , déterminée par la forme de relief idéalisée ; 2 — courbe théorique Z_{ref} au niveau de référence ($h = 290$ m).



ILUSTRAREA EFEKTULUI GEOMETRIC AL RELIEFULUI ÎN FORMĂ CONVEXĂ



ILUSTRAREA EFEKTULUI GEOMETRIC AL RELIEFULUI ÎN FORMĂ CONCAVĂ



STUDII SEISMICE DE PROFUNZIME PE TERITORIUL
ROMANIEI. PROBLEME DE METODOLOGIE ȘI INTERPRETARE
A OBSERVĂȚIILOR¹

DE

PETRE CONSTANTINESCU, FLORIN RĂDULESCU, ALEXANDRU POMPILIAN,
NICOLAE IBADOF²

Abstract

Deep Seismic Studies on the Romanian Territory. Methodology and Interpretation of Data. The paper presents the methodology of the field data and their quantitative interpretation within the frame of the researches regarding seismic study of the Earth's crust carried out on the Romanian territory during 1966–1976.

Introducere

Aplicarea metodelor de cercetare seismică la studiul scoarței terestre și al mantalei superioare a cunoscut un important avînt, îndeosebi începînd cu deceniul al 5-lea al secolului nostru. Interesul deosebit de care se bucură acest domeniu de cercetare se intemeiază nu numai pe rațiuni științifice, reprezentate de contribuția substanțială pe care cunoașterea structurii de profunzime o aduce în rezolvarea unor probleme geologice majore, dar și pe considerente economice, izvorite din necesitatea descooperirii de substanțe minerale utile la adîncimi mai mari.

Particularitățile metodologice ale cercetării seismice, atât în faza de culegere a datelor de observație cât și în cea de valorificare a acestora, diferă destul de mult de la o țară la alta, fiind legate de o serie de factori proprii fiecărei țări ca: dictarea tehnică, condițiile seismogeologice de suprafață, fondurile alocate acestui gen de cercetări etc.

În general, în Europa occidentală și S.U.A. s-a dezvoltat sistemul profilării discontinue pînă la distanțe de peste 200 km folosindu-se în

¹ Prezentată la al IX-lea Simpozion de Prospecționi Geofizice și Fizica Scoarței Globului în România, București, 1–4 noiembrie 1976.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



acest scop, cu precădere, energia produsă de explozile marine. În ultimul timp se încearcă înregistrări ale undelor reflectate în imediata apropiere a punctelor de generare folosindu-se aparaturi seismice digitale, valorificarea datelor realizându-se în centrale de prelucrare automată.

În U.R.S.S. și în majoritatea țărilor din Europa răsăriteană cercetările au fost realizate prin metodica sondajului seismic de profunzime, care nu diferă mult de ceea ce numim „profilare continuă de refracție”. Această metodică este mult mai costisitoare în comparație cu profilarea discontinuă dar oferă în schimb un detaliu mai mare al determinărilor structurale și o precizie mai ridicată în stabilirea naturii undelor seismice înregistrate.

În lucrarea de față autorii își propun să prezinte principalele componente ale metodicii folosite la noi în țară. Vor fi tratate cu preferință aspectele specifice și acelea care reprezintă contribuția autorilor la adaptarea metodelor clasice la particularitățile seismogeologice din România.

Generarea undelor seismice

Energia seismică a fost furnizată de explozii în găuri de sondă cu adîncimi de 25—40 m. În perioada de început a cercetărilor (1967—1970) s-au utilizat sape de foraj cu diametre de 170—180 mm, ceea ce permitea introducerea unei cantități de 50—55 kg material exploziv în fiecare gaură de sondă. Mai tîrziu, începînd din 1972, s-au forat găuri cu diametre mai mari, 200—210 mm, în vederea realizării unor explozii mai concentrate și a majorării cantității de exploziv în fiecare gaură (80—100 kg).

În ceea ce privește folosirea substanțelor explozive pentru generarea undelor, este interesant de relatat o soluție de ordin practic care a permis înlocuirea dinamitei, exploziv ce prezintă cîteva dezavantaje majore (cost ridicat, pericolozitate la manipulare etc.), cu pulberea de artillerie.

Procedeul stabilit în urma experimentărilor constă în umezirea prealabilă a pulberilor (5—30 ore) și din inițierea lor cu o cantitate de trolit presat care să reprezinte cel puțin 10% din cantitatea respectivă de pulbere. Avantajele utilizării pulberilor de artillerie sunt legate și de faptul că fluidul de foraj nu diminuează puterea de detonație, fiind posibilă practicarea sistemului de preîncărcare a găurilor.

Cantitățile de exploziv utilizate în diferite zone de lucru sunt destul de variate, fiind legate de condițiile seismogeologice de suprafață atât în punctele de generare a energiei seismice cît și în cele de recepție.

Condițiile seismogeologice cele mai nefavorabile care au condus la folosirea unor cantități de exploziv deosebit de mari s-au întîlnit în partea vestică a profilului XI (Galați-Oradea), pe valea Crișului Repede (fig. 1), și în sudul profilului XII, zona Băilești-Filiași (fig. 2). În ambele regiuni, la distanțe de circa 40 km de punctul de explozie a fost necesară utilizarea unor cantități foarte mari, de ordinul a două tone, pentru obținerea unor înregistrări interpretabile.

În estul Platformei Moesice și în Depresiunea Transilvanie propagaarea energiei seismice prezintă, în general, condiții mult mai favorabile.



Pe profilul II se remarcă înrăutătirea receptiei undelor seismice la sud de riu Ialomița, zonă în care, aşa cum reiese din figura 3 a fost necesară o creștere considerabilă a cantităților de exploziv.

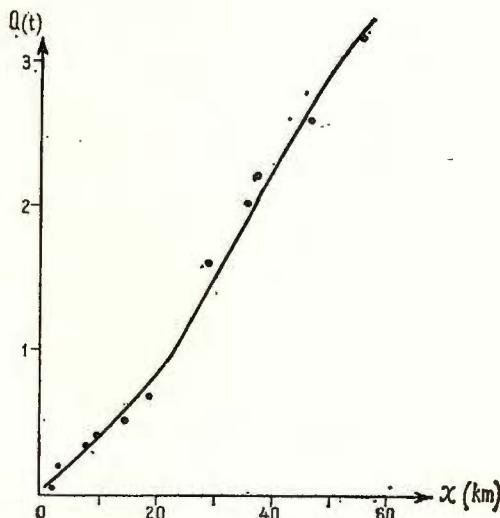


Fig. 1. — Graficul cantității de exploziv funcție de distanță pe valea Crișului Repede.

Graphique de la quantité d'explosif en fonction de la distance sur la vallée du Crișul Repede.

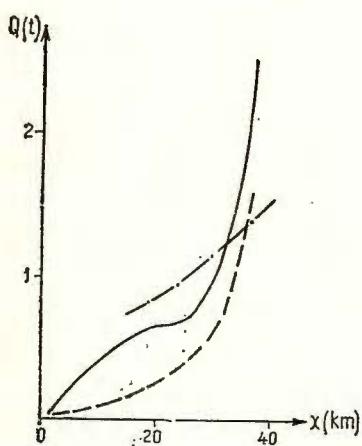


Fig. 2. — Graficul cantității de exploziv funcție de distanță în vestul Platformei Moesice (zona Băilești-Filiași).

Graphique de la quantité d'explosif en fonction de la distance à l'ouest de la Plate-forme Moesienne (zone de Băilești-Filiași).

Condițiile seismogeologice bune din Depresiunea Transilvanie prezintă unele excepții datorate unor particularități mai puțin favorabile în punctele de generare. Figura 4 evidențiază un asemenea punct de explozie (Cojocna) unde cantitățile folosite depășesc cu mult valorile medii stabilite pentru această regiune.

O situație cu totul specială a apărut în zona de curbură a Carpaților Orientali unde, cu toate că s-au utilizat cantități de exploziv de două-trei tone, s-au obținut puține seismograme interpretabile. Explicația este legată probabil de grosimea mare a nisipurilor și pietrișurilor levantine, din avanfosa Carpaților, precum și de existența unor condiții tectonice de profunzime în zona Vrancea, care condiționează o puternică absorbtie a undelor seismice. În această ordine de idei se poate aminti faptul că

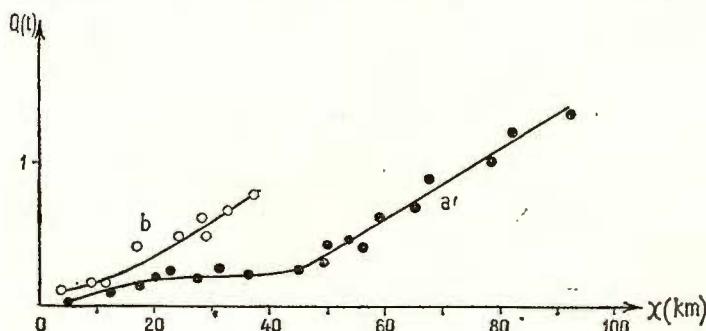


Fig. 3. — Graficul cantității de exploziv funcție de distanță în estul Platformei Moesice (zona Viziru—Dragalina ; a, punct de explozie Viziru : b, punct de explozie Valea Ciorii).

Graphique de la quantité d'explosif en fonction de la distance à l'est de la Plate-forme Moessienne (zone de Viziru-Dragalina : a, point de tir Viziru ; b, point de tir Valea Ciorii).

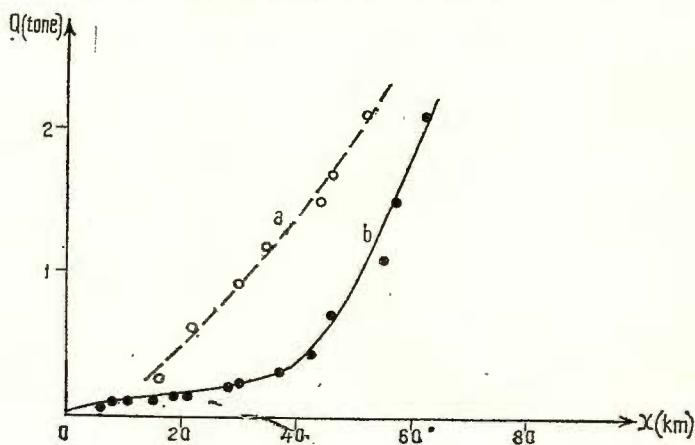


Fig. 4. — Graficul cantității de exploziv funcție de distanță în Depresiunea Transilvaniei (a, punct de explozie Cojocna ; b, curba medie pentru zona centrală a depresiunii).

Graphique de la quantité d'explosif en fonction de la distance dans la Dépression de la Transylvanie (a, point de tir Cojocna ; b, courbe moyenne pour la zone centrale de la dépression).

energia cutremurelor vrîncene apare mult atenuată pe înregistrările din Depresiunea Transilvaniei în comparație cu cele din Platforma Moldovenescă și cea Moesică³ Radu, 1974.

Inregistrarea undelor seismice

Înregistrările s-au efectuat cu stații seismice de construcție sovietică, tip POISK KMPV cu 48 canale, și geofoni cu frecvență proprie de oscilație 10 Hz.

Înregistrările primare pe bandă magnetică s-au realizat în întreg domeniul de frecvență al stației (0-30 Hz), redările ulterioare realizându-se prin îngustarea benzii de frecvențe (0-15 Hz).

În zonele mai puțin favorabile recepționării undelor s-au utilizat grupări de 2—3 geofoni plasați în cub.

Sisteme de observație

Sistemul de observație a fost stabilit în vederea obținerii de informații asupra principalelor contraste seismice din scoarța terestră. S-au urmărit, în special, discontinuitățile majore reprezentate de suprafața fundamentalui cristalin și de limita inferioară a scoarței (discontinuitatea Mohorovičić).

Metodica lucrărilor de teren a fost într-o strânsă legătură cu condițiile morfologice, accesibilitatea utilajelor și obiectivele cercetării.

Sistemele de observație folosite au fost profilarea continuă (sau continuă pe porțiuni) și sondajul punctual (longitudinal, nelongitudinal sau circular).

Profilarea continuă. În zonele cu relief plan și în cele deluroase (Platforma Moesică, Depresiunea Transilvaniei) s-a executat o profilare de refracție cu distanță între geofoni de 100 m, folosind un sistem de observație mai mult sau mai puțin complet, proiectat în vederea urmăririi undelor frontale generate de limite situate în partea superioară a scoarței (pînă la limita Conrad). Distanțele maxime pînă la care s-au înregistrat aceste unde au fost de cca 60 km de la punctele de explozie. Distanța între aceste puncte a fost impusă de gradul de detaliere al observațiilor, de particularitățile terenului (accesibilitate, cultură agricolă), fiind în general de 15-30 km.

În anumite zone din Depresiunea Transilvaniei și din estul Platformei Moesice s-a realizat un sistem de observație mai detaliat, care a permis investigarea completă a domeniului sedimentar și a părții superioare a scoarței consolidate (stratul „granitic”).

Informații seismice din partea inferioară a scoarței s-au obținut prin profilări longitudinale într-un singur sens de observație, pe porțiuni de profil situate în intervalul 80—140 km de la punctele de explozie, urmărindu-se în principal înregistrarea reflexiei de la limita Mohorovičić.

Sondajul punctual. În zonele muntoase, greu accesibile, unde nu a fost posibilă realizarea unei profilări continuă, cercetarea seismică a limi-

³ C. Radu. Contribution à l'étude de la séismicité de la Roumanie et comparaison avec la séismicité du bassin méditerranéen et en particulier avec la séismicité du Sud-Est de la France. 1974. Teză de doctorat. Strasbourg.

telor adinci s-a făcut prin observații punctuale. Dispozitivele liniare de recepție a undelor au fost completate cu un sistem în care observațiile sunt efectuate pe conturul unui cerc al cărui diametru variază între 0,2-0,6 km. Acest sistem de observație oferă posibilitatea de a stabili poziția în spațiu a limitei reflectatoare pe baza gradientului maxim al cimpului de izocrone în centrul dispozitivului de înregistrare. Asigurarea determinării spațiale a limitelor de reflexie nu constituie singurul avantaj al sondajelor pe contur circular. Trebuie subliniată posibilitatea stabilirii mai fundamentate a naturii undelor și faptul că există un control al corelării acestora datorat suprapunerii pe dispozitivul de recepție a cel puțin două canale seismice. De asemenea, nu sunt de loc neglijabile avantajele acestui sistem legate de tehnica lucrărilor de teren: accesibilitate mult mai mare, degradarea minimă a culturilor și posibilității sporite de realizare a unui nivel scăzut de agitație microseismică în timpul înregistrării.

Dispozitivele de recepție a sondajelor punctuale au fost plasate la distanțe de 60-130 km de la punctele de explozie respective, zonă în care unda reflectată de la discontinuitatea Mohorovičić are o intensitate mare.

Trebuie menționat faptul că s-au încercat înregistrări ale reflexiilor adinci și în imediata apropiere a punctelor de explozie, în care scop s-au utilizat grupări liniare de surse de explozie (9 surse dispuse la distanțe de 25 m). Încercările respective, efectuate în Depresiunea Focșani, nu au furnizat rezultate pozitive; filtrele utilizate nu au condus la o diminuare substanțială a fondului parazitar de unde multiple cu intensitate mare care se suprapun reflexiilor utile. Cu totul sporadic, s-au corelat reflexii la timpi mari, generate probabil de discontinuitatea Mohorovičić.

În vestul Platformei Moesice (zona Filiași) s-au experimentat, în același scop, înregistrări la distanțe de 10-15 km de la punctele de explozie. S-au folosit grupări de surse liniare (cu cantități egale sau diferențiate într-un anumit raport) și în suprafață (triunghi echilateral). În varianta a două s-a obținut o creștere considerabilă a nivelului energetic al undelor seismice, dar nu s-a reușit separarea de impulsuri reflectate de limite adinci.

În ultimul timp s-au efectuat înregistrări la timpi mari prin metoda acoperirii multiple de ordinul 12, pe un profil din zona Strehăia-Motru. Secțiunile de timp prelucrate în fază finală pun în evidență reflexii corelatibile pe distanțe mari, la timpi de parcurs corespunzători undelor provenite de la baza scoarței terestre (V. Chișca, comunicare verbală).

Asupra naturii undelor înregistrate

Cercetările seismice pentru studiul scoarței efectuate pînă în prezent pe teritoriul României au permis stabilirea tabloului principalelor unde seismice pînă la distanțe de 130 km de la punctul de explozie. Schematic acesta cuprinde următoarele grupe principale:

— unde frontale și continuu refractate din scoarță neconsolidată (complexul sedimentar); unde frontale generate de suprafața scoarței consolidate (fundamentul cristalin); unde frontale și reflectate de la limite intermediare din interiorul scoarței consolidate; unde reflectate de la baza scoarței terestre.



În cele ce urmează se vor face referiri generale asupra particularităților ultimelor trei categorii, a căror urmărire a constituit obiectul cercetărilor seismice.

De la distanțe de 25-35 km de punctul de explozie, după grupul undelor care provin din domeniul sedimentar, se corelează în prime sosiri unda frontală generată de limita de contrast seismic plasată la suprafața scoarței consolidate. Nivelul de energie al acestei unde este suficient de ridicat, ceea ce permite o urmărire pe distanțe mari.

Au existat însă zone unde prezența deasupra fundamentului cristalin a unor orizonturi calcaroase a determinat interferențe pe distanțe mari și o separare dificilă a undei atribuite acestuia.

În general, vitezele de limită, determinate pe hodografi, au valori de 5,9-5,2 km/s. În Platforma Moesică (la sud de Insurăței și în zona Băilești-Filiași) și în Depresiunea Focșani (zona Focșani-Balta Albă) valorile de viteză sunt mult mai mari. Astfel, în zona Băilești-Filiași orizontul atribuit fundamentului cristalin are o viteză de 6,8 km/s iar în Depresiunea Focșani 6,7 km/s. Valoarea din Depresiunea Focșani apare normală având în vedere adâncimea mare la care este situată limita seismică (cca. 18 km).

Din grupul undelor generate de limitele intermediare din scoarță cel mai bine s-a urmărit o undă care după ordinul de mărime al vitezelor (cca. 7 km/s), a fost atribuită limitei Conrad. Asupra existenței acestei discontinuități la trecerea din stratul „granitic” în cel „bazaltic” părerile cercetătorilor sunt diferite intrucât în anumite regiuni ale globului undă corespunzătoare nu a fost identificată pe înregistrări.

În țara noastră, caracteristicile dinamice și cinematice ale acestei, unde au permis corelarea ei cu usurință pe înregistrările seismice. Astfel în Platforma Moesică (zona Insurăței — Dragalina), la distanță de circa 30 km de la punctul de explozie apare, în sosiri ulterioare, o undă cu intensitate mare, care a fost interpretată ca undă frontală de la limita Conrad (fig. 5). Determinările vitezei de limită au indicat valori de 6,9—7,3 km/s.

În Depresiunea Transilvaniei această discontinuitate generează tot o undă frontală, care prezintă variații mari ale vitezei aparente, determinate de existența unui relief al limitei în această zonă (fig. 6). Viteza de limită la acest nivel este de circa 7 km/s.

În alte regiuni (Depresiunea Focșani și Depresiunea Pannonică) limita Conrad generează impulsuri cu caractere de undă reflectată. Pe unele înregistrări din Depresiunea Focșani, la distanță de 40—50 km de la punctele de explozie, s-a urmărit o undă intensă cu viteză aparentă mare, superioară valorii de 10 km/s (fig. 7). Caracterele cinematice ale undei ne-au determinat să o considerăm ca o reflexie de la limita Conrad.

În afara acestei unde, cercetările au evidențiat și alte unde seismice generate de orizonturi intermediare, situate fie în partea superioară a scoarței consolidate fie în partea ei inferioară. Spre exemplu, în Depresiunea Transilvaniei (zona Tg. Mureș) s-a evidențiat o limită seismică plasată sub limita Conrad iar în Depresiunea Pannonică s-a urmărit o limită situată



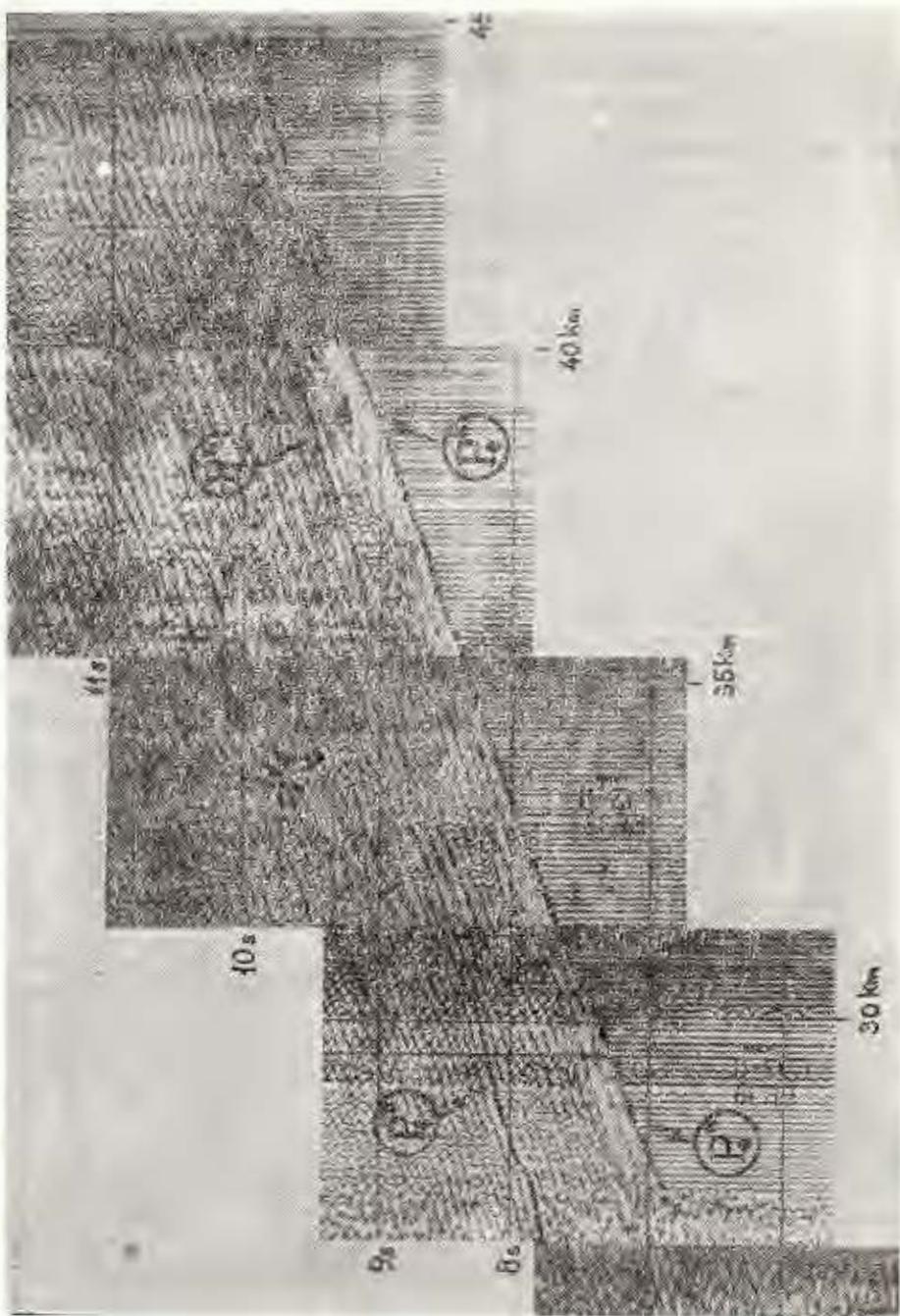


Fig. 5. — Înregistrări seismice în Platforma Moesică – profil Galați-Călărași (P_1^k – unda generală de limita Conrad).
Enregistrements sismiques dans la Plate-forme Moesienne – profil Galați-Călărași (P_1^k – onde engendrée par la limite Conrad).

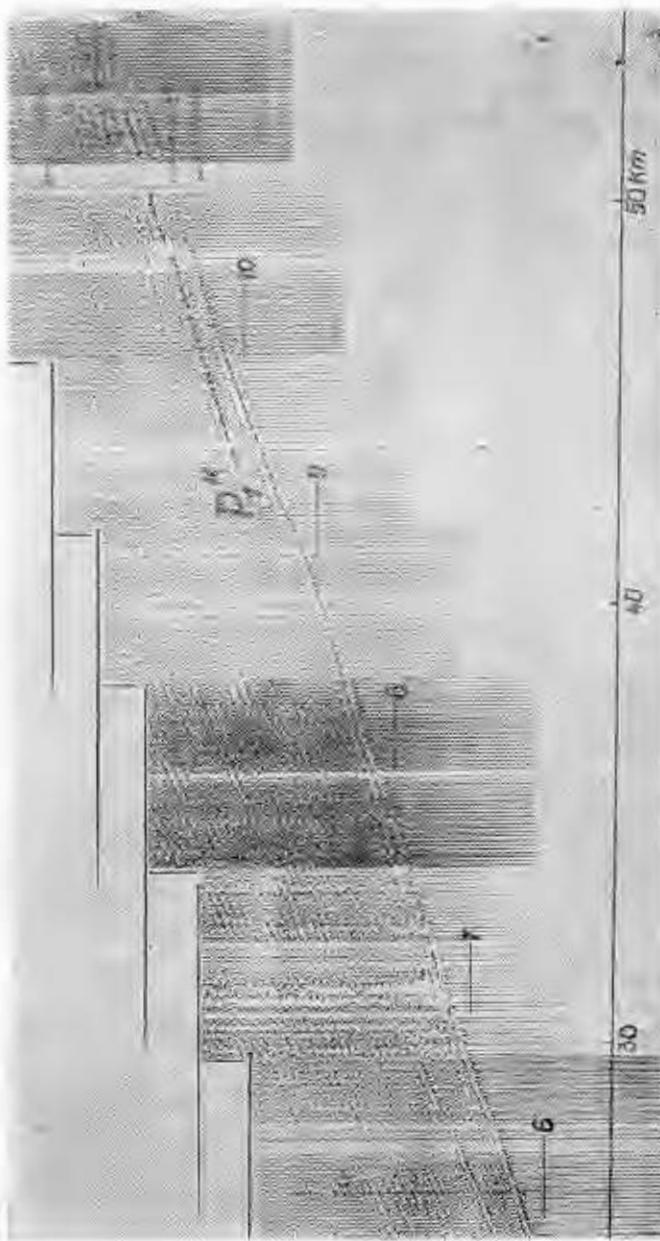


Fig. 6. — Înregistrări seismice în Depresiunea Transilvaniei (P_1^k — unda frontală de la limita Conrad),
Enregistrements sismiques dans la Dépression de la Transylvanie (P_1^k — onde frontale depuis la limite Conrad).

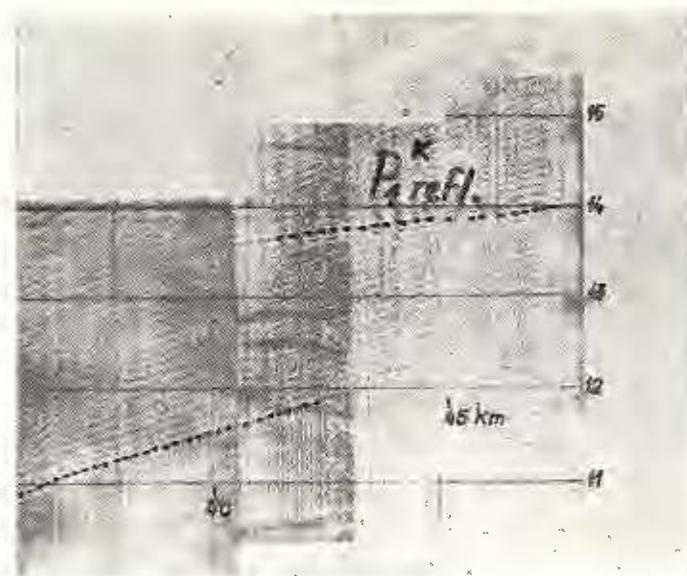


Fig. 7.—Înregistrare seismică în Depresiunea Focșani (P_{1refl}^k —reflexie de la limita Conrad).

Enregistrement sismique dans la Dépression de Focșani (P_{1refl}^k — reflexion depuis la limite Conrad).

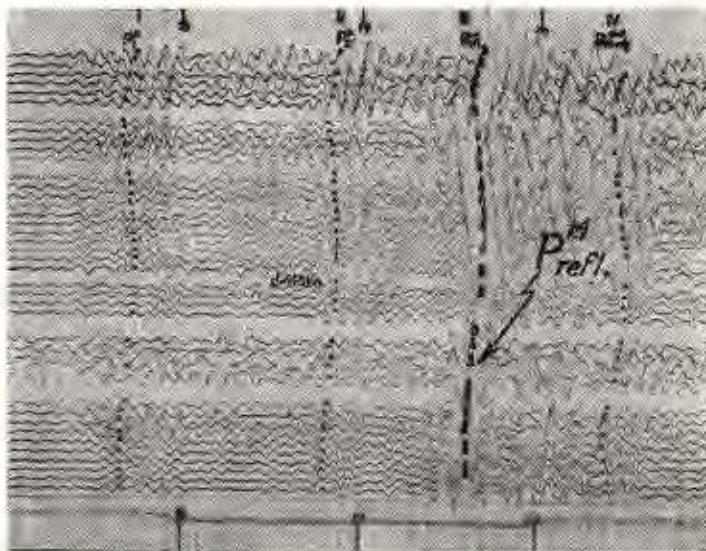


Fig. 8 — Înregistrare pe conțur circular în nordul Munților Apuseni.
Enregistrement sur contour circulaire au nord des Monts Apuseni.

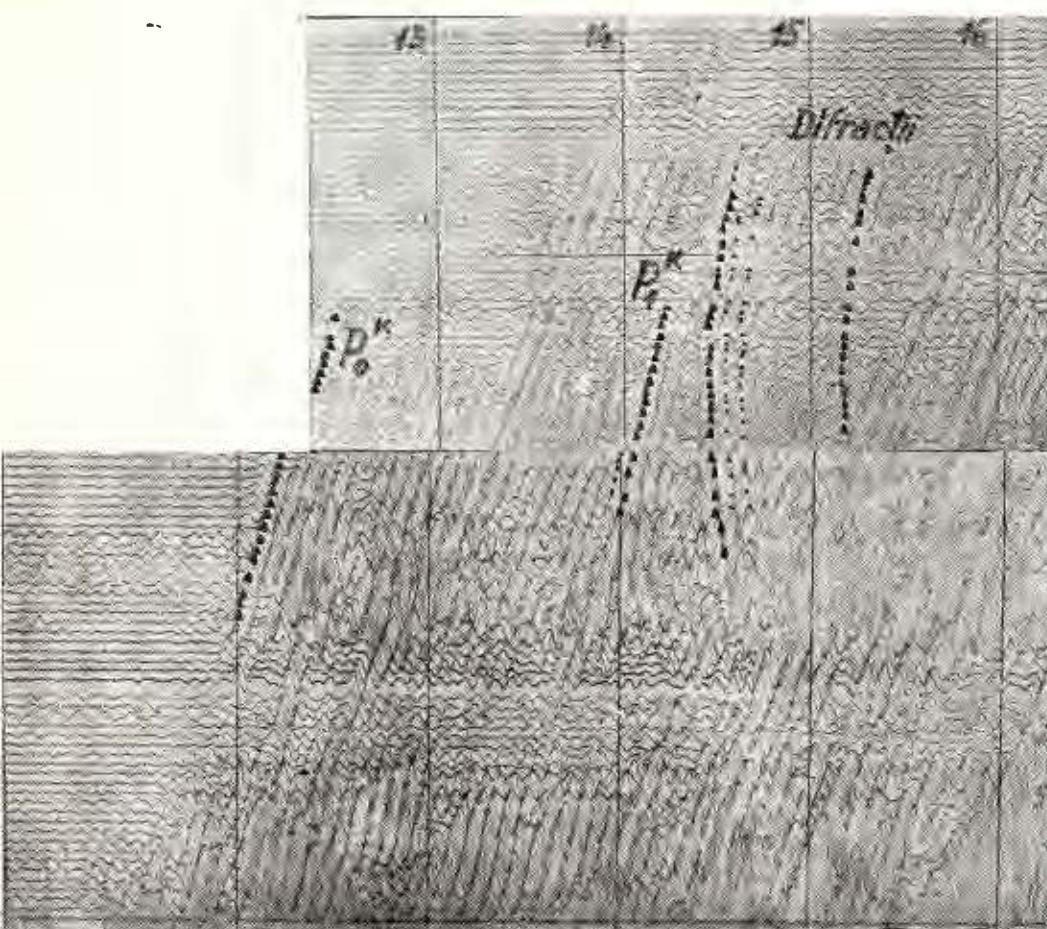


Fig. 9. — Unde difractate înregistrate în Depresiunea Focșani.
Ondes diffractées enregistrées dans la Dépression de Focșani.

imediat sub suprafața fundamentului cristalin. Urmărirea lor sporadică datorată sistemului incomplet de observație, a determinat o cunoaștere parțială a caracterelor cinematice și dinamice ale undelor respective.

Grupul impulsurilor reflectate de discontinuitatea Mohorovičić prezintă (conform calculelor teoretice verificate de practica cercetărilor) în zona punctului critic o intensitate predominantă altor unde seismice, fapt ce permite identificarea lui. Un exemplu de corelare a acestor reflexii pe baza criteriului dinamic este prezentat în figura 8. Totuși, pe unele înregistrări aceste reflexii nu se separă clar, ele fiind mascate de un fond puternic de unde multiple sau de altă natură. În asemenea cazuri procesul de identificare s-a bazat în principal pe viteza aparentă a axelor de sin-

fază respective ; acest criteriu se aplică în condiții optime în cazul înregistrărilor pe dispozitive circulare (P. Constantinescu et al., sub tipar).

Cercetările din nordul Munților Apuseni (zona Huedin) au indicat pe unele înregistrări două reflexii intense atribuite unor limite seismice situate la trecerea de la scoarța terestră la mantaua superioară. Aceste date de observație susțin ipoteza existenței la acest nivel nu a unei singure discontinuități ci a unei zone de tranziție stratificate. Această presupunere este adoptată în ultimul timp de tot mai mulți cercetători ; modelele teoretice respective explică în ceea mai mare măsură particularitățile cinematice și dinamice ale reflexiilor înregistrate.

O categorie de unde a căror identificare s-a dovedit a fi utilă la valorificarea datelor de observație a fost cea a undelor refractat-difractate. Caracteristicile lor sunt diferite de ale undelor frontale sau reflectate, hodograful lor având o curbură mai accentuată iar intervalul de urmărire pe seismograme fiind mult mai redus (de la cîteva sute de metri la un kilometru, maximum 2 km). Pe înregistrări se coreleză, în special, ramura de hiperbolă dinspre punctul de explozie, cealaltă ramură fiind mascată de alte tipuri de unde. Figura 9 prezintă o undă de acest tip urmărită pe un profil din Depresiunea Focșani la distanța de 55 km de la punctul de explozie. Pe seismograma respectivă, de la timpul de 14,4 s pe un interval de circa 1 s, se remarcă prezența unui grup de impulsuri difractate (10-12 faze) cu amplitudine mare. Hodograful lor este tangent la cel al undei frontale atribuite limitei Conrad. Prezența acestei difracții indică existența unui accident tectonic major la nivelul limitei Conrad. Fractura se prelungeste probabil spre suprafață afectând și fundamentul cristalin ; într-adevăr unda frontală corespunzătoare fundamentalui prezintă în această zonă o atenuare puternică și o intrerupere a corelării (Rădulescu et al., 1976).

Determinarea limitelor seismice

Elaborarea secțiunilor de adincime s-a făcut prin metodele cunoscute în practica cercetărilor seismice.

Problemele asupra cărora ne vom opri sunt cele ce se referă la cunoașterea vitezelor de propagare a undelor seismice în scoarța terestră precum și la modalitatea de aproximare a mediului acoperitor diferitelor limite.

Studiile pe modele teoretice au relevat faptul că o influență mare asupra vitezei medii pînă la nivelul limitei Mohorovičić o are grosimea complexului sedimentar și viteza undelor seismice în acesta. Problema capătă un aspect important atunci cînd de-a lungul unui profil există variații importante ale grosimii și constituției litologice ale formațiunilor sedimentare. Astfel, pe profilul Galați-Oradea, care traversează principalele unități geotectonice ale țării noastre, cuvertura sedimentară este caracterizată de o structură și o litologie complicată și variată, de grosimi cuprinse între 0 și circa 20 km.



Din cele expuse mai sus rezultă necesitatea eliminării influenței seriei sedimentare din timpii de parcurs ai undelor de adâncime, ceea ce reprezintă un echivalent al corecțiilor pentru zona de viteze mici din prospecțiunea seismică de rutină.

Într-o primă aproximare, determinată de nivelul cunoașterii vitezelor la adâncimi mari, s-a considerat că scoarța terestră este alcătuită din două strate: scoarța neconsolidată (sedimentarul), în care viteza se modifică după legi de variație proprii fiecărei zone și scoarța consolidată, omogenă, cu viteză constantă de 6,5 km/s. În zonele în care sedimentarul este subțire sau nu se cunoaște legea de variație a vitezei cu adâncimea, limitele Conrad și Mohorovičić au fost construite de la suprafața de observație cu viteză medie constantă de 5,0 km/s, respectiv 6,0 km/s.

Studiile efectuate pînă în prezent au stabilit, în general, existența unei corelații între adâncimea limitei Mohorovičić (grosimea totală a scoarței terestre) și grosimile stratelor crustale precum și raportul dintre acestea și dezvoltarea complexului sedimentar. Această constatare a facilitat efectuarea unei analize a vitezei medii la nivelele considerate, funcție de parametrii care caracterizează constituția scoarței (viteze și grosimi).

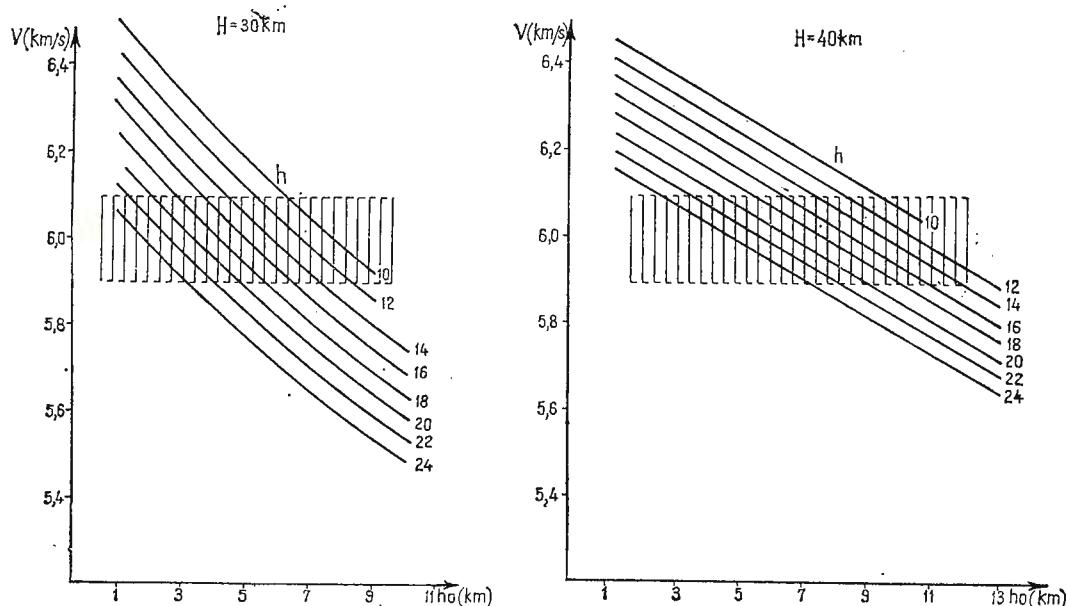


Fig. 10. — Graficul de variație a vitezei medii la nivelul limitei M pentru diferite tipuri crustale (h_0 , adâncimea suprafeței scoarței neconsolidate; h , adâncimea limitei Conrad; H , grosimea totală a scoarței terestre).

Graphique de variation de la vitesse moyenne au niveau de la limite M pour divers types crustaux (h_0 , profondeur de la surface de la croûte non-consolidée; h , profondeur de la limite Conrad; H , épaisseur totale de la croûte terestre).

Calculele pe modele teoretice, referitoare la viteza medie în scoarță terestră pentru diferite grosimi ale acesteia, au ilustrat faptul că domeniul de viteză $6,0 \pm 0,1$ km/s satisfac variațiile probabile de grosime a sedimentarului și cele de adâncime a limitei Conrad (fig. 10). Odată cu îngroșarea scoarței acest domeniu caracterizează modelele cu sedimentar mai gros și cu adâncime mai mare a limitei Conrad.

Referindu-ne la viteza medie corespunzătoare limitei Conrad se constată că o pondere importantă în valoarea acesteia se datorează for-

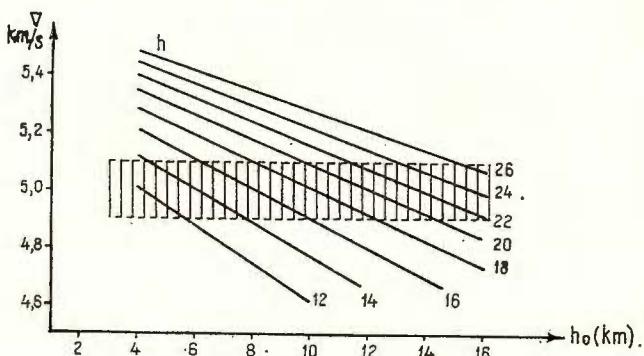


Fig. 11. — Variația vitezei medii corespunzătoare limitei Conrad (h_0 , grosimea complexului sedimentar; h , adâncimea limitei Conrad).
Variation de la vitesse moyenne correspondant à la limite Conrad (h_0 , épaisseur du complexe sédimentaire; h , profondeur de la limite Conrad).

mațiunilor superficiale neconsolidate cu viteză redusă și subordonat grosimii scoarței consolidate. Domeniul de viteză $5,0 \pm 0,1$ km/s corespunde majorității modelelor analizate (fig. 11).

La stabilirea vitezei medii în cazul valorificării sondajelor punctuale s-a ținut seama de distanța dintre punctul de explozie și dispozitivul de recepție. Astfel, interpretarea sondajelor transcritice la distanțe de peste 130 km s-a făcut cu viteză medie mai mare, de $6,1 - 6,2$ km/s, în timp ce la sondajele precritice s-au utilizat viteză sub valoarea de $6,0$ km/s ($5,9$ km/s).

Determinarea variațiilor vitezelor cu adâncimea s-a făcut pe baza hodografilor undelor frontale sau continuu refractate din prime sosiri, cu ajutorul diferitelor procedee de calcul.

În cazurile cînd s-a cunoscut alura hodografului chiar de la punctul de explozie s-a aplicat formula Wiechert-Herglotz. Procedeul este laborios și se bazează pe variația vitezei aparente (fiind condiționat de existența unor valori crescătoare pe măsura depărtării de punctul de generare a undelor seismice). Asemenea prelucrări s-au efectuat pe înregistrările din Platforma Moesică (profilul II, zona Viziru-Dragalina) și în Depresiunea Focșani.

Hodograful înregistrărilor de pe profilul II în lungime de peste 80 km (din punctul de explozie Viziru) s-a prestat aplicării unui procedeu imaginat de G e i k o (1970), obținându-se distribuția vitezelor seismice pînă la o adîncime de circa 20 km.

Hodografii undelor continuu refractate au fost valorificate în vedere determinărilor de viteză prin intermediul metodelor Kondratiev-Gamburtev, Pavlenkova, Levin, Nazarnii și Giese. Un studiu comparativ al rezultatelor obținute prin aceste procedee s-a efectuat asupra unor înregistrări din Depresiunea Focșani (E n e s c u et al., 1972). Aici, materialul de observație obținut pe un profil orientat aproximativ nord-sud a pus în evidență o undă continuu refractată ce se urmărește pînă la circa 15 km de punctul de explozie. Prelucrările care s-au bazat pe hodograful acestei unde au furnizat informații asupra vitezelor pînă la adîncimea de circa 7 km.

Concluzii

Metodica folosită pentru studiul seismic al scoarței terestre pe teritoriul României a condus la obținerea unor elemente prețioase asupra structurii și constituției acesteia. Experiența lucrărilor a scos însă în evidență și o serie de inconveniente, atât din punct de vedere economic cât și al interpretării cantitative a observațiilor. Dintre acestea vrem să subliniem următoarele :

1. Costul ridicat al lucrărilor raportat la volumul informațiilor seismice obținute. Cercetările de teren impun lucrări auxiliare complexe, un consum mare de substanțe explozive și un personal numeros, ceea ce contribuie la creșterea costului acestora.

2. Necesitatea unui volum mare de observații care să permită determinarea vitezelor cu o precizie ridicată.

3. Dificultăți foarte mari la obținerea informațiilor în zonele muntoase, datorate lipsei de acces și condițiilor seismogeologice nefavorabile.

Rezultatele favorabile obținute, în anul 1976, prin metoda acoperirii multiple oferă o nouă orientare a acestor cercetări seismice cu avantaje evidente cu privire la costul lucrărilor de teren.

O altă cale de reducere a costului cercetărilor o constituie înregistrarea exploziilor din cariere, tehnică utilizată cu succes în alte țări. Un prim pas în această direcție îl constituie înregistrarea de foarte bună calitate obținută la circa 20 km de cariera Mateiașu (Argeș).

BIBLIOGRAFIE

Constantinescu P., Ibadof N., Pompilian A., Rădulescu F. Considerații asupra sondajelor seismice de profunzime pe dispozitive circulare. Exemplificări din zona nordică a M. Apuseni. *St. Tehn. Ec.*, D 12,



Enescu D., Cornea I., Constantinescu P., Rădulescu F., Pătruț S. (1972) Structura scoarței terestre și a mantalei superioare în zona curburii Carpaților. *St. cerc. geol. geogr. geof., seria Geof.*, 10, 1, București.

Rădulescu D. P., Cornea I., Sandulescu M., Constantinescu P., Rădulescu F., Pompilian A. (1976) Structure de la croûte terrestre en Roumanie. Essai d'interprétation des études sismiques profondes. *An. Inst. Geol. și Geof., L*, București.

ÉTUDES SISMIQUES DE PROFONDEUR SUR LE TERRITOIRE DE LA ROUMANIE. PROBLÈMES DE MÉTHODOLOGIE ET INTERPRÉTATION DES OBSERVATIONS

(Résumé)

Dans ce travail sont analysées les principales particularités des recherches sismiques dans l'étude de la croûte terrestre sur le territoire de la Roumanie.

On présente brièvement les problèmes liés à la collection d'observations sismiques (formation et réception des ondes sismiques) et celles de valorisation quantitative du matériel respectif. On fait des remarques critiques sur les méthodologies employées.



RECENZII

*Collected Papers of SIR HAROLD JEFFREYS on Geophysics and Other Sciences
Volume 4 — Dissipation of Energy and Thermal History*

London 1975

The paper represents a collection of the articles published by the author from 1914 up to now, articles which are dealing with different fundamental problems of the globe physics : dissipation of energy in the inner part of the globe and planets, radioactivity and geochronology, thermal history of the globe, origin of the present character of the Earth's surface, thermal instability due to convection. Although most of the articles included in the volume were elaborated many years ago, they preserve the validity due to, on the one hand, the fundamental-theoretical character of the problems, and on the other to their presentation, at a high scientific level, completion and comments on the paper within the same edition with up-to-date data.

The examination of the volume, asking for advanced knowledge of the equations of physical mathematics, rheology and thermodynamics, is useful to the specialists who are dealing with the study of the Earth's inner structure, its origin and time evolution.

S. Veliciu

*Collected Papers of SIR HAROLD JEFFREYS on Geophysics and Other Sciences
Volume 5 — Astronomy and Geophysics*

London

The scientifical work of Sir Harold Jeffreys, professor at the Cambridge University, includes 6 volumes collected under the above mentioned title.

Recently, the volume 5 dealing with astronomy and geophysics has appeared. The paper has been published by „Gordon and Breach Science Publishers.” The last volume, 6, refers to certain problems from different branches of science, which represented the object of the author's scientifical researches.

Volume 5 has 93 pages divided into 5 groups denominated by the author „sections” and entitled ;

Section XIII Astronomy (theories on the solar system are included) ;

Section XIV Currents — 4 studies ;



Institutul Geologic Românesc

Section XV Meteorology — 10 studies;
Section XIV Hydrodynamics — 17 studies;
Section XVII Geophysics (different subjects) — 9 studies.

These 5 sections totalize 56 studies; each refers to subjects separately dealt with and bound in the order of appearance as articles in magazines or periodicals. Some are presented as summaries and others — some of them being 60 years old — are accompanied by modern „notes” : which show the evolution of the author’s opinions and bring forward the interesting scientifical progress carried out in different domains. An example, which may be considered as characteristics for his whole work, is the author’s interest, since 1914, for the problems regarding the origin of the solar system. Thus from 16 papers included in section XIII, 8 studies are dealing with this subject.

Analogous examples we may also find in the other sections.

In the field of meteorology 10 articles regarding air currents, winds and atmospheric disturbances appeared between 1917—1936.

There are 17 articles regarding the hydrodynamics, grouped in section XVII, beginning with „Turbulence in the Ocean” (1920) and ending with „The Highest Gravitation of Waves in Deep Waters” (1957).

The last section, XVII, is grouping 9 articles which deal with different subjects, from „Some Problems of Evaporation” (1918), to „Half Century in Geophysics” (1953).

Besides the intrinsic value of all articles included in volume 5 of Prof. H. Jeffreys’ work, we must mention the importance of the succession of his articles for anyone interested in the evolution of ideas in the respective domain.

In this respect these papers are more useful as they include not only the discussions with numberless critics of the author’s work, but often are accompanied by recent notes (1970—1975), which show the present viewpoint of this scientist always keen to point out the practical importance of the scientifical researches.

V. Patriciu

REVIEV Antarctic Research Series, vol. 16 „Antarctic Snow and Ice Studies II”.
Editor A. P. CRARY Published by American Geophysical Union.

The scientifical researches carried out for a long time in the Antarctic region, and especially intensified during the Geophysical International Year, led to an advanced knowledge regarding the continent of the South Pole. The results of these researches published by American Geophysical Union are included in 16 volumes of a special documentary value, each of them being presented by qualified specialists.

The biology of the Antarctic seas represents the object of three volumes (1,5 and 11). The Antarctic geology and paleontology are presented in volume 6, and geomagnetism in volume 4. As most of the continent is covered by ice and snow, these are presented in volumes 2 and 16. The last one is reviewed and includes the results of the researches carried out between 1957—67.

The editor of the volume 16, A. P. Crary does not consider as being solved the problems advanced by the ice and snow cover to everyone willing to know the geological composition of the continent.

15 specialists from different research fields has collaborated in the drawing up of the present volume. Thus the first 7 studies present the results of the geophysical researches (seismic, gravimetric, electromagnetic) in different zones of Antarctica.



The glacial studies are presented in chapter VIII and refer to the remarks made during the crossing of the South Pole in 1962–63.

Chapter IX shows a stratigraphic method for determination of the snow accumulation ratio, which also represents the object of chapters X and XI dealt with by different authors for different regions.

The glacial and stratigraphic studies are the object of the following chapters, ending with the study of the chapter XV regarding the glacial geology of the Victoria Valley system from the southern part of Antarctica. This last study (49 pages) includes 26 figures, mostly interesting photographs, as well as 5 tables which facilitate different correlations. The study presented by Parker S. Calkin also includes numerous references.

As a conclusion we may say that volume 16 of the Antarctic research is so drawn up that is interesting not only for the glaciologists.

V. Patriciu

SIR HAROLD JEFFREYS and BERTHA SWIRLES (Lady Jeffreys) : Collected Papers of Sir Harold Jeffreys on Geophysics and other Sciences. vol. 6. Mathematics, Probability and Miscellaneous, Other Sciences. (Colecția de lucrări Jeffreys H., „Geofizică și alte științe”, vol. 6. Matematici, probabilitate și diverse alte științe. 1977, 622 pag. Editura Gordon and Breach Science. Publishers Ltd. London W.C.2)

Cu volumul 6 se încheie publicarea operei științifice a profesorului Sir Harold Jeffreys de la universitatea din Cambridge. Editarea celor șase volume și cîteva din lucrările publicate au fost efectuate în colaborare cu soția sa. Din 25 de secții ale întregii opere (vol. I–6), ultimele opt (XVIII–XXV) alcătuiesc volumul 6. În aceste opt secții sunt grupate pe diferite specialități cele 65 de articole ale prezentului volum. Deși într-o recenzie succintă a întregii cărți nu s-ar putea reda o analiză a fiecărui articol în parte, totuși am considerat util să menționez cîteva titluri, preocupări sau aspecte ale unor articole caracteristice pentru preocupările și concepțiile științifice ale savantului H. Jeffreys.

Secția XVIII (18 pag.) se ocupă de dinamică. Cele patru articole se referă: la egalitatea perioadelor în sistemele giroscopice; la principiul lui Hamilton; la modificarea ecuațiilor lui Lagrange pentru oscilații mici și la pendulul simplu în cazul deranjamentului periodic.

Secția XIX (148 pag.) tratează numeroase probleme matematice și metode de calcul în 16 articole publicate în diverse reviste de specialitate în perioada 1924–1974. Pentru exemplificare menționăm lucrarea publicată în 1924, de Societatea de Matematici din Londra, cu titlu: „Oscilațiile libere ale apei într-un lac eliptic” și articolul apărut în 1974 asupra tensorilor isotropici.

Secția XX (80 pag.) cuprinde cinci articole referitoare la probleme deosebit de interesante asupra relativității și teoriei cuantelor. De exemplu, primul articol, apărut în anul 1919, se ocupă de abaterea de la transformarea Lorentz-Einstein. În același an a fost publicat și articolul despre cercetări privind teoria lui Einstein asupra gravitației. În revista „Philosophical Magazine” (1942) a fost publicat articolul /18 pag./ „Probabilitate și teoria cuantelor”. În „Australian Journal of Physics” a apărut (1958) articolul „The Clock Paradox in special Relativity”.

Secția XXI (222 pag.) grupează sub titlul „Probabilitate și Metodă științifică” o serie de 26 lucrări și note publicate între anii 1919 și 1974. Printre altele articolul „Anumite principii fundamentale de cercetare științifică” publicat în „Philosophical Magazine” în anul 1921, solicită o atenție deosebită. Apoi mai conține printre altele un articol atractiv privind discuția asupra aristotelianismului modern. De asemenea trebuie să ne rețină atenția în mod deo-



sebit articolele „Legea erorii și combinarea observațiilor” (1938), „Bertrand Russel despre Probabilitate”, (1950), „Teoria probabilității în Astronomie” (1957), „Notă asupra analizei Formei” (1964) și cel mai recent (1974) articol din această secție: „Fisher și Probabilitatea inversă”.

Secția XXII (60 pag.) include trei articole referitoare la botanică. Trebuie să menționăm faptul că, în anul 1917 autorul scrie despre: „Aprovizionarea cu apă ca un factor ecologic”.

Secția XXIII (14 pag.) se ocupă în cele două articole de subiecte psihologice publicate în anii 1936 și 1964, de exemplu: „Cîteva stări în interpretarea lui „Peter Gynt”.

Secția XXIV (6 pag.) cuprinde de asemenea numai două articole (1910 și 1911) privitoare la substanțe fotografice.

Ultima secție XXV (60 pag.) intitulată „Apendice” cuprinde un număr de șapte articole mai recente, publicate în perioada 1972–1975. Un interes deosebit poate prezenta articolul „Aspecte teoretice ale migrației continentale”. În introducere autorul dă o definiție proprie noțiunii de „teorie” și susține că în cazul cînd un singur fapt cert de observație contrazice consecințele derivate din teorie, atunci însăși teoria trebuie modificată sau abandonată. În concluzie autorul nu consideră dovedită teoria lui Wegener.

Din analiza completă a operei științifice a profesorului Jeffreys constatăm că în cele 6 volume sunt incluse numeroase discuții și idei originale, care pot fi de folos în studiul multor probleme mereu actuale. Astfel volumele 1 și 2 se ocupă de seismologie, unul din subiectele cele mai prezente; vol. 3 analizează aspectele gravitației; vol. 4 cercetează distribuția energiei și istoria căldurii; vi. 5 tratează astronomia și geofizica, iar vol. 6 este dedicat în special unor preocupări moderne ale matematicii.

În concluzie trebuie să subliniem faptul, că lucrările amintite sunt deosebit de interesante nu numai pentru cercetătorii care doresc să cunoască evoluția acestor ramuri ale științei în ultimele cinci decenii, ci sunt de mare utilitate mai ales celor care vor să se documenteze pentru a putea contribui mai temeinic la progresul acestor științe.

V. Patriciu

