

CAPITOLUL I. -

Cercetări geologice asupra zonei cuprifere Bălan

1.1. CADRUL GEOGRAFIC

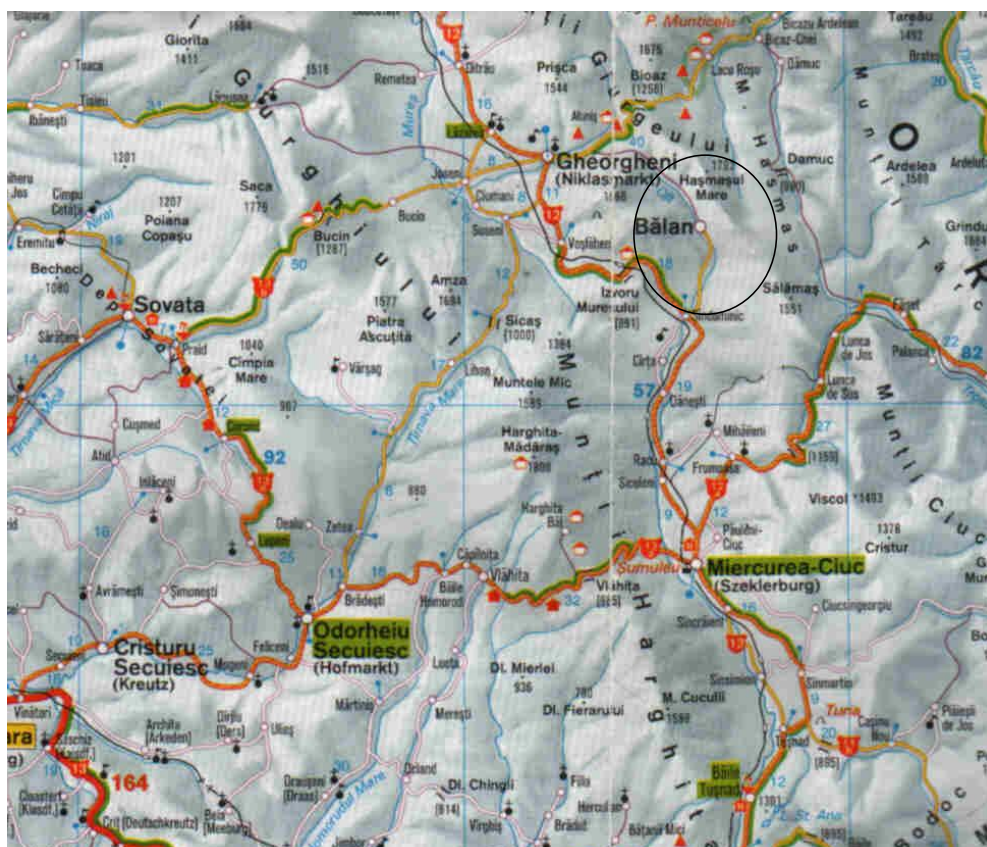
1.1.1. Delimitarea și încadrarea perimetrului.

Perimetrul cercetat este situat la poalele versantului vestic al munților Hășmaș, în apropierea orașului Bălan, regiunea de izvoare a râului Olt, la jumătate de distanță între orașele Miercurea Ciuc și Gheorgheni (la 42 km de amândouă orașele).

Orașul Bălan, împreună cu comuna Sândominic sunt situați la intersecția latitudinii de 46° 35' N, cu longitudinea de 25° 48'E.

Sândominicul este comuna situată cel mai amonte (640 m deasupra nivelului mării), și în același timp și cea mai populată comună. Orașul Bălan se află situat la 760-840 m deasupra nivelului mării.

Geografia acestei zone cercetate poate fi delimitată după cum urmează: La nord pâraul Szánduj care are o direcție de curgere aprox. E – W; la E și SE cursul superior al Oltului, respectiv unele masive ale munților Ciucului ca: Terkő și Naskalat; limita vestică este pâraul Varsăroaia. La sud perimetrul este delimitat de comuna Sândominic.



Harta regiunii cu principalele căi de acces și relief

1.1.2. Geomorfologia

Specific acestei regiuni este relieful muntos ale cărui cote variază între 840 m în Valea Oltului și 1376 m în vârful Piatra Scrisă.

Să enumerăm câteva vârfuri mai de seamă :

Vf. Garados (940 m),

Arama Neagră (1535 m) – de aici izvorăște Mureșul,

Hășmașul Mare (1792 m),

Piatra Unică, Hăghimașul Mic - Ecem(1707 m), Terkő- Tercheu (1461 m) masiv calcaros-dolomitic, Fagul Ciobanului (1108 m) și Garados (940 m).



Valea Oltului, orașul Bălan, complexul mezometamorfic și sistemul rocilor sedimentare a masivului Hășmașul Mare

În partea vestică este dominată de relieful înalt al eruptivului neogen, care alcătuiește masivele Gurghiu și Harghita, cu morfologie vulcanică caracteristică.

În această zonă relieful formează înălțimi care ajung până la 1800 m, cu numeroase aparate vulcanice, dispuse pe o linie orientată aproximativ N – S.

În zona cristalino mezozoică, la limita estică a perimetrului cercetat, este caracteristic relieful accidentat cu pante abrupte, uneori inaccesibile. În cristalinelul mezometamorfic se mențin formele accidentate de teren, pe când în complexul epimetamorfic aspectele devin mai atenuate, cu mici variații de altitudine. Contrastul terenurilor epi – mezometamorfice din punct de vedere al aspectului morfologic se observă concludent pe valea Oltului pe cei doi versanți din jurul orașului Bălan.

1.1.3. Hidrografia

Hidrografic, regiunea aparține bazinului superior al rețelei hidrografice a Oltului. Clima subalpină cu precipitații anuale relativ abundente a determinat formarea unei rețele hidrografice dense, caracterizată prin cursuri de ape mici, cu debit variabil, dar în general scăzut. Debitul cursurilor de ape variază în funcție de precipitații.

Rețeaua hidrografică este tributară râului Olt, care are ca principali afluenți din vest: Pârâul Szánduj; Pârâul Sipos cu afluenții Virgó; Jindieșul de Sus, Jindieșul de Jos, Ruțoc; Pârâul Minei ($Q=1,8 \text{ l/s}$); Pârâul Salamás; Pârâul Vărășoaia cu principalii afluenți: Magasbükk, Voroc, Fagul Cetății Mici, Fagul Cetății Mari, Drumul Coastei.

Putem aprecia că rețeaua hidrografică în partea vestică este mai puțin dezvoltată decât în partea estică, dinspre mezozonă, unde debitele apelor sunt mai mari.

Dinspre est avem ca afluenți mai importanți:

- Pârâul Meggyes cu pârâurile Vaspatak, Csofronkakő, Csofronka
- Pârâul Nagyág
- Pârâul Mesteacăn
- Pârâul Székpataka cu pârâul Gyengeménes
- Pârâul Kovács ($Q= 2,5 \text{ l/s}$),
- Mihály- ($Q=4,3 \text{ l/s}$),
- Pârâul Szimina
- Pârâul Gálkút
- Pârâul Borvíz ($Q= 0,166 \text{ l/s}$),
- Pârâul Szabók
- Pârâul Szedlaka
- Pârâul Kurta fiind cel mai sudic pârâu din zona cercetată. Restul văilor sunt doar cu caracter torențial, având cursuri de apă intermitente.

1.1.4. Clima

Datorită aşezării, regiunea este caracterizată de un climat temperat continental subalpin, cu o temperatură de medie anuală de 5° - 6° C.

Să vedem câteva date referitoare la clima regiunii:

Lunile	Tempe- ratura medie	Maxime <u>măsurate</u> Minime măsurate	Nebulo- zitatea	Nr. de zile însorite	Cantitatea de precipitații (mm.)	Cantit. max măsurată vreodată pe o lună
Media a mai multor ani	5,4 °C	+35,5 °C – 30.07.1953 -40,9 °C – 25.01.1985		Nr. zilelor însorite 80-100 Nr. zilelor înnorate 150-160	500 – 600 mm	Sândominic 84,2mm- 25.07.1952 Bălan: 86,4 mm- 25.07.1952
Ianuarie	-4,-6 °C	+10 °C:1955 -41 °C:1985	6 – 6,5	5 - 6 zile	20-30	19,4 /1953
Februarie	-4,-6 °C	+13,6:1951 -28,8:1950	7 – 7,5	5 - 6 zile	10-30	30,4 /1953
Martie	0 ,-2 °C	+23,3:1951 -25,7:1955	5,5 – 6	8 – 9 zile	20-30	23,7 /1902
Aprilie	2 , 4 °C	+27,5:1950 -12,6:1955	6 – 6,5	6 – 8 zile	40-55	27,6 /1954
Mai	10,12 °C	+31,0:1950 -3,8:1952	6 – 6,5	4 - 7 zile	70-80	60,2 /1916
Iunie	10,12 °C	+30,4:1951 -2,1:1950	6 – 6,5	6 - 8 zile	80-120	47,0 /1954
Iulie	16,18 °C	+35,5:1953 +2,5:1951	4,5 – 5,5	8- 10 zile	80-100	84,2 /1952
August	14,16 °C	+34,5:1951 +1,4:1952	4,5 – 5	10-12 zile	70-80	57,5 /1935
Septembrie	10,12 °C	+33,8:1952 -3,1:1951	4,5 – 5	10-12 zile	40-50	57,6 /1928
Octombrie	6 , 8 °C	+30,6:1952 -9,6:1949	5 – 5,5	10-12 zile	30-40	41,0 /1927
Noiembrie	0 , 1 °C	+18,5:1960 -19,0:1957	6 – 6,7	4 - 6 zile	30-40	35,2 /1913
Decembrie	-4, -6 °C	+15,8:1960 -23,6:1957	7 – 7,5	4 - 6 zile	20-30	36,0 /1949

- prima zi cu temp. sub 0 grade poate fi din 1 octombrie (zi de gheață)
- ultima zi când mai poate îngheța - 1 mai
- adâncimea de îngheț 90-120 cm
- numărul zilelor când ninge este în jur de 40 de zile
- suprafața este acoperită de zăpadă timp de 100 – 110 de zile
- valoarea constantei hipo – batimetrice este de 750 – 1000

*Datele provin de la observațiile și datele prelucrate între anii 1896-1955 de Academia Militară Națională și Institutul Național de Climatologie editate în Atlasul Climatologic al R. S. R. – 1966)

Vânturile stau în strânsă legătură cu circulațiile atmosferice majore și cu condițiile de relief. În general bat din direcția nord – vest, iar primăvara și toamna se semnalează vânturi estice, uneori sudice.

1.1.5. Vegetația, fauna și solurile

Vegetația naturală aparține zonei de vegetație alpină, subalpină și este în stânsă legătură cu mediul geografic, ce are un caracter pedoclimatic subalpin, variabilitatea ei fiind legată de litomorfologie.

Vegetația de esență lemnoasă este reprezentată prin specii de conifere care domină și specii de foioase răspândite mai ales în partea vestică a regiunii. Vegetația ierboasă este reprezentată prin plante furajere, regiunea având pășuni numeroase, cu unele specii caracteristice, chiar prețioase plante medicinale.

Fauna regiunii este dezvoltată sub influența directă a reliefului, climei și a vegetației. Se întâlnesc specii de vânat mare: ursul brun (URSUS ARCTOS), cerbul carpatin (CERVUS ELAPHUS CARPATICUS), căprioara (CAPREOLUS CAPREOLUS), lupul (CANIS VULPIS), vulpea (CANIS VULPES), mistrețul (SUS SCROPHA), precum și de vânat mic: cocoșul de munte (TETRAO UROGALLUS), alunarul (NUCIFRAGA CARYOCATOCES), șorecarul (BUTEO BUTEO), pițigoii de munte (PARUS MONTANUS), și multe altele, precum și diferitele specii de rozătoare și unele reptile. În apele rece și reci se întâlnește păstrăvul (SALMO TRUTTA FARIO).

Solurile predominante sunt cele brune ușor acide. Se mai întâlnesc în zonele înalte soluri brune – gălbui, podzolice brune.

1.1.6. Scurt istoric, populația. Așezări și căi de comunicații

Până în anul 1968 orașul Bălan a aparținut comunei Sândominic. Din cauza distanței mici între cele două localități, istoria și evoluția lor, unele date geografice, economice și demografice sunt comune până în actual.

Orașul nu are extravilan, acestea aparțin comunei Sândominic.

Numărul locuitorilor din Sândominic este de 6676 locuitori. Populația se ocupă în principal de creșterea animalelor, cultivarea cartofilor, prelucrarea lemnului, dar marea majoritate a celor care lucrează în industrie sunt angajați ai S.M. Bălan.

Populația activă este de 2325 persoane, din care 3322 femei; 3354 bărbați. Numărul copiilor între 0-14 ani este de 1694; celor între 15-55 ani, de 3872; iar cei de peste 55 de ani, de 1110 persoane. Numărul pensionarilor este de 582 persoane, iar 231 persoane sunt șomeri.

Din punct de vedere a religiilor, 32 persoane sunt protestanți (reformați), 5 ortodocși, 19 unitarieni, 8 Martorii lui Iehova, 6612 catolici.

Comuna se află desfășurată pe o arie de 10283 ha, 8000 ha teren agricol, din care 956 ha arabil, 3513 ha pășuni, 3704 ha; 610 ha păduri.

Învățământul există de peste 400 de ani. În 9 grădinițe, 4 școli elementare, și o școală gimnazială învață 1135 copii: 318 în grădinițe, 357 în clasele I-IV și 450 copii în clasele V-VIII.

Orașul Bălan are o populație de 8974 locuitori. Singura sursă de venit este mina care funcționează greu și cu pierderi. Numărul celor angrenați în educație, în administrația publică, în spital sau în servicii-prestații este foarte scăzut. Numărul populației active este de 3194 persoane, a celor de vârstă școlară de 2105 copii (din care 197 în grădinițe, 1422 copii în clasele I – VIII: 634 copii în clasele I - IV și 788 în clasele V - VIII; 486 elevi învață în liceul din localitate), 874 de persoane sunt șomeri; restul de 3201 persoane (marea majoritate a lor casnice) n-au lucrat niciodată ca angajați la vreo unitate de stat sau privat, ori sunt elevi, studenți în alte localități.

71% a populației orașului sunt români, 29% maghiari. Din documentele din mijlocul secolului al XIX-lea reiese că populația era atunci în jur de 1000 de persoane, iar anii '50 cunoaștem 36 de case. În primii ani ai anilor '60 orașul avea în jur de 400 de locuitori, iar după ce în anul 1968 localitatea a fost ridicat la rang de oraș, acest număr, până în 1975 s-a modificat la 11.500 de locuitori, iar în 1985 a fost de 16.200. Numărul locuitorilor a scăzut exponențial după 1989, cauza fiind lipsa locurilor de muncă și potența din ce în ce mai mică a unității miniere din oraș.

Din numărul de 2366 de maghiari 9 sunt de religie greco-catolică, 52 Martorii lui Iehova, 62 unitarieni, 746 reformați și 1497 catolici. Din numărul de 6608 de români, 365 sunt catolici, 42 sunt greco catolici și 6294 sunt de religie ortodoxă.

Numărul celor de etnie germană este de 7, ei sunt evanghelici (au slujba împreună cu reformatii) și cunosc limba maghiară.

Câteva date despre natalitate în ultimele decenii:

Anul	Sândominic		Bălan	
	Născuți	Morți	Născuți	Morți
1980	128	86	-	-
1985	104	70	152	35
1990	-	-	57	26
1993	61	91	25	33
1994	72	83	-	-
1995	61	88	-	-
1996	49	62	-	-
1997	-	-	10	47

1.1.7. Câteva date asupra situației mediului înconjurător

Cele două localități se găsesc într-o ambianță naturală pitorească dată de frumusețea munților înconjurătoare, de adâncimea văilor, de măriștea pădurilor existente – zicea un călător al secolului XIX.



Vedere dinspre est
(Culmea Revendica) către zona
mezometamorfică (Pârâul Fierarilor)
și sistemul rocilor sedimentari
(Hășmașul Mare, Piatra Singuratică,
Hășmașul Mic)

Cu începerea prospecțiunilor, și exploatării a început și distrugerea frumuseților. Din anii 1950 mina este trecut în proprietatea statului, și au început construirea forțată și negândită a minei și construcțiilor anexe. Datorită defrișărilor de teren, a tăierii excesive a pădurilor, a condițiilor de trai din ce în ce mai slabe în oraș (oamenii și-au procurat lemnele de foc pe unde vroiau și apucau), locul pădurilor dense a fost preluat de creste pustiite de munți înalți de peste 3-400 de m, abrupti, ceea ce a dus la o eroziune excesivă datorită ploilor abundente care se prezintă în ultimii ani.

În afară de problemele aspectuale, a început și o amplă activitate de poluare a apelor și aerului. Flotarea minereului înseamnă o mare cantitate de steril, care împreună cu substanțele chimice folosite sunt decantate și depozitate în mai multe locuri, otrăvind apele (Oltul), peștii și fântânile oamenilor din Sândominic.



Incinta puțului nr. II și iazul de decantare nr. 4



Puțul nr. V

Barajul Mestecăniș

Alimentarea cu apă potabilă și cea industrială este asigurată de lacul de acumulare MESTEACANUL, situat în Valea Oltului, la nord de oraș.



Puțul nr. 1 Fagul Cetății

1.2. Cadrul geologic general al regiunii

1.2.1. Istoricul cercetărilor geologico – miniere din perimetru

Date asupra geologiei regiunii, de care ne ocupăm în prezenta lucrare, se găsesc începând din secolul XVIII și XIX.

Printre primele lucrări în acest sens, putem cita pe cea lui BEUDANT cu care începe etapa premergătoare a cercetărilor. El a elaborat o lucrare cu o hartă geologică a bazinului Ciucului.

În 1834 A. Bone întocmește o hartă geologică a regiunii, iar informațiile din 1849 al lui Bodor Fr. pot fi considerate între primele date apărute în literatura geologică asupra minereurilor de cupru din regiunea Bălan.

A. E. BIELZ în 1854 elaborează o hartă geologică a Transilvaniei.

Începutul etapei științifice a cercetărilor îl putem considera odată cu cercetările lui HAUER și STACHE (1863). Ei dau o descriere a zăcămintului din regiunea Bălan și menționează între altele „porfirogenele” din acoperișul zăcămintului și prezența unor șisturi talcoase între rocile cuarțoase – cloritoase în care se află intercalat minereul.

O descriere mai detaliată se datorează lui FRANZ HERBICH (1861, 1871, 1878) care menționează în versantul stâng al pârauului Minei, lucrări miniere prin care se urmărea în a doua jumătate a secolului trecut, patru aliniamante paralele de minereu intercalate în șisturi cloritoase. Corpurile de minereu erau separate prin pachete de șisturi cu slabe diseminări.

Aceste diseminări treceau lateral în corpuri de minereu lenticulare, constituite din diseminări și benzi concordante de pirită și calcopirită. Este remarcabil că HERBICH recunoaște continuitatea zonei mineralizate până în masivul sienitelor din Ditrău. Contribuția lui se referă și la orizontarea sedimentarului din Hăghimaș, în care distinge formațiuni de vârstă triasică inferioară, triasică superioară, RHAETIANA (facies de ADNETH), liasică dogger (strate de KLAUSS), malm (strate cu ACANTHICUS, calcare de STRAMBERG), și publică hartă geologică a regiunii la scara 1 : 288.000.

În perioada 1889 – 1907 UHLIG înființează o școală tectonică nouă interceptând structura Carpaților Orientali în pânze de șariaj. În prima jumătate a secolului XX. zăcămintul de la Bălan a fost categorizat în unanimitate de geologi drept o acumulare hidro – termală de sulfuri pre- sau post metamorfice.

În 1906 – 1910 I. ATANASIU face cercetări în zona superioară a văii Trotușului, iar E. VADÁSZ (1914) descifrează succesiunea stratigrafică în Hăghimașul Mic.

În 1915 DÖELTER descrie minereul drept o concentrare hidrotermală metamorfozată legată genetic de șisurile cloritoase pe care le consideră tufuri bazice sau diabaze metamorfozate. În perimetrul exploatării menționează patru corpuri de minereu intercalate

concordant șisturilor cristaline, corpuri care se înscriu într-o zonă mineralizată extinsă pe o distanță de circa 10 km.

În 1924 apar unele informații asupra minereului de la Bălan în lucrarea lui SZENTPÉTERI, lucrarea asupra zăcămintelor de cupru din Transilvania. Mai târziu regiunea este cercetată de I.ATANASIU (1927) I.P.VOITESTI (1909 – 1942), iar în 1939 A. CHELARESCU încearcă prin cercetările efectuate să aducă noi argumente în favoarea genezei hidrotermale. Concepția originii hidrotermale a fost relatată mai complex în 1950 de A. FÖLDVÁRI și G. PANTÓ. Deși autorii atrag atenția asupra faptului că mineralizația apare ca și în munții ZIPS din Slovacia în stânsă legătură spațială cu dykeuri de roci metaporfirice acide și metadiabazice, exclud legătura genetică față de aceste roci cristaline pe considerentul că mineralizația intersectează oblic formațiunile cristaline și trebuiesc considerate în consecință posmetaforice. În schimb recunosc că prin compoziția petrografică, extinderea largă și compoziția mineralogică relativ constantă, zăcămintul Bălan se deosebește de toate minereurile Carpatice asociate cu roci exclusiv tinere.

Compoziția uniformă s-ar datora menținerii pe distanțe mari a omogenității soluțiilor hidrotermale, fapt ce ar indica drept sursă un corp intruziv de adâncime.

Activitatea hidrotermală legată de această intruziune ar fi cauzat în rocile înconjurătoare zăcămintului, transformări manifestate prin silicifierea porfiroidelor, cloritizarea șisturilor și a rocilor metaeruptive bazice. Földvári și Pántó descriu stadiul de dezvoltare a expoatării în 1941 și recunosc poziția porfiroidelor în acoperișul mineralizațiilor. Remarcă ca mineral nou tetraedritul și încadrează zăcămintul Bălan după schema lui SCHNEIDERHÖRN în grupa minereurilor cuprifere cloritoase a mineralizațiilor epitermale.

În ultimele decenii geneza hidrotermală a fost reafirmată pe baza unor cercetări geochemice și a analizelor microstructurale. Astfel A. FEKETE, GRECU, MARINESCU, SZABÓ (1965) prezintă analizele privind conținutul de elemente minore pe a căror bază afirmă geneza hidrotermală. În urma cercetărilor microstructurale efectuate de A. GURAU (1955, 1969) și A. GURAU, D. RĂDULESCU (1967) se ajunge la concluzia originii hidrotermale postmetamorfice.

Originea premetamorfică vulcanogen sedimentară a zăcămintului Bălan a fost enunțată în 1961 de R. DUMITRESCU și reluată de KRÄUTNER în 1965.

O descriere recentă a zăcămintului Bălan este dată de A. FEKETE și MARGIT ALBERT (1968) care folosea cele mai noi date obținute în urma deschiderii zăcămintului prin mai multe orizonturi miniere.

Un studiu geochimic a fost abordat de KRÄUTNER, POPA, GIUȘCĂ, MÂNDROIU (1969). Cercetări palinologice pentru vârsta relativă au fost executate în ultimul timp de VIOLETA ILIESCU, MARCELA CODARCEA (1963), GEORGETA MUREȘEAN (1970 – 1972).

La descifrarea geologiei destul de complicate a regiunii au adus și aduc recent importante contribuții mai mulți cercetători: H. KRÄUTNER (1970, 1974, 1984, 1986, 1987), I. BERCIA și colaboratorii (1970), U. ERHAN (1970), B. ALMAȘAN (1986), care au contribuit la formarea opiniei actuale, GH. C. POPESCU (1967, 1971, 1974).

Cea ce privește istoricul mineritului în regiune putem spune că mineritul din regiune este menționat pentru prima dată la începutul secolului XVII., în dealul Arama Oltului și la Fagul Cetății. Lucrările au început în 1600, dar în perioada 1602 – 1790 sunt suspendate. O mărturie a existenței sale și la sfârșitul secolului următor s-a păstrat în procesele verbale ale ședințelor camerelor deputaților din 1790 – 1791, când secuii din județele Ciuc și Odorhei solicită scutirea militară pentru minerii din localitatea Bălan.

În jurul anului 1803 centrul de exploatare este mutat mai la nord în zona dealului Bălan și pâraului Băilor. În 1826 exploatarea trece din proprietatea statului maghiar în proprietate particulară. În această perioadă (1836) au început săparea galeriei ANTONIU, mănăta până sub galeria FERDINAND în 1840. Din cauza scăderii prețului cuprului în 1880 activitatea minieră se suspendă și se redeschide doar în 1902.

După 1913 exploatarea din cadrul „Societății de mine din Ungaria” a fost reluată de societatea PHÖNIX din Baia Mare.

În timpul primului război mondial exploatarea este întreruptă, apoi se reia de societatea PHÖNIX exploatând zona până la FALIA MARE I. prin șase orizonturi: IOHANN, HOFFNUNG, VETTER, IOSIF, FERDINAND, ANTONIU.

La începutul secolului XX. în zăcământul Bălan extracția minereului se face numai din compartimentul tectonic sudic în care este situată în prezent mina centrală.

Între 1930 – 1938 scoaterea minereului este iar suspendată din cauza scăderii conținutului de cupru.

În urma prospecțiunilor efectuate între 1930 – 1933 de către o echipă suedeză, a fost recunoscută, datorită anomaliilor electrometrice obținute, continuarea zăcământului și la nord de faliile II. și III., astfel încât înaintea celui de al doilea război mondial existența de minereu era cunoscută pe o distanță de 8 km, din ARAMA OLTULUI până la VALEA RUȚOC.

După 1940 exploatarea aparține societății „HUNGARIA”. Prin galeriile situate în perimetrul CENTRAL erau deschise patru corpuri de minereu paralele separate prin pachete de șisturi de 15 – 20 m grosime: „KIESIGE”, „PARALEL”, „BRUCHI”.

Din 1944 se întrerupe exploatarea până în 1948, când se redeschide, și în decembrie același an se obține o productivitate de 40 t/zi minereu. În urma naționalizării zăcămintul Bălan devine proprietatea statului. În 1950 comitetul geologic a executat prospecțiuni geofizice cu aparatul TUCAM în dealul Fagul Cetății, obținând rezultate pozitive. S-a început cercetarea perimetrului cu o serie de galerii de prospectare și de exploatare, găsiindu-se o serie de lentile de minereu intrate azi în exploatare. După 1996 s-a trecut la cercetarea zăcămintului și la nord de falia II. și III. prin săparea a trei orizonturi accesibile prin galerii de coastă din pâraul Minei și Valea Ruțoc.

În prezent în cadrul zăcămintului FAGUL CETĂȚII orizonturile +340, +390, +440, +490, 540 și +590, sunt în exploatare. Orizonturile superioare (+640, +690, +740, + 790) au fost deja exploatare.

1.2.2. Alcătuirea geologică a regiunii

Structura geologică de ansamblu a regiunii cercetate se caracterizează printr-un eșafodaj de pânze alpine și prealpine. Rezultatele din suprapunerea tectogenezei alpine peste un orogen prealpin cu șariaje probabil varistice . Vârsta mezocretacică a pânzelor este documentată prin includerea Albianului ca ultime depozite mari în unitățile șariate și poziția transgresivă a conglomeratelor de BÂRNADU (Vraconian – Cenomanian) peste ansamblul pânzelor (Sandulescu, 1984). Vârsta prealpină a unora din contactele tectonice din regiune este indicată de faptul că sunt intersectate de masivul alcalin DITRĂU, și de faptul că aureola de contact a acestuia afectează formațiunile metamorfice din mai multe unități șariate.

Ca UNITĂȚI ALPINE au fost separate:

- **Pânza de Hăghimaș** formată din depozite calcaroase de vârstă Titonic - Neocomian
- **Pânza Bucovinică** formată dintr-o cuvertură sedimentară și un soclu cristalin în care se disting mai multe unități prealpine șariate
- **Pânza Subbucovinică** formată dintr-o cuvertură sedimentară mezozoică și ansamblul ei cristalin deschis în fereastra tectonică de la Tomești

Elemente prealpine (VARISTICE) din cadrul pânzei Bucovinice sunt reprezentate în regiune prin următoarele unități șariate :

- a. Pânza de RARAU
- b. Pânza de PUTNA
- c. Pânza de PIETROȘUL BISTRITREI
- d. Pânza de RODNA

a. Pânza de RARAU, cuprinzând granitoidele de Hăghimaș și formațiuni metamorfice cu gard mediu de metamorfism (faciesul Amfibolitelor ale seriei de Bretila, șariate peste șisturile cu grad scăzut de metamorfism (faciesul șisturilor verzi) ale seriei de TULGHEȘ. Metamorfitele și granitoidele din pânza de RARAU se atribuie Proterozocului pe baza vârstelor radiometrice (KRÄUTNER et. al, 1976) și a faptului că în partea de nord a Carpaților Orientali suportă transgresiv cristalinelul paleozoicului inferior

b. Pânza de PUTNA cuprinde formațiunile seriei de TULGHEȘ din regiunea Bălan, atribuită Cambrianului pe baza datelor de ordin palinologic (VIOLETA ILIESCU, GEORGETA MUREȘEAN 1970, 1972), și vârstelor radiometrice (ELEOMORA VIJDEA, ȘERBAN, 1971).

c. Pânza de PIETROȘUL BISTRIȚEI se află sub Pânza de PUTNA și este constituită din formațiunea de Negrișoara, atribuită în mod convențional Proterozoicului, și din porfiroidele dacitice de PIETROȘUL.

Această unitate aflorează într-o fâșie îngustă de la Sândominic spre nord, lățindu-se la est de localitatea Izvorul Mureșului. În cadrul ei porfiroidele de Pietrosul constituie lame de rabataj antrenate sub planul pânzei de Putna.

d. Pânza de RODNA aflorează la vest de Sândominic sub Pânza de Pietroșul Bistriței. Este constituită din formațiuni ale seriei de Rebra atribuit proterozoicului. În zona de aflorare predomină calcarele și dolomitele în care în Munții Rodnei se intercalează minereurile de plumb și zinc de tip Valea Blaznei – Cuset.

Întregul eșafodaj de pânze se află șariat peste zona flișului și prezintă ondulații largi ca efect al cutărilor post – oligocene. În regiune se distinge o ondulație sinclinală corespunzătoare sinclinalului Hăghimaș și o bombare anticlinală în dreptul ferestrei tectonice de la Tomești. Ultima compresiune tectonică a dat naștere unui sistem conjugat de falii oblice orientate NE – SV și ENE – VSV care au compartimentat atât pânzele cât și cuvertura sedimentară.

1.2.2.1. Formațiuni metamorfice

1. Seria de Rarău - Bretila

Această serie cuprinde formațiunile mezometamorfice ce apar în partea vestică a zonei cristalino- mezozoice, și care sunt șariate peste formațiunile seriei de TULGHEȘ. Mai înainte era cunoscut sub numele de seria de HĂGHIMAȘ (A. Streckeisen 1931, KRÄUTNER 1938; BANCILA 1958). După ce a fost paralelizată cu seria gnaiselor de Rarău (M. Mureșean 1967), s-a utilizat mai mult această denumire.

Formațiunile acestei serii apar în versantul stâng al bazinului superior al Oltului, urmându-se continuu sub forma unei fâșii cu lățimi variabile. În principal seria alcătuită din roci terigene reprezentate mai ales prin micașturi muscovito- biotitice ±granați paragneise și din

roci migmatice, care au o răspândire largă în regiune. În afara acestor tipuri principale de roci eruptive bazice metamorfozate regional.

În cazul migmatitelor, ce constituie cele mai tipice roci ale seriei, se deosebesc în principal migmatite metatectice și migmatite metablastice. Cele metatectice cuprind o gamă largă de roci în care fondul metasomatizat (paleosoma) în cele mai multe cazuri nu se poate deosebi cu ochiul liber de neosom. În aceste roci raportul metasomatic se materializează prin cuarț și feldspat potasic și variază cantitativ foarte mult. Procesul de cuarțo- feldspatizare este adesea foarte înaintat astfel că structura și textura rocilor inițiale este aproape ștearsă, metasomatoza conducând la formarea unor roci granitoide cu o compoziție granodioritică și dioritică.

În partea vestică a ariei de răspândire a seriei de Rarău se cunosc și migmatite metablastice intercalate în formațiunile terigene ale seriei. Ele corespund gnaiselor oculare descrise și sunt foarte caracteristice pentru această serie, nefiind întâlnite în seria mezometamorfică de Bistrița – Barnar. Ele se caracterizează prin prezența ochiurilor larg dezvoltate, uneori centimetrice, de feldspat potasic care imprimă rocii un aspect ocular. Rocile migmatice metablastice sunt legate de procesele metasomatice sincrone metamorfismului regional, în care condițiile termodinamice au permis mobilizarea metamorfică strict locală a unui material leucorcat cuarțo- feldspatic în cuprinsul unor roci terigene psefitice și psamitice asociate cu material vulcanogen acid (Marcela Codarcea 1967).

În timpul formării pânzei de Rarău (Hăghimaș) rocile mezometamorfice din apropierea planului de șariaj au fost brecifiate, milonizate și retromorfozate în bună parte (Mureșean 1967).

2. Seria de Bistrița – Barnar

Formațiunile acestei serii (separată de I. Bercia în Munții Bistriței 1967) apar în partea de vest a zonei cristalino- mezozoice. În baza seriei se dispune o alternanță de calcare, șisturi biotitice – cuarțitice și cuarțite negre – grafitoase. Înspre partea superioară predomină rocile terigene reprezentate mai ales prin șisturi biotitice, cuarțitice și micașisturi biotitice, uneori cu clorit.

Formațiunile acestei serii apar în versantul stîng al bazinului superior al Oltului, urmându-se continuu sub forma floristică considerată caracteristică pentru depozitele precambriene (VIOLETA ILIESCU, MARCELA CODARCEA, 1965).

3. Seria de Tulgheș

Această serie reprezentată prin roci epimetamorfice, se situează între seria Bistrița – Barnar la vest și seria gnaiselor de Rarău (Hăghimas) la est.

Seria de Tulgheș formează o stivă de depozite vulcanogen – sedimentare metamorfozate, de vîrstă cambrian inferioară care se remarcă prin prezența în succesiunea sa la

diferite nivele a rocilor magmatogene acide si magmatogene bazice, subordonat. În regiunea Bălan aflorează cea mai mare parte din succesiunea stratigrafică cunoscută a seriei de Tulgheș.

Complexul Tg 1 (1200m) se dezvoltă în partea inferioară a seriei de Tulgheș și se dispune normal peste seria de Rebra – Barnar.

- Oriz. Tg 1.1 – Orizontul care se află sub orizontul metatufurilor riolitice de Szádakút.
- Oriz. Tg 1.2 sau - Orizontul metatufurilor riolitice de **Szádakút** (400 m). În limitele regiunii cercetate, succesiunea stratigrafică în seria de Tulgheș începe cu un orizont de metatufuri riolitice, care aflorează în văile Szádakút, și Magasbükk. Rocile sînt în general de culoare albă, conțin fenocristale relictice de cuarț și feldspat și prezintă frecvent o rubanare evidentă. Constituția chimică le plasează în grupa rocilor riolitice (G. Mureșan 1968).
- Oriz. Tg 1.3. –**Orizontul Fagul Înalt** (400 m) este constituit dintr-un pachet de șisturi sericito – grafitoase și sericito – cloritoase. Înspre baza orizontului se remarcă un nivel subțire discontinuu de calcare. În jumătatea inferioară mai apar strate subțiri de cuarțite negre, iar în partea superioară a orizontului se intercalează nivele subțiri de metatufuri acide. Succesiunea stratigrafică a orizontului Tg 1.3. se încheie cu cîteva strate subțiri de cuarțite negre situație deasupra ultimei intercalații de metatufuri acide.
- Orizontul Tg 1.4. **Orizontul Virgău** (400 m) se caracterizează prin lipsa pigmentului grafitos. Rocile sînt reprezentante cu precădere de șisturi sericito – cloritoase și șisturi cuarțitice – sericito – cloritoase. Spre partea superioară a orizontului se întîlnesc sporadic și cu grosini reduse metatufuri acide.

Complexul Tg 2

Acest complex cuprinde o secvență predominant grafitoasă și șisturile verzi situate în partea mediană a succesiunii litologice din seria de Tulgheș.

- Orizontul Tg.2.1. (**de Sîndominic** 750 m) este constituit preponderent dintr-o alternanță de șisturi sericito – grafitoase cu șisturi sericito – cloritoase și șisturi sericitoase. Spre partea mediană a succesiunii se intercalează mai multe strate discontinue de cuarțite negre, bine reprezentate începând de partea de nord a perimetrului cercetat. Deasupra acestor cuarțite se întîlnesc sporadic nivele subțiri de metatufite și metatufuri bazice.

- Orizontul Tg. 2.2. – **Orizontul metatufurilor diabazice de Șipoș** (250 m) este constituit preponderent din metatufuri diabazice asociate cu metatufite diabazice, metagabbrouri și sporadic cu metatufuri acide.



Valea pâ râului Șipoș

- Orizontul Tg. 2.3. - **Orizontul Voroc** (400 m) cuprinde o alternanță tipică (metrică până la centimetrică) de șisturi filitice și șisturi sericito – cloritoase. Se întâlnesc sporadic și intercalații

subțiri de cuarțite negre, cuarțite cu sericit.

Complexul Tg.3

Acest complex cuprinde partea superioară a Seriei de Tulgheș caracterizată pe întreaga extindere a Carpaților Orientali printr-un caracter vulcanogen – sedimentar acid cu secvențe bazice. Acestui vulcanism i se afiliază o metalogeneză importantă în mai multe faze succesive, în decursul cărora au luat naștere concentrații stratiforme de pirită și alte sulfuri, intercalate concordant la anumite nivele stratigrafice.

- Orizontul Tg. 3.1 – **Bălan** (300 m). În acest orizont stratigrafic se află intercalate toate minereurile exploatate în regiunea Bălan. Concentrațiile de sulfuri se dispun în două nivele stratigrafice:
 - a. Nivelul inferior (40 m) cu sulfuri constă din șisturi cloritoase – cuarțitice și șisturi sericito cloritoase cu deseminări slabe de pirită asociată uneori cu calcopirită. Acest nivel nu reprezintă importanță economică.
 - b. Nivelul superior, cu sulfuri (200 m) cuprinde succesiunea de șisturi cuarțitice – cloritoase, în care se află localizată concentrațiile de minereu. Minereurile stratiforme de pirită și calcopirită sînt dispuse de regulă în două pachete principale de șisturi cuarțitice cloritoase. Între cele două nivele cu sulfuri se dezvoltă un pachet de șisturi sericito – cloritoase, sericito grafitoase și filite sericitoase.
- Orizontul Tg. 3.2. **Orizontul metatufurilor riolitice de Bălan** situat în acoperișul nivelului superior cu sulfuri, constituie un reper stratigrafic foarte util pentru delimitarea orizontului Bălan. Este constituit din metatufuri riolitice albe

în care se disting fenocristale relict de cuarț și feldspat. Trec lateral în metatufite acide și prezintă uneori intercalații de ordinul metrilor de șisturi sericito - grafitoase, șisturi sericitoase și șisturi sericito – cloritoase. Grosimea orizontului este extrem de inconstantă, oscilând între 1 – 100 m. Uneori se observă tendință de efilare a orizontului.

• Orizontul Tg.



Cariera Franz Iohann și orizontul Wetter

3.3. - **Orizontul Valea Băii** (400 m) cuprinde șisturi sericitoase, sericito cloritoase uneori slab grafitoase și șisturi cuarțitice – sericitoase situate între metatufurile riolitice de Bălan și următorul nivel de metatufuri acide din succesiunea seriei de

Tulgheș. În sudul regiunii, spre partea superioară se intercalează un nivel stratigrafic cu diseminări slabe de pirită, fără importanță economică.

- Orizontul Tg. 3.4. **Orizontul metatufurilor riolitice de Szedloka** (60 m) cuprinde metatufuri acide plasate deasupra orizontului de Valea Băii. Local se intercalează între aceste metatufuri riolitice roci de natură terigenă, reprezentate prin șisturi sericito – cloritoase .

La nord și la sud de Valea Oltului în apropierea orizontului Tg. 3.4. află roci metagabbroice, adesea cu stilpnomelan. În majoritatea cazurilor structura relictă a rocii inițiale poate fi absentă, probabil datorită metamorfismului slab.

- Orizontul Tg. 3.5. - **Orizontul Arama Oltului** (800 m) reprezintă partea superioară a succesiunii din Seria Tulgheș cunoscută în regiunea Bălan. În partea superioară succesiunea este întreruptă de planul de șariaj al pânzei de Rarău. Acest Orizont este constituit preponderent din șisturi sericito cloritoase (± cuarțoasă). Spre partea superioară a acestei succesiuni se intercalează câteva strate subțiri de metatufite acide. Spre partea inferioară a orizontului se intercalează un nivel de șisturi clorito - sericitoase (± cuarțoase) cu diseminăție de pirită și calcopirite numit nivelul cu *impregnații de sulfuri Arama Oltului*.

1.2.2.2. Rocile Sedimentare.

Studiind sedimentarul din cuveta Hăghimaș Ciuc, aflat la est de perimetrul cercetat, putem observa că depozitele sedimentare ce apar în această zonă aparțin a trei serii (transilvană, bucovinică și subbucovinică), care aparțin la unități tectonice independente. Toate aceste trei serii au caractere litofaciale specifice, provenind din zone de sedimentare mai mult sau mai puțin diferențiate.

Formațiunile care intră în constituția cuvetei marginale a sinclinalului Hăghimaș, s-au depus din Triasic până în Cretacic inferior, acoperind discordant și transgresiv depozitele seriei gnaiselor de Rarău (Hăghimaș).

Triasicul este dezvoltat relativ slab în regiune, întâlnindu-se doar câteva lambouri, petece de împingere, după cum urmează:

- Triasicul inferior, reprezentat prin “stratele de Werfen” se găsește numai în Ciofronca și la est de Piatra Unică. Stratele sunt alcătuite din gresii calcaroase diacazate, fin micafere, conglomerate, marne și dolomite șistoase în care s-au găsit *Myoporia costata*, *Megalodon triquetur*, *Gerhilea modiola*.



Piatra Unică

roșii de Hallstatt cu faună carniană și noriană: *Jovites dacus*, *Spiriferina gregaria*, calcare cenușii cu *Monotis substriatae*.

Jurasicul

- Jurasicul inferior (Liasic) este cunoscut în sectorul Piatra Unică, fiind reprezentat prin sisturi marnoase și calcare roșii de tipul



Abruptul vestic al munților Hășmaș

- Triasicul mediu – Anisian și Ladinian – este reprezentat prin dolomite masive, cenușii, cu aspect zaharoid și prin calcare albe și gălbui cu *Diplopora anulata*, gresii roșii și cenușii cu *Daonella lomelli*.

- Triasicul superior, are o dezvoltare discontinuă, cunoscându-se din zona Piatra Unică – Hășmașul Mare. Este reprezentat prin calcare



Vedere spre grohotișul Hășmașului Mic (Ecem)

faciesului de Adneth cu o bogată faună hettangiană-sinemuriană: *Rhacophylites transilvanicus*, *Rhacophylites urmösensis*, *Phylloceras cylindricum*,

Aegoceras althii, *Aeritites bisulcatus*, *Aeritites rotiformis*, *Aeritites stelar* și prin calcare roșii oolitice, feruginoase, respectiv calcare roșii și plăci cu *Spiriferina haueri*, *Rhynchonella fissicostata*, *Entolium liassinum*, resturi de *Involuntina liassica*.

- Jurasicul mediu (Dogger – Aalenian și Bathonian) este cunoscut numai în câteva puncte, sub formă de lambouri, reprezentat prin calcare fine, în plăci, uneori nisipoase sau calcare grezoase cu *Posidonia opalina*, *Oppelia fissa*, *Terebratula dorsoplicata*, *Parkinsonia parkinsoni*.
- Jurasicul superior – stratele de trecere de la Jurasicul mediu la cel superior sunt bogate în depozite silicioase. Astfel Callovianul-Oxfordianul cuprinde jaspuri negre, roșii și verzi cu intercalații de șisturi argilitice silicificate, siltite negricioase, gresii care conțin *Belemnites subhastatus*. Kimmeridgianul este alcătuit din calcare nodulare roșii, calcare fine roșii cu pete verzi, marnocalcare roșii slab nisipoase, calcare grezoase și gresii calcaroase cenușii. Aceste strate, cunoscute și sub numele de “strate cu Achanticum” cuprind o bogată faună de *Phylloceras zignodianum*, *Phylloceras polyplacum*, mai multe specii de *Lythoceras*, *Aepidoceras acanthicum*, precum și resturi de *Saccocoma*.

Cretacicul

- Tithonicul este asociat cu Neocomianul (Cretacic inf.). Depozitele sunt constituite din calcare masive, alb-gălbui sau cenușiu deschis, pseudocolitice sau brecioase, calcare colitice roșii



Vedere dinspre nord spre sistemul calcaros al masivului Hășmaș

slab stratificate. Conținutul în microorganisme al acestor roci este destul de ridicat, întâlnindu-se alge calcaroase și foraminifere ca *Lamelleptichus beyrichi*, *Lamelleptichus mortiletti*, *Tintinopsella carpathica*, *Calpionellopsis thalmani*, *Calpionella alpina*, *Trocholina alpina*, *Trocholina elongata*.

• Barremian - Aptianul sunt reprezentate prin calcare masive și brecioase roșii și cenușii, conglomerate cu intercalații de sistoase ale formațiunii de Wildfließ. Aceste strate conțin orbitoline: *Neohibolites ewaldi*, *Neohibolites minimus*.

- Albianul reprezentat prin calcare și calcare brecioase, conțin speciile: *Hedborgella infracretacea*, *Hedborgella planispira*, *Hedborgella trochoidea*, *Valvulineria loetleri*, *Dorothia oxycona*.

Cuvertura post tectonică este reprezentată prin depozitele Vraconian-Cenomaniene din Cretacicul superior. Aceste depozite conțin conglomerate și microconglomerate în care sunt intercalate gresii și marnoargile cenușii cu *Rotalipora greenhornensis*, *Rotalipora appeninica balernaensis*, *Rotalipora cushmani-turonica*.

În bazinele intramontane ale Ciucului și Gheorghenilor apar formațiuni **pliocene**, reprezentate prin nisipuri, tufuri, aglomerate, gresii, argile cu impresii de plante și cărbuni.

Cuaternarul este constituit din nisipuri groșiere, pietrișuri mărunte, depozite deluvial-pluviale care formează terase, conurile de dejecție ale văilor principale, precum și conurile de drohotiș din Hăghimașul Mic (Ecem).

1.2.2.3 **Formațiunile eruptive**

La sud și sud vest de zona cercetată se află masivul Harghita rezultat al manifestațiilor vulcanice neogene.

Munții Căliman, Ghiurghiu și Harghita constituie partea cea mai tânără a arcului vulcanic andezitic apărut pe crusta continentală a blocurilor transilvane și panonice ca urmare a coliziunilor cu placa euroasiatică de la marginea estică a bazinului Wienei și până la curbura Carpaților.

Trăsătura cea mai caracteristică a acestui sector al arcului vulcanic constă în alcătuirea sa din andezite. Activitatea s-a desfășurat în două etape majore. Structurile născute în prima etapă au fost complet distruse de eroziune, iar materialul rezultat depus în condiții subacvatice împreună cu produse piroclastice sincrone și un material epiclastic nevulcanic a dat naștere compartimentului structural inferior alcătuit dintr-o formațiune vulcanogen – sedimentară.

Pe fundamentul constituit s-au ridicat suprastructurile generate în timpul celei de a doua etape de manifestări vulcanice reprezentând compartimentul structural superior. (D. Rădulescu, Al. Vasilescu, S. Peltz și M. Peltz).

În cadrul formațiunii vulcanice D. Rădulescu (19) distinge următoarele secvențe litologice:

1. Complexul vulcanogen – sedimentar are o alcătuire foarte variată. Depozitele sînt mărturie al unei activități îndelungate și complexe și nu un produs al unei singur moment exploziv. În cuprinsul lor au putut fi separate trei nivele foarte bine individualizate, în unele dintre ele participarea materialului detritic este evident. Fragmentele din aceste depozite sînt constituite din andezite amfibolice în cea mai

mare parte dar și piroxenice. Grosimea totală a piroclastitelor inferioare este de ordinul a 200–300 m.

2. Complexul andezitelor cu hornblendă brună este dezvoltat numai local. Acestea constituie forma principală dar li se adaugă și forme cu olivină, forme bazaltoide.
3. Complexul andezitelor cu hornblendă este sincron, probabil în prima sa parte cu cel al andezitelor cu hornblendă brună, dar partea principală este ulterioară formării acestora.
4. Piroclastitele inferioare au aspecte foarte caracteristice. Ele sunt constituite din fragmente mari colțuroase (blocuri de andezite cu hornblendă verde și mai rar cu hornblendă brună). Acestea sunt prinse într-o masă fundamentală fină, larg dezvoltată. Grosimea lor nu depășește 100 m.
5. Complexul andezitelor cu hornblendă resorbită și piroxen cuprinde forme intermediare între rocile anterioare cu hornblendă verde și cele posterioare cu piroxen. Ele sînt larg dezvoltate.
6. Piroclastitele intermediare cu aspecte texturale asemănătoare acestora din primul nivel dar prezența piroxenilor în fragmentele de roci este caracteristică. Ele constituie întotdeauna nivele mult mai subțiri decît celelalte piroclastite,
7. Complexul andezitelor piroxenice cu forme bazaltoide conținând hipersten, augit, uneori olivină reprezintă ultimul element principal al succesiunii. În cadrul lor intervine un nivel de piroclastite superioare.

Chimismul rocilor se încadrează în cea mai mare măsură în tipul de magmă cuarț – dioritică, prezența altor tipuri fiind cu totul subordonată. Structurile generate sunt foarte bine conservate și au aspectul unor strato – vulcani, În părțile centrale ale structurilor au fost identificate foarte frecvent înrădăcinările neckurilor sau corpurilor subvulcanice.

În zonele centrale ale aparatelor vulcanice se constată totdeauna efecte ale circulației soluțiilor postvulcanice, caolinizarea și sericitizarea în efecte deosebite. Apar și roci metamorfozate cantonate numai în conductele aparatelor vulcanice și în zonele din interiorul calderelor.

Determinările de vîrstă efectuate pentru andezitul cu hipersten din Munții Harghita indică vîrsta de 3,92 mil. ani.

1.2.3. Evoluția geologică și tectonică a regiunii :

Evoluția geologico – structurală și tectonică a regiunii se încadrează în evoluția de ansamblu a Carpaților Orientali. Descifrarea acestora ridică o serie de probleme extrem de complexe cu care s-au ocupat numeroși cercetători fără însă a ajunge la concluzie unică.

După D. Rădulescu (1970) masivul cristalin care este constituit din șisturi mezometamorfice și epimetamorfice diferă ca timp de formare și alcătuire geologică. Șisturile seriei mezometamorfice sau format independent de cele epimetamorfice, pe seama unor stive sedimentare detritogene, cu intercalații de produse vulcanice.

După cercetări litologice (Marcela Codarcea 1965-1967) relațiile nemetamorfice dintre diferitele complexe stratigrafice, conținutul microfloristic (Violeta Iliescu, Marcela Codarcea, 1965) și relațiile stabilite ulterior dintre șisturile mezometamorfice și cristalinul format mai târziu se pare că formațiunile din care provin șisturile mezometamorfice aparțin în exclusivitate precambrianului mai ales proterozoicului inferior, iar transformarea lor în șisturile cristaline a avut loc în timpul unei faze proterozoice de cutare și metamorfism.

Seriile epimetamorfice au luat naștere în cel puțin două faze distincte. Peste soclul cristalin format anterior s-au depus transgresiv roci detritice în alternanță cu formațiuni vulcanogen sedimentare și organogene, care la sfârșitul proterozoicului au suferit un metamorfism de intensitate slabă, partea superioară a seriei mezometamorfice suferind un metamorfism regresiv.

În decursul etapei hercinice aceste formațiuni sunt transformate în șisturi cristaline cu un grad de metamorfism foarte apropiat de cel baikalian. Situată noului moment metamorfic în timpul orogenezei hercinice este înțeles de faptul că peste produsele sale provenite din formațiuni paleozoice, se dispun depozite triasice neafectate de metamorfism, conținând în bază orizonturi bazale conglomeratice, metamorfite hercinice remaniate (D. Rădulescu 1965). Dislocațiile din timpul orogenezei hercinice duc la deplasarea blocurilor spre vest, dând naștere la încălăcirea formațiunilor epimetamorfice de cele mezometamorfice.

La sfârșitul paleozoicului sub efectul unor mișcări lente se produce transgresiunea verfeniană până liasic inferior când are loc o exondare datorită mișcărilor Kimmerice vechi. La sfârșitul liasicului – începutul doggerului apele marine inundă din nou regiunea, menținându-se până la sfârșitul jurasicului. Ultimul ciclu barremian – abțian, duce la umplerea cuvetei Hăghimaș.

Structura regiunii se desăvârșește în mai multe faze tectonice:

Orogeneza hercinică a cauzat suprapunerea inversată ale celor două serii metamorfice.

Orogeneza alpină nu a modificat esențial aspectul structural al fundamentului cristalin, iar în terțiar cristalinul și-a pierdut plasticitatea iar masa lui a fost supusă unor deformații rupturale, care au dat naștere unor falii transversale și direcționale. Aceste falii transversale normale au fragmentat zăcămintul în mai multe blocuri, determinând aspectul structural actual al zăcămintului.

Gh. Popescu (1971) studiind rocile metamorfice și zăcămintul Bălan susține că seria de Tulgheș a fost formată pe seama rocilor mezometamorfice, fiind concordante cu acestea și ocupând o poziție mediană între mezoșisturile de Hăghimaș și Bistrița – Barnar. După acest autor s-ar putea vorbi de o intensă zonă de mezoșisturi care în timpul orogenezei alpine a fost supusă unor puternice deformări cu caracter direcțional, a căror intensitate maximă a fost în porțiunea mediană a zonei metamorfice. Soluțiile hidrotermale au pătruns în zonele deformate, și au determinat retromorfismul intens al mezoșisturilor dînd seria de Tulgheș. Caracterul inițial mezometamorfic a fost șters și a rezultat o structură a căror extremitate de est și de vest păstrează caracterul inițial mezometamorfic dar cu început de retromorfism.

1.2.4. Cercetări geologice în teren

Cercetările în faza de teren s-au extins cu privire specială asupra a trei perimetre.

1. – perimetrul carierei Franz Johann
2. – perimetrul Fagul Cetății est
3. – perimetrul galeriei transversane nr. 18 de pe valea Szabók

Aceste trei perimetre cuprind întreaga stivă de roci incluse în unitatea superioară a seriei de Tulgheș.

1.2.4.1. Perimetrul carierei Franz Johann

Mineralizațiile din acest perimetru sunt reprezentate de o lentilă majoră de dimensiuni variabile (25-50 m) localizată în șisturi cuarțitice – cloritoase, cuarțite clorito – sericitoase. Toată cariera este săpată în secvența inferioară a seriei de Tulgheș 3, cuprinzând orizontul Bălan și orizontul metatufurilor riolitice de Bălan, dar în adâncime se regăsesc și orizonturile unității Tulgheș 2.

În cadrul orizontului Bălan minereurile stratiforme de pirit și calcopirit sunt dispuse în mod constant în două nivele: nivelul inferior cu sulfuri și nivelul superior cu sulfuri.

În cariera Franz Johann orizontul Bălan se prezintă în următorul mod:

Sucesiunea începe cu o secvență bazală de roci detritice metamorfozate de circa 40 m grosime, constituită din șisturi sericito - cloritoase și șisturi sericitoase uneori cu aspect filitic în care putem distinge rare intercalații subțiri alcătuite din șisturi sericito - grafitoase.

Urmează nivelul inferior cu sulfuri, o stivă cu grosimi de 20 – 70 m, în părțile superioare cu grosimi mai reduse constituit din șisturi cuarțitice cloritoase, cuarțite clorito – sericitoase și șisturi sericito – cloritoase. Se întâlnesc frecvent diseminări slabe de pirit, mai rar de calcopirit. Sucesiunea se continuă cu șisturi sericito – cloritoase cu intercalații de șisturi sericito – grafitoase și șisturi sericitoase, uneori cu aspect filitic. Grosimea lor valorează între 50-80 m.

Șisturile sericito – cloritoase sînt urmate de nivelul superior cu sulfuri, alcătuit din formațiuni vulcanogen – sedimentare cu grosimi de 60-140 m care în carieră au un grosime de 50 m. Acest nivel este constituit în cea mai mare parte din roci cuarțoase și cloritoase cu care se asociază

minereurile exploatare. Între bancurile de roci cloritoase – cuarțoase cu minereu se interpun șisturi sericito - cloritoase pe baza cărora se pot delimita în cadrul nivelului superior cu sulfuri două grupe de strate și lentile clorito - cuarțoase cu sulfuri având poziție stratigrafică bine precizată:

- grupul inferior constituit din două strate principale: inferior (1-10 m) și superior (sub 30 m) în general bogat în minereu cuprifera.
- grupul superior reprezentat tot prin două strate clorito – cuarțoase cu sulfuri (30-40 m). Partea superioară reprezintă un banc de diseminări cu sulfuri în general discontinuu, uneori cu pirit și calcopirit localizat în șisturi clorito – sericitoase, toate acestea aflându-se sub baza metatufurilor riolitice de Bălan, uneori lipite de aceste metatufuri riolitice.

Metatuful riolitic de Bălan se află în acoperișul nivelului superior cu sulfuri și formează o fâșie de 15 – 20 m.

Pachetele de roci au planul principal de șistozitate orientat NNV – SSE cu căderi constante spre E, între 30-50 de grade. Spre nord orizontul Bălan se poate regăsi în numeroase lucrări minere pe cursul inferior al văii Ruțoc, în galeria Rozalia (pe pîrîul Minei și în tranversale de acces Sipoș + 60.

Zăcămintul, în acest perimetru, se prezintă intens cutat și cu o alterație foarte înaintată. Pe lângă diseminările de pirit și calcopirit mai putem întâlni în asociație sfalerit și galenit dar cu totul subordonat. Cariera se află în tona oxidică a zăcămintului, în ea întâlnim un proces de limonitizare foarte intensă și neominerale pe seama celor primare, ca bornit, covelin, calcozin, azurit și subordonat malachit.

1.2.4.2. Perimetrul Fagul Cetății.

Mineralizațiile cuprifere din zăcămintul Fagu Cetății se reprezintă sub formă de lentile cu dimensiuni variabile și sînt localizate în șisturi clorito – cuarțoase, care au deseori caracter filitos. Acestea aparțin seriei de Tulgheș care are în cuprinsul său șisturi cu caracter predominant sericitos, care constituie filite, șisturi grafitoase și roci porfirogene.

Rocile ce alcătuiesc acest perimetru aparțin orizontului Valea Băilor din unitatea Tulgheș 3 care, se prezintă în felul următor: în partea inferioară se află o stivă de roci constituite predominant din șisturi sericito – cloritoase, peste care se dispune orizontul cu sulfuri de Valea Băilor cu diseminări interceptate de la adîncimi mai mari de unele lucrări miniere și forare.

Peste orizontul cu sulfuri de Valea Băilor se dispune o alternanță de șisturi sericito – cloritoase uneori cuarțite cu șisturi sericitoase cenușii, slab grafitoase.

Orizontul cu sulfuri Fagul Cetății se dispune peste pachetele de roci menționate anterior avînd importanță majoră în activitatea întreprinderii Miniere Bălan. Corespunde

aliniamentului cu minereu cuprifer situat sub metavulcanitele riolitice de Szedloka, exploatat în Mina Fagul Cetății. Se disting mai multe lentile strat de minereu diseminat și în benzi separate prin șisturi sericito – cloritoase.

Intercalarea metavulcanitelor riolitice de tip Szedloka în orizontul cu sulfuri se datorește unei dedublări tectonice prin dislocații direcționale falia Szabó (H. Kratner, 1986).

Rocile ce alcătuiesc acest perimetru au planul de șistozitate NNW – SSE cu căderi spre E.

Seria de Tulgheș se plasează într-o situație inferioară în raport cu formațiunile seriei de Hăghimaș – Rarău, fapt interpretat de cei mai mulți cercetători ca o situație tectonică (pînză). După unii însă, această situație este consecința procesului de retromorfism, care a afectat diferențiat o arie de șisturi mezometamorfe (C.Gh. Popescu 1974).

În zăcămintul Fagul Cetății corpurile de minereu au caracter lenticular cu lungimi în jur de 200-300 m și grosimi cuprinse între 2-5 m. Practic lentilele sînt concordante cu planul de șistozitate, avînd orientare N 15° - 48° W și căderi spre E, cu unghiuri cuprinse între 50° -60°. Pe direcție lentilele se efilează trecînd treptat prin porțiuni cu caracter de diseminări la rocile gazdă – șisturile cuarțitice-cloritoase. Uneori lentilele se termină în falii, marcate de oglinzi de fricțiune. Spre culcuș sau acoperiș trecerea de la lentile la rocile înconjurătoare se face de obicei prin minereu diseminat, intercalații de mică grosime găzduite de aceleași șisturi.

Intervalul mineralizat , care constituie zăcămintul Fagul Cetății este reprezentat printr-un aliniament principal ce se extinde pe cca. 4,5 km între pârâul Băilor (pârâul Minei) și cotul Oltului înainte de Sândominic, și un al doilea aliniament mai restrîns spre vest de 100 m.

În cadrul aliniamentului principal au fost delimitate peste 20 corpuri lenticulare, avînd dispunere verticală. Aliniamentul principal este compartimentat de fracturi transversale pe structură în trei segmente dintre care cel din mijloc este cel mai important. El este flancat la nord de o falie transversală situată la cca. 2,3 km S de pârâul Băilor, cu cădere de 60° N , iar la sud este delimitat de asemenea de un sistem faliat transversal aflat la cca . 2,7 km de pârâul Băilor , cu cădere de 45° S.

Volumul principal al stivei de șisturi epimetamorfe din regiunea Bălan este constituit din roci de proveniență detritică, reprezentate prin șisturi sericito-cloritoase și șisturi sericitoase mai mult sau mai puțin cuarțoase. În această stivă se intercalează la mai multe nivele asociații litologice caracteristice acestui perimetru, reprezentate prin cuarțite negre, grafitoase, cuarțite cu sericit, șisturi grafitoase, roci vulcanice metamorfozate (metavulcanite acide) metabazite, roci vulcanice nemetamorfozate – lamprofire și în apropierea suprafeței aglomerării andezitice.

1.2.4.3. Perimetrul Galeria transversală nr.18 **(Pârâul Szabók)**

În acest perimetru mineralizațiile pirito-cuprifere se prezintă lenticular și sunt mult inferioare celor din Fagul Cetății. Mineralizațiile sunt localizate în șisturi clorito-cuarțoase sau cuarțo-clorito-sericitoase cu caracter filitos. Rocile care apar, reprezintă secvența superioară a unității Tg. 3, apărând în acest perimetru la partea superioară a orizontului Valea Băii reprezentat prin șisturi sericito-cloritoase cu slabe diseminări de pirită și calcopirită, după care urmează orizontul metatufurilor riolitice de Szedloka (A) și orizontul Arama Oltului (B).

A. Această unitate litostratigrafică este caracterizată prin predominanța metavulcanitelor riolitice de Szedloka și prin asocierea acestora cu metabazite de Szedloka. Limita superioară a fost considerată deasupra cuarțitului de Szabó, iar cea inferioară sub bancul inferior de metavulcanite riolitice. Metabazitele nu reprezintă un element reper. Ei au caracter intrunziv, cu aspecte structurale relictice și cu poziție inconstantă în coloana litologică. Putem recunoaște următoarea succesiune: în bază metatuful riolitic de Szedloka, ocupând deseori cea mai mare parte din grosimea totală (60 m) a orizontului Szedloka. Local se disting intercalații de șisturi sericitoase sau sericito-cloritoase, uneori feldspatice. Grosimea acestui element variază de la nord – unde are o tendință de reducere, de efilare – la sud unde se remarcă o grosime mare a metavulcanitelor. Peste aceste metatufuri avem o alternanță de șisturi sericito – cuarțoase, feldspatice, șisturi sericito – cloritoase, cuarțite albe sau verzui și local nivele subțiri de metavulcanite riolitice. Apar frecvent diseminări cu pirită și limonitizări. De aici s-ar putea da numele de “Orizontul cu sulfuri Szedloka”. Peste acesta apare cuarțitul de Szabó constituit din cuarțite albe cu sericit, uneori feldspatice, local cu slabe diseminări de pirită. Aflorescă în ambii versanți al văii Szabó.

B.Orizontul Arama Oltului reprezintă partea superioară a succesiunii Bălan. El este delimitat tectonic spre partea superioară de planul de șariaj al pânzei de Rarău, iar la partea inferioară de cuarțitul de Szabó. Este constituit predominant din șisturi sericito-cloritoase, cuarțoase în care se intercalează nivele cuarțitice, sericito – grafitoase și șisturi cu diseminări de pirită.

Partea inferioară a orizontului Arama Oltului este constituit din șisturi sericito-cloritoase cuarțoase în care se intercalează frecvent șisturi sericitoase cenușii slab grafitoase. Urmează “orizontul” cu sulfuri Arama Oltului constituit din șisturi sericito-cloritoase cuarțoase în care se intercalează 2-4 m nivele de șisturi cu diseminări de pirită, local calcopirită.

Urmează un banc de șisturi verzi cu albit, asociat cu cuarțite albe sericitoase și roci albe cuarțo-feldspatice. Acest banc este acoperit de un pachet monoton de șisturi sericito-cloritoase cuarțoase slab diseminat, iar la părțile superioare avem de a face predominant cu cuarțite care aflorescă în cursul superior al Văii Szabó.

Planul principal de șistozitate este orientat NNV-SSE dar întâlnim căderi vestice în apropierea faliei Szabó, după care căderile devin estice depărtându-se de această falie.

Minereul pirito - cuprifer se prezintă sub forma de lentile care sunt concordante cu șistozitatea având orientarea $N 20^{\circ} - 45^{\circ} V$ și căderi V sau E.

În adâncime, lentilele se efilează. Zona este intens tectonizată, faliată.

Din punct de vedere petrografic întâlnim șisturi cuarțo-sericitoase, sericito-cloritoase, sericitoase, cuarțite, metabazite și roci porfirogene. Rocile porfirogene prezintă un aspect diferit de cele prezente în perimetrele Fagul Cetății și cariera Franz Johann. Aceste roci porfirogene sunt mult mai masive și sunt asemănătoare cu cele de pe pârâul Magasbükk.



Vedere dinspre mezozonă către Arama Oltului



Vedere de pe Vf. Hășmașul Mare către Fagul Cetății



Perimetrul carierei Franz Johann

1.2.5. Considerații petrografice

1.2.5.1. Roci detritice matamorfozate

Aceste roci sunt cele mai răspândite în regiune, s-au format pe seama depunerilor pelitice de pe fundul geosinclinalului proterozoic superior – cambrian, și au fost metamorfozate într-o etapă târzie paleozoică.

a) Cuarțite cloritoase masive

Sunt localizate mai ales în partea sud-vestică a perimetrului Fagul Cetății, în versantul drept al pârâului Vărsăroaia. Componentul principal este cuarțul fin granular asociat cu o cantitate apreciabilă de clorit, tot așa de mărunț cristalizat.

b) Șisturi cuarțitice-cloritoase

Sunt rocile gazdă ale mineralizațiilor, au aceeași constituție mineralogică ca și cuarțitele cloritoase masive dar sunt mai bogate în clorit (până la 50%) și prezintă șistozitate pronunțată.

Aceste tipuri de roci pot avea mai multe varietăți ca:

- fără sulfuri
- cu diseminări fine de pirită
- cu benzi subțiri de pirită și calcopirită
- cu porfiroblaste sau benzi de carbonat
- uneori minerale de magnetit sau hematit

Ambele tipuri de roci cuarțitice –cloritoase prezintă două aspecte structurale de bază:

- **structura izogranulară**, când roca este formată dintr-o masă omogenă mărunț cristalizată, cu textură șistoasă –deseori masa cuarțoasă prezintă recristalizări locale.
- **structura heterogranulară**, când într-o masă cuarțo-cloritoasă fin cristalizată cu textură masivă sau șistoasă sunt dispuse granule mai mari de cuarț.

H.KRAUTNER și GH.POPA (1972) presupun depunerea unor granule detritice de cuarț concomitent cu precipitarea gelului silicios din care, în urma metamorfismului regional a rezultat masa cuarțo-cloritoasă mărunț cristalizată. În cadrul zăcământului Fagul Cetății aceste roci au răspândire în orizonturile +690, +640, +790.

c) Șisturi cloritoase

În aceste roci componentul principal este cloritul având o pondere până la 50% din masa rocii, alături de cuarț formând benzi paralele, dând șistozitatea rocii. Ca varietăți putem aminti șisturi cloritoase cu carbonat, șisturi cloritoase cu sulfuri diseminate sau cu cristale idiomorfe de magnetit, cu pondere mare în orizonturile +640, +690 din perimetrul Fagul Cetății.

d.) **Șisturi cloritoase cuarțoase cu albit.** Aceste roci prezintă o masă cloritoasă –cuarțoasă fin cristalizată în care sunt prezente porfiroblaste de albit și cristale idiomorfe de magnetit sau pirită. Deseori în porțiunile de cuarț mărunț cristalizat se observă prezența unei dispersii foarte fine, pulbere de oxizi de fier. Aceste roci sunt răspândite mai mult în culcușul zăcământului, identificabile în orizontul +640.

e.) **Șisturi cuarțitice sericito-grafitoase.** Sunt răspândite mai ales în culcușul

zăcământului, sau sunt prezente ca roci de acoperiş intercalate între rocile porfirogene şi zonele de mineralizaţie. Văzute la microscop prezintă structură granolepidoblastică, formate din cuarţ asociat cu grafit. Proporţia între sericit şi grafit variază, înclinând în favoarea sericitului. Deseori aceste roci au caracter filitos, caracterizate prin cristalizarea foarte fină a constituenţilor şi prin şistozitatea accentuată.

f.)**Şisturi cuarţitice sericito –cloritoase.** Sunt roci destul de răspândite atât în adâncime – oriz.+690,+640 – cât şi la suprafaţă. Aceste şisturi găzduiesc şi mineralizaţii pirito-cuprifere. Cuarţul este componentul principal având un aspect grăunţos, prezentând uneori extincţie ondulatorie. Sericitul este mineralul care le deosebeşte de celelalte roci descrise anterior. Sericitul apare sub formă de solzi paiete fine adunate în benzi paralele.

g.)**Şisturile cuarţitice sericitoase.** Sunt prezente atât în culcuşul cât şi în acoperişul mineralizaţiilor. Sunt deosebit de dezvoltate în sudul perimetrului în orizontul Arama Oltului dar şi în zonele nordice a regiunii pe văile Şipos şi Virgó. Aceste roci se caracterizează prin prezenţa unei cantităţi mai însemnate de sericit, procentajul sericitului putând ajunge la 50%. Cuarţul se prezintă prin granule mai larg dezvoltate. Aceste granule sau acumulări de granule sunt înconjurate de paiete fine de sericit. Paietele de sericit sunt dispuse paralel între ele, pe planele de şistozitate dând textura rocii. Conţin de mai multe ori diseminaţii de pirită. Uneori pot prezenta aspect filitic, având granulaţie fină şi şistozitate accentuată.

h.)**Şisturi sericitoase.** Şisturile sericitoase au o răspândire destul de largă în orizonturile +790,+740,+690 din perimetrul Fagul Cetăţii precum şi pe valea Szánduj, văile Jindieşul de Sus şi de Jos. Sunt roci în care cantitatea de sericit este prezent peste 50% din masa rocii. Paietele fine colorate în verde pal, adunate în benzi şi fâşii alternează cu benzile de cuarţ mărunţ cristalizat, sau formează mase compacte. Şi în aceste roci pot fi prezente cristale de pirită diseminate (oriz.+690+,+740).

În cele mai multe cazuri carbonaţii reprezentaţi prin ankerit şi siderit au rol accesoriu în masa şisturilor, doar uneori formează acumulări masive, în acest caz fiind separate ca:

i.)**Roci carbonatice.** Constituite din porfiroblaste de carbonaţi prinse într-un fond cloritos, cum s-au întâlnit în orizonturile +790,+740,+690 –sau constituite dintr-o masă carbonatică –cuarţoasă aproape izogranulară, prezentând şi plaje de clorit probabil rezultatul substituirii biotitului cu clorit. În urma acestor substituiţi se observă depuneri de minerale opace. Cuarţul se prezintă sub două forme :mediogranular şi microgranular – poate fi prezent şi feldspatul în toată masa rocii reîntâlnându-se sericitul. Carbonatul prezent în diferite cantităţi s-a putut forma prin înlocuirea parţială sau totală a granulelor de feldspaţi.

j.)**Şisturi sericito-cloritoase.** Au o răspândire mai însemnată în zona pârauului Szabók şi în cariera Franz Johann (nivelele inferioare). În Fagul Cetăţii ele se prezintă rar datorită unor

dominări de cuarț –sericit, cuarț –feldspat. Șistozitatea este evidentă la aceste roci, benzile alternante de sericit și clorit dând textura rocii. Sericitul apare în cantitate mai mare ca cloritul.

k.)**Șisturi grafitoase.** Aceste roci sunt răspândite mai ales în culcușul zonelor de mineralizație. Mineralogic sunt alcătuite din cuarț, sericit, clorit, grafit. Grafitul are caracter lamelar, sau formează pulbere. Lamelele de grafit dau textura șistoasă a rocii, uneori în șisturile grafitoase se intercalează cristale mici, idiomorfe sau vinișoare de pirit. Cu toate că în cadrul zăcămintului de obicei apare în partea inferioară a lentilelor de sulfuri, sunt cazuri în care se află în partea superioară sau chiar ambele părți ale zonelor cu sulfuri.

1.2.5.2. Metavulcanite

Metavulcanitele riolitice se află intercalate concordant în formațiunile metamorfice, în cadrul cărora constituie orizonturi reper. Ele sunt privite drept produse extruzive ale unui vulcanism riolitic. În această accepțiune numărul nivelelor litostratigrafice cu metavulcanite riolitice (roci porfirogene) corespunde numărului de faze de erupție vulcanică. Ele se dispun în general la 15-20 m deasupra zonei mineralizate (Fagul Cetății și Franz Johann) sau reprezintă acoperișul unor pachete de roci detritice metamorfozate. Aceste roci au caracter cuarțo-feldspatic. Se observă structuri porfirice, relieve de cuarț și feldspat într-o masă fină recristalizată și constituită din cuarț, albit, sericit. Fenocristalele relicte sunt adesea sparte și invadate de mobilizări de cuarț metamorfic, altele sunt complet sfărâmate și recristalizate. Fenoblastele relicte de cuarț conservă uneori figuri de coroziune magmatică. Fenoblastele relicte de feldspat sunt reprezentate prin albit și feldspat potasic, feldspații plagioclazi prezentând macle după legea Karlsbad și albit.

Studiind rocile porfirogene Gh. Popescu (1974) atrage atenția asupra prezenței concreșterilor mirmekitice sub formă de relicte de oligoclaz. Aceste relicte după autor, indică faptul că porfirogenele provin din retromorfozarea unor roci granulare de tip gnaisic.

1.2.5.3. Metabazite

Metabazitele sunt produse ale unui magmatism bazic și apar în formațiunile seriei de Tulgheș, cu poziții variabile, interceptate de numeroase foraje cât și la suprafață (la Szedloka și metagabbrouri la Nagyvölgy feje). Pentru a cunoaște proprietățile, fenomenele de alterare și transformare pe care le prezintă corpurile magmatice bazice prezente în zona Bălan, prezentăm aflorimentul (de fapt cariera) de la Nagyvölgy feje, cariera săpată în gabbrouri metamorfozate. Cariera se află la Sîndominic, într-un loc unde Oltul se cotește și valea devine strâmtă, probabil tocmai din cauza durtății și rezistenței acestor corpuri gabbroide aflorate în versantul stâng al văii Oltului, dar care se regăsesc și pe versantul de dincolo de Olt. Cariera este săpată în metagabbrouri la contact cu șisturi cristaline epimetamorfice aparținătoare seriei de Tulgheș și se prezintă în următorul fel:

- la centru putem distinge o zonă neafectată care lateral trece spre o zonă mai alterată (**zona A**)
- la periferie se recunoaște o culoare mai deschisă a rocii, ce indică o alterație mai avansată.

Zona A : are o lățime de circa 50 m și este străbătută de filonașe hidrotermale de cuarț cu orientare NE-SV și căderi spre est cu unghiuri între 45° - 90° dar uneori 90° ($N66^{\circ}V/48^{\circ}NE$). Aceste filoane reprezintă un sistem de fisuri – fracturi de la câțiva milimetri grosime până la 30 cm, mineralizate cu cuarț, carbonați (calcit) și clorit. Se mai observă un sistem de fisuri care străbate pe prima și sunt orientate N-S. Aceste filoane au o zonă de influență de 5-10 cm. Primul sistem de filoane este de o primă generație, deoarece aceasta a fost antrenată, deplasată, străbătută de cel cu orientare nord-sudică. Spre zonele marginale se observă că roca este afectată mai tare de filonașe ce o străbat, tectonizarea fiind mai puternică în aceste părți periferice.

Zona B : urmează după o falie de orientare $N80^{\circ}V/85^{\circ}NE$ și este intens alterată, tectonizată. Brecifierea acestei părți s-a produs ulterior procesului hidrotermal care a depus filoanele, deoarece acestea sunt antrenate și ele în acest proces de brecifiere. Filoanele sunt fracturate, observându-se filoane de cuarț și de asemenea fragmente de cuarț filonian în masa metagabbroică brecifiată tectonic. Spre vest ieșind din zona gabbroică avem șisturi cristaline și perfiroide, dar contactul nu se observă. Probabil filoanele de cuarț hidrotermal străbat și șisturile cristaline epimetamorfice. S-a observat că în versantul drept al Văii Oltului se continuă “dyke-ul” de gabbrou metamorfozat, având structură gabbroică tipică. Roca macroscopic se prezintă de culoare închisă, duritate mare, aspect masiv, spărtură netedă. La microscop, putem determina un gabbrou neafectat, cu structură holocristalină și textură masivă, care din punctul de vedere a constituției prezintă feldspați plagioclazi, carbonați (calcit), epidot, leucoxen, accidental granule de cuarț xenomorf și apatit ca mineral accesoriu, biotitul fiind format secundar printr-o metasomatoză potasică și incipient cloritizat, formându-se hidroxizi de fier. La un gabbrou slab metamorfozat se observă biotitul hidrotermal pe fisuri, clorit hidrotermal, carbonatul calcic dar și alterarea feldspaților –sericitizare, epidotizare. La roca mai intens transformată se observă bine fenomenul de biotitizare explicat prin metasomatoza rocii. Aici crește intensitatea procesului de cloritizare, feldspații sunt mult mai afectați și se poate aprecia că biotitul este format ulterior fenomenului cloritizării, la o afectare și mai avansată de procesul metamorfismului și o hidrotermalizare intensă se observă agregate de actinot fibros-acicular asociate de granule de epidot și zoisit. Aici apare feldspat relict în masa mineralelor de neoformație și calcit. Acest corp s-a semnalat și din Valea Szedloka respectiv Kurta. Pentru obținerea unor date precise cu privire la originea, extinderea, importanța din punct de vedere a contextului geologic referitor la acest corp, este nevoie de un număr de lucrări și măsurători, precum și analize foarte mari, care ar constitui tema unei alte lucrări, în care reprezentarea acestor roci să fie mult mai bine puse la

punct.

1.2.5.4. Roci magmatice (nemetamorfozate)

Aceste tipuri de roci sunt reprezentate prin lamprofire și aglomerate andezitice .Ele pot fi întâlnite numai în perimetrul Fagul Cetății.

a.Lamprofire

Lamprofirele apar sub formă de filoane discordante și rar concordante, de grosimi variabile. Sunt roci de culoare închisă: neagră sau cenușie cu tente verzui. Au structură porfirică cu fenocristale mari prinse într-un fond microcristalin, prezentând diferite stadii de alterare. Mineralogic sunt alcătuite din feldspați plagioclazi, piroxen augitic, amfibol, biotit, mai rar olivină – ca minerale accesorii: magnetit, pirit, calcopirit, apatit. Fenocristalele de augit, amfibol (reprezentat de hornblenda brună), barkevikit, biotit plagioclaz și olivină apar pe un fond microcristalin alcătuit din plagioclaz, augit, amfibol mărunț cristalizat și biotit lamelar. Lamprofirele în general sunt alterate, la microscop mineralele inițiale se recunosc de multe ori numai după contur. Plagioclazul este sericitizat, augitul este transformat parțial în clorit, clorit și calcit cu separațiuni opace. Amfibolii prezintă substituiri asemănătoare, precum și transformări în biotit. Biotitul este cloritizat, olivina este în întregime ocupat de serpentin și carbonat.

b.Aglomerate andezitice

Aceste roci apar în sudul și sud-vestul perimetrului Fagul Cetății, sub formă de petece mici, pe culmile mai puțin înalte și sunt depuse peste depozite pliocene interceptate de foraje. Ele sunt produsul vulcanismului neogen din lanțul Călimani-Harghita, fiind alcătuite dintr-o alternanță de roci piroclastice depuse într-un mediu subacvatic. Elemente constitutive sunt diferitele tipuri de andezite. Sunt rulate, rareori colțuroase. Masa de legătură este tufogenă, friabilă, deseori prezintă transformări secundare: limonitizări , sericitizări . Aceste petece au o grosime de 40-150 m, grosimea lor medie fiind de 70 m.

1.2.5.5. Roci sedimentare

Roci sedimentare propriu –zise nu se găsesc în perimetrele cercetate, avem doar depozite aluvionare, cu răspândire limitată, formând o fâșie îngustă de 100-200 m și adâncime medie de 50 m. În perimetrul Fagul Cetății aceste depozite aluvionare au direcție E –V, traversând perimetrul, putând fi urmărite la suprafață. La suprafață prezintă un relief asemănător celui de cuarț, datorită blocurilor mari de calcar, prinse în aluviuni. Aceste sedimente de vârstă pliocenă sunt formate din bolovănișuri și pietrișuri slab cimentate, din blocuri semirulate și rulate de calcare, gresii și șisturi mezetamorfice.

1.2.6. Considerații structural-texturale și caracteristicile mineralogice ale minereului

Minereul este alcătuit în mod constant din asociația sulfuri – cuarț – clorit. Sulfurile care reprezintă utilul participă în procente variabile la alcătuirea minereului. În perimetrul Fagul Cetății sulfurile sunt dominante în tipul compact de minereu, ajungând la cca. 80 % și au o participare subordonată în minereul cu caracter diseminat (10-20%). Ambele tipuri de minereu se dispun concordant cu planul de șistozitate al rocilor gazde. În perimetrul Franz Johann participarea majoră prezintă minereul cu caracter diseminat, subordonat este prezent și minereul masiv (10%) . În toate cazurile dispunerea minereului se prezintă concordant cu șistozitatea rocilor gazde. În perimetrul galeriei transversale nr.18 minereul pirită - cuprifera este prezent sub formă de diseminație. Din punct de vedere al formei și dimensiunii granulelor, structura minereului este dominată de caracterul porfiric idiomorf sau xenomorf al granulelor de pirită, cuprinsă într-o masă mai mărunț cristalizată alcătuită din calcopirită și subordonat blendă, galenă + granule mici de pirită rezultate din zdrobirea granulelor mari. Gradul de idiomorfism este dependent de tipul de minereu. În minereul cu caracter compact mineralul majoritar este pirită, care prin dimensiunile granulelor lui, prin varietățile morfologice și prin relațiile de concreștere cu ceilalți compuși minerali imprimă caracteristicile structural-texturale ale mineralizației. Astfel în minereul masiv granulele de pirită rareori cu caracter enehedral, de obicei sunt anhedrale, fiind fisurate și fragmentate, prezentându-se ca aglomerări cu nuclee mai larg dezvoltate în jurul cărora apar granule mici, satelite provenite din “exfolierea” cristalelor zonate în procesul de zdrobire, milonitizare, la care a fost supus minereul. O atenție deosebită trebuie acordată formelor ovoidale de pirită. Aceste forme ovoidale sunt considerate drept indici ale caracterului metamorfozat al minereului. Pirită alcătuiesc agregate poligranulare , în jurul lor apărând microgranule. În minereul diseminat granulele de pirită îmbracă în mod constant forme enhedrale și se prezintă mai larg dezvoltate. În acest caz este vizibil și orientarea granulelor de pirită în raport cu șistozitatea marcată de dispunerea lamelor de clorit. Un mod mai puțin frapant de prezentare a minereului este cel cu caracter filonian. Rareori depășesc filonanele grosimi de câțiva centimetri și atunci ele sunt dominate de prezența cuarțului alb lăptos. Cel mai frecvent observăm filonașe de grosimi milimetrice până la centimetrice alcătuite din cuarț-clorit și calcopirită, care întretaie benzile de minereu rubanat. Acest tip de minereu este singurul în care pirită nu participă decât în mod accidental. Texturile minereului sunt texturi orientate. În minereul diseminat caracterul orientat al granulelor de pirită este evident și din alternanța zonelor mai piritice cu cele de gangă rezultă textura rubanată. În minereul masiv întâlnim texturi granulare orientate.

Din punct de vedere mineralogic, minereul este alcătuit din următoarele minerale:

1.2.6.1. Cariera Franz – Johann

Mineralele principale care participă la alcătuirea minereului sunt :

- Metalice:
 - Pirită
 - Calcopirită (cantități inferioare)
 - Minerale formate pe seama calcopiritei: calcozin, bornit, subordonat covelin
- Nemetalice:
 - Cuarț
 - Clorit

Minerale subordonate :

- Metalice:
 - Blendă
 - Galenă
 - Magnetit
 - Hematit
 - Tetraedrit
- Nemetalice:
 - Feldspați
 - Carbonați
 - Grafit
 - Apatit

1.2.6.2. Fagul Cetății

Minerale principale :

- Metalice:
 - Pirită
 - Calcopirită
- Nemetalice:
 - Cuarț
 - Clorit

Minerale subordonate :

- Metalice:
 - Blendă
 - Galenă
 - Magnetit
 - Arsenopirit
 - Tetraedrit

- Cosalit
- Nemetalice:
 - Sericit
 - Feldspați
 - Carbonați
 - Grafit
 - Stilpnomelan
 - Apatit, zircon, baritin

1.2.6.3. Galeria transversală nr.18

Minerale principale :

- Metalice:
 - Pirită
 - Calcopirită
- Nemetalice:
 - Cuarț
 - Clorit
 - Sericit

Minerale subordonate :

- Metalice:
 - Blendă
 - Galenă
 - Magnetit
 - Tetraedrit
- Nemetalice:
 - Feldspați
 - Grafit
 - Stilpnomelan
 - Apatit, sfen (titanit)

1.2.6.4. Minerale metalice

Pirita

Se prezintă într-o varietate largă de forme și dimensiuni, imprimând datorită frecvenței sale ridicate și datorită caracteristicilor lui structurale, caracterul structural și textural al minereului. Deși granulele enhendrale (cub și piritoedru) pot să sugereze o participare dominantă în alcătuirea minereului, el are o participare numai de 35% în Fagul Cetății și 45% în cariera Franz Johann. S-a observat o dependență a morfologiei piritei de parageneza în care apare. Astfel în cazul asocierii cu calcopirită + alte sulfuri și sulfosăruri, granulele de pirită sunt

în procent de cca. 50% piritoedru și doar cca. 10% cuiburi, restul de 40% fiind forme anhedrale. Când pirita apare împreună cu cuarțul și alte minerale fără participarea semnificativă a celorlalte sulfuri, cristalele de pirită au forma de cub și subordonat piritoedru. Relațiile fiziografice dintre pirită și celelalte minerale cu care se asociază, indică ulteriotatea lui. Se pot observa cristale mari de pirită zdrobite, cataclazate și recimentate de calcopirit, galenă, blendă, uneori cuarț. Din punct de vedere a dimensiunii granulelor și gradului de fragmentare se observă că minereul compact pirita este mai intens cataclazată și prezintă frecvent situații de exfoliere, rotunjire, cu microgranule satelite în jurul granulelor larg dezvoltate. În situația minereului diseminat granulele au o individualitate clară, sunt frecvent echigranulare, prezintă doar o fisurare incipientă.

Calcopirita

Este mineralul cel mai important din punct de vedere economic. Apare în masa minereului sub formă de plaje multigranulare, având dimensiunile granulelor submilimetrice. Este intens concrescut cu clorite și cuarț. Cu pirit se află în raport de succesiune, de multe ori recimentând granulele zdrobite de pirită. Probabil datorită mobilității mari sub efectul variației de temperatură și presiune din timpul metamorfismului calcopirita se plasează pe fisurile cristalelor de pirită. În calcopirită întâlnim incluziuni de blendă orientate sau neorientate (dezamestec izomorf). Un fenomen destul de răspândit care se poate observa mai ales în perimetrul Franz Johann și dealungul liniilor tectonice, este procesul de transformare a calcopiritei în minerale secundare : calcozin –covelin-bornit .

Calcozinul

Este produsul transformării a calcopiritei, transformare ce poate fi totală sau parțială, când există o zonă de calcopirită înconjurată inelar de mineralul secundar. Mineralul secundar formează un dezamestec calcozin –covelin, cunoscută sub denumirea de neodigenit.

Bornitul

Apare mai rar, sub formă de plaje de culoare roz caracteristic. Prezintă structuri de dezamestec, structuri în rețea caracteristică mai ales în cazul excesului de calcopirită în fazele incipiente de transformare. În zonele apropiate de suprafață mai ales dealungul fracturilor, în părțile nordice ale perimetrului Fagul Cetății și la suprafață, în cariera Franz-Johann se pot întâlni limonitizări, mase stalactitice de malachit sau cristale mici formând druze de azurit.

Blenda

Se întâlnește subordonat în minereu. Cristalele au forme și dimensiuni variabile, cel mai frecvent prezentându-se în cristale xenomorfe asociate cu pirită și calcopirită. Poate conține incluziuni de pirită și calcopirită, de multe ori orientate, reprezentând structuri de dezamestec.

Galena

Se întâlnește ca și blenda, subordonat, mai ales în părțile nordice ale perimetrului Fagul Cetății și în cariera Franz Johann, unde are o frecvență mult mai mare. Se prezintă sub formă de granule mici, neregulate, asociată cu calcopirită, blendă, pirită, iar dintre mineralele de gangă mai ales cu cuarț sau carbonat.

Magnetitul

Se întâlnește ca cristale idioforme, cu dimensiuni între 0,1 – 0,2 mm, orientate paralel cu șistozitatea. Este diseminată între agregate de clorit împreună cu hematitul. De multe ori în jurul cristalelor de magnetit se observă o zonă îngustă **“umbră de presiune”** alcătuită din cuarț fibros sau clorit. Prezența magnetitului indică stabilirea temporară a unor condiții slab oxidante în timpul depunerii minereului.

Tetraedritul

Apare sporadic, sub formă de cristale mici, allotriomorfe, în asociație cu blendă și galenă.

Mispichelul (arsenopirit)

S-a întâlnit sporadic în minereul masiv, în asociație cu pirită și calcopirită.

1.2.6.5. Minerale nemetalice

Cuarțul

Este cel mai important mineral de gangă din punct de vedere cantitativ. Sub aspect morfologic și a dimensiunilor întâlnim :

- Cuarț mărunț cristalizat: cristalele microgranulare de cuarț împreună cu sericit sau clorit formează masa rocii.
- Cuarț medio–granular: care se dispune pe fisuri mai mari sau formând benzi se alternează cu benzile de sericit, uneori umple golurile rămase în urma substituirii feldspaților împreună cu sericitul, mai formează cuiburi în jurul fenoblastelor de feldspați.
- Cuarț larg dezvoltat: cu extincție ondulatorie și cu aspect de fenoblast, dispuse insular sau formând aglomerate. Ca formă ele sunt rulate și cu marginile dințate. Probabil aceste fenoblaste de cuarț provin din materialul inițial și reprezintă cuarț de generația I.

Cloritul

Imprimă rocii culoarea verde și textură șistoasă: Se prezintă sub mai multe aspecte:

- Cristale foarte fine, intim concrescute cu cuarțul mărunț cristalizat, dispersate în masa cuarțoasă.
- Cristale mai mari, lamelare, adunate în benzi sau șuvițe care determină textura șistoasă a rocii formând agregate (uneori prezente pe seama biotitului)

În masa cloritelor uneori se poate observa **zirconiu** cu aureolă pleocroică, **rutil și sfen**. Rutilul se poate considera mineral martor pentru proveniența cloritelor, adică prin înlocuirea unor biotite din rocile premetamorfice (Popescu , 1974).

Sericitul

Se întâlnește frecvent sub formă de paiete fine, adunate în benzi, orientate concordant cu planul principal de șistozitate, sau dispersate în masa rocii, uneori însă apare sub formă de cuiburi sau agregate dispuse printre microgranule de cuarț și carbonați. Uneori benzile de sericit sunt încărcate cu pigment grafitos.

Carbonații

Au de regulă rol accesoriu în masa șisturilor, uneori însă pot constitui mineralul major formând rocile carbonatice. Sunt reprezentați în mod obișnuit de **ankerit** cu treceri spre **sericit**. Deseori șisturile cu carbonați conțin epidot, iar în unele cazuri a fost semnalat și talcul.

Grafitul

Este prezent în cantitate însemnată numai în șisturile grafitoase, filitele grafitoase – sericitoase ca pulbere fină, negricioasă.

Știlpnomelan

Apare în cantități mici, interceptat în foraje din metabazite. Apare sub formă de cristale mici aciculare, adunate în snopi. Dintre mineralele cu rol accesoriu în masa șisturilor din zăcământ dar uneori prezent în abundență putem aminti feldspații (olipoclaz, microclin, albit) . Albitul poate forma aglomerări în masa șisturilor.

Feldspații

Apar ca fenoblaste, prezentând macle după legea periclinului (albit) sau după legea Karlsbad (ortoza). Fenoblastele de feldspați sunt intens tectonizate, sfărâmate, recimentate prin cuarț mediu sau microgranular sau prin sericit.

1.2.7. Tectonica zăcământului

Aspectul structural actual al zăcământului apare ca rezultat al interferării mai multor faze tectonice succesive care au afectat regiunea. În regiunea Bălan se conturează o structură majoră monoclinală, orientată NNV-SSE, și cu înclinări mari către E. Acest monoclin reprezintă flancul estic al structurii anticlinale asimetrice Sîndominic , situată la SV de perimetrul Fagul Cetății.

Primele deranjări a acestei succesiuni se datoresc tectonicii plicotive sinmetamorfice baikaliene. Relieful microstructural se caracterizează prin microcute rare, adesea laminate pe

clivajele lor axiale. Aceste deformații sunt sincrone metamorfismului regional al seriei de Tulgheș și au fost desăvârșite în orogeneza baikaliană.

Deformațiile hercinice succed în timp tectonica sinmetamorfică baikaliană, deoarece deranjează microstructurile acesteia. Ele sunt caracterizate prin deformații penetrante, activate prin forfecarea formațiunilor pe două sisteme de falii care nu sunt concomitente. Aceste deformații s-au desfășurat în condițiile unui slab metamorfism. Indici în acest sens sunt orientarea lamelelor de filosilicați și remobilizările metamorfice de cuarț. Regenerarea hercinică se manifestă și prin întinerirea vârstelor K/Ar. Ulterior regiunea a fost afectată de o compartimentare tectonică prin patru sisteme de falii, corespunzătoare la patru faze principale de tectonică disjunctivă. Relațiile reciproce dintre dislocațiile acestor sisteme permit stabilirea următoarelor succesiuni de formare:

- a) Sistemul faliilor direcționale
- b) Sistemul faliilor transversale
- c) Șariajul mezocretacic
- d) Sistemul de falii oblice conjugate postoligogene.

a) **Sistemul faliilor direcționale** cuprinde cele mai vechi dislocații observate. Ele sunt decroșate de către toate faliile din celelalte sisteme. Patru asemenea dislocații au putut fi puse în evidență. Cu excepția uneia, ele provoacă dedublarea zonelor cu minereu prin încălcarea compartimentului estic peste cel vestic.

b) **Sistemul faliilor transversale** este decroșat de faliile sistemului oblic conjugat și nu deranjează planul de șariaj al pânzei de Rarău. O singură falie este cunoscută din acest sistem, cel care decroșează orizontul Bălan pe o distanță de 900 m de la galeria 1, la galeria Fagul Cetății.

c) **Șariajul mezocretacic** al pânzei de Rarău urmărește Valea Oltului până la sud de orașul Bălan de unde urcă în versantul drept al acestei văi. Vârsta alpină a șariajului este susținută de M. Mureșan (1967), Săndulescu (1984), presupune în schimb că punerea în loc a pânzei de Rarău a avut loc în orogeneza hercinică.

d) **Sistemul de falii oblice conjugate, postoligocenă** cuprinde majoritatea dislocațiilor din regiune. Vârsta postoligocenă a fost atribuită acestui sistem, care intersectează toate faliile celorlalte sisteme, în urma corelării lui cu falii din partea de nord a zonei cristalino-mezozoică (KRÄUTNER, 1968). Este reprezentată prin două grupuri de falii orientate NE-SV, cu căderi spre SE, respectiv VNV-ESE cu căderi spre S.

Perimetrul Fagul Cetății după modul de repartiție a zonelor mineralizate și luând în considerație faliile transversale, poate fi împărțit în felul următor:

Aliniamentul vestic cu trei compartimente: compartimentul sudic, compartimentul central și compartimentul nordic. Aliniamentul reprezintă partea superioară a aliniamentului estic,

poziția lui fiind de natură tectonică. Într-o lucrare mai recentă KRÄUTNER (1986) consideră că aliniamentul vestic s-ar fi datorat unei sedimentații paralele într-o altă zonă de sedimentare. El a deosebit două tipuri de sedimentație:

- de tip Bălan
- de tip Sândominic.

Aliniamentul estic este compartimentat în blocuri prin faliile transversale. Blocul central este cel mai important, aici se găsesc cele 20 de corpuri mineralizate. Blocul sudic reprezintă continuarea mineralizațiilor din compartimentul central.

Zonele mineralizate sunt situate mai la adâncime datorită scufundării bazinului Ciuc, care a afectat și seria Tulgheș.

De câțiva ani, extinderea la sud a orizontului cu sulfuri din mina Fagul Cetății reprezintă obiectivul principal al exploarărilor din regiunea Bălan. Galeria transversală nr.18 are importanță foarte mare în clarificarea tectonicii și a extinderii spre sud ale acestor mineralizații de tip Fagul Cetății. Orientarea programelor de foraje a întâmpinat dificultăți datorate mai multor cauze, cum ar fi:

- gradul ridicat de acoperire a regiunii (linia aflorimentelor)
- complicațiile tectonice care intervin
- uneori poziția aproape de verticală a șisturilor cristaline.

Asupra modului de continuare la sud a structurii mineralizate din Fagul Cetății s-au emis două interpretări structurale și litostratigrafice:

I. Orizontul cu sulfuri Bălan, reprezentat în sectorul Fagul Cetății vechi - Valea Oltului de aliniamentul cu minereu deschis în mina Fagul Cetății este decroșat spre est, la sud de Valea Oltului, prin falii transversale majore. S-au dezvoltat două variante:

a) În cursul mediu al Văii Szabók există două falii transversale care deplasează succesiv orizontul cu sulfuri Bălan spre est (Popa, 1975).

b) Accidentul tectonic interceptat la orizontul minier + 440 mina Fagul Cetății Est, sub Valea Oltului, este presupus a reprezenta “falia Oltului”, care orientată paralel cu lunca Oltului, decroșează orizontul cu sulfuri din Mina Fagul Cetății cu 800 m spre est (I.M.Bălan + I.P.E.G. Harghita, 1987).

II. Orizontul cu sulfuri din mina Fagul Cetății nu reprezintă echivalentul orizontului cu sulfuri Bălan, întrucât este situat sub membrul metavulcanitelor riolitice care din punct de vedere petrografic, nu pot fi echivalate cu metavulcanitele riolitice de Bălan, situate deasupra minereului exploatate în Mina Centrală.

**Vedere dinspre NV
(epimetamorfic – Arama
Neagră) către zona
mezometamorfică și
Munții Ciucului**



1.3. Studiul rocilor porfirogene

Sub efectul proceselor tectonice și mai ales tectono/metamorfice, corpurile stratiforme (primare) de minereu masiv, se lenticularizează, se budinează. În cazul unui metamorfism mai avansat, care cauzează remobilizarea selectivă a mineralelor metalice și nemetalice, pe fisuri și fracturi, iau naștere filoane în masa minereului stratiform, fenomen frecvent întâlnit la zăcămintele cuprifere, de exemplu la Bălan. Referindu-ne la relația spațială a sulfurilor masive cu rocile gazdă, zăcămintul din Bălan face parte din grupa zăcămintelor de sulfuri asociate spațial, atât cu roci sedimentare (metasedimente), cât și cu produse vulcanice, porfire, tufuri porfiroide (I.Marza, 1982).

Porfiroidele au fost interpretate și denumite în numeroase feluri, fiecare autor luând în considerare anumite criterii.

I.Atanasiu (1921) a dat denumirea de roci porfirigene acelor roci care provin din material tufogen cu compoziție diferită.

M.Savu (1958) denumeste drept porfiroide acele roci care au proveniență eruptivă acidă și se prezintă sub forma unor corpuri sau filoane în care cuarțul formează ochiuri de culoare violacee-albăstruie.

D.Giusca (1963) le descrie ca “ortoroci”, arătând că acestea iau naștere pe seama rocilor granitice care suferă în zonele superioare de metamorfism fenomen de cataclază urmată de blasteza materialului zdrobit. În urma acestor procese, riolitele și rocile înrudite, trec în porfiroide cu fenocristale relictice de cuarț și feldspați prinse într-o masă recristalizată fină alcătuită din cuarț și sericit.

M.Seclăman (1975) propune ca în loc de roci porfirogene, porfiroide, roci tufogene, etc. aceste sisturi porfiroblastice să fie determinate ca “sisturi cuarțo-albitice”, denumire care

oglindeste structura si compoziția lor mineralogică si care denumire este sugestivă și fără implicații genetice.

Gh.C.Popescu vorbește de “filonite porfiroidice” (1974). Acestea reprezintă grupa de roci al căror caracter filonitic este cel mai frapant. În cadrul lor relictule de roci granulare preexistente sunt foarte frecvente și au de regulă formă elipsoidală. Practic, marea lor masă o formează rocile porfirogene care sunt reprezentanții tipici ai acestor grupe, dar pe lângă acestea tot în grupa filonitelor porfiroidice intră și șisturile în masa cărora porfiroblastele de albit si microclin joacă un rol însemnat.

Rocile porfirogene formează corpuri lenticulare de dimensiuni ce variază de la câteva metri până la sute de metri dispuse direcțional în șisturile filonitice. În acest sens este remarcabilă suita de lentile dispusă deasupra zonelor mineralizate ca orizont reper- în zăcămintul Fagul Cetatii si orizontul Bălan. Aceste lentile au o dispunere direcțională cu distanțele între rocile porfirogene si zonele mineralizate de 15-20 m.

Din punct de vedere petrografic aceste roci au în cea mai mare parte o compoziție cuarțofeldspatică, sunt însă dese situațiile de tranziție spre șisturile sericito-cloritoase sau clorito-cuarțoase care se concretizează prin șisturi cu porfiroblaste de feldspați si cuarț. Cuarțul este mineralul cel mai frecvent din masa rocii, prezentând două aspecte:

- unul larg granular (relict) de regulă lenticular, cu extincție ondulatorie ce formează blastogranule

- altul microgranular, care împreună cu alte minerale alcătuiește masa fundamentală a granulelor mai mari de cuarț si feldspați (mezostaza).

Feldspații sunt reprezentați în primul rând de oligoclaz si albit, dar putem regăsi si microclinul, formând blastogranule în masa rocii.

Granulele mari de oligoclaz sunt lenticulare, de regulă intens sericitizate. Uneori se observă fragmente myrmekitice în cadrul cărora oligoclazul este de asemenea incipient sericitizat si sfărâmat, tectonizat.

Albitul prezintă o comportare similară, microclinul poate fi fertilizat si foarte frecvent sericitizat.

Sericitul, cloritul si stilpnomelanul participă în cantități mai mici în rocile porfirogene. Cu rol accesoriu pot apărea apatitul (uneori cantități foarte mari), leucoxenul, sfenul, zirconul si rutilul.

Tot cu rol accesoriu, uneori poate apărea biotitul aproape întotdeauna înconjurat sau înlocuit parțial sau total de clorit.

Rocile porfirogene care se găsesc deasupra zonelor mineralizate se deosebesc de cei din jur în special prin proporția mult mai mare pe care o au în alcătuirea lor albitul, cloritul si carbonații. Rocile porfirogene apropiate zăcămintului sunt mai puțin dure si mai intens tectonizate ca cele

din jur și par mai alterate. Sunt frecvente diseminările de pirită în aceste roci (cariera Franz Johann) iar cuarțul poate prezenta filonașe discordante (ulterioare) față de planul general de sistuoziitate. Textural, roca prezintă un aspect laminat, uneori aspect brecios sau masiv.

Vom încerca o discuție sinteză asupra rocilor porfirogene întâlnite. Abordarea acestor probleme se va face cu privire specială asupra perimetrelor studiate, dar cu referiri și la unele puncte de observații unde s-au întâlnit roci de acest gen:

- a) Perimetrul Carierei Franz Johann
- b) Perimetrul Fagul Cetății
- c) Perimetrul Galeriei transversale nr.18 - pâraul Szabok
- d) Zona pâraului Szanduj
- e) Sectorul Sipos central
- f) Sectorul pâraului Virgo
- g) Sectorul pâraului Magasbukk

a) Perimetrul Carierei Franz Johann

Cariera Franz Johann se află în versantul stâng al pâraului Minei (Pârâul Băilor) afluent de dreapta al râului Olt, situat la vest de întreprinderea minieră, la circa 1,5 km .

Rocile studiate din această carieră află în extremitatea estică având o lungime totală de aproximativ 210 m. În adâncime aceste roci nu s-au întâlnit în orizontul Ferdinand.

Eșantioanele au fost colectate punctiform, șase din culcuș și șase din acoperișul rocilor din treptele 1100, 1085, 1070, 1055, 1040 și 1025. În aceste trepte grosimea corpului variază de la 12 m (treapta 1100) până la 20 m (treptele inferioare). Aceste corpuri de roci au fost considerate până în prezent roci porfirogene. Noi, în lucrarea de față le vom considera drept apofize de roci granitoide metamorfozate.

În vederea unei caracterizări petrochimice de detaliu a acestor roci s-au efectuat analize chimice complete (M.Baston, 1986) care ne oferă o imagine asupra originii și chimismului rocii premetamorfice.

Compozițional roca este alcătuită din cuarț (37%), sericit (35%), feldspați (23%), clorit (3%) și minerale accesorii (1%). Cuarțul se prezintă sub două forme: blastogranule de cuarț rotunjite, cataclazate, cu extincție ondulatorie și cuarț mediu- la microgranular, rezultat al sfărâmării, cataclazării cuarțului blasto-granular.

Prima formă de prezentare a acestui mineral reprezintă cuarț de generația I, relict în masa rocii, supus unor procese de cataclazare și milonitizare. Aceste granule au dispunere oblică față de șistuoziitatea rocii.

Cuarțul de generația II este reprezentat de cristale ce împreună cu sericitul formează mezostaza. Acest cuarț de dimensiune mediu la microgranular s-a depus pe fisurația formată în cuarțul și

feldspații de generația I. Acesta umple golurile inter-blastogranulare și putem adăuga ca proprietate a lor faptul că sunt echigranulare.

Sericitul este legat de cuarț de generația II, sau formează benzi paralele cu șistozitatea rocii, dând textura acesteia. Se prezintă sub formă de paiete, snopi sau suvițe când formează mezostaza și ca lamele fine, benzi când apare neamestecat cuarț mediu granular. Prezintă culori ușor gălbui-verzui, iar culorile de extincție sunt vii. Sericitul s-a format ulterior în masa rocii pe seama feldspaților, prin procesele metamorfice.

Feldspații sunt reprezentați atât prin termenii potasici cât și prin cei plagioclazi. Astfel avem prezente ortoza și albitul, ca reprezentanți ai acestor grupe, alcătuind blastogranule în masa rocii, blastogranule ce au suferit procese milonitice. Feldspații sunt intens fracturați, cataclazați, sfărâmați, alterați și pe fisurile formate s-au depus agregate de cristale mediu granulare formate din cuarț de generația II. Afectarea feldspaților de aceste procese de transformare denotă faptul că ei reprezintă relict în masa rocii, sunt de generația II și că sunt componenți ai rocii vulcanice inițiale.

Cloritul s-a format secundar în masa rocii, probabil pe seama biotitului, constituent al rocii primare. Se dispune sub formă de snopi care au o aranjare conform șistozității și prezintă culori verzi cu pleocroism. Culorile de interferență sunt închise cu nuanțe gri-albăstrui, cloritele fiind reprezentate prin penin sau clinoclor.

Grafitul participă la alcatuirea acestora cu totul subordonat și nu este reprezentativ.

Mineralele accesorii sunt de o varietate destul de ridicată, fiind reprezentate prin apatit, zoisit, titanit, zircon, leucoxen, rutil, minerale opace. Ele sunt prezentate printr-o cantitate și varietate ridicată, datorită faptului că provin din rocile în care s-au format inițial.

Structura acestor roci este granolepidoblastică (blasto-granulară și textura șistoasă, neputând prezenta indicii referitoare la structura sau textura rocii primare).

Rocile le considerăm milonite pe baza proprietăților microscopice pe care le prezintă. Pe baza observațiilor de teren și microscopice aceste formațiuni până în prezent considerate “roci porfirogene” noi le considerăm apofize de metagranitoide.

b) Perimetrul Fagul-Cetatiei

Rocile porfirogene studiate provin de la orizonturile +640, +690, +740, din apropierea zonelor mineralizate nr.10 și 10A.

Macroscopic, aceste roci prezintă o culoare alb-cenușie, cenușie până la verzuie, de diferite nuanțe, în funcție de prezența sericitelui, cloritului sau mai rar a grafitului. Textura este șistoasă, uneori masivă sau rubanată. Cu ochiul liber se observa cristale mici de pirit.

Microscopic se constată că rocile porfirogene sunt alcătuite dintr-o mezostază fin până la mediu granulară, care înglobează blastogranulele de cuarț și feldspat. Structura rocilor este granulepidoblastică.

La alcătuirea masei de bază participă cuarțul, feldspații și sericitul, mai rar carbonatul și cloritul. Proporția în care participă cei trei componenți principali la alcătuirea masei de bază diferă. De asemenea diferă și modul lor de prezentare: pot apărea granule fin dispersate, benzi paralele cu lățimi variabile, dispuse pe diferite lungimi, alungite în direcția sistozității.

Cuarțul se prezintă sub formă de cristale de dimensiuni micronice până la blastogranule milimetrice. Cristalele sunt izometrice sau alungite, dispuse oblic față de sistozitate. Conturul lor este clar, ușor rotunjit și au extincție ondulatorie. Blastogranulele pot prezenta fisurări, care sunt umplute cu cristale mărunte, se grupează în benzi și cuiburi, amestecându-se cu paiete fine de sericit. S-a separat cuarț de două generații: cuarț de prima generație, blastogranule rotunjite, cu extincție ondulatorie și cuarț de generația a doua, fin granular.

Feldspatul apare sub forma de cristale cu dimensiuni ce variază de la câțiva microni până la dimensiuni milimetrice, formând blastogranule. Cristalele sunt în general prismatice, alungite pe direcția sistozității, alteori cu dispunere oblică față de sistozitate, având conturul rotunjit.

Cristalele de dimensiuni mici au suferit sericitizare intensă, proces care afectează intens și feldspații blastogranulari, cristalele fiind sparte, sfărâmate și tectonizate. Feldspații plagioclazi apar sub forma de cristale idiomorfe, maclați bi- și polisintetic. Maclarea se produce după legea Karlsbad.

Se poate întâlni și termenul potasic, reprezentat prin microlin, la care este vizibil structura în grătar. Maclele se fac după legea periclinului. Produsul de albitizare afectează cristalele de microlin într-un mod neuniform. Cristalele de microlin albitizate prezintă zone periferice limpezi. Acest fenomen descris de I. Atanasiu (1929) este considerat sinmetamorfic de M. Savu și colab. (1962).

În masa criptocristalina apar benzi cuarțo-feldspatice.

Sericitul este incolor sau ușor gălbui și se prezintă sub forma unor paiete fine, alcătuind benzi de lățimi variabile, ce alternează cu benzile cuarțo-feldspatice sau se prezintă ca masă compactă cu aspect păslos. Uneori se observă microcutarea fină a benzilor sau deplasarea benzilor fine de sericit în două ramuri la capătul blastogranulelor mari pe care le înconjoară.

Cloritul apare în cantitate mai redusă și se prezintă sub formă de lamele fine ce formează benzi subțiri aliniate în direcția sistozității. Culorile de interferență sunt cenușiu închise cu tente albastrii sau verde închis spre negru (penin sau clinoclor).

Carbonații se prezintă sub formă de cristale de dimensiuni diferite, la care se observă clivajul perfect după două direcții cu iritații multicolore. Carbonatul s-a format ulterior în masa rocii uneori invadând masa rocii cu cristale de dimensiuni de câțiva mm (1-2 mm).

Ca minerale accesorii putem întâlni apatit, titanit, zircon, epidot, zoisit și muscovit.

c) Perimetrul Galeriei transversale nr. 18 (Pârâul Szabok)

Pârâul Szabok este afluent de stânga al râului Olt, la sud de orașul Bălan, în apropierea iazurilor de decantare. Galeria transversală nr.18 este situată nu departe de confluențe, mai sus, și este săpată în malul drept al văii Szabok. Are o lungime de 640 m, din ea plecând galerii directionale (1N, 1S, 2N, 2S) și fiecare direțională având câte două breșe (la E și la V).

Scopul amplasării acestei galerii a fost de a servi cu noi date despre alcatuirea geologică a zonei Szedloka și observării posibilităților de continuare a zăcămintului Fagul Cetății la sud-est de Valea Oltului.

Rocile porfirogene din acest perimetru macroscopic prezintă o culoare alb-cenusie, ușor verzui până la un verde slab închis, în funcție de cantitățile de clorit și sericit prezente. Rocile par compacte, macroscopic șistozitatea abia se observă, cu duritate ridicată și spărtura în formă de schije.

Din punct de vedere a compoziției, roca este alcătuită din cuarț (44%), feldspați (20%), sericit (36%), și minerale accesorii (1%). Este interesant că cloritul nu este un mineral abundent, el apare mai rar în alcătuirea rocilor porfirogene din acest perimetru. Cuarțul se prezintă sub două aspecte: cuarț mediu la microgranular și blastogranulare de cuarț, uneori de ordin milimetric).

Blastogranulele de cuarț sunt rotunjite, rotite, dispuse diagonal față de șistozitate, cu extincție ondulatorie și uneori prezintă sfărâmări și tectonizări intense. Aceste blastogranule reprezintă relict în masa rocii, fiind de generația întâi, componenți ai rocii inițiale riolitice. Cuarțul microgranular reprezintă împreună cu sericiul fin lamelar mezostaza rocii. Această formă de cuarț provine din intensă tectonizare și sfărâmare a cuarțului de primă generație, reorientarea și amestecul lor cu sericiul format pe seama feldspațiilor dând textura șistoasă a rocii.

Sericitul apare foarte fin cristalizat, paietele fine de sericit sunt strâns asociate cu cuarțul microgranular, sunt orientate conform șistozității, au culoare verde deschisă-gălbui și reprezintă minerale de generația II în evoluția rocii.

Feldspații reprezentați de blastogranule de albit și feldspat potasic pot atinge dimensiuni milimetrice și prezintă macle. Feldspații plagioclazi reprezentați prin albit prezintă macle polisintetice, pe când cele potasice (microclin) au structură cadrilată (pertitice). Aceste blastogranule sunt încunjurate de mezostază și au o dispunere oblică față de șistozitate.

Mineralele accesorii sunt reprezentate de titanit, apatit, zircon și zoisit. Mineralele opace au forme neregulare în general, dar poate apare și pirita, zirconul în centru se prezintă anizotrop, dar marginile sunt izotropizate, la N II, datorită proceselor care le-a afectat.

Din punct de vedere a structurii, aceste roci prezintă o structură blastoporfilică până la granolepidoblastică și au o textură șistoasă.

Examinarea acestor roci din punct de vedere al compoziției, structurii și texturii a dus

la concluzia, că rocile sunt vulcanice – riolitice la origine, ulterior metamorfozate. Este vorba deci despre metariolitele pe care le denumim roci porfirogene.

d.) Sectorul Pârâului Szanduj Pârâul Szánduj este al doilea afluent de dreapta râului Olt și se găsește în zona de izvoare a acesteia și se află în apropierea drumului județean Bălan-Gheorgheni, lângă confluența râului Meggyes cu râul Olt.

Porfiroidul detectat se află la 2150 m în amonte de confluență.

Macroscopic roca prezintă asemănări cu șisturile sericitoase, dar se observă blastogranule de feldspați și cuarț, iar roca este dură, casantă și are spărtură așchioasă.

Compozițional roca este alcătuită din cuarț (50 %), sericit (30%), feldspați (17%) și minerale opace (3 %). Cuarțul se prezintă sub două aspecte :

- cuarț sub formă de blastogranule intens rulat, tectonizat și cu extincție ondulatorie, reprezentând cuarț de generația întâi, fiind relict în masa rocii împreună cu feldspatul.
- cuarț microgranular care împreună cu sericitul fin formează mezostoza rocii și reprezintă cuarț de generația doi.

Sericitul este secundar format pe seama cristalelor mici de feldspați, sfărâmați, formând fibre, lame fine, paiete.

Feldspații sunt reprezentați prin ortoză și albit, formează blastogranule care au dispunere oblică față de șistozitate (ca la cuarț) și prezintă macles polisintetice.

Mineralele accesorii sunt reprezentați prin apatit, sfen și zoisit, ca agregate criptocristaline.

Structura rocii este blasto-porfirică la granolepidoblastică, iar textura șistoasă, cea ce completat cu caracteristicile compoziționale, morfologice și mineralogice dă ideea că roca este un metatuf vulcanic, riolitic (metatuf riolitic).

e.) Sectorul Șipoș central

Valea Șipoș este situată la nord de orașul Bălan, fiind prima vale majoră pe drumul județean Bălan-Gheorgheni, după lacul de acumulare Mesteacănul.

Datorită durității mai ridicate a rocilor comparativ cu șisturile sericito-cloritoase din jur, ele realizează un relief pozitiv, marcați și de versanții abrupti.

Macroscopic roca este masivă, dură, prezintă spărtură așchioasă, iar culoarea rocii variază de la verde deschis la verde intens. În afloriment se poate distinge o stratificație a rocii și deasemenea textura șistoasă.

Structura porfiroidului este microblastoporfirică, iar textura șistoasă. Sub aspectul compoziției mineralogice, rocile sunt alcătuite din cuarț (60-75 %), sericit (10-25%), clorit (8-12%), feldspați (4-10%) și minerale accesorii (1-2%).

Masa rocii (mezostaza) este formată din microblaste de cuarț, cu cuarț de extincție ondulatorie în asociație cu lamele fine de sericit orientate conform șistozității. Subordonat apar lamele de clorit cu pleocrism slab verzui.

Blastogranulele sunt reprezentate prin feldspați plagioclazi și subordonat potasici. Mineralele accesorii sunt reprezentați de agregate criptogramulare de apatit, zoisit și minerale opace.

Pe baza caracterului structural-textural și a componenței mineralogice considerăm rocile analizate la origine un tuf vulcanic acid cu structură vitrocrystaloclastică.

f.) Sectorul Pârâul Virgó

Pârâul Virgó este afluent de dreapta al pârâului Sipos. Pe acest pârâu apar în cuprinsul șisturilor sericito-cloritoase, roci dure interstratificate primelor, care datorită consistenței rocii formează o mică cascadă.

Macroscopic roca pare fin stratificat, intens cutat (chiar microcutat), foarte dur și cu spărtură așchioasă, pe când culoarea rocii este verde pal la verde închis.

În secțiuni subțiri se observă următoarea compoziție: cuarț (45%), sericit (30%), feldspat (19%), mice (muscovit+biotit-2%), clorit (3%) și minerale accesorii (1%).

Cuarțul este abundent și are două forme. Prima formă de prezentare a cuarțului este cel mediu granular reprezentat de blastogranurile rotunjite cu extincție ondulatorie. Aceste blastogranule se dispun oblic față de șistozitate. A doua formă de prezentare a cuarțului este cea microgranulară. Aici avem o exudație sinmetamorfică de cuarț din masa rocii. Cuarțul microgranular împreună cu lamelele fine de sericit se dispun după șistozitate și alcătuiesc mezostaza rocii.

Feldspatul este prezentă ca ortoză sau albit, alcătuind blastogranule. Feldspații sunt intens tectonizați, sfărmași și alterați de sericit. Muscovitul este prezent sub formă de paiete fine, subordonat putem întâlni și biotit. Pe seama biotitului s-a putut forma clorit, secundar și minerale opace cu forme neregulate (pete) și titanit în abundență.

Se observă varietatea mare ca număr și forme a mineralelor accesorii, întâlnind titanit, apatit, zircon și minerale opace.

Structura rocii este clastoporfirică (granolepidoblastică) iar textura șistoasă.

Pe baza acestor analizări ale rocii, constatăm că roca este o rocă efuzivă acidă metamorfozată, metariolit intens afectat de cutări.

g.) Sectorul pârâului Magasbükk

În zona de izvoare a pârâului Magasbükk unde pârâul întâlnește un prim afluent de stânga, am observat două mari deschideri, una în versantul stâng, alta în versantul drept al văii.

În versantul stâng rocile au aspect șistos, orientarea $N10^{\circ}V/30^{\circ}E$, foarte dure și cu spărtură așchioasă.

În versantul drept al văii, unghiurile de cădere ale rocilor sunt aproape de verticală iar șiztozitatea aproape că nici nu se observă. Rocile sunt masive, parcă am avea de-a face cu un dyke de roci vulcanice.

Cuarțul mărunț cristalizat este uniform împrăștiat în secțiune și împreună cu sericitul formează mezotaza rocii. O altă formă de prezentare a cuarțului este în formă de blastogranule, aceste cristale reprezentând o primă generație de cuarț format într-o rocă vulcanică, fiind rulat, parțial zdrobit în procesul tectonometamorfic.

Blastogranulele de cuarț sunt dispuse diagonal față de șiztozitate, au extincție ondulatorie, iar cuarțul microgranular formând mezotaza, este dispus în direcția șiztozității și reprezintă cuarț de generația a doua.

Feldspații (ortoză și albit) au dimensiuni mari și sunt dispuse insular în secțiune, formând blastogranule pe când cele cu dimensiuni mici au fost trecute în sericit. Cristalele sunt afectate de o intensă tectonizare, în urma căruia proces au suferit sfărâmări, rulări, fisurări și ulterior aceste fisuri au fost redepuse de cuarț și/sau sericit microcriptogranular. Blastogranulele se dispun oblic față de șiztozitate.

Muscovitul se orientează conform șiztozității formând snopi sau lamele (fibre) foarte fine, iar biotitul abia se poate identifica din cauza fenomenului intens de cloritizare a lui.

Sericitul s-a format în special pe seama feldspaților și rocii premetamorfice, microgranulele din pastă se prezintă întotdeauna împreună cu cuarț de generația II.

Mineralele opace au forme neregulate și dispunere neuniformă, fiind formate (unele) pe seama biotitului deferizat. Mineralele accesorii au o importanță mare în distingerea acestor tipuri de roci, ele fiind prezente în cantități mari și ca numeroase varietăți de minerale, apatit, zircon, leucoxen și titanit, dând ideea că avem de-a face cu o rocă inițial magmatică transformată sub efectul metamorfismului în rocă metamorfică. Structura rocii este blastoporfirică și textura șistoasă fiind un metariolit.

Pe baza corelării acestor șapte perimetre putem afirma:

- rocile porfirograme din perimetrul carier Franz Johann este mai corect să le considerăm apofize de metagranitoide;
- restul perimetrelor prezintă porfiroidele în felul următor:
 - porfiroidul din perimetrul galeriei nr.18 și cel din pr. Magasbükk sunt foarte asemănătoare aproape identice;
 - porfiroidul de tip sectorul Virgó prezintă unele asemănări cu cele din Magasbükk și galeria nr.18;
 - porfiroidul de tip Szánduj se prezintă diferit de primele două grupe, având însă caracteristici microscopice asemănătoare cu cel din Sipos Central, ambele reprezentând metatufuri riolitice.

- rocile porfirogene din perimetrul Fagul Cetății sunt diferite prin proporția mai mare pe care o au în alcătuirea lor, albitul, cloritul și carbonații față de celelalte perimetre, prezentând însă unele caracteristici microscopice asemănătoare metagranitoidelor de Franz Johann.

Din punct de vedere textural, roca prezintă de regulă, aspecte laminate, alteori are prin excelență aspect breicios sau chiar milonitic (Franz Johann).

CAPITOLUL II. -

Aplicarea principiilor didactice în lecțiile de geologie și organizarea procesului de predare – învățare a geologiei

2.1. Importanța, locul și sarcinile instructiv-educative ale geologiei

a. Importanța și locul geologiei

Geologia face parte din ansamblul științelor naturii și se ocupă de compoziția și arhitectura globului pământesc. Numele îi vine de la două cuvinte grecești: geo – pământ și logos – studiu, vorbire despre știință.

Ca știință a Pământului, geologia studiază structura și compoziția acestuia, modul de formare a mineralelor și rocilor (petrografia); determină raporturile pe care rocile le au unele față de altele în așezarea lor în scoarță (tectonica); cercetează caracteristicile fizice (geofizica) și procesele endogene și exogene care produc modificări în structura, compoziția și relieful scoarței (geodinamica); studiază fazele de dezvoltare a faunei și florei din trecutul cel mai îndepărtat până azi (paleontologia) și stabilește în timp și spațiu evoluția Pământului (stratigrafia sau geologia istorică). În **tabelul 1** este indicat ansamblul principalelor discipline care constituie științele geologice.

Geologia ca știință, are o deosebită importanță atât din punct de vedere teoretic și educativ, cât și din punct de vedere economic. Ea permite să ne formăm o concepție științifică despre natură și formarea lumii. Ca știință, a fost recunoscută în urmă cu aproximativ 200 de ani, cu toate că unele observații sumare privind o serie de schimbări suferite în decursul timpului de

mări și continente, au fost menționate scrierile lor de Pitagora în sec. VI î. Hr., Xenofon și Herodot în sec. V î. Hr., Aristotel în sec. IV î. Hr., etc., iar omenirea a avut cunoștințe geologice din cele mai vechi timpuri, din Paleolitic datorită folosirii pietrei la început brută și mai târziu, în Neolitic, cioplită și lustruită.

Din sumara prezentare, rezultă că geologia a avut și are un rol deosebit în dezvoltarea societății și a civilizației. Toate fenomenele geologice ilustrează ideea că lumea este materială, iar fenomenele din Univers sunt în strânsă interdependență și nu sunt altceva decât aspecte ale materiei în permanentă mișcare și transformare. O serie de procese geologice, cum ar fi acumularea cantitativă treptată de sedimente în mări și oceane și transformarea lor, datorită diferitelor cauze, într-un orogen, deci o nouă stare calitativă a materiei, ilustrează legea dialectică a trecerii de la acumulări cantitative treptate și imperceptibile la schimbări calitative radicale.

Tabel nr. 1.

G E O L O G I E D E S C R I P T I V Ă G E O L O G I	G E O L O G I E D E S C R I P T I V Ă	Geologie Generală	Geodinamică	Geodinamică internă	Vulcanologie
					Tectonică
					Geologie structurală
				Geodinamică externă	
			Geomorfologie		
			Petrologie	Cristalografie	
				Cristalochimie	
				Mineralogie descriptivă	
				Radiocristalografie	
		Petrografie(în general)			
		Petrografia sedimentarului			
		Geochimie			
		Geologie Cronologică (istorică)	Stratigrafie	Paleogeografie	
				Paleoclimatologie	
				Tectonică cronologică	
			Paleontologie	Paleozoologie	
				Paleobotanică	
				Micropaleontologie	
		Geologie Tehnică (inginerescă)	Petrografie tehnică		
			Geodinamică inginerescă		
			Hidrogeologie		
			Fizica rocilor		
			Mecanica rocilor		
			Geotehnică		

E			Geologia construcțiilor ingineresti (tunele, baraje, căi ferate, drumuri, etc.)	
	G E O L O G I E A P L I C A T Ă	Metodica de Cercetare	Prospecțiuni	Geologice
				Geofizice
				Geochimice
		Geologică	Explorări	Miniere
				Prin foraj
			Radiogeologie	
			Zăcămintele	Metalifere
				Nemetalifere
		Geologie Economică	Geologia carierelor	
			Geologia combustibililor minerali	
			Pedologie (Agrogeologie)	

Lupta dintre forțele interne și externe ale Pământului, unele formând crusta terestră, iar altele distrugând-o, ilustrează legea luptei contrariilor, a luptei între ceea ce este nou și ceea ce este vechi, între ceea ce dispare și ceea ce se dezvoltă (p. Jeanrenaud, Teodora Simionescu, 1982).

b. Sarcinile instructiv – educative ale geologiei.

Geologia face parte dintre primele discipline predate atât în învățământul preuniversitar, cât și în cel universitar din țara noastră. Bazele învățământului geologic și a geologiei românești au fost puse la 16 octombrie 1863, odată cu numirea lui Grigore Cobălcescu ca profesor de geologie și anatomie comparată la Universitatea din Iași (inaugurată la 26 octombrie 1860), care a înființat prima catedră universitară de Mineralogie, Geologie și Paleontologie din țara noastră. Dacă 1863 reprezintă anul în care a fost legiferată geologia românească, primele noțiuni de geologie – mineralogie au fost predate la Academia Mihăileană mai întâi de Ion Ionescu de la Brad, în cadrul cursului de agronomie, deschis în martie 1842 și apoi la cursul de geologie-mineralogie, deschis la 12 octombrie 1842, de către Ion Ghica. Odată statuată în învățământul superior, geologia a început a fi predată și în învățământul preuniversitar, atât de profesorii de liceu, cât și de cadre din învățământul superior. Deși începutul activității geologice a fost anevoios, neexistând material didactic, biblioteci, colecții de minerale, roci și fosile, precum și cadre specializate, totuși printr-o strădanie deosebită, o muncă asiduă și o bună organizare, s-a reușit să se treacă peste toate acestea și rezultatele scontate nu s-au lăsat prea mult așteptate. În această dificilă perioadă de început, Grigore Cobălcescu întreprinde și primele cercetări geologice în Moldova, în urma cărora publică în 1862 lucrarea

“Calcariul de la Răpidea” care reprezintă actul de naștere a geologiei românești prin faptul că este prima lucrare de geologie scrisă în limba română de către un român.

Geologia, deși a făcut parte dintre primele discipline predate în învățământul de toate gradele, pe parcursul timpului a cunoscut o serie de prefaceri, care au avut ca rezultat diminuarea până la dispariție a obiectului din programele de învățământ preuniversitar. Sumarele noțiuni despre Pământ, minerale, roci, fosile de plante și animale, etc. fiind cuprinse în disciplinele de geografie.

Deși, începând din anul 1990, geologia a fost introdusă din nou în programul de pregătire a elevilor, totuși datorită numărului restrâns de ore (o oră pe săptămână la clasa a XI-a reală), nu se pot preda elevilor decât sumare cunoștințe privind compoziția, structura, istoria, formarea și evoluția Pământului. Geologia, ca știință și ca obiect de învățământ, face parte dintre disciplinele care au un rol deosebit în educarea, instruirea și formarea personalității elevilor, care, alături în dezvoltarea liberă, integrală și armonioasă a individualității umane, în formarea personalității autonome și creative. După cum este prevăzut în Legea învățământului (1995), articolul 4. Învățământul are ca finalitate formarea personalității umane, prin:

- a) însușirea cunoștințelor științifice, a valorilor culturii naționale și universale;
- b) formarea capacității intelectuale, a disponibilităților afective și a abilităților practice prin asimilarea de cunoștințe umaniste, științifice, tehnice și estetice;
- c) asimilarea tehnicii de muncă intelectuală, necesare instruirii și autoinstruirii pe durata întregii vieți;
- d) educarea în spiritul respectării drepturilor și libertăților fundamentale ale omului, al demnității și al toleranței, al schimbului liber de opinii;
- e) cultivarea sensibilității față de problematica umană, față de valorile social-civice, a respectului pentru natură și mediul înconjurător;
- f) dezvoltarea armonioasă a individului, prin educație fizică, educație igienico-sanitară și practicarea sportului;
- g) profesionalizarea tinerei generații pentru desfășurarea unor activități utile, producătoare de bunuri materiale și spirituale.

La rezolvarea acestor obiective specifice procesului de învățământ, geologia își aduce importante contribuții având un deosebit rol în procesul de instruire și educare în vederea rezolvării sarcinilor impuse de dezvoltarea societății, sarcini care necesită noi orientări și modificări în însăși structura procesului de învățământ, dintre care amintim:

- generalizarea învățământului primar și gimnazial;
- restructurarea conținutului programelor școlare;
- completarea conținutului instruirii și educației la toate nivelurile de organizare a învățământului prin activități extrașcolare, organizate de

școli, cluburi, palate ale copiilor și elevilor, administrațiile județene ale taberelor școlare și bazelor sportive, turistice și de agrement, etc.;

- înființarea liceelor de specialitate, a căror durată poate fi de 4 sau 5 ani, la care, pe lângă diplomă de bacalaureat, se eliberează absolvenților și atestat profesional;
- introducerea religiei ca disciplină școlară în planurile învățământului primar, gimnazial, liceal și profesional, fiind obligatorie în învățământul primar, opțional în cel gimnazial și facultativă în cel liceal și profesional;
- extinderea sistemului de organizare a revistelor școlare;
- introducerea cercetării științifice și organizarea de sesiuni științifice școlare;
- adaptarea structurii sistemului de învățământ la condițiile economice și social politice ale epocii noastre;
- schimbarea relațiilor profesor – elev;
- asigurarea eficienței învățământului pentru întreaga masă de elevi, prin luarea în considerare a particularităților unor grupuri de elevi sau ale fiecărui elev în parte;

Știința geologiei asigură învățământului geologic substanța determinând prin aceasta însuși conținutul metodicii predării. Disciplina Geologiei predată în școală are menirea de a contribui substanțial nu numai la formarea unei imagini reale și științifice asupra Pământului și a evoluției sale de la formare până în prezent, dar și la formarea la elevi a unei gândiri sistematice.

Astfel, principiile și metodele care stau la baza dezvoltării științei geologice trebuie să stea și la baza învățământului geologic.

Foarte important, în procesul dobândirii cunoștințelor este formarea unei gândiri geologice, a însușirii noțiunilor și a dobândirii priceperilor și deprinderilor adecvate.

Legătura cu practica este o cerință importantă ce se poate realiza în timpul predării, dar mai ales în cadrul unor activități aplicative.

2.2. Legătura dintre predarea geologiei în școală și alte obiecte de învățământ.

Corelarea între diferitele obiecte de învățământ și predarea lor în sens interdisciplinar sunt două elemente care pot determina o creștere a eficienței procesului de învățământ în ansamblul său.

Pentru a evidenția raporturile dintre geologie și alte obiecte de învățământ, vom prezenta câteva relații între conținuturile lor. Acest mod de a privi instruirea elevilor scoate în evidență complementaritatea dintre geologie și celelalte obiective de învățământ.

Relația dintre geologie și biologie. Predarea geologiei în liceu, în special a elementelor de geologie istorică sau a celor de paleontologie pune în evidență numeroasele legături cu noțiunile de biologie studiate în anii anteriori sau în același an. Capitolul “Elementele de paleontologie” face apel de această dată la noțiunile de biologie, noțiuni cu ajutorul cărora sunt explicate structurile anatomice ale plantelor și animalelor, dar și unele aspecte legate de fiziologia lor. De fapt, sistematica utilizată în paleobotanică și paleozoologie este similară celei din științele biologice. Dar și alte capitole fac apel la aceste cunoștințe care sunt reluate și reactualizate de către elevi, permițând aprofundarea unor aspecte specifice geologiei.

Sub raport invers, se poate observa că unele cunoștințe de geologie pot constitui o bază de pornire în predarea și înțelegerea unor noțiuni de biologie, în special cele care sunt legate de evoluția lumii vii, prin corelarea anumitor cunoștințe din ambele discipline.

Relațiile dintre geologie și fizică. Sunt mai greu de sesizat datorită domeniilor diferite de studiu. Există însă destule puncte comune în special în momentul când trebuiesc prezentate anumite fenomene geologico – dinamice, fenomene care se pot explica doar făcând apel la legile fizicii. De asemenea fizica face apel la noțiuni de geologie în explicarea fenomenelor fizice legate de magnetismul terestru, diferite fenomene optice, etc. Astfel, în capitolul “Elementele de fizică a Pământului” se face o corelare perfectă între noțiunile de geologie și cele de fizică, asigurându-se lărgirea sferei de informații, transferul reciproc de date și explicarea mai detaliată a unor fenomene.

Relațiile dintre geologie și chimie. Sunt de asemenea deosebit de strânse, geologia făcând apel la legile chimiei și utilizând adesea numeroase formule chimice și simboluri. Astfel, în capitolul “Elemente de mineralogie” se face apel la numeroase noțiuni de chimie: tipuri de legături chimice, simboluri și formule chimice. Tot în acest capitol, pentru a se reda cât mai corect structurile spațiale ale elementelor, se face apel și la desenul tehnic și la geometrie.

Relațiile dintre geologie și matematică. Sunt de multe ori într-un sens univoc; folosirea metodelor de analiză, calcul și exprimarea matematică în redarea unor fenomene geologice.

De asemenea, de un real ajutor pentru geologie îl reprezintă calculul statistic, al probabilităților, unele elemente de geometrie plană și în spațiu, calcule de analiză matematică, mult utilizate în practica geologică.

Relația dintre geologie și istorie se poate evidenția în special în studiul istoriei antice și a comunei primitive, parte a istoriei, care face apel la numeroase cunoștințe de geologie, dar și la metodele utilizate de acestea pentru datare, pentru stabilirea succesiunii în timp a diferitelor formațiuni geologice mai recente, etc.

Relația dintre geologie și geografie se poate regăsi prin studiul manualelor de geografie începând din clasa a V-a și terminând cu clasa a XII-a. Geografia face apel la noțiunile de geologie în special pentru a explica formarea diferitelor forme de relief, dar și pentru a putea explica evoluția lor în timp. Astfel, geografia face apel la elemente de geologie generală, la elemente de geologie istorică, mineralogie și petrografie, precum și la elemente de geologie a României și geotectonică.

2.3. Aplicarea principiilor didactice în lecțiile de geologie

Pornind de la “Didactica Magna”, în toată literatura de specialitate pedagogică se semnalizează necesitatea unor linii directoare de organizare a activității didactice, linii numite principii didactice.

Majoritatea teoreticienilor din domeniul pedagogiei recunosc în principiile didactice idei orientative de bază pe care se întemeiază organizarea și dirijarea activității didactice, realizarea obiectivelor instructiv – educative ale procesului de învățământ într-o perioadă istorică dată.

Principiile au o mare doză de legitate, deoarece au fost elaborate pe baza unei practici îndelungate și au o aplicabilitate pe o arie largă. Deși principiile exprimă relații logice ale procesului didactic, raportându-se sub acest aspect la legitate, ele nu respectă integral esența acestui proces. Principiile au rolul de a orienta și regla activitatea de organizare și desfășurare a procesului de învățământ în așa fel încât să creeze condiții optime pentru intrarea în acțiune a legilor acestui proces. Principiile stabilesc legătura dintre legile obiective și tehnologia didactică, indicând atât orientarea obiectivelor, stabilirea conținuturilor cât și precizarea strategiilor, a resurselor, metodelor și tehnicilor de realizare și evaluare a efectelor educative.

Principiile didactice sunt categorii metodologice și au menirea de a oferi puncte de reper orientativ și normative pentru acțiunea corelată a tuturor laturilor procesului de învățământ. Aceste principii asigură, dacă sunt respectate, eficiența acțiunii de modelare a personalității elevului, în conformitate cu scopurile educației. Astfel, principiile didactice se cer respectate atât în planificarea obiectivelor și structurarea cunoștințelor, cât și în ceea ce privește selectarea metodelor instructiv – educative și a mijloacelor de învățământ, în vederea organizării, desfășurării și realizării obiectivelor educaționale.

Principiile didactice sunt teze fundamentale, norme generale care stau la baza proiectării, organizării și desfășurării activităților de predare – învățare, în vederea realizării optime a obiectivelor educaționale (M. Ionescu, I. Radu, 1995, pg. 57) CA număr nu sunt limitate, au caracter general, rol deosebit atât asupra componentelor procesului didactic cât și al formării competențelor și personalității elevilor. Din sistemul principiilor procesului de

învățământ, ne vom opri numai la câteva al căror conținut se găsește atât în componentele procesului instructiv – educativ, cât și în cuprinsul disciplinei de geologie.

Din sistemul principiilor procesului de învățământ menționăm:

- 2.3.1. Principiul corelării procesului de învățare cu practica.
- 2.3.2. Principiul accesibilității cunoștințelor și deprinderilor.
- 2.3.3. Principiul sistematizării și continuității în învățământ.
- 2.3.4. Principiul intuiției (al corelației dintre senzorial și rațional în procesul de învățământ).
- 2.3.5. Principiul participării conștiente și active a elevilor în procesul de învățământ.
- 2.3.6. Principiul însușirii temeinice a cunoștințelor și deprinderilor.
- 2.3.7. Principiul capacității și individualizării învățământului sau a tratării diferențiate, individualizate a elevilor în procesul de învățământ.
- 2.3.8. Principiul conexiunii inverse (retroacțiunii) în procesul de învățământ (feed-back-ul).

2.3.1 Principiul corelării procesului de învățământ cu practica.

Acest principiu exprimă în esență cerința ca ceea ce se învață și se formează în procesul de învățământ să fie valorificat și prin aplicarea și rezolvarea sarcinilor ulterioare și a integrării în societate. Azi, se știe că a învăța nu înseamnă numai a învăța să știi, ci și a învăța să fii, a învăța să devii.

Noțiunea de “teorie” se referă la ansamblul cunoștințelor, noțiunilor, legilor, etc. Care urmează a fi predate.

Noțiunea de practică include întreaga scară a formelor de activități practice de natură să transforme, într-un fel oarecare, realitatea.

Acest principiu formulează tocmai cerința ca lecțiile să ofere suficiente ocazii de valorificare practică a cunoștințelor teoretice și a capacităților învățate.

Le geologie, materialul teoretic se dezvăluie și se confirmă cu ajutorul observației, experiențelor, cercetărilor.

Pentru realizarea acestui principiu, profesorul poate folosi două categorii de mijloace: directe și indirecte.

Mijloacele directe se referă în special la munca nemijlocită ce o desfășoară elevii de la liceele de specialitate în mine sau la sonde. Ei pot aplica în practică cunoștințele obținute în studiul petrografiei, zăcămintelor de minereuri sau de hidrocarburi, etc.

Mijloacele indirecte sunt reprezentate prin lucrări practice de laborator, experiențe demonstrative, ședințe de lucru ale cercului de geologie, întocmirea unor colecții mineralogice, petrografice, paleontologice, a unor modele grafice, etc. Preocuparea pentru latura practică a

cunoștințelor nu ne dă dreptul să minimalizăm sau să neglijăm latura teoretică. La orice activitate practică nu trebuie să lipsească motivarea științifică.

2.3.2. Principiul accesibilității cunoștințelor și deprinderilor.

Potrivit acestui principiu, organizarea și desfășurarea procesului de învățământ trebuie să se realizeze pe măsura posibilităților reale ale elevilor ținându-se seama de particularitățile de vârstă, sex, nivel de pregătire anterior precum și de deosebirile individuale, de potențialul intelectual și fizic al fiecăruia în parte.

Acest principiu impune necesitatea procesului de învățământ să se desfășoare pe baza unor reguli didactice, cum sunt:

- trecerea de la ușor la greu;
- trecerea de la simplu la complex;
- trecerea de la complex la abstract;
- trecerea de la cunoscut la necunoscut;
- trecerea de la particular la general;
- trecerea de la individual la universal, etc.

Regula trecerii de la ușor la greu este respectată de programa de învățământ, în sensul că în clasa a V-a se introduc noțiuni de geologie în cadrul altor obiecte de învățământ (geografie), noțiuni ce se învață mai ușor, datorită materialului intuitiv cunoscut de elevi și abia apoi se trece la noțiunile mai complexe, predate în clasele de liceu (ex. Noțiunile de petrologie sau cele de geologie structurală și geotectonică, etc.).

Regula trecerii de la simplu la complex, recomandă ca la început să operăm cu noțiuni simple, ușoare, uneori cunoscute în parte, dar cu care elevii nu sunt familiarizați. Astfel, în studiul manualului de geologie la clasa a XI-a se începe cu: Elemente de fizica Pământului, cristalografie și mineralogie, etc. Și apoi se abordează elemente de petrologie sau cele de stratigrafie, geologie structurală, geotectonică, etc.

Trecerea de la cunoscut la necunoscut se face prin pregătirea fondului aperiectiv, făcându-se apel la fapte concrete cunoscute de elevi din viața de toate zilele, sau din lecțiile anterioare, precum și din alte activități efectuate de ei în clasă sau în afara clasei. Mai întâi profesorul face apel la ceea ce cunosc elevii și apoi trece la prezentarea materialului nou pentru elevi.

Unii profesori tineri, lipsiți de experiență, predau elevilor un material ce depășește puterea lor de înțelegere, pentru că sunt tentați să le prezinte cât mai multe cunoștințe, ceea ce contravine principiului accesibilității. Elevii trebuie solicitați la eforturi mari, dar posibile din partea lor, pentru că dacă nu se ține cont de posibilitățile elevilor poate interveni plictiseala sau se poate instala o atitudine de respingere față de obiectul predat, mai ales atunci când nu înțeleg și li se cere un efort peste posibilitățile lor.

2.3.3. Principiul sistematizării și continuității în învățământ.

Acest principiu cere ca toate cunoștințele, priceperile și deprinderile să fie învățate într-o anumită ordine logică, după un anumit sistem, care să asigure o înaintare progresivă.

Sistematizarea privește ordinea operațiilor învățării, a utilizării metodelor, a tehnicilor de lucru, a formelor și secvențelor activităților didactice, etc.

De asemenea, două experiențe de învățare nelegate între ele fac pe elevi să opună rezistență la învățare în timp ce continuitatea firească, înlănțuirea logică stimulează învățarea și gândirea. Astfel, elevii, pentru a înțelege noțiunile predate în capitolele de “Geologie istorică”, trebuie să stăpânească și noțiunile învățate în capitolele anterioare: ”Elemente de paleontologie”, “Elemente de petrografie”, “Elemente de geologie structurală și geotehnică”, etc., toate acestea fiind prezentate în manualul de geologie de la clasa a XI-a într-o înlănțuire logică.

Pentru a se respecta acest principiu, din partea profesorului se cere:

- să explice materialul prezentat pe înțelesul elevilor;
- să fixeze noțiunile predate;
- să controleze sistematic însușirea cunoștințelor;
- să stabilească legături între cunoștințele vechi și noi;
- să facă legătura cu noțiunile învățate la alte obiecte (interdisciplinaritatea)
- să crească succesiv gradul de generalizare și abstractizare al cunoștințelor;
- să întocmească planul lecției astfel încât predarea să se realizeze logic, prin evidențierea elementelor principale, secundare și generale.

De asemenea, și elevul trebuie să desfășoare o activitate sistematică, continuă și ordonată.

Profesorul de geologie realizează o muncă sistematică și atunci când:

- se pregătește temeinic pentru fiecare lecție;
- expune corect, logic și cursiv cunoștințele, folosind metodele cele mai adecvate;
- întocmește pe tablă o schemă logică a lecției și subliniază noțiunile noi, regulile, definițiile, etc.

2.3.4. Principiul intuiției (al corelației dintre senzorial și rațional în procesul de învățământ)

Transpusă în plan didactic cunoașterea senzorială este cunoscută sub denumirea de intuiție.

Acest principiu exprimă cerința de a se asigura o bază perceptivă, concret senzorială a învățării sprijinită de activitatea directă a elevului pe trăirile acestuia legate de diferite materiale, de aparate de laborator, etc.

Cuvântul profesorului conduce într-o primă formă la îmbinarea elementelor intuitive cu explicațiile, la extragerea unor date despre aspectul exterior al obiectelor și fenomenelor examinate.

O a doua formă este aceea în care cuvântul servește drept mijloc de comunicare a noilor cunoștințe, iar mijloacele intuitive (planșe, desene, mulaje) vin să ilustreze conținutul explicațiilor verbale.

O a treia formă se poate concretiza prin aceea că profesorul, folosindu-se de observațiile elevilor și pe datele însușite, prin intermediul cuvântului conduce gândirea acestora spre înțelegerea și formularea legăturilor dintre obiecte sau fenomene spre generalizare.

Deci, intuiția este folosită în învățare la nivel senzorial și rațional, ea fiind în cele din urmă o funcție cognitivă datorată experienței, exersării intelectualului dar care funcționează spontan, nemijlocit.

Principiul învățării pe baza intuiției presupune valorificarea pedagogică a unei bogate experiențe de cunoaștere prin:

- ilustrări ori exemplificări;
- sondări explicative a imaginilor;
- corelări ale denumirilor cu însușirile sugerate de imagini sau reprezentări, etc.

De exemplu, în predarea capitolului “Elemente de mineralogie”, pentru ca elevii să înțeleagă noțiunile referitoare la “Rețeaua cristalină a mineralelor”, se pot folosi planșe sau mulaje în care sunt prezentate schematic elementele rețelei cristaline și legăturile de rețea. Cu ajutorul lor, elevii vor putea înțelege mai ușor specificul structurilor atomice reticulare caracteristice mineralelor cristaline, precum și unele noțiuni cum ar fi: șirul reticular, planele reticulare, celula reticulară, sistem de cristalizare, etc.

2.3.5. Principiul participării conștiente și active a elevilor în procesul de învățământ.

Potrivit acestui principiu, eficiența procesului pedagogic este determinată de atitudinea conștientă și activă a celor ce învață, față de acest proces. Astfel, ceea ce li se predă elevilor trebuie să fie accesibil și ușor de înțeles.

Învățarea elevului este influențată de; cantitatea, calitatea și organizarea cunoștințelor. De asemenea, un material este ușor de învățat dacă este logic și adaptat puterii de înțelegere a elevilor. În cadrul acestui principiu, trebuie considerate două aspecte:

- a) Participarea conștientă la actul învățării presupune:

- înțelegerea clară a materialului învățat (“A ști înseamnă mai întâi a înțelege”)

Astfel, a înțelege înseamnă:

- a face asociații de idei între datele noi și cele vechi;
- a interpreta critic;
- a avea capacitatea de argumentare, prelucrare și organizare a propriilor cunoștințe.

Înșușirea conștientă a materialului predat este legată de dezvoltarea gândirii și limbajului elevilor.

Principalele tipuri de învățare conștientă indicate de pedagogi sunt:

- învățare prin repetare;
- învățare prin descoperire;
- învățarea propozițiilor (definiții, diferiți termeni, etc.).

b) participarea activă (activizarea elevilor) presupune o angajare a gândirii și o dobândire a cunoștințelor prin efort propriu. Prin participare, elevul trăiește fenomenul cunoașterii. De altfel, numai cunoștințele dobândite prin efort propriu și trecute prin filtrul gândirii personale aparțin definitiv elevului și pot fi aplicate creator.

Acest principiu se evidențiază, de exemplu, în cadrul capitolului “Elemente de petrografie” când, pe baza cunoștințelor teoretice, elevii sunt solicitați să recunoască eşantioanele de roci din colecția școlii.

2.3.6. Principiul însușirii temeinice a cunoștințelor și deprinderilor.

Acest principiu exprimă cerința fixării profunde și de durată a cunoștințelor și deprinderilor, astfel ca elevii să fie capabili întotdeauna să le reproducă și să le utilizeze atât în activitatea școlară cât și în activitatea practică ulterioară. În învățarea temeinică, elevii nu numai că știu, dar știu să și facă. Învățarea temeinică s-ar putea traduce prin proverbul “non multa, sed multum” (nu multe, ci mult).

Respectarea acestui principiu trebuie făcută pe tot parcursul lecției. În forme de activitate cât mai variate. Astfel profesorul trebuie să expună materialul clar, logic, simplu, intuitiv, pentru că în această etapă elevii pot dobândi numeroase cunoștințe. Aceluiași scop îi slujește și antrenarea elevilor în predarea noilor cunoștințe, la stabilirea unor corelații noi, le operarea cu ajutorul noțiunilor vechi, la înțelegerea unor situații noi.

Înșușirea temeinică a cunoștințelor se poate face foarte eficient prin repetare, conform dictonului latin: “repetitio est mater studiorum” (repetiția este mama învățaturii). Pentru ca ascultarea să-și atingă scopul, profesorul trebuie să apeleze la cunoștințele predate în lecții anterioare, iar aceste cunoștințe pot servi în lecția curentă, la diferitele comparații și corelații cu

noile cunoștințe. Acest principiu se poate aplica atât la predare și la ascultare, cât și la fixarea cunoștințelor.

Pentru aplicarea în practică a cunoștințelor teoretice, elevul trebuie pus în situația de a folosi în ocazii cât mai variate, lărgindu-și în acest fel sfera modalităților de rezolvare și înțelegere a situațiilor concrete în timpul excursiilor organizate în orizontul local.

Redarea prin cuvinte proprii a materialului învățat, priceperea de a aplica în practică noțiunile și legăturile învățate de către fiecare elev în parte, în dependență de calitățile lui psihice asigură garanția unei însușiri temeinice și conștiente și totodată dezvoltarea acestor calități.

2.3.7. Principiul capacității și individualizării învățământului sau a tratării diferențiate, individualizate a elevilor în procesul de învățământ.

Conform acestui principiu, în organizarea și desfășurarea procesului de învățământ, trebuie să se țină cont de deosebirile individuale, de potențialul intelectual și fizic al fiecărui elev în parte.

Individualizarea are în vedere diferențele dintre elevi, date de potențele ereditare, de particularitățile temperamentale, cât și de antecedentele existente în acțiunea educativă.

Individualizarea instruirii pornește de la ideea că reflectarea realității obiective în conștiința elevilor are un caracter subiectiv, deoarece nu toți elevii percep obiectele și fenomenele în același fel, cunoștințele nu trezesc aceleași impresii, nu sunt atrași de aceleași aspecte, ei nu gândesc în același ritm, nu au aceeași imaginație, fiecăruia fiindu-i proprii anumite tipuri de învățare.

Individualizarea privește diferențierea diferitelor sarcini didactice, a normelor de efort și a procedurilor de reglare a acestora potrivit cu particularitățile elevilor.

Pentru a realiza în practică acest principiu este necesar să se utilizeze sistemul muncii cu microgrupuri de elevi, deoarece principiul nu poate fi utilizat în activitatea frontală.

Munca în laborator, activitatea în cercuri, lectura suplimentară, excursiile, utilizarea instruirii programate, etc. Pot asigura dezvoltarea elevului în ritmul său propriu.

2.3.8. Principiul conexiunii inverse (retroacțiunii) în procesul de învățământ (feed-back)

Principiul conexiunii inverse (feed-back-ul) are ca sens condiționare predării – învățării prin evaluarea rezultatelor învățării, fie prin calitatea activității de predare – învățare a elevilor, fie prin calitatea procesului de învățământ, ca atare, condus de profesor. Evaluarea poate readapta reciproc și corelativ predarea și învățarea, în funcție de împlinirea sau neîmplinirea obiectivelor învățării. În acest sens, profesorul recurge la informația ce i-o oferă feed-back-ul, care vine pe calea conexiunii inverse. Astfel, profesorul reprojecțază, ia măsuri de ameliorare și corecție. Adoptarea acestui principiu impune profesorului un control permanent asupra modului de însușire a cunoștințelor elevilor prin teste de evaluare inițială, sumativă și finală. De asemenea

și elevii trebuie stimulați pentru a se autoevalua (cel mai bun mijloc fiind corectarea propriilor lucrări de control sau teste).

2.4. Organizarea procesului de predare – învățare a geologiei

Analiza științifică a oricărui domeniu de activitate trebuie să fie întemeiată pe teoria cea mai avansată despre domeniul respectiv și să utilizeze, potrivit cerințelor teoriei și scopului urmărit, o metodologică adecvată.

Pedagogia contemporană constată cu o anumită surprindere cât de puțin au stat obiectivele educaționale în atenția cercetătorilor, a administratorilor învățământului și a personalului didactic, cât de rar s-a plecat, în determinarea conținutului sau a tehnologiei procesului instructiv – educativ de la obiective, cât de șterse sunt obiectivele pentru profesorii foarte atenți la ceea ce predau și cum predau și mult mai preocupați de ceea ce vor să obțină și de perfecționarea activității lor pe baza rezultatelor obținute.

Unii educatori au învățat să-și autoevalueze realist propria activitate, în timp ce alții au rămas la nivelul autoevaluării spontane sau empirice. Însușirea tehnicii de elaborare a obiectivelor pedagogice este indispensabilă pentru asimilarea principiilor, a metodelor și a procedeelelor specifice didacticii moderne.

În cadrul capitolului referitor la “Organizarea procesului de predare – învățare a geologiei” vom aborda trei aspecte referitoare la:

1. Componentele procesului de învățământ;
2. Obiectivele instructiv – educative ale predării geologiei;
3. Sistemul cunoștințelor de geologie în școală.

2.4.1. Componentele procesului de învățământ.

Noțiunea de învățământ este frecvent asociată cu noțiunea de instrucție și de învățare. Prin noțiunea de învățământ se înțelege, de regulă, procesul de instruire și educare a elevilor conceput și organizat în cadrul instituțiilor școlare.

Instrucția este considerată ca modalitate de informare, de însușire a sistemului de cunoaștere, de dezvoltare a puterii de cunoaștere. De formare a priceperilor și deprinderilor la elevi. Dar noțiunea de învățământ este mai largă. Învățământul este mijlocul principal de realizare sistematică a instrucțiunii și educației elevilor. De formare a personalității. Procesul de învățământ urmărește dezvoltarea integrală a tuturor potențelor psihice ale ființei umane, în timp ce instruirea urmărește cultivarea intelectualului prin actul predării și însușirii de cunoștințe. Procesul de învățământ se extinde și asupra formării conduitei și dezvoltării afectivității. A exersării creativității și a integrării sociale a elevilor. Astfel, principalele componente ale procesului de învățământ sunt:

- a. Obiectivele instructiv – educative;

- b. Conținutul procesului de învățământ;
- c. Tehnologia didactică;
- d. Strategia didactică;
- e. Sistemul de apreciere – evaluare;
- f. Pregătirea profesorului pentru activitatea didactică.

a. Obiectivele instructiv – educative. În ultimele decenii, a apărut necesitatea formulării obiectivelor educaționale, ca verigi intermediare între scopul general al învățământului și activitatea didactică concretă. Astfel, dacă idealul educațional constituie modelul abstract al personalității, iar scopul educațional conturează proiectul de formare a personalității într-o anumită etapă istorică, obiectivele reprezintă o concretizare a scopului, adică indică cu precizie ce se așteaptă să devină copilul sau tânărul ca rezultat al procesului instructiv – educativ. Mai precis, obiectivele definesc felul în care ar trebui să se comporte elevul după ce parcurge o experiență de învățare. Între scop și obiective se realizează o legătură indisolubilă, deoarece scopul poate fi realizat numai prin obiective, iar acestea nu ar avea nici o rațiune dacă nu ar fi raportate la scop.

b. Conținutul procesului de învățământ. Cuprinde un anumit volum de bunuri culturale (științifice, tehnice, sociale, politice, estetice, morale) bunuri accesibile și imperios necesare pe care elevii trebuie să le dobândească în școală sub îndrumarea profesorului. Natura, cantitatea și structura acestui tot cultural sunt socialmente determinate și oglindesc nivelul de interes, de dezvoltare și perspectivă a unei societăți. Conținutul învățământului cuprinde și o seamă de competențe, abilități, deprinderi și atitudini ce trebuie formate la elevi prin intermediul instrucției, desfășurate diferențiat pe diferite etape școlare. Volumul, natura și structura conținutului didactic depinde de psihologia, nivelul de experiență personală și de viața spirituală a acelora cărora li se adresează.

Conținutul învățământului este stabilit în planul în planul de învățământ, în programele de învățământ și în manualele școlare.

c. Tehnologia didactică. Este definită de numeroși pedagogi ca fiind: un ansamblu de forme și metode, relații și activități, dispozitive și echipamente, cu ajutorul cărora se vehiculează conținutul de valori spirituale și materiale necesare efectuării procesului de instruire potrivit cu obiectivele educaționale urmărite. În sens larg tehnologia procesului instructiv – educativ denumește ansamblul metodelor, al mijloacelor și al modurilor de organizare a învățării din care educatorul selecționează și structurează elementele necesare proiectării, desfășurării și evaluării activității didactice în funcție de obiectivele pedagogice, de natura conținuturilor și a situațiilor de învățare.

d. Strategia didactică. Este o linie de orientare pe ansamblu și pe termen lung a procesului de învățământ, ea fiind echivalentă cu organizarea unei înălțări de situații de

învățare prin parcurgerea căroră elevul își însușește materia de învățat. Strategia didactică reprezintă concret: operația de proiectare, organizare și realizare a unei înălțări de situații de predare – învățare prin parcurgerea căroră elevul asimilează conținutul sistematizat și își formează sistemul de priceperi și deprinderi prevăzut de programa școlară. Fiecare profesor își alege strategia didactică proprie prin intermediul căreia poate atinge în mod eficient obiectivele educaționale propuse.

e. Sistemul de apreciere și evaluare. Se realizează în școală prin intermediul notelor, clasificărilor, calificativelor, etc. Aprecierea rezultatelor instructiv – educative obținute de elev înglobează atât cunoștințele cât și deprinderile, capacitățile mintale, atitudinile față de activitatea de învățare și de aplicare în practică a celor învățate. Aprecierea și evaluarea elevilor se face în spiritul unor norme și principii docimologice.

f. Pregătirea profesorului pentru activitatea didactică. Profesorul trebuie să se pregătească permanent indiferent de experiența pe care o are la catedră. Există părerea greșită că succesul profesorului în ținerea unei lecții este datorat în primul rând talentului său și nu pregătirii pentru lecție și că această pregătire ar fi rezervată profesorilor începători sau suplinitori la catedră. Este adevărat că un profesor cu aptitudini pentru această meserie poate realiza lecții mai bune decât unul fără aptitudini, dar trebuie precizat că aptitudinea nu înlocuiește pregătirea. Măiestria pedagogică poate rezulta însă din unirea acestor componente: aptitudinile și pregătirea continuă. Aptitudinea didactică se dezvoltă și se formează în cadrul activității susținute permanent și conștient. Desfășurarea unei lecții în bune condiții presupune ca profesorul să se pregătească riguros pentru ea, indiferent de vechimea pe care o are la catedră. Pregătirea unei lecții presupune un volum mare de muncă, munca începe prin studierea programei analitice a clasei la care urmează să se țină lecțiile, apoi este continuată cu cercetarea manualelor, metodicilor, a revistelor de specialitate și a unui bogat material bibliografic.

2.4.2. Obiectivele instructiv – educative ale predării geologiei.

Angajat în proiectarea științifică a lecției, profesorul trebuie să-și reprezinte în primul rând obiectivele generale urmărite prin studiul geologiei, să-i identifice scopurile generale la realizarea căroră poate contribui și lecția respectivă.

Scopurile sunt definite ca intenții ce se cer realizate, ce indică de ce se studiază și se învață un anumit obiect de învățământ, o anumită temă sau anumite cunoștințe.

În funcție de scopuri, se stabilesc apoi mijloacele, formele de organizare optime și se aleg instrumentele cele mai eficiente de evaluare.

Scopurile generale urmărite prin studierea geologiei în liceu se structurează într-un sistem complex, ca o ierarhie complexă. Ele pornesc de la achizițiile intelectuale ce implică într-o proporție foarte mare informația pentru a ajunge apoi la capacități intelectuale aflate la

nivelele superioare ale clasificărilor obiectivelor geologiei, ce indică o dezvoltare calitativă a personalității elevului. Obiectivele cognitive generale se vor însoți de obiective din domeniul afectiv și psihomotor, așa cum reiese din prezentarea de mai jos realizată pe baza programei în vigoare.

1. Însușirea și utilizarea corectă de către elevi a unor concepte și noțiuni cu care operează geologia.
2. Posibilitatea de a descrie și recunoaște, după un anumit timp, diferite tipuri de minerale și roci.
3. Capacitatea elevilor de a încadra corect, într-o anumită categorie taxonomică, un element sau un fenomen geologic.
4. Capacitatea elevilor de a stabili relațiile cauză – efect distincte în contextul elementelor, aspectelor și fenomenelor geologice propuse spre studiu.
5. Capacitatea elevilor de a deduce liniile majore de evoluție ale unor fenomene studiate.
6. Formarea la elevi a unei culturi geologice ca parte componentă a culturii generale.
7. Dezvoltarea gândirii, stimularea spiritului creator, a dorinței de cunoaștere, formarea unor deprinderi și priceperi utile prin activități de observare și analiză, efectuarea unor măsurători, citirea și interpretarea hărților și poștelor geologice, etc.

În scopurile general urmărite prin studiul geologiei se includ și obiectivele generale la realizarea cărora contribuie de altfel toate disciplinele școlare.

Geologia poate contribui la dezvoltarea personalității prin stimularea și exersarea următoarelor calități intelectuale ale elevilor:

- spiritul de observație;
- memoria și imaginația;
- judecare și gândirea, concretizarea prin interpretarea fenomenelor și aspectelor naturale prin prisma legilor și principiilor geologiei.

Dezvoltarea gândirii geologice implică exersarea elevilor în analiza, compararea și ordonarea noțiunilor astfel încât ei să descopere raporturile existente între elemente și fenomene.

Elevii trebuie orientați spre a identifica și recunoaște, spre a face diferite corelații logice între cauzele și efectele care au determinat apariția unor fenomene geologice caracteristice unei anumite zone ale globului sau pentru o anumită perioadă de timp; sau spre a identifica toate categoriile de forțe fizice, naturale, care au dus la apariția unui fenomen.

Studiile de pedagogie contemporană arată că definirea obiectivelor generale, numai sub formă de scopuri nu este suficientă. Este necesară precizarea obiectivelor care descriu modificarea pe care o dorim, ce indică precis ceea ce va fi capabil elevul să facă la sfârșitul unei lecții sau a unui grup de lecții.

În afara obiectivelor generale, pe clase, teme, capitole, lecții, în proiectarea activității didactice mai intervin două categorii de obiective. Prima se referă la obiective pe domenii comportamentale care se pot grupa la rândul lor în obiective cognitive, afective și psihomotorii. Obiectivele comportamentale acoperă întreaga arie a activității de învățare completă, deoarece, prin realizarea lor, elevii capătă diferite deprinderi psihomotorii, își formează unele capacități intelectuale și își educă propriul lor sistem de valori.

A doua categorie este reprezentată de obiectivele operaționale care trebuie să indice ce anume așteaptă profesorul ca elevul să știe să facă la sfârșitul activității.

Aceste obiective se formulează utilizându-se verbe de acțiune (vom exemplifica prin operaționalizarea obiectivelor pentru capitolul Elementele de mineralogie).

La sfârșitul activității, elevii trebuie să fie capabili:

- să definească corect: motivul, șirul reticular, planele reticulare, celula reticulară, sistemul de cristalizare, etc.;
- să explice cum se obține șirul reticular, planele reticulare, etc.;
- să precizeze elementele unei rețele;
- să stabilească cum se poate determina simetria unui cristal;
- să efectueze recunoașterea unor minerale;
- să intuiască corect apartenența unor minerale la un anumit sistem de cristalizare;
- să clasifice corect mineralele din eșantioanele prezentate;
- să descrie proprietățile mineralelor prezentate;
- să facă corelații între proprietățile mineralelor din eșantioane și legăturile de rețea;
- să denumească corect mineralele incluse în clasa elementelor native, clasa sulfuri, clasa oxizi – hidroxizi, clasa halogenuri, clasa carbonați, clasa sulfati, clasa fosfați, clasa silicați;
- să indice corect pe hartă principalele apariții în România a mineralelor studiate; etc.

Obiectivele specifice vizează la clasa a XI-a și a XII-a atât la liceele teoretice, cât și cele de profil, aspectele care se referă la:

- cunoașterea și asimilarea unor cunoștințe referitoare la rețeaua cristalină, legăturile de rețea, sistemele cristalografice, sistematica rocilor și a mineralelor, evoluția paleobotanică și paleobiologică în general, sistematica plantelor și animalelor, unitățile din România în care sunt zăcăminte de hidrocarburi, principalele bazine carbonifere și gazeifere de pe glob, calculul rezervelor de hidrocarburi, cercetarea complexă a zăcămintelor de hidrocarburi, evoluția și structura geologică a pământului românesc, etc.;
- lărgirea sferei noțiunilor de geologie învățate în anii anteriori în cadrul altor discipline (fizică, chimie, geografie, etc.);
- caracteristicile proceselor de fosilizare, sedimentare, bituminizare, etc.;
- elementele esențiale ce privesc geneza diferitelor tipuri de roci: magmatice, metamorfice și sedimentare;
- noțiuni ce privesc: dinamica scoarței terestre, evoluția sa paleogeografică, prospecțiunea geologică și explorarea, etc.;
- citirea și interpretarea hărților și a diferitelor grafice și diagrame din manuale sau chiar construcția acestora în urma lucrărilor practice;
- corelarea evenimentelor geologice trecute cu evenimentele actuale și eventualele prognoze pentru evoluția în timp;
- înțelegerea raporturilor dintre structura geologică și acumularea de substanțe minerale utile, etc.

Trebuie precizat că formularea obiectivelor specifice fiecărei teme, lecții, etc., trebuie făcută clar și concis în proiectul didactic.

De asemenea, pentru a capta atenția și a stârni curiozitatea elevilor la începutul lecției, li se vor anunța acestora principalele probleme ce vor fi studiate și ce anume vor învăța ei să facă sau ce cunoștințe noi vor căpăta în cadrul lecției respective.

Stabilirea obiectivelor fiecărei lecții se face de către profesor, diferențiat, pentru fiecare clasă în parte. Numai profesorul, cunoscând particularitățile clasei la care predă, poate eșalona obiectivele pe care și le propune pentru fiecare lecție în parte, în așa fel încât, la sfârșit, să atingă în condiții optime obiectivele prevăzute de programa școlară. Astfel, formularea obiectivelor din cadrul acestui capitol are doar un caracter orientativ.

Pe baza definirii obiectivelor lecției, profesorul selectează conținutul și evidențiază noțiunile asupra cărora va trebui să insiste. În cele din urmă trece la stabilirea formelor de organizare a procesului de învățământ, la selectarea metodelor, procedeele și mijloacelor pe care le va utiliza în comunicarea și evaluarea cunoștințelor.

2.5. Metodele de învățământ și integrarea lor în lecțiile de geologie.

Experiența didactică confirmă faptul că procesul de învățământ se realizează efectiv prin intermediul metodelor, tehnicilor, procedeelor și mijloacelor didactice.

Metoda este folosită de profesor și elev în procesul de instruire și educare și poate fi definită sintetic astfel: ”metoda reprezintă calea utilizată de profesor și elev pentru transmiterea și dobândirea unui sistem de cunoștințe științifice, priceperi și deprinderi, în vederea formării personalității elevilor”.

Metoda didactică se schimbă și se dezvoltă în raport direct cu conținutul, organizarea și desfășurarea procesului de învățământ și nivelul de pregătire a cadrelor didactice. În școala contemporană se folosesc “metodele noi care – după cum precizează Jean Piaget (1972) – sunt cele care țin seama de natura proprie a copilului și fac apel la legile dezvoltării lui”.

Procedeele folosite în învățământ nu pot fi confundate cu metodele, deoarece acestea constituie părți componente ale metodelor sau aspecte particulare ale acestora. De exemplu, în cadrul metodei explicației se pot folosi diferite procedee didactice, ca: notarea pe tablă, căutarea unor termeni de specialitate în dicționar, folosirea comparațiilor, prezentarea unor eșantioane sau piese dintr-un aparat sau dintr-o instalație, verificarea reciprocă de către elev a lucrărilor scrise, ilustrarea prin intermediul unor secvențe vizuale sau auditive, etc. Raportând procedeele la metode se constată că procedeele sunt noțiuni subordonate față de metode.

Formulări incorecte se întâlnesc mai frecvent în cadrul mijloacelor didactice, care adesea sunt înlocuite cu metodele didactice, sau acestea din urmă sunt explicate prin terminologia de mijloace.

Deși nu este atât de simplu de a separa cele două noțiuni, trebuie să reținem faptul că prin “mijloace de învățământ “ se înțelege: “ansamblu de auxiliare atât tradiționale cât și moderne, folosite de profesori și elevi în transmiterea și dobândirea noilor cunoștințe, priceperi și deprinderi în procesul de învățământ (Istrate, Anastasie, 1976) Din acestea fac parte: -

materiale didactice tradiționale (harta, tabloul, ilustrația, diagrama, desenul);

- mijloace tehnice audio – vizuale:

- audio – emisiunea radiofonică, înregistrările pe disc sau pe benzi de magnetofon;
- video – diapozitive, diafilme, filmele mute, proiecții de pe suporturi opace;
- audio – vizuale – filmele, emisiunile televizate, montajele audio – vizuale.

Între metode, procedee și mijloace didactice există o strânsă interdependență și intercondiționare: unele fără altele nu pot fi utilizate în procesul de învățământ. Nu putem folosi metoda demonstrației fără a preciza mijloacele și procedeele prin care se explică: de exemplu rețeaua cristalină a mineralelor din sistemul cubic, alcătuirea rocilor, unele proprietăți fizico-

mecanice sau fizico – chimice ale rocilor, etc. În asemenea cazuri, demonstrația reprezintă metoda de transmitere și dobândire a noilor cunoștințe, mijloacele sunt mulaje (pentru rețeaua cristalină), eşantioanele de roci, substanțele chimice, instalațiile pentru determinarea durtății, greutatei specifice, permeabilității, etc., microscopul, diapozitivele, etc., iar procedeele se referă la notarea pe tablă și caiete, observarea, analiza, compararea, intuirea diapozitivelor, a mulajelor, etc.

Metodele, procedeele și mijloacele didactice trebuie concepute ca un tot unitar, ce constituie o strategie didactică în formarea personalității elevilor. Între metodele pedagogice și principiile didactice există o legătură indisolubilă, fapt demonstrat și confirmat în timp de practica pedagogică. Astfel, profesorul cunoaște metodele și principiile didactice, cunoaște valoarea lor formativă și se sprijină pe ele în formarea priceperilor și deprinderilor de muncă, în predarea cunoștințelor, iar elevul, deși nu le cunoaște, beneficiază de valoarea lor în dobândirea noilor cunoștințe, priceperi și deprinderi sau în consolidarea și aplicarea acestora în practică.

Metodele didactice sunt căi prin intermediul cărora se organizează și se desfășoară procesul de învățământ. DE aceea, principiile sunt premergătoare metodelor. Ele călăuzesc oarecum drumul sau calea, cu sau fără asperități a metodelor ce se folosesc în procesul didactic. Principiile de învățământ rămân aceleași, indiferent de metodele utilizate în predarea cunoștințelor. Ele iau forme diferite în funcție de particularitățile de vârstă ale elevilor, de conținutul obiectului de învățământ și de scopul urmărit într-o anumită etapă a educării elevilor.

Principiile și metodele didactice trebuie privite și folosite în interdependența și intercondiționarea lor, care asigură pregătirea calitativă a tineretului școlar.

În prezentarea metodelor utilizate în lecțiile de geologie, vom ține cont de caracterul lor informativ și formativ, dar și de cel participativ sau neparticipativ . Astfel vom clasifica metodele de predare în felul următor:

- informativ – neparticipative: prelegerea școlară și explicația (la clasele mici se utilizează și povestirea);
- informativ – participative: prelegerea, dezbaterea, conversația euristică, demonstrația, observația independentă, studiul de caz, metode de simulare;
- formativ – neparticipative: algoritmizarea, instruirea programată;
- formativ – participative: învățarea prin descoperire, exercițiile, problematizarea, modelarea, brainstormingul (asaltul de idei), lucrările de laborator, munca cu manualul.

2.5.1. Metode de predare informativ - neparticipative

a) Prelegerea școlară Poate fi utilizat cu reale rezultate pentru predarea anumitor cunoștințe la clasele terminale în liceu. Astfel lecțiile introductive, de la începutul anului, trimestrului sau a capitolelor se pot transforma în veritabile prelegeri.

De exemplu, prelegerea poate fi utilizată în prezentarea temei care vizează: Obiectul geologiei și domeniile sale; Cercetarea geologică; Întemeietorii geologiei în România la clasa a XI-a; Introducerea în studiul Geologiei petrolului la clasa XI-a licee de specialitate; Probleme generale de protecție a muncii și de prevenire și stingere a incendiilor, etc.

Prelegerea poate fi prezentată după comunicarea orală sau scrisă a planului de expunere și este însoțită de materialele didactice semnificative temei, ca: hărți, proiecții, grafice, etc.

Practica didactică confirmă faptul că ea poate fi activizantă, are virtuți formative, asigurând o modalitate eficientă de lucru în învățământ.

b) Explicația. Este forma orală a profesorului în care se prezintă elementele descriptive, se dezvoltă conținutul principiilor teoretice, se asigură argumentarea rațională. Ea poate fi utilizată în predarea tuturor noțiunilor de geologie, fiind însoțită aproape de fiecare dată, de material didactic ilustrativ, dicționar, atlase, etc. Pentru activizarea elevilor, explicația poate fi dublată de adresarea unor întrebări cu scopul de a sigura și mai mult claritatea și conștientizarea faptelor și fenomenelor. De multe ori, profesorul trebuie să adreseze întrebări stimulante pentru ca elevul să intervină cu explicații convingătoare, mai ales când acesta a asistat la demonstrarea unui principiu, la producerea unui fenomen, la efectuarea unei analize, etc.

2.5.2. Metode de predare informativ – participative.

a) Prelegerea dezbateri. Este utilizată în special la clasele mari și în învățământul superior. În cadrul acestei metode, transferul de informații se realizează între profesor și elevi, principalul obiectiv al acestei metode constă în folosirea cât mai completă a experienței și a capacității fiecărui participant de a analiza, clasifica, înțelege și rezolva problema pusă în discuție. Fazele de realizare a unei prelegeri dezbateri pot fi:

1. introducerea și delimitarea subiectului;
2. canalizarea și controlul discuțiilor prin intermediul unor întrebări judicioase alese și corespunzător plasate;
3. interpretarea și formularea de către participanți a unor concluzii intermediare mai întâi și apoi formularea unor concluzii finale, acceptate de majoritatea participanților.

b) Conversația euristică. (gr. Heurisko = “a descoperi”, “a afla”) Este folosită atunci când elevii stăpânesc o serie de informații legate de subiectul pus în discuție. Pe baza acestei conversații, elevii reușesc să aibă o privire de ansamblu asupra subiectului, fenomenului discutat și fac noi conexiuni între obiecte, acțiuni, fenomene. Întrebările trebuie astfel formulate încât ele să nu aibă un caracter închis și nici să nu solicite un răspuns prea scurt. De exemplu, este de preferat întrebarea: Care sunt caracteristicile rocilor sedimentare? în locul unei suite de întrebări de genul: Care este textura rocilor sedimentare? Care sunt principalii

compenți ai rocilor sedimentare? Care sunt principalele familii de roci sedimentare? etc. În primul caz, elevul va avea o privire de ansamblu asupra problemei pe care va trebui să o trateze, fiind nevoit să facă o caracterizare amplă a rocilor sedimentare și să realizeze o seamă de asociații între noțiunile învățate. În cel de al doilea caz, elevul se va achita rapid de obligația precizată de profesor și dacă i se mai adresează o întrebare, răspunde din nou, dar nu se va forma pentru asigurarea unei dezbateri calitative. Prin această conversație de tip euristic, elevul participă efectiv la descoperirea adevărurilor printr-o activitate de documentare, de experimentare, de cercetare, etc.

c) Demonstrația. Este o metodă intuitivă ce face parte din metodele tradiționale. Caracteristic pentru această metodă este utilizarea în cadrul ei a unor procedee tradiționale, dar și a unor procedee moderne.

Dintre procedeele tradiționale menționăm:

- demonstrarea cu ajutorul obiectelor din natură (eșantioane de roci, fosile, minerale, etc.) a fenomenelor și proceselor naturale;
- demonstrarea cu ajutorul materialului didactic conservat sau confecționat (tablouri, grafice, mulaje, planșe, hărți, diagrame, etc.);
- demonstrarea cu ajutorul desenelor executate pe tablă de către profesor, utilizând în mod expres procedeul cromatizării;
- demonstrarea prin intermediul experiențelor în laborator (determinarea proprietăților fizice ale rocilor – duritate, greutate specifică, etc.) de către profesor.

Pe lângă aceste procedee de demonstrare care sunt importante și activizatoare, sunt procedee moderne care au fost incluse în învățământ datorită introducerii tehnicii în cadrul procesului didactic și a unor variante mai dinamizante și mai accesibile elevilor. Acestea sunt:

- demonstrarea cu mijloace tehnice audio – vizuale, diapozitive, filme, emisiuni de televiziune, etc.) cu condiția ca acestea să nu substituie observarea nemijlocită asupra obiectelor și fenomenelor din natură;
- demonstrarea elevului, este cea mai activă și ne convinge dacă acesta stăpânește sau nu informațiile și deprinderile cerute de programă. După ce elevul și-a însușit sistemul de lucru în laborator pentru a face anumite determinări, sau cel de lucru în teren să fie pus în situația de a lucra efectiv și de a se convinge pe el, dar și pe ceilalți, de autenticitatea faptelor și fenomenelor (de exemplu, elevii pot fi puși în situația de a întocmi un studiu de explorare sau un studiu geologic pe baza datelor obținute de ei în aplicațiile didactice de teren, etc.);

- demonstrarea cu ajutorul jocurilor didactice – este utilizată la majoritatea obiectelor de învățământ (jocuri de tipul “Cine știe câștigă, jocuri de perspicacitate, curiozități geologice, animale și plante dispărute, etc.)

d. Observația independentă. Observația este utilizată de om de la naștere și până în ultima clipă a vieții sale. I. P. Pavlov arată despre această metodă: “Atunci când experimentați, studiați și observați, căutați să nu rămâneți la suprafața faptelor. Nu vă transformați în înregistratori de fapte. Căutați să pătrundeți misterul genezei lor. Căutați cu insistență legile care le conduc. “

Observația poate îmbrăca mai multe forme. O primă formă este observația liberă, când elevul alege din natură și societate ceea ce-l interesează mai mult.

O a doua formă este observația independentă, când elevul filtrează cele observate prin filtrul propriei gândiri, asigurându-se astfel o participare efectivă a elevului la acumularea cunoștințelor.

A treia formă este observația dirijată de către profesor și ea are un caracter sistematic, vizează un anumit scop și-l introduce pe elev în tainele cercetării.

e. Metoda studiului de caz. Este o metodă de dată relativ recentă introdusă în învățământ. Ea are un caracter activ, angajând plenar pe elevii la cercetarea unei probleme fundamentale. Metoda este rar utilizată în învățământ și atunci, cu elevii claselor mai mari sau cu studenții.

Metoda constă în studierea nemijlocită a unei situații reale cunoscută mai puțin, ce urmează a fi cercetată profund din mai multe puncte de vedere, pentru elucidarea totală a problemelor pe care le ridică. Din acest punct de vedere se apropie mult de problematizare pentru că și în acest caz apare o situație conflictuală ce se impune a fi rezolvată. În cadrul problematizării ponderea efortului intelectual este îndreptată spre dobândirea de noi cunoștințe, pe când în cadrul studiului de caz se urmărește mai ales aplicarea creatoare a unei experiențe acumulate anterior.

Studiul de caz se poate referi la aspectele pozitive ale unei situații sau probleme, cât și la cele negative.

De exemplu, pot fi luate în cercetare subiecte ca: “Studiul tehnico-geologic al unor probe de roci din orizontul local și utilizarea lor în construcții”, “Cauzele care determină instabilitatea versanților din zonă.”, etc.

După ce se constată aceste teme, dar și multe altele, care se încadrează în această metodă impun un studiu aprofundat, căutarea unor metode și procedee adecvate conținutului lor, căutarea unor variante de soluționare, etc., introducându-i pe elevi în problemele specifice cercetării și aplicării cunoștințelor în practică.

Metoda studiului de caz poate fi utilizată în următoarele variante:

1. *Metoda situației.* Se prezintă integral informațiile referitoare la subiectul luat în discuție. Această metodă este utilizată la începutul introducerii elevilor în metoda studiului de caz.
2. *Studiul analitic al cazului.* Constă în prezentarea completă a cazului și redarea parțială a informațiilor pentru rezolvarea sa. Aceasta presupune că elevii cunosc tehnica de lucru și au posibilitatea aplicării ei în diferite cazuri.
3. *Prezentarea sarcinilor concrete.* Pentru rezolvarea unor cazuri speciale, fără ca subiecții să beneficieze de informațiile corespunzătoare rezolvării problemei. În această variantă subiecții singuri trebuie să depună eforturi corespunzătoare pentru a rezolva situația dată.

Practica didactică confirmă posibilitatea utilizării acestei metode pe grupe, pe clase sau individ. Oricare ar fi tehnica, se impune ca în final să fie valorificate eforturile depuse prin: prezentarea rezultatelor, confruntarea unor opinii, extragerea concluziilor de rigoare în vederea stimulării muncii subiecților respectivi.

f. Metode de simulare. În învățământ nu întotdeauna se pot asimila cunoștințele sau esențele anumitor acțiuni în mod nemijlocit. Unele dintre ele nici nu se pot intui, fiindcă se declanșează în anumite condiții inaccesibile omului (exemplu: formarea munților de încrețire, a pânzelor de șariaj, deriva continentelor, producerea cutremurelor de pământ, etc.). De aceea se utilizează metode de simulare. Prin acestea se realizează de altfel un proces de imitare sau de reproducere fidelă, dar artificială a unor fenomene, principii, legi, etc. Care au loc în natură sau societate.

Dintre metodele de simulare fac parte:

1. *Metoda jocurilor.* Constituie o cale sigură și eficace de activizare a elevilor în special în ciclul primar și gimnazial. Jocurile pot avea valențe informative, dar și formative. Există jocuri: logice, cu roluri, de competiție (de tip “Cine știe câștigă” sau “Robingo”). Se impune cunoașterea temeinică a jocurilor, a regulilor lor, selectarea celor potrivite cu posibilitățile de interpretare a elevilor, supravegherea și valorificarea lor în funcție de rezultatele obținute.
2. *Dramatizarea.* Se utilizează mai puțin în învățământ. Are aplicație în clasele primare în orele de limba română când se interpretează textul pe roluri.
3. *Învățarea pe simulatoare (metoda simulării).* Introduce elevii direct în lumea tehnicii, a mașinilor și instalațiilor complexe unde își pot aduce maximum de randament. Simulatoarele sunt sisteme tehnice artificiale, analoage cu sistemele originale, care-și păstrează structurile și funcțiile modelelor naturale. Pentru utilizarea simulatoarelor se impune asigurarea informațiilor de specialitate. Modul de funcționare al acestora, piesele din care se compun și

funcționalitatea lor, cunoașterea măsurilor de protecție a muncii și respectarea în întregime a acestora, respectându-se cu fermitate disciplina de muncă.

2.5.3. Metode de predare formativ – neparticipative.

a) Algoritmizarea.

Algoritmul reprezintă un sistem de norme, de operații, de reguli, care aplicat la orice problemă dintr-un anumit domeniu, duce la rezolvarea ei, cu alte cuvinte, programul conform căruia operează gândirea pentru a rezolva un anumit tip de probleme.

Algoritmii întâlniți în geologie: recunoașterea unei fosile, a unui mineral, a unei roci, a unei structuri cutate, faliat, etc.

Însușirea diferitelor categorii de algoritmi de către elevi, contribuie la formarea deprinderilor intelectuale și la dezvoltarea gândirii creatoare, independente. Prin utilizarea algoritmilor se economisește o bună parte din efortul ce trebuie depus în activitatea intelectuală.

b) Instruirea programată.

Despre această metodă se poate vorbi din 1954, când B. F. Skinner prezintă studiul “Știința învățării și arta predării” în care tratează problemele instruirii programate și descrie o mașină de instruire care funcționează după principiile programării.

Experiențele din domeniul învățământului programat au conturat două tipuri de programare:

1. Programare lineară (programare de tip Skinner)

2. programare ramificată (programare de tip Crowder)

1. *În programarea lineară*, , secvențele de învățare sunt foarte scurte și întrebările sunt ușoare dând posibilitate elevului să elimine erorile, să învețe singur. În ritmul său și să obțină rezultate bune. Schema programării lineare este următoarea:

- Informarea elevului (secvența A). Ex. Mineralogia este știința despre minerale, prin mineral înțelegându-se o substanță omogenă, formată pe cale naturală cu compoziție chimică definită;
- Tema de rezolvat (întrebarea, exercițiul). Exemplu: Cum definești mineralul ?;
- Formularea răspunsului. Exemplu: mineralul este o substanță omogenă, naturală, cu o compoziție chimică definită.
- Compararea răspunsului obținut cu răspunsul dat de manual sau mașină (deci cunoașterea imediată a rezultatului);
- Informația următoare (secvența B).

Mașina sau manualul utilizat în acest caz nu permit trecerea la următoarea secvență până ce nu se obține răspunsul corect.

2. *Programarea ramificată* seamănă oarecum cu cea lineară dar secvențele sunt mai lungi și mai detaliate, iar în loc de formularea răspunsului elevul este obligat să aleagă. Atunci când răspunsul nu este corect, se pun întrebări suplimentare care ajută elevul la aflarea răspunsului corect. În programarea de tip linear, reacția de alegere a răspunsului cuprinde și erori care apoi sunt eliminate. Învățământul programat oferă posibilitățile creșterii simțitoare a eficienței procesului de învățământ, datorită programării și realizării unui control eficient asupra modului în care sunt însușite cunoștințele, priceperile și deprinderile, precum și datorită individualizării procesului de instruire.

2.5.4. Metode de predare formativ – participative.

a). Învățarea prin descoperire.

A descoperii înseamnă a afla ceva nou, a stabili noi relații într-un anumit domeniu de activitate.

Descoperirile pot fi clasificate astfel:

- *descoperiri spontane.* Pot fi realizate de orice om, indiferent de vârstă sau pregătire. Ele se produc cu totul întâmplător și nu necesită investigații științifice anterioare (exemplu: descoperirea peșterii Urșilor din Munții Apuseni);
- *descoperiri științifice.* Se realizează în general de către oameni pregătiți special. Ele pot dura mai mulți ani sau perioade scurte de timp, până se confirmă ipoteza de lucru (exemplu: descoperirea structurilor în cute diapire și descoperirea pentru prima dată a acestor tipuri de cute de către L. Mrazec, etc.);
- *descoperirile de tip didactic.* În învățământ acest termen nu este cel mai fericit ales, deoarece elevul nu descoperă ceva nou, ci asimilează, face cunoștință cu noile informații care sunt deja cunoscute de știință, tehnică, cultură. Practic, elevul redescoperă cunoștințele prezentate într-un sistem în cadrul fiecărui obiect de învățământ.

Metoda descoperirii poate fi definită mai degrabă nu ca o metodă de învățământ, ci ca o temă de lucru, la care elevul este antrenat și se angajează în activitatea didactică, cu scopul aflării adevărului. Rolul principal, în acest context, îl are elevul: el muncește, este activ, redescoperă cunoștințele, faptele, evenimentele, principiile, legile. G. Polya menționează că a descoperi înseamnă “ a găsi o soluție, o legătură între lucruri (obiecte) sau idei până atunci separate, între obiectele pe care le avem și obiectele pe care le dorim, între date și necunoscută, între ipoteză și concluzie”.

J. A. Comenius precizează că oamenii nu trebuie “să devină înțelepți din cărți, ci din studierea cerului și pământului, a stejarilor și a fagilor, adică ei trebuie să cunoască și să examineze lucrurile prin ei înșiși, iar nu numai după observații și mărturisiri străine”, iar J. JH. Rousseau, la rândul său, referindu-se la rolul profesorului din acest punct de vedere, arată: “Apropie-l de probleme și lasă-l să răspundă singur, ...să nu învețe știința, ci s-o găsească”.

Descoperirea are un caracter formativ – participativ, deoarece:

- dezvoltă spiritul de observare la elevi;
- dezvoltă procesele psihice și calitățile acestora (percepția, reprezentarea, memoria, gândirea, limbajul, imaginație, etc.);
- dezvoltă calitățile de voință;
- cultivă sentimentele de respect față de știință, tehnică, cultură și față de reprezentanții acestora pe plan național și mondial;
- îi introduce pe elevi în tehnica cercetării;
- înarmează elevii cu diverse metode, procedee și forme de activitate proprii cercetării științifice;
- elevii își formează deprinderi de a lucra cu aparate, mijloace, instalații, de a utiliza dicționarele, enciclopediile, de a se documenta, etc.;

Descoperirea în învățământ este dirijată, în sensul că profesorul este acela care conduce elevii pentru aflarea noutăților. Astfel, el pregătește elevii până la anumit nivel, când aceștia să aibă posibilitatea, dar și satisfacția de a descoperi ceea ce știința și tehnica au clasificat deja mi înainte.

b) Exercițiile.

Reprezintă executarea unei acțiuni în mod conștient și repetat cu scopul formării unor deprinderi. Ele solicită atât efort intelectual cât și efort fizic.

Înainte de formarea unor deprinderi specifice muncii respective (exemplu: cartarea unor galerii sau întocmirea unor hărți și profile geologice, întocmirea unor rapoarte geologo – tehnice, etc.) elevul reușește să “exerseze”, să efectueze unele operații mai mult pe bază de imitație, făcând și unele acțiuni de prisos și de multe ori ajungând pe căi ocolite la scopul urmărit. De aici decurge și rolul școlii care trebuie să-i asigure elevului temeinice deprinderi și obișnuințe pentru îndeplinirea unor sarcini.

Deprinderile reprezintă componente automatizate ale activității. Ele se realizează prin exersarea repetată și se bazează pe stereotipuri dinamice sau funcționale.

În general, putem preciza că, pentru formarea deprinderilor, sunt necesare următoarele etape:

1. orientarea și familiarizarea elevului cu imaginea globală a acțiunii, care se realizează prin intermediul demonstrării, explicației sau instructajului;

2. învățarea analitică a operației de executat;
3. etapa analitico – sintetică de organizare și sistematizare a elementelor acțiunii, etapă în care se sesizează erorile, se înlătură eforturile inutile;
4. etapa sistematizării deprinderii prin selecția continuă și eliminarea progresivă a legăturilor defectuoase.

Deprinderile, odată formate, dispun de o mare stabilitate. De aceea se impune de la început să se formeze deprinderi temeinice de muncă intelectuală și fizică pentru a ușura procesul de învățare, deoarece este mult mai ușor să înveți pe cineva cava, decât să-l reeduci sau să-l reinstruiești.

Deprinderile sunt în strânsă legătură cu priceperile și obișnuințele. Priceperea reprezintă ușurința subiectului de a executa o acțiune într-un timp foarte scurt și cu eficiență maximă.

Obișnuințele reprezintă tot componente automatizate, dar superioare deprinderilor. Prin deprinderi se constată că elevul realizează o anumită acțiune la un îndemn, a unui interes, pe când obișnuințele se realizează dintr-o necesitate interioară.

Exercițiile au o importanță deosebită în învățământ, deoarece:

- consolidează cunoștințele și deprinderile însușite anterior, ceea ce duce la păstrarea acestora pe o perioadă lungă de timp, la înlăturarea uitării, evitarea confuziilor;
- asigură asimilarea de noi cunoștințe și deprinderi dând posibilitatea elevului să se orienteze mai repede și mai ușor în viață;
- edifică elevii asupra regulilor, definițiilor, teoremelor, principiilor, legilor dobândite în cadrul procesului de învățământ;
- contribuie la dezvoltarea proceselor intelectuale și în special a calităților acestora: emotivitatea, originalitatea, spiritul de inițiativă, perseverență, cutezanță, etc.;
- constituie mijlocul esențial de creștere a randamentului școlar și implicit de pregătire calitativă a elevului;
- facilitează posibilitățile de transfer a cunoștințelor și comportamentelor însușite.

După cum ne confirmă practica didactică, exercițiile se realizează pe bază de modele și cu cât acestea sunt mai clare și mai corect prezentate de profesor și intuite de elevi, cu atât activitatea devine mai eficientă.

c. Problematizarea.

Problematizarea constituie o nouă modalitate de lucru care angajează elevul în mare măsură la dobândirea noilor cunoștințe. Prin ea se înțelege “învățarea care constă în mare

măsură în rezolvarea independentă a problemelor practice și teoretice de către cel ce învață”, precizează Vincenty Okon (1978).

Problematizarea reprezintă acea modalitate de lucru care provoacă în mintea elevilor o situație conflictuală între necesitatea rezolvării unei probleme și caracterul nesatisfăcător al cunoștințelor și tehnicilor de lucru stăpânite de elevi la un moment dat și de care se servesc pentru a descoperi soluțiile acestor situații conflictuale.

Problema reprezintă o activitate practico – teoretică care se rezolvă pe baza cunoștințelor însușite anterior și stimulează inițiativa elevilor pentru a descoperii noi cunoștințe. Cu alte cuvinte, problema didactică se bazează pe un fond de cunoștințe cunoscut, dar include și o necunoscută ce trebuie descoperită.

Obiectivele spre rezolvarea cărora este orientat procesul de predare – învățare al unui obiect de învățământ dictează ponderea problematizării în ansamblul metodelor de învățământ. Dar la nivelul întregului proces de predare – învățare în care sunt implicați elevii pe parcursul școlarizării, creșterea ponderii problematizării, generalizarea ei în realizarea unor secvențe de instruire se impune drept o necesitate, o condiție sine-qua-non pentru realizarea unui învățământ formativ eficient. Argumentele care justifică această necesitate se referă la rolul deosebit pe care-l joacă problematizarea pe de o parte la dezvoltarea gândirii elevilor și dobândirea de noi achiziții, iar pe de altă parte în crearea și menținerea motivației interne a învățării.

Jean Piaget (1974), în lucrarea sa “Psihologia inteligenței”, demonstrează că orice problemă anticipează o operație de efectuat, conține o schemă de anticipare, un proiect de acțiune sau operații pe care elevul trebuie să-l aplice unui obiect (dat de problemă) însă neclarificat, nesituat în spațiu, neexplicat (ceea ce cere problema). Fiecare problemă este, în mod necesar, în funcție de o operație, așa cum reiese din următoarele exemple:

1. “Ce reprezintă această imagine?”. Soluționarea problemei solicită identificarea sau clarificarea unui fenomen geologic (structuri cutate, sisteme de cristalizare, epoci geologice, etc.);
2. “În care din cele două imagini este reprezentată răspândirea ghețarilor în Europa în Cuaternar?”. Problema solicită o identificare și o comparare;
3. “Cum se explică structura șistuoasă a majorității rocilor metamorfice în comparație cu structura masivă a rocilor granitice?”. Această problemă solicită o comparație în scopul evidențierii diferențelor și echivalențelor și o explicație;
4. “Cum se explică suprafața mare ocupată de rocile magmatice și metamorfice din Carpații Meridionali?”. Problema solicită o explicație, stabilirea cauzelor unei situații geologice observabile;

5. “În ce scop și cu ce efect se întreprind cercetările vulcanologice ce se desfășoară în condiții atât de periculoase?”

Rezolvarea fiecărei probleme de genul celor prezentate mai sus reprezintă de fapt realizarea proiectului operației de identificare, clasificare, explicare, implicate de problemă, antrenarea, dezvoltarea și consolidarea acestor operații, a calității gândirii care a permis rezolvarea problemei.

Prin contribuția la formarea, antrenarea și dezvoltarea acestor operații intelectuale, problematizarea participă atât la realizarea sarcinilor specifice ale predării geologiei cât și la dezvoltarea intelectuală generală a elevului.

Geologia este un obiect de învățământ care solicită prin excelență folosirea problematizării și poate beneficia pe deplin de această metodă pentru creșterea valorii sale formative și educative, pentru ridicarea eficienței întregului proces de învățământ.

Noțiunile de geologie au un caracter sintetic și dinamic, reflectând structura complexă a oricărui fapt geologic în conținutul căruia se recunosc două feluri de elemente: acela care se regăsește în toate fenomenele de aceeași origine, deci elementele faptului oarecum brut, și acela pe care le-a achiziționat în contact cu alți factori ai mediului sau ai combinației din care face parte.

A gândi geologic, obiectiv esențial al studierii geologiei în școală, înseamnă de fapt a descoperi interdependența reciprocă a părților din complexul geologic, caracterul complementar al condițiilor și proceselor de pe Terra.

Realizarea obiectivelor care se află la nivelele de bază ale taxonomiilor (cunoașterea informațiilor, a faptelor, a clasificărilor) este facilitată de studiul problemelor geologice prin problematizare. Este un fapt psihologic demonstrat că orice informație se reține mai ușor dacă este încadrată într-o structură. Dar, problematizarea propune o structurare a achizițiilor inclusiv a informațiilor, angajarea elevilor în găsirea unei informații ce lipsește din structura problemei cerută de întrebare.

d. Modelarea.

Reprezintă o altă direcție metodologică de mare eficiență în acțiunea formativă a procesului de învățământ, în care modelul constituie mijlocul principal de dobândire a informațiilor. Modelarea trebuie privită din două unghiuri de vedere:

- 1. cu caracter informațional practic și
- 2. cu caracter prospectiv.

1. În învățământ, elevii au nevoie de diferite modele pentru aș-i putea însuși informațiile respective și deprinderile de muncă intelectuală și fizică. Astfel, modelele de a executa o hartă geologică, de a executa un profil, de a realiza o măsurătoare de strat, etc. Intervin în activitatea elevului la orele de geologie. Modelele sunt foarte mult solicitate nu numai în

învățământ, ci în toate domeniile de activitate. În acest sens, Petrache Poenaru (1960), preciza: “Modelele, mai ales cele în relief sunt absolut necesare pentru ca învățătura să dea roadele cele mai bune”.

Modelele didactice sunt ceva mai simple decât originalele acestora, dar pe baza analogiei lor cu originalele servesc ca mijloace de studiu a obiectelor, aparatelor sau instalațiilor respective.

2. Omul are nevoie nu numai de modele ce pot fi realizate în serie și prezentate pentru învățământ. El caută permanent noi modele, noi prototipuri pe care le îmbunătățește de la o etapă la alta. Astfel, la modelul inițial, el a mai adăugat ceva, modelul devenind mai accesibil, mai util și mai bun. După cum precizează Pavel Apostol (1970) “optimizarea procesului de învățământ se poate realiza prin dezvoltarea capacității de a construi modele, de a le manipula cu ușurință”.

Modelele îndeplinesc următoarele funcții:

- funcția ilustrativă, când profesorul are obligația de a prezenta un obiect, un fenomen, de a demonstra o teoremă, o lege, un principiu. Planșa utilizată poate demonstra:
 - principiul intersecției
 - principiul includerii
 - succesiunea stratigrafică
 - principiul succesiunii, etc.
- Funcția cognitivă, care se află într-o interdependență cu prima, se exercită în special pentru cunoașterea obiectelor și fenomenelor din natură;
- Funcția de creație, când elevul este pus în situația de a realiza un nou model față de celelalte cunoscute anterior.

În învățământ se folosesc numeroase modele. “Ele variază – menționează Alexandru Roșca (1976) – după scopul în care sunt utilizate, după felul problemelor în domeniul cărora sunt aplicate, etc.”.

Modelele pot fi grupate după cum urmează:

1. obiectuale: care reprezintă obiecte reale ca: machetele unor instalații de extracție a petrolului, mulaje ale corpurilor unor animale ce au trăit în diverse epoci pe Terra, corpuri geometrice ce reprezintă diverse sisteme de cristalizare a mineralelor, etc.;
2. figurative: desene, tablouri, planșe, scheme, filme de animație, etc.;
3. simbolice: formule logice sau matematice care stau la baza construirii unor raționamente, a funcționării unor mașini, agregate, etc.;
4. modele de rețele structurale: care în cristalografie asigură demonstrarea eficienței atunci când sunt montate și demontate în fața elevilor;

5. ideatice: imaginarea pe plan mintal a ceea ce trebuie să realizeze omul în practică.
În învățământ operăm adesea cu astfel de modele, deoarece n-au putut fi încă materializate. Einstein definește acest model drept “ideal” pentru că el nu putut fi obiectivat;
6. modele tehnologice, au destinația să arate elevilor caracteristicile esențiale ale construcției și funcționării instalațiilor industriale pentru extracția petrolului, exploatarea sulfului, etc.;

Utilizarea modelului în învățământ contribuie la înlăturarea discrepantei dintre informația semantică și cea pragmatică, ceea ce are drept urmare o mare flexibilitate a gândirii și o mai solidă pregătire a elevilor.

d. Brainstormingul (sau metoda asaltului de idei)

Terminologia vine din limba engleză: brain = creier; storm = furtună, asalt. În traducere liberă “furtună în creier”, adică este vorba de o efervescență puternică ce are loc pe scoarța cerebrală în momentul când este adresată o idee sau o întrebare.

Această metodă a fost inițiată în 1959 de A. B. Osborn și are la bază rezultatele studenților de psihologie în legătură cu acțiunea și reacția omului față de mediu privind în special decizia și discuția în grup.

Brainstormingul este un bun exercițiu de stimulare și cultivare a creativității în ceea ce privește elaborarea ideilor și soluțiilor.

Această metodă impune respectarea unor reguli specifice ca:

- punerea problemei în discuția grupului (clasei) de elevi;
- emiterea spontană a ideilor sau a soluțiilor referitoare la problemă;
- ascultarea și stimularea participanților la discuție, fără a fi ironizați;
- selecția ideilor și a soluțiilor propuse, dar nu imediat, ci peste câteva zile sau o perioadă mai lungă de timp când subiecții pot interveni cu noi soluții mai bune decât primele.

Valoarea acestor metode constă în faptul că angajează și activează elevii în afara unor soluții proprii rezolvării cazurilor în speță, pune accent pe dezvoltarea creativității, originalității și flexibilității gândirii elevilor, stimulându-i atât în domeniul activității intelectuale, cât și al activității practice.

e. Lucrările de laborator.

Constituie o metodă cu mare pondere de aplicabilitate în geologie, care constă în efectuarea de către elevi a experiențelor recomandate de profesor, utilizând aparate, instrumente, mijloace tehnice și diferite materiale.

Această metodă se realizează în bune condiții atunci când există o sală special amenajată.

Lucrările de laborator dau posibilitatea elevilor să observe, să analizeze, să compare obiecte, fenomene, reacții pe baza cărora ajung la concluzii, principii sau legi. Ele sunt cele mai edificatoare din punct de vedere al legăturii teoriei de practică. În cadrul lor se îmbină armonios munca fizică cu cea intelectuală.

După scopul pe care-l au, lucrările de laborator se pot clasifica astfel:

1. Lucrări de instruire sau pregătire pentru desfășurarea lecțiilor de laborator. Se realizează în primele ore ale predării disciplinei respective și urmăresc informarea elevilor asupra instrumentelor, aparatelor, materialelor cu care vor lucra, însușirea normelor de lucru în laborator, cunoașterea unor măsuri de securitate privind materialele inflamabile, etc.;
2. Lucrări de laborator demonstrative (ilustrative), care pot fi de comunicare de noi cunoștințe și de fixare a cunoștințelor însușite anterior.
3. Lucrări de laborator pentru formarea și consolidarea priceperilor și deprinderilor de muncă.
4. Lucrări de laborator aplicative, care au drept scop verificarea posibilității elevilor de a aplica în practică cunoștințe dobândite la diferite lecții.
5. Lucrări de laborator cu caracter de cercetare, care se desfășoară pe o perioadă mai mare de timp, sunt coordonate de către profesor și urmăresc dezvoltarea unui adevăr.

Elevii pot participa la realizarea lucrărilor de laborator individual sau pe grupe.

Practica didactică demonstrează că lucrările de laborator sunt cele mai plăcute, mai atractive și mai activate pentru elevi, ele constituind cale autentică de introducere a elevilor în cercetarea științifică și de realizare a procesului de învățare prin descoperire.

Alături de lucrările de laborator se folosesc în învățământ lucrări practice, care constituie o altă metodă care se bazează pe activitatea elevilor. Aceasta este în strânsă legătură cu cea a exercițiului și se poate aplica în învățământ după însușirea și consolidarea deprinderilor respective.

f. Munca cu manualul

Cartea reprezintă principalul instrument de muncă a elevului pentru însușirea cunoștințelor, formarea priceperilor și deprinderilor de activitate intelectuală. Manualul este cartea în care bazele cunoștințelor științifice ale unui obiect de învățământ sunt expuse sistematic, conform programei școlare. Pentru folosirea cu eficiență maximă a manualului de

către elevi se impune stăpânirea deplină a metodei respective, metodă care evoluează odată cu promovarea elevilor de la o treaptă de învățământ la alte, până când reușesc să se folosească independent de aceasta.

În formarea și consolidarea deprinderilor de folosire a manualului școlar există 4 etape principale:

- 1. Familiarizarea elevilor cu manualul școlar. La începutul anului școlar, în prima oră de curs se recomandă ca profesorul să explice ce se înțelege prin manual, care este diferența între el și o carte de bibliotecă, o broșură, un atlas, o antologie, etc.
- 2. Folosirea propriu-zisă a manualului sau a cărții. Aceasta este etapa în care elevii, învață cum să dobândească cunoștințele prezentate în manual. Această etapă îmbracă două aspecte:
 - Folosirea manualului în clasă. Ex. – identificarea și clasificarea mineralelor din colecția școlii, utilizând tabelul sistematic prezentat în manual (clasa a XI-a – Geologie).
 - Folosirea manualului acasă. Elevii vor fi învățați cum să folosească corect manualul și notițele pentru însușirea eficientă a cunoștințelor.
- 3. Etapa cercetării, formării unei expuneri personale, a luării de poziție critică asupra textului, fie din manual, fie din caiet. Această etapă vizează dezvoltarea spiritului de observație a faptelor, fenomenelor, modurilor de prezentare a acestora, cu alte cuvinte, modurilor de prezentare a părerii și convingerii personale cu privire la mesajul trimis. Elevul trebuie să știe să întocmească o fișă bibliografică. Lectura presupune citirea integrală a textului și reluarea acelor pasaje mai interesante, notarea și explicarea termenilor necunoscuți, fixarea ideilor principale, a planului lucrării, etc.
- 4. Perfecționarea deprinderilor de muncă independentă cu manualul și alte cărți, problemă care devine mai personală, aceasta fiind, de multe ori, în funcție de profesiunea pe care o va practica elevul ulterior. Totuși, indiferent de locul de activitate, orice elev trebuie să aibă deprinderi temeinice de muncă cu caracter general pentru a o folosi cu eficiență maximă.

2.6. Mijloace de învățământ utilizate în predarea și însușirea cunoștințelor de geologie

Geologia reprezintă un complex de discipline având ca obiect de studiu compoziția, structura, istoria și modul de formare a Pământului. Făcând parte din ansamblul științelor naturii și, datorită complexității pe care o prezintă, perceperea multitudinii de fenomene care au avut și au loc pe suprafața și în interiorul Pământului, este uneori foarte greoaie și chiar imposibilă, în special atunci când fenomenele respective nu sunt văzute în natură. În plus, datorită faptului că

fenomenele naturale studiate de geologie sunt de dimensiuni mari sau foarte mari, iar procesul de desfășurare și evoluție este frecvent lent, uneori incendiar și catastrofal în marea majoritate a cazurilor la distanțe apreciabile față de școală, neputând fi observate direct de elevi, acest neajuns poate fi preîntâmpinat prin folosirea mijloacelor de învățământ, fie clasice, fie moderne, audio – vizuale, acestea având un deosebit rol în înțelegerea de către aceștia a fenomenelor și proceselor endogene și exogene care produc modificări în structura, compoziția și înfățișarea crustei terestre, în evoluția Pământului.

Utilizarea diferitelor materiale are o importanță deosebită, deoarece combină în predarea două sisteme de semnalizare: a imaginilor și a cuvintelor, rolul principal revenind imaginilor. În felul acesta lecțiile devin mai atractive, mai interesante și bogate în conținut.

Mijloacele de învățământ sunt instrumente sau complexe instrumentale menite a facilita transmiterea unor cunoștințe, formarea unor deprinderi, evaluarea unor achiziții, realizarea unor aplicații practice în cadrul procesului instructiv – educativ.

Mijloacele de învățământ facilitează punerea în contact a elevilor cu obiecte și fenomene mai greu accesibile percepției directe, cu procese intuitive, cu aspecte ale realității rare sau greu sesizabile.

Mijloacele de învățământ au funcție formativă, familiarizându-i pe elevi cu mînuirea, selectarea și semnificația unor instrumente indispensabile pentru descrierea și înțelegerea a noi aspecte sau dimensiuni ale realității. De asemenea, ele au și o funcție informativă, de facilitare a transmiterii de noi cunoștințe.

Mijloacele de învățământ se pot grupa în două categorii:

1. Mijloace ce cuprind mesaj didactic: obiecte naturale, originale (fosile și ierbarii, diorame, etc.); obiecte substitutive, funcționale și acționale (machete, mulaje, modele, etc.); mulaje simbolico – raționale (tabele cu formalisme, planșe cu reacții și simboluri chimice, structuri reticulare, etc.); mijloace tehnico – audio – vizuale (diapozitive, filme, discuri, benzi video și audio, etc.)
2. Mijloace de învățământ care facilitează transmiterea informațiilor: instrumente, aparate, instalații de laborator, echipamente tehnice pentru ateliere, aparate optice, mașini de instruit și calculatoare electronice, simulatoare didactice, etc.

Gruparea în cele două categorii este relativă. Ordonate după funcția pedagogică, cu precădere îndeplinită, aceste mijloace pot fi grupate în:

- 1. *Mijloace informativ – demonstrative:*
- materiale intuitive naturale
- obiecte elaborate sau construite special în scopuri didactice. Acestea constituie substitute tridimensionale ale realității în sensul că imită,

reproduc sau reconstituie obiecte și fenomene complexe (machete, mulaje, blocdiagrame, cristale artificiale, etc.);

- materiale sau reprezentări grafice (substitute bidimensionale) – au o funcție de motivare a învățării;
- reprezentări simbolice (scheme, desene pe tablă, etc.).
- 2. *Mijloace de exersare și formare a deprinderilor* : truse de piese demontabile, aparate și instrumente de laborator, etc.
- 3. *Mijloace de raționalizare a timpului în cadrul lecțiilor*: hărți de contur, șabloane, ștampile didactice, etc.
- 4. *Mijloace de evaluare a rezultatelor învățării* : teste, instalații complexe de verificare a cunoștințelor, etc.
- 5. *Mijloace audio – vizuale*.

Mijloacele de învățământ se dovedesc a fi utile în măsura în care sunt integrate organic în contextul lecțiilor și se imprimă o finalitate explicit pedagogică, fără suprasolicitări sau exagerări. Nu trebuie uitat că forma (de expunere sau de prezentare a cunoștințelor) nu se poate substitui în nici un caz fondului (conținutului educațional), iar mijloacele de învățământ nu pot înlocui niciodată actul predării, în care rolul principal, în coordonarea și supravegherea acestuia îl joacă profesorul.

Orice apel la mijloacele audio – vizuale va pune în balanță o serie de avantaje cum ar fi: suplimentarea explicațiilor verbale, crearea unui anumit suport vizibil, intuitiv ce permite elevului cunoașterea unei realități mai greu sau total inaccesibile pe o cale directă, susținerea și provocarea unor interese cognitive, consolidate de cunoștințe și abilități, dar și unele dezavantaje ca: predispunerea la o anumită standardizare și uniformizare a percepției și interpretării realității; la o recepție pasivă, sau se pot produce uneori exagerări și denaturări ale fenomenelor etalate, contribuind la formarea unor imagini artificiale despre orizontul esențial.

Stabilirea și integrarea mijloacelor de învățământ trebuie racordat la obiectivele instruirii, conținuturile concrete ale lecțiilor, metodele și procedeele didactice. Eficiența utilizării acestora ține de inspirația și experiența didactică a profesorului în a alege, a combina, a doza și a-și sprijini discursul pe un suport tehnic care, în mod virtual posedă calități ce așteaptă a fi exploatate.

În practica predării geologiei se folosesc câteva categorii materiale intuitive clasice. Ele se prezintă sub forma unor modele care pot fi:

1. fizice (mulaje, machete, hărți)
2. grafice (blocdiagrame, scheme, diagrame)
3. logice (scheme de legătură) sau sub forma ilustrațiilor, desenului pe tablă, etc.

Materialele didactice clasice trebuie combinate ori de câte ori este posibil cu mijloace moderne, audio – vizuale, din care fac parte: proiecțiile (diapozitive), filmul didactic (documentar), diafilmul, televiziunea școlară, folia transparentă imprimată pentru retroproiector, emisiune de radio, calculator electronic, etc. Folosirea mijloacelor moderne în scopul didactic și educativ constituie una dintre problemele actuale ale pedagogiei contemporane, cu consecințe de ordin teoretic și practic, aplicativ.

În legătură cu introducerea mijloacelor moderne în procesul instructiv – educativ I. Cerghiz (1980) consemnează “Ca modalitate inedită de redare a realității, demonstrația audio – vizuală valorifică virtuțile imaginii dinamice (sau statice) îmbinate cu cuvântul și cu sunetul. Extrem de sugestive, de probante și convingătoare, imaginile audio – vizuale aduc în câmpul observării colective (clasei), simultane și prelungite ceea ce este imposibil de a fi adus aici pe căi obișnuite. Lucruri și fenomene îndepărtate în spațiu și timp, inaccesibile sau greu accesibile unei percepții obișnuite sunt aduse în fața elevilor și transformate, oarecum, în fapte de experiență directă. Proiecțiile fixe, ca și proiecțiile cinematografice ori emisiunile de televiziune servesc tot mai mult drept bază în jurul căreia se organizează o lecție sau alta, înlocuind cu succes o expunere lungă și greoaie, mai puțin accesibilă și atractivă. Din ce în ce mai evident, proiecția fixă, peliculele cinematografice, emisiunile de televiziune școlară, etc., iau forma unei compoziții, a unei reacții a realului, realizând o restructurare a informației, ceea ce echivalează cu o structurare operațională, adică cu o structurare prestabilită a operațiunilor mentale ce urmează să fie angajate în receptarea acestei realități transfigurate”.....”Tehnicile audio – vizuale reușesc să desființeze practic distanțele, să înlăture barierele spațiale, lăsând elevilor posibilitatea să străbată spații geografice pe care altfel niciodată nu le-ar cunoaște nemijlocit”.....”Imaginile audio – vizuale au marele avantaj că pot să prezinte în forme modificate, condensate sau deconcentrate, ritmul de desfășurare a vieții și să redea astfel puțința elevilor să studieze fenomenele care se petrec fie prea lent, fie prea rapid pentru o percepție normală. Câteva secvențe de film pot să surprindă, de exemplu formarea în timp îndelungat a zăcămintelor de cărbuni sau petrol, să evoce cu multă subtilitate atmosfera unei epoci sau evoluția unor fapte și evenimente istorice petrecute cu mult timp în urmă, sau invers, fenomene și procese care se produc în secunde sau în fracțiuni de secundă, ca cele care au loc în interiorul atomului și al moleculei, al organismului viu...”.....”Ilustrarea mișcării constituie una din cele mai importante și prețioase inovații tehnice audio – vizuale o aduc în domeniul demonstrației didactice; este una dintre cele mai eficiente posibilități de explicare a unor cunoștințe abstracte, a unor noțiuni complexe, principii, legi, etc. Dinamismul imaginii nu numai că imprimă o mai accentuată notă de realism lecțiilor predate, dar are și marele merit că izbutește să conducă gândirea elevilor spre esențe, căci mișcarea însăși este o esență în percepție, esență în lucruri și fenomene. Imaginea animată facilitează descoperirea cauzelor care determină apariția

și existența unor fenomene, motivele care stau la baza acțiunii umane și efectele ei, îi ajută pe elevi să cunoască materia în mișcare, sub diferitele ei forme. Mișcarea, adăugată unor procedee de accelerare sau de încetinire, ori de descompunere a imaginilor prezentate, creează posibilități de sesizare a transformărilor succesive, a fazelor, a momentelor sau a etapelor principale de evoluție sau de desfășurare a unor fenomene, procese, evenimente, etc.”

Prin urmare atât mijloacele didactice clasice, cât mai ales cele moderne, reușesc să dea o imagine completă a obiectelor și fenomenelor geologice analizate și predate elevilor. Ele contribuie la crearea unei atmosfere deosebite, trezind interesul elevilor pentru lecție și pentru însușirea de noi cunoștințe.

Pentru a se obține o eficiență maximă în predarea lecțiilor de geologie, se recomandă o îmbinare cât mai armonioasă a mijloacelor clasice cu cele moderne.

“Făcând o inventariere a tehnicilor de care dispune învățământul, W. Schraum (1977) distinge patru generații de mijloace de învățământ care, de fapt, reprezintă tot atâtea momente, stadii în inovarea instrucției.

Din prima generație fac parte tabla, manuscrisele, obiectele de muzeu, etc. Acestea sunt vechi ca și învățământul și anterior tehnicilor de informare propriu-zise. Ele nu pot fi utilizate decât direct, prin acțiunea comună profesor – elev.

A doua generație este constituită din “vehicule de cunoștințe purtătoare de informații gata elaborate: manuale, texte imprimate. Acestea oferă elevilor cunoștințe, fără să fie necesară prezența fizică a celui care le-a scris ori a profesorului. Prin intermediul textului tipărit, procesul de învățământ comportă o acțiune a adultului asupra elevului, dar este vorba de o acțiune mediată, prin intermediul unui cod – scrisul”.

A treia generație de mijloace de învățământ a apărut abia în secolul al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea, când se descoperă utilitatea mașinilor în procesul de comunicare inter-umană. Progresele înregistrate în tehnicile de comunicare oferă învățământului noi suporturi pentru predarea cunoștințelor: fotografia, diapozitivul, înregistrările sonore, filmul și televiziunea, deci mijloacele audiovizuale.

Generația a patra de mijloace de învățământ are ca suport metodologic dialogul dintre elev și mașină. Este vorba de acel demers care se desfășoară în laboratoarele lingvistice audio – activ – comparative, precum și în învățământul programat.

În prezent se vorbește tot mai mult de o nouă generație a mijloacelor de învățământ, generația a cincea, constituită din calculatoare electronice” (M. Ionescu, I. Radu, Didactica modernă, 1995, pg. 98).

2.6.1. Mijloace de învățământ clasice.

Dintre mijloacele de învățământ clasice mai des utilizate sunt: tabla, tablourile, ilustrațiile, hărțile, machetele, mulajele, modelele grafice (diagrame, blocdiagrame, cartograme), colecții geologice, etc. Parte dintre aceste materiale se pot procura de la Ministerul Educației Naționale, iar o altă parte prin autodotare, putând fi confecționate de elevi sub directă îndrumare a profesorilor de specialitate (hărți, profile geologice, grafice, diagrame, blocdiagrame, diapozitive, colecții de minerale, roci și fosile, folii pentru retroproiector, planșe, desene, forme și rețele cristaline a mineralelor, etc.

Antrenarea elevilor în confecționarea de mijloace de învățământ, în afară de faptul că are un rol deosebit de instructiv – educativ, contribuie și la dezvoltarea interesului acestora pentru disciplina respectivă.

a) Folosirea tablei la lecțiile de geologie.

Tabla face parte dintre primele mijloace de învățământ folosite în procesul didactic, fiind și în prezent indispensabilă disciplinei de geologie. Pe tablă se scrie titlul și planul lecției, numele proprii, ideile principale, se fac scheme, desene explicative, etc. Deoarece ceea ce se scrie sau se desenează pe tablă constituie pentru elevi modelul de organizare a caietului de notițe, se recomandă a se păstra o anumită ordine în folosirea spațiului tablei. În predarea unor lecții mai dificile, se recurge la tablă pe care se execută o serie de schițe sau desene, prin care putem face ca anumite fenomene să fie înțelese și însușite de elevi. Desenul pe tablă trebuie considerat ca un sistem eficient de predare a geologiei și ca atare, nu trebuie să lipsească din activitatea nici unui profesor care predă această disciplină. Pentru ca desenul pe tablă să-și atingă scopul, trebuie efectuat respectând o serie de cerințe cum ar fi: - să înfățișeze fenomenul fără denaturări;

- să respecte conținutul programei școlare;
- prezentarea lui să corespundă textului din manual sau a explicației date de profesor;
- să fie atât de mare încât să poată fi văzut de întreaga clasă;
- să fie simplu, clar și cât mai corect.

De felul cum este folosită tabla, depinde în bună măsură reușita lecției predate și însușirea de către elevi a noilor cunoștințe.

b). Tablouri (planșe) și ilustrații geologice.

Au un rol deosebit în prezentarea și explicarea unor fenomene geologice, fenomene care fără a fi văzute de elevi nu pot fi nici măcar imaginate, datorită complexității cu care sunt înzestrate și care le caracterizează. Atât tablourile cât și ilustrațiile trebuie alese în așa fel încât să înfățișeze aspectele și trăsăturile caracteristice ale fenomenelor pe care le prezintă.

Ilustrațiile pot fi sub formă de diferite schițe, coloane stratigrafice, diagrame, fotografii, microfotografii pentru a vedea microfosile, polen, asociați de minerale, structuri de roci.

Pentru a asigura cunoașterea nemijlocită a realității prin observarea directă a obiectelor sau a fenomenelor care sunt prezentate în tablouri sau ilustrații, în timpul activității de predare sau fixare a cunoștințelor, acestea trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie suficient de mari pentru a fi văzute în condiții optime de întreaga clasă;
- să redea imagini specifice temei prezentate și să scoată în evidență trăsăturile caracteristice ale fenomenelor respective;
- să stimuleze curiozitatea elevilor;
- să fie cât mai corect executate, colorate, iluminate pentru a atrage curiozitatea și atenția elevilor;
- să fie prezentate la momentul potrivit;
- în timpul expunerii sau a fixării cunoștințelor, fenomenele pe care le înfățișează să fie localizate pe hartă, pentru a se face legătura între hartă și realitatea pe care o prezintă;
- în cazul în care se prezintă mai multe tablouri la același lecție, prezentarea lor se face succesiv, într-o anumită ordine;
- analiza lor se face concomitent cu expunerea, sau se face la fixarea și verificarea cunoștințelor;
- pot fi folosite în cazul lecțiilor de fixare și recapitulare a cunoștințelor.

Ilustrațiile din manual sau din alte cărți se pot prezenta urmărind cărțile, în cazul în care acestea sunt suficiente, în caz contrar se folosește aparatul de proiecție.

Aceste ilustrații se interpretează în clasă pentru a se putea concretiza și explica termenii geologici utilizați.

Tablourile și ilustrațiile folosite cu competență contribuie din plin la îmbogățirea, însușirea și aprofundarea cunoștințelor.

c. Machete, mulaje și colecții geologice.

Reproducerea în ipsos sau alt material, la scară redusă a unui ansamblu, obiecte, instalații, etc., cum ar fi o mină, alcătuirea internă a unor forme de relief, forme minerale, fosile, macle, etc. și prezentarea lor la orele de curs, sau la lucrările de laborator, ajută pe elevi să înțeleagă corect multe fenomene cu care operează geologia. Spre exemplu analizând o machetă ce reprezintă o exploatare minieră, elevii își pot forma o imagine generală despre o mină oarecare, pot urmări utilajele folosite, modul de organizare și desfășurare a activității, instalațiile

existente, condițiile de muncă și de viață, cum arată o galerie, ce este o haldă, ce înseamnă steril și util, etc.

Mulajele spre deosebire de alte mijloace de învățământ au avantajul că pot fi studiate din toate părțile, ceea ce le dă o caracteristică mai intuitivă. Ele pot contribui eficient la înțelegerea mecanismului de deplasare a plăcilor tectonice, a celui de formare a cutelor, a faliilor, încălecărilor, etc., sau în cazul în care mulajele reprezintă forme de minerale, fosile, macle, acestea se folosesc în special în activitatea de laborator.

Colecțiile didactice de roci, minerale și fosile de plante și animale sunt necesare atât în procesul de predare, cât mai ales în activitatea de laborator, unde elevul le poate analiza pe fiecare în parte.

d). Utilizarea manualului la lecțiile de geologie

Manualul de geologie cuprinde elemente fundamentale ale științei geologiei, elemente structurate conform programei analitice, reprezentând un izvor important de cunoștințe, la îndemâna atât a elevilor cât și a profesorului. Elevii găsesc în cuprinsul manualului noțiunile de bază ale discipline, expuse într-un sistem bine orânduit, definițiile sunt clar formulate, termenii folosiți sunt explicați, iar desenele, schemele și restul materialelor ajutătoare le înlesnește asimilarea corectă a cunoștințelor. Pentru profesor manualul răspunde cerinței metodice și reprezintă ghidul de expunere a cunoștințelor ce urmează a fi comunicate elevilor.

Pentru ca manualul să fie folosit independent și eficient de elevi, este necesar ca acesta încă din prima lecție să fie prezentat elevilor de către profesor. Cu această ocazie se dezvoltă după tabla de materie conținutul și locul unde aceștia pot găsi răspuns la diverse teme sau tratate.

De asemenea se explică cum pot fi folosite și însușite schițele, tabelele, figurile, hărțile, secțiunile geologice, scara timpului geologic, modul de răspundere la chestionarele privind verificarea cunoștințelor, etc. Se arată, pe baza unui exemplu concret, cum trebuie studiat manualul, cum se întocmește lanul de studiere a lecțiilor după ideile principale pe care le conțin și se insistă asupra necesității asamblării cunoștințelor cuprinse în cadrul unei lecții sau a unui capitol.

2.6.2. Mijloacele de învățământ moderne (audiovizuale)

Fac parte din a treia, a patra și a cincea generație a mijloacelor de învățământ. În cadrul procesului instructiv – educativ al elevilor, mijloacele de învățământ moderne îndeplinesc o serie de funcții, ca:

- funcția de comunicare;
- funcția demonstrativă;
- funcția de motivare a învățării și de orientare a intereselor personale ale elevilor;

- funcția formativă și estetică;
- funcția de evaluare a randamentului elevilor;
- funcția de școlarizare substitutivă sau de realizare a învățământului la / de la distanță.

Analizând funcțiile menționate, se poate conchide că mijloacele de învățământ moderne au ca principal obiectiv transmiterea de către profesor într-un scurt timp și în condiții de eficiență maximă, a unor informații cât mai complete și cuprinzătoare, recepționate în mare măsură de către elevi.

Proiecțiile, filmul didactic, diafilmul, televiziunea școlară, folia imprimată pentru retroproiector, emisiunile radio și calculatorul electronic fac parte din categoria mijloacelor audio – vizuale utilizate pentru a măări eficiența lecției. Acestea se pot folosi individual sau combinate cu cele clasice.

Pentru a utiliza aceste mijloace sunt necesare o serie de dotări, care constau atât în aparatură și materiale cât și un spațiu adecvat, special amenajat pentru acest scop.

Diapozitivele și filmul didactic prin conținutul și funcționalitatea lor reprezintă un important mijloc, care folosit rațional contribuie substanțial la lărgirea orizontului științific și cultural – artistic al tineretului școlar. Ele prezintă următoarele avantaje:

- dă o imagine clară și veridică a fenomenelor și obiectivelor geologice;
- ilustrează în ansamblu temele geologice din realitate;
- este ușor de mânuit și permite observarea fenomenelor atât timp cât se impune; este atractiv, prezintă interes, menține atenția trează și asigură participarea activă a elevilor;
- redă fenomenele geologice în mișcare
- permite înțelegerea fenomenelor fără explicații
- poate oferi elevilor emoția explorării autentice.

Determinarea mineralelor constitutive ale diferitelor tipuri de roci care intră în alcătuirea crustei terestre, în marea lor majoritate nu se poate face decât folosind o serie de aparate: lupa binoculară, microscopul obișnuit, microscopul polarizant sau cel electronic. Întrucât nu toate unitățile au în dotare aceste aparate, pentru studierea compoziției, structurii și texturii rocilor și mineralelor, a microfosilelor, polenului se folosesc microfotografiile, care în activitatea didactică sunt prezentate elevilor sub formă de proiecție, contribuind astfel la o mai bună înțelegere a fenomenelor geologice prezentate la lecție.

2.7. Formarea priceperilor și deprinderilor la orele de geologie.

Problema imediat următoare după însușirea noilor cunoștințe este aplicarea acestora. Aplicarea cunoștințelor este o problemă didactică, care este deja considerată o etapă de

încheiere a procesului de învățământ. Cu ajutorul lor se pot forma unele aptitudini și atitudini, și totodată se fixează cunoștințele de geologie. Rezolvarea problemelor concrete semnaleză nivelul de însușire a cunoștințelor, deci împlinește și funcția de evaluare a cunoștințelor.

Una dintre modalitățile cele mai eficiente de verificare a însușirii cunoștințelor de către elevi o constituie capacitatea lor de a opera cu aceste cunoștințe, care trebuie să se transforme în acțiuni, în priceperi și deprinderi. Pentru acesta este nevoie de o succesiune gradată de exerciții efectuate de elevi sub îndrumarea profesorului în lecții speciale. Datorită caracterului activității desfășurate de elevi în astfel de lecții, acestea se numesc și lecții de activitate independentă.

Factorii psihologici care determină randamentul formării priceperilor și deprinderilor:

- motivația elevului;
- sistematizarea cunoștințelor;
- varietatea problemelor.

2.8. Recapitularea și sistematizarea cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor.

Însușirea cunoștințelor noi se finalizează prin recapitularea și sistematizarea cunoștințelor. Ea vizează consolidarea cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor.

Este cunoscut că momente de repetare și reactualizare a unor cunoștințe, priceperi și deprinderi există aproape în fiecare lecție. Cu toate acestea practica și legile învățării impun cu necesitate organizarea și desfășurarea unor lecții speciale, care să-și propună ca sarcină didactică dominantă recapitularea și sistematizarea cunoștințelor la sfârșitul unor teme mari, a capitolelor, la sfârșitul semestrului sau a anului școlar.

În felul acesta se realizează o continuitate firească între repetarea curentă din fiecare lecție și repetarea periodică sau finală.

Cadrele didactice trebuie să respecte următoarele reguli în legătură cu recapitularea:

- Indiferent de vechimea în învățământ este obligatoriu întocmirea proiectelor de tehnologie didactică.
- Repetarea cunoștințelor trebuie să aibă în vedere întotdeauna aprofundarea lor prin cuprinderea în noi sisteme mai largi a acestora. Crearea de legături noi între cunoștințele dintr-un capitol reprezintă principalul obiectiv al consolidării prin repetare și sistematizare;

- Înlăturarea anumitor lipsuri din fondul principal de cunoștințe, priceperi și deprinderi îmbogățirea lor cu noi cunoștințe, căci orice lecție de recapitulare și sistematizare trebuie să adauge ceva nou pentru a lărgi orizontul și a trezi interesul elevilor pentru o astfel de activitate.

Când erorile și lipsurile sunt generale (la toți elevii) atunci recapitularea oferă și prilej de autocontrol, de autoanaliză a muncii proprii, profesorului și de luare a măsurilor corespunzătoare pentru ameliorarea acestora.

Profesorul are datoria să stabilească cu precizie cunoștințele ce urmează a fi repetate și sistematizate, deci să selecționeze problemele ce vor fi dezbătute cu elevii în clasă și să deprindă relațiile dintre diferitele cunoștințe și idei esențiale.

- Să precizeze ordinea de recapitulare a materialului prin elaborarea planului de întrebări – probleme, pe care le anunță din timp elevilor sau la începutul lecției respective. Planul se întocmește în așa fel, încât să reliefeze noutatea pe care o aduce în informarea și formarea elevilor, cuprinderea cunoștințelor în sisteme mai largi, formarea unor legături noi în sisteme de cunoștințe deja însușite.

Alegerea metodelor și procedeele didactice este condiționată de specificul conținutului ce se predă și de obiectul de învățământ.

2.9. Evaluare, verificare, control și apreciere a cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor.

Momentele de verificare (control) și apreciere a cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor elevilor sunt prezente într-o oarecare măsură în toate tipurile de lecții. Este vorba de controlul curent al cunoștințelor. Însă importanța îndeplinirii acestei sarcini didactice reclamă organizarea și a unor lecții speciale în cadrul cărora evaluarea să fie sarcina dominantă.

Lecțiile de evaluare a cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor se organizează de obicei la sfârșitul unui ciclu de lecții sau capitole, în vederea depistării modului în care elevii stăpânesc un anumit conținut atât sub aspect cantitativ cât și calitativ (mai ales). Cu acest prilej, este necesar să se stabilească dacă elevii au sesizat ideile principale din capitolul respectiv, dacă au capacitatea de a formula concluzii juste cu propriile cuvinte, de a opera corect în teorie și practică cu ele, dacă și-au format priceperile și deprinderile corespunzătoare.

Având în vedere semnificația deosebită a acestor lecții, locul lor se află după cel de recapitulare și sistematizare (consolidare) care înlesnesc prin natura specifică, activitatea de pregătire temeinică a elevilor.

Nici acest tip de lecție nu face excepție de la posibilitatea realizării lui în mai multe variante. Se pot organiza lecții de control și apreciere pe baza metodei conversației sau a

exercițiilor. Altele se pot organiza și desfășura sub forma unor lucrări de laborator sau sub forma unor lucrări practice.

Structura acestui tip de lecție este următoarea:

1. Prezentarea problemelor ce urmează a fi verificate și anunțarea modului în care se va desfășura controlul cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor. Astfel verificarea se poate face în scris sau oral, în funcție de varietatea și importanța noțiunilor ce urmează a fi verificate. De exemplu se poate face o verificare a însușirii de către elevi a noțiunilor de “Petrologie”. Fiind dată complexitatea temei, dar și multitudinea termenilor de specialitate pot fi utilizate teste sistem grilă sau teste cu întrebări deschise.

2. Verificarea propriu-zisă, însoțită de aprecieri. Aprecierile se vor face în general după ce a avut loc verificarea în întregime a cunoștințelor, făcându-se un bilanț diferențiat și colectiv. De obicei aprecierile se pot face și în paralel cu verificarea, atunci când aceasta se realizează oral. Atunci când verificarea se face în scris, la sfârșitul lucrării se prezintă elevilor cum trebuie realizată lucrarea, aceasta pentru a crea premisa unei autoanalize juste a lucrării din partea elevilor.

3. Tema pentru acasă este indicată în funcție de rezultatele elevilor la lecție. Întotdeauna după lucrările de control scrise trebuie să urmeze o lecție de analiză a lucrărilor, lecție care poate prezenta următoarea structură generală:

- aprecierea generală a lucrărilor;
- analiza erorilor tipice și a lipsurilor mai frecvente;
- analiza unor lucrări tipice din punct de vedere calitativ;
- distribuirea lucrărilor și comunicarea notelor.

Atunci când se face analiza lucrărilor ele sunt analizate nu numai din punct de vedere științific, ci profesorul are datoria să sesizeze și greșelile de exprimare, de limbaj sau chiar de scris.

Probele de control sunt de mai multe tipuri, dar pentru ca profesorul să poată urmări evoluția însușirii noțiunilor de bază la obiectul său de studiu va folosi la începutul anului școlar proba inițială (predicativă, diagnostică) cu ajutorul căreia poate obține informații privind cantitatea și calitatea cunoștințelor de specialitate studiate în anii anteriori.

La sfârșitul anului școlar se va folosi de către profesor proba de progres. Aceasta va viza probleme mai detaliate, dar diverse, din materia ce a fost parcursă în anul școlar respectiv. Se poate face verificarea prin întrebări deschise de genul: menționați sistemele de

cristalizare ale mineralelor, menționați care sunt principalele minerale ce compun clasa halogenuri, precizați structura internă a Pământului, precizați principalele modalități de fosilizare, care sunt plantele ce au generat zăcămintele de cărbuni ale perioadei carbonifere?, care sunt principalele caracteristici ale clasei Aves?, prezentați schematic structura divizată a litosferei, etc.

Profesorul va selecta din multitudinea de probleme pe acelea care sunt considerate ca reprezentând un grad de dificultate mai mare pentru elevi. Proba inițială și proba de progres permite profesorului să vadă în ce măsură activitatea didactică pe care a desfășurat-o pe parcursul anului a fost sau nu eficientă. Dar profesorul realizează un autocontrol al eficienței activității depuse nu numai prin aceste tipuri de probe, ci prin toată activitatea de evaluare a însușirii cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor pe care o desfășoară ritmic și pe parcursul întregului an, el având posibilitatea de a interveni eficient și rapid în corectarea lipsurilor sesizate.

METODICA PREDĂRII GEOLOGIEI

Definiția metodicii

Metodica este partea a didacticii generale. Ea studiază metodele și formele de predare, învățare și evaluare, adaptate la specificul fiecărui obiect de învățământ. Semnifică totalitatea metodelor și procedeele folosite în procesul de învățământ pentru transmiterea cunoștințelor și pentru formarea la elevi a priceperilor și deprinderilor intelectuale și practice. Ea constituie un sistem complex și unitar de metode, procedee și mijloace care asigură predarea și însușirea de către elevi a adevărului deja descoperit.

Cuvântul derivă din grecescul *methodos*, care înseamnă “drum spre...”, “cale de urmat” în vederea atingerii unor scopuri determinate; ansamblul demersurilor întreprinse în vederea obținerii unor rezultate dorite; mod de urmărire, de căutare, de cercetare, de aflare a adevărului. Mai exact, în activitatea didactică metoda este o cale pe care profesorul o urmează pentru a-i face pe elevii săi să ajungă la realizarea sarcinilor precizate; este până la urmă, calea pe care profesorul o parcurge pentru a da posibilitatea elevilor să găsească ei singuri, adeseori, calea proprie de urmat în procesul învățării.

Relațiile metodicii geologiei cu științele psiho – pedagogice

Metodica predării geologiei, la fel ca și metodicile altor obiecte de învățământ, face parte din categoria disciplinelor pedagogice. Pentru a putea răspunde tuturor cerințelor didactice care alcătuiesc ansamblul normelor de predare și învățare, metodică trebuie să apeleze nemijlocit la datele furnizate de disciplina la care se predă, geologia de data aceasta, disciplină care reprezintă un complex de discipline științifice, care, prin conținutul și tematica abordată, posedă metode și sisteme proprii și caracteristice de predare, contribuind prin aceasta la perfecționarea principiilor pedagogice generale. Geologia ca știință asigură atât conținutul metodicii, cât și a disciplinei de geologie ca obiect de învățământ.

CAPITOLUL III. – **GEOLOGIA ÎN LICEELE DE SPECIALITATE**

Mine-Petrol-Geologie

Proiectarea activității anuale este menită să ofere o perspectivă îndelungată asupra predării disciplinei. Realizarea proiectării anuale presupune:

- definirea precisă a scopurilor instructiv-educative urmărite în predarea geologiei în conformitate cu programa școlară;
- analiza structurii conținutului și delimitarea unităților mari (capitole, teme) și succesiunea acestora în conformitate cu logica internă a disciplinei;
- stabilirea ritmului de parcurgere a materiei, precizându-se numărul de ore atribuit fiecărei unități;
- distribuirea numărului total de ore pe activități de predare-învățare: activități practice, activități de recapitulare, sinteză, excursii și evaluarea rezultatelor școlare.

În continuare prezentăm o schemă orientativă pentru întocmirea proiectării anuale și semestriale la disciplina “Geologie” clasa a XI-a.

PROIECTAREA ANUALĂ

Școala**Disciplina: GEOLOGIE****Profesorul****Clasa: a XI-a**

Semestru	Capitole, teme	Nr. ore	Obs.
I	Cap.I. Obiectul geologiei și domeniile sale	1	(o oră lucrări practice)
	Cap. II. Elemente de fizică a Pământului	1	
	Cap. III. elemente de mineralogie	5	
	Cap. IV. Elemente de paleontologie	5	
	Cap. V. Elemente de petrologie (până la roci sedimentare)	2	
	Evaluare semestrială	3	
II	Cap. V. Elemente de petrologie (continuare)	4	(o oră lucrări practice)
	Cap. VI. Elemente de geologie structurală și geotectonică	4	
	Cap. VII. Elemente de stratigrafie și geologie istorică		
	Cap. VIII. Conservarea patrimoniului geologic în România.	5	
	Evaluare finală	1	
		3	

Total 34 ore

26 ore predare- învățare

2 ore lucrări practice

6 ore recapitulare- evaluare

PROIECTARE SEMESTRIALĂ

Proiectarea activității semestriale constă în :

- programarea temelor pe interval de timp;
- stabilirea mijloacelor de învățământ;
- stabilirea unor activități de recapitulare și evaluare;
- stabilirea obiectivelor capitolului.

Prezentăm în continuare o schemă orientativă de proiectare semestrială:

Schema orientativă de proiectare semestrială**Școala** Grupul Școlar Minier "Liviu Rebreanu" -Bălan**Disciplina: GEOLOGIE****Profesorul Sándor Csaba****Clasa: a XI-a****Proiectare semestrială****Semestrul I**

Nr. crt.	Capitolul	Obiective	Nr. ore	Perioada de realizare	Mijloace de învă.	Recapit. Evaluare	Obs.
1	I. Obiectul geologiei. Cercetarea	Dobândirea unor cunoștințe legate de domeniile geologiei	1	18-22 IX	Manualul	Evaluare dinamică	

	geologică						
2	II. Elemente de fizică a Pământului	Dobândirea unor cunoștințe referitoare la principalele proprietăți fizice ale Pământului	1	25-30 IX	Planșe cu structura internă a Pământului	Evaluare frontală	
3	III. Elemente de mineralogie 1. Bazele cristalografice ale mineralogiei	Dobândirea unui sistem de cunoștințe referitoare la: - rețeaua cristalină a mineralelor - asociații de cristale - elemente de sistematică a mineralelor	1	2-6 X	Planșă cu rețeaua cristalină, cu tipuri morfologice de celule reticulare, cu tipuri de legături de rețea	Evaluare ritmică	
4	2. Mineralogie sistematică		1	9-13 X	Planșă cu principalele clase mineralogice și caracteristicile lor	Evaluare dinamică orală	
5	Clasa silicați		1	16-20 X	Planșă cu modalități de legare a tetraedrilor $[\text{SiO}_4]^{-4}$	Evaluare ritmică	
6	Lucrare de laborator – identificarea principalelor minerale studiate		1	23-27 X	Microscopie după eșantioane de minerale și secțiuni	Evaluare dinamică ritmică	
7	Recapitularea capitolului		1	30 X – 3 XI	Test	Test de evaluare	
8	IV. Elemente de paleontologie 1. Fosile și fosilizarea	Dobândirea unui sistem de cunoștințe referitoare la evoluția în timp a regnului vegetal și animal	2	6-18 XI	Planșă cu tipuri de fosile	Evaluare frontală	

9	Paleontologie sistematică Regnul vegetal		1	20-24 XI	Planșe cu tipuri de plante fosilizate	Evaluare dinamică	
10	Regnul animal		1	27 XI – 1 XII	Planșe cu tipuri de animale fosilizate	Evaluare frontală	
11	Recapitularea capitolului		1	4-8 XII	Test	Test de verificare	
12	Elemente de Petrologie 1. Procese și roci magmatice	Dobândirea unui sistem de cunoștințe referitoare la procesele și rocile magmatice și sedimentare.	1	11-15 XII	Planșă cu principalele corpuri magmatice	Evaluare ritmică	
13	2. Procese și roci sedimentare		1	18-22 XII	Planșe cu modificarea clastelor	Evaluare frontală	
14	Recapitulare evaluare	Aprofundarea cunoștințelor	3	4 –25 I	Test	Munca în grup și teste	

Schema unui proiect didactic cuprinde în general următoarele:

Disciplina:

Clasa:

Tema: (subiectul lecției):

Scopul:

Tipul lecției:

Obiective operaționale:

- să înțeleagă și să poată explica:.....
- să analizeze:

- să-și însușească cunoștințele referitoare la:
- să execute:

Metode și procedee didactice:

- conversația, demonstrația, explicația, studiul de caz, etc. în funcție de conținutul ce trebuie transmis, de nivelul clasei, de obiectivele stabilite, etc.

Forme de activitate:

- activitate independentă individuală
- activitate independentă pe grupe de elevi
- activitate colectivă în toate etapele lecției

Mijloace de învățământ: planșe, hărți, scheme, diagrame, diapozitive, filme didactice, folii pentru retroproiector, calculatorul electronic, etc.

Desfășurarea lecției

Etapa	Timpul	Activitatea desfășurată de profesor și elev	Metode și procedee didactice
Moment organizatoric	2'	Verifică: - prezența elevilor - dacă este materialul didactic necesar lecției Asigură climatul favorabil începerii lecției	
Recapitularea cunoștințelor teoretice	7'	Profesorul cere elevilor: - să recunoască - să răspundă la unele întrebări - să prezinte detalii privind o anumită problemă discutată - să facă legătură între diferitele cunoștințe pe care le au	Conversația euristică, problematizarea, deducția, etc.
Prezentarea (trecerea la lecția nouă)	5'	Profesorul face legătura între problemele discutate în lecția anterioară și cele care vor fi dezvoltate în continuare. Stimulează și trezește interesul elevilor pentru lecția nouă.	Expunerea, demonstrația, problematizarea.

Prelucrarea (lecția nouă)	25'	Profesorul - cere elevilor să..... - explică - demonstrează Sub îndrumarea profesorului elevii execută ...	Problematizarea, conversația, demonstrația. Activitatea independentă sau pe grupe
Fixarea	3-5'	Profesorul - remarcă - cere elevilor să arate ...	Expunere, conversație.
Evaluarea	5'	Profesorul cere elevilor să completeze în fișele individuale răspunsurile corecte privind ... Profesorul corectează eventualele erori care s-au strecurat în înțelegerea lecției.	Activitate independentă, individuală, explicația.
Tema pentru acasă	1'	Profesorul indică elevilor tema pentru acasă	Explicația

În cadrul desfășurării lecției, o însemnătate deosebită din punct de vedere pedagogic și psihologic o prezintă în primul rând atenția pe care trebuie să o acorde profesorul momentului organizatoric. O bună organizare a clasei pentru lecție constituie cheazășia unei bune desfășurări a acesteia până la sfârșit. Acest moment presupune experiență și tact în vederea stimulării și menținerii interesului pentru cunoaștere a elevilor, prin anunțarea problemelor noi ce vor fi studiate în lecția respectivă prin reliefarea însemnătății lor teoretice și practice.

La fel de important este și momentul fixării finale a cunoștințelor, care uneori în practic unor cadre didactice se confundă cu o activitate care vizează exclusiv memoria. Gândind astfel, unii profesori când ajung la “fixarea cunoștințelor” cer elevilor să reia cunoștințele în ordinea în care au fost predate. A pune accentul în fixare pe o reproducere mecanică a celor comunicate de profesor înseamnă o activitate formală.

Ceea ce trebuie să urmărească profesorul în acest moment al lecției este de a-i determina pe elevi să stabilească legături funcționale între cunoștințele însușite în lecția respectivă și altele mai vechi. Este vorba, cu alte cuvinte, de o acțiune pedagogică menită să ducă la constituirea unor sisteme mai largi, mai cuprinzătoare de cunoștințe. Pentru acesta este indicat a-i pune pe elevi în fața unor întrebări care cer elaborarea unor sinteze, sau în fața unor sarcini de muncă individuală, a căror îndeplinire indică stabilirea unei legături organice dintre cunoștințele noi și cele vechi.

În aceeași ordine de idei trebuie să atragem atenția și asupra importanței momentului comunicării temei pentru acasă. Și aici trebuie înlăturat formalismul. Pentru această etapă este necesar să se rezerve un număr suficient de minute pentru a-i lămuri pe elevi asupra a ceea ce au de lucrat acasă pentru lecția viitoare.

Pentru a înlătura unele neajunsuri pe care le presupune lecția în accepția ei tradițională, ca de exemplu: insuficienta activizare a elevilor, apariția unui șablonism în predare, sau unele

dificultăți care privesc tratarea individuală a elevilor și altele, este necesar ca lecția să devină o formă suplă, elastică în ceea ce privește structura ei și să se coreleze cu alte forme de organizare a procesului de învățământ, cum sunt: excursiile și vizitele, lucrările de laborator, activitatea pe grupe, practică productivă, formele extradidactice (cercuri științifice, lectura particulară, consultațiile și meditațiile, etc.)

Proiect de activitate didactică

Disciplina: Geologie

Clasa: a XI-a

Tema: (subiectul lecției): Diageneze sedimentelor. Compușii și sistematica rocilor sedimentare – familia rocilor detritice și a celor precipitate.

Scopul: Dobândirea unui sistem de cunoștințe referitoare la diageneza sedimentelor, la componenții rocilor sedimentare, cu referire specială la rocile sedimentare detritice și de precipitare, dezvoltarea reprezentărilor și a flexibilității gândirii elevilor.

Tipul lecției: mixt

Obiective operaționale:

- O₁ – să definească procesul de diageneză
- O₂ – să explice formarea rocilor sedimentare prin acest proces
- O₃ – să precizeze componenți principali ai rocilor sedimentare
- O₄ – să cunoască criteriile ce stau la baza clasificării rocilor sedimentare
- O₅ – să numească principalele familii de roci sedimentare
- O₆ – să prezinte principalele tipuri de roci detritice și procesele ce au stat la baza formării lor
- O₇ – să prezinte principalele tipuri de roci precipitate și să explice mecanismul formării lor
- O₈ – să recunoască pe baza eşantioanelor prezentate rocile detritice și pe cele precipitate
- O₉ – să localizeze corect pe hartă ariile de răspândire a diferitelor tipuri de roci detritice și de precipitare

Mijloace de învățământ: eşantioane cu diverse roci sedimentare detritice și de precipitare, planșe cu : “Efectele diagenetice în sedimentele cu substanțe organice”, “Efectele diagenetice asupra unor particule sedimentare”, “Clasificarea principalelor sedimente și roci clastice”, “Clasificarea sedimentelor și rocilor sedimentare de origine chimică”, “Harta geologico-economică a României”.

Metode și procedee didactice: conversația euristică, explicația, demonstrația, problematizarea.

Forme de activitate:

- activitate independentă individuală
- activitate independentă pe grupe de elevi
- activitate colectivă în toate etapele lecției

Desfășurarea lectiei

[illegible]

	O ₄	categoria: a. minerale alogene, din afara bazinului de sedimentare reprezentate prin caste de: cuarț, feldspați, miche, fragmente litice; b. minerale autogene, din interiorul bazinului reprezentate prin cristale de opal, calcit, aragonit, halit, gips, etc. c. bioclaste care pot proveni din interiorul sau din afara bazinului de sedimentare.	precipitate din eșantioanele de roci
	O ₅		
	O ₆	3. "Sistematica și descrierea rocilor sedimentare" Pentru a descrie și clasifica utilizăm următoarele elemente caracteristice: forma și dimensiunea particulelor, natura mineralogică a lor, relațiile ce se stabilesc între particule precum și originea particulelor. În funcție de aceste caracteristici au fost delimitate patru familii de sedimente și roci sedimentare: detritice (clastice), precipitate (chimice), organogene (biotice) și reziduale	
	O ₇	Întrebările profesorului: Care sunt caracteristicile acestor procese?	Aprecierea modului în care elevii fac corelația între
	O ₈	Sedimentele detritice sunt: grohotișul, pietrișul, nisipul și mărul. Puteți preciza unde se întâlnesc aceste tipuri de sedimente?	noțiunile noi și cele predate anterior
	O ₉	Care sunt elementele caracteristice proceselor chimice care duc la formarea rocilor precipitate?	
IV. Fixarea cunoștințelor fundamentale din lecția nouă	O ₁ O ₂ O ₆ O ₉	Fixarea cunoștințelor se va face pe baza testului care va cuprinde principalele noțiuni predate.	Aprecierea răspunsurilor și corectarea testului.
V. Concluziile profesorului și notarea elevilor		Se menționează și notează elevii care au avut o participare activă la oră	
VI. Tema pentru acasă		Pregătirea lecției predate și colectarea de eșantioane în excursiile ce vor fi organizate pe parcursul anului școlar	

ELEV:

DATA:

CLASA:

TEST DE FIXARE A CUNOȘTINȚELOR LA GEOLOGIE

1. Definiți procesul de diagenază:

.....

2. Completați spațiile goale:

Prin diagenază : - porozitatea

- sedimentele fin cristalizate, îngropate la adâncimi mari

.....

- apa interstițială poate provoca: 1

..... mineralelor instabile;

2. granulelor;

3. înlocuirea

3. Precizați principalii componenți ai rocilor sedimentare:

- a.

- b.

- c.

4. Precizați rocile detritice necimentate și corespondentele lor cimentate:

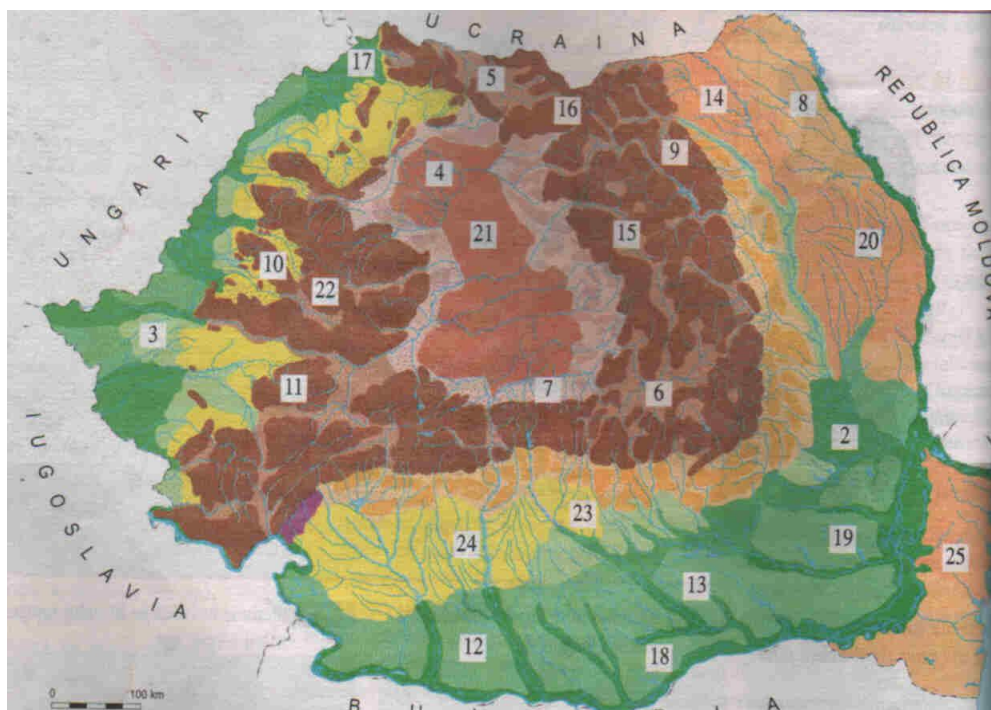
.....

.....

.....

.....

5. Precizați pe harta României ariile de răspândire a rocilor precipitate: (pe hartă numerele reprezintă subunitățile de relief , deci nu trebuie luate în considerare)



PROIECT DE ACTIVITATE DIDACTICĂ

Școala: Grupul Școlar Minier “Liviu Rebreanu” – Bălan

Profesorul: Sándor Csaba

Data: 17 Martie

Disciplina: Geologie, Prospekțiuni și Explorări

Clasa: a XII-a

- a. **Subiectul lecției:** Determinarea compoziției granulometrice și a coeficientului de uniformitate la unele roci sedimentare detritice
- b. **Scopurile instructiv-educative** ale lecției: formarea deprinderilor de a determina în mod practic compoziția granulometrică a rocilor detritice, dezvoltarea capacității de analiză și sinteză, dezvoltarea spiritului de echipă.
- c. **Elemente esențiale de conținut:** elevii vor determina compoziția granulometrică a trei probe prin metoda cernerii. Materialul analizat se va spăla mai întâi de liant, iar materialul rămas pe sită se usucă în etuvă la temperatura de 105°C , după care se trece printr-un set de ciururi cu diametrul ochiurilor de 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 20 mm și printr-un set de site cu diametrul ochiurilor de 2; 1,5; 1; 0,75; 0,50, 0,2; 0,1; 0,075; 0,06 mm, sitele fiind așezate în ordine descrescătoare a ochiurilor, la partea superioară cele cu ochiuri mai mari și la partea inferioară cele cu ochiuri mai mici. Apoi vor cântări fracțiunile rămase pe sită și vor calcula în procente din greutatea probei totale. Rezultatul analizei îl vor exprima grafic, sub formă de curbă granulometrică, histogramă sau diagramă ternară. Cu ajutorul curbei granulometrice vor determina coeficientul de neuniformitate U_n .
- d. **Obiectivele operaționale** corespunzătoare conținuturilor esențiale:
 - O_1 – să explice de ce este necesară cunoașterea compoziției granulometrice și a coeficientului de neuniformitate;
 - O_2 – să precizeze care sunt metodele prin care se poate determina compoziția granulometrică;
 - O_3 – să utilizeze corect aparatura din laborator (sistemul de site, balanța analitică, etuva, etc.);
 - O_4 – să stăpânească corect sistemul de calcul al fracțiunilor granulometrice, ca procente din greutatea totală a probei;
 - O_5 – să întocmească corect curbele granulometrice pentru probele date;

- O₆ – să calculeze corect coeficientul de neuniformitate;
- O₇ – să încadreze corect rocile analizate la clasele de roci corespunzătoare în funcție de compoziția granulometrică;
- O₈ – să întocmească diagrame ternare și histogramme pentru probele analizate;
- O₉ – să colaboreze cu colegii din echipă astfel încât activitatea să se desfășoare eficient;
- O₁₀ – să utilizeze corect terminologia de specialitate.

e. Strategia didactică:

- **metode didactice:** conversația euristică, explicația, demonstrația, problematizarea;
- **mijloace de învățământ:** probe de roci sedimentare detritice de diferite tipuri, seturi de ciururi și seturi de site, apă distilată, etuvă, balanța analitică, greutăți, planșe cu diverse curbe granulometrice tip pentru diferite tipuri de roci, planșă cu reprezentarea curbei granulometrice și a histogrammei, planșă cu diagramă ternară.

f. Evaluarea cunoștințelor: se va face la sfârșitul activității prin observarea modului în care elevi au întocmit curbele granulometrice, histogrammele și diagramele ternare.

g. Bibliografie: manualul de “Geologie, prospecțiuni și explorări” Clasa a XII-a.

DESFĂȘURAREA LECȚIEI

Secvențele lecției	Obiective	Conținut și strategie didactică	Evaluare
I. Organizarea clasei		Se notează absențele, se verifică materialul didactic, se asigură un climat favorabil desfășurării lecției	
II. Verificarea lecției anterioare		Verificarea se va face printr-o conversație frontală. Subiectul verificat va fi “Greutatea specifică”. Elevii vor trebui să definească și să stabilească cum se determină greutatea specifică absolută; greutatea specifică aparentă; greutatea volumică în stare umedă și greutatea volumică în stare saturată.	Se va aprecia capacitatea de selecție și sinteză a elevilor, precum și capacitatea de redare corectă a noțiunilor învățate.
III. Lecția nouă 1. Trecerea la lecția nouă		Astăzi vom studia o proprietate a rocilor sedimentare detritice, proprietate care ne va permite să le clasificăm din punct de vedere al dimensiunilor granulometrice ce le compun.	
2. Anunțarea lecției noi		Este vorba despre determinarea compoziției granulometrice și a coeficientului de neuniformitate la	

		rocile sedimentare – detritice. (Se notează pe tablă titlul “Determinarea compoziției granulometrice”).	
3. Predare-învățare. Elementele esențiale de conținut	O ₁	Pentru încadrarea corectă a unei roci (ca material de construcție sau ca teren de fundație) în una din categoriile: argile, prafuri, nisipuri, pietrișuri, trebuie cunoscută mărimea și cantitatea procentuală a particulelor componente. Aceasta se face prin intermediul analizei granulometrice. În funcție de	Se apreciază modul în care elevii : explică termenul de “coeziune”, cunosc rocile fără coeziune: nisip, pietriș; rocile slab coezive: praf, argile nisipoase; rocile coezive: praf argilos, argile, marne. Pe parcursul activității elevilor profesorul observă modul în care echipele desemnate de câte 4 elevi reușesc să-și organizeze eficient munca și modul în care efectuează analizele. Observă corectitudinea măsurărilor. Se apreciază corectitudinea efectuării curbelor granulometrice. Se urmărește corectitudinea încadrării rocii la o anumită clasă granulometrică. Se apreciază modul în care elevii determină coeficientul de neuniformitate și clasifică rocile cu ajutorul său.
	O ₂	natura rocilor și mărimea particulelor componente se utilizează două metode: a. <u>prin cernere</u> pentru rocile	
	O ₃	<i>fără coeziune</i> și cu dimensiunile particulelor mai mari de 0,06 mm; b. <u>prin sedimentare</u> pentru rocile cu	
	O ₄	<i>coeziune mică sau mare</i> și cu dimensiunile particulelor mai mici de 0,06 mm, respectiv 0,075 mm.	
	O ₅	Astăzi ne vom ocupa de “Analiza granulometrică prin cernere”. În continuare se prezintă elevilor modul de realizare al acestei analize: măsurarea unei cantități de cca. 50 g de probă (nisip fin); spălarea pe site pentru	
	O ₆	separarea de liant; uscarea în etuvă la 105 °C a materialului rămas; cernerea materialului prin ciururi; cernerea materialului prin site; cântărirea fracțiunilor rămase pe sită; calculul procentului din greutatea probei; construirea curbei granulometrice prin unirea într-o curbă continuă a punctelor de pe diagramă.	
	O ₇	După obținerea curbei granulometrice și utilizând planșa curbelor granulometrice tip, pentru diferite roci, se face încadrarea rocii	
	O ₈	Calculul coeficientului de neuniformitate se va face utilizând curba granulometrică. Coeficientul servește la clasificarea rocilor în roci uniforme; roci cu uniformitate medie și roci neuniforme.	
	O ₉	Realizarea histogramei prin unirea segmentelor.	
	O ₁₀		
IV Fixarea cunoștințelor fundamentale		Lucrarea de laborator care are ca scop determinarea granulometriei unor probe sedimentar-detritice se va executa de întreaga clasă care va fi împărțită în grupe	Se urmărește pe parcursul lecției ca elevii să-și însușească și să

din lecția nouă		de 3-4 elevi. Elevii își vor însuși noțiunile odată cu efectuarea lucrării, iar la sfârșit se va face o trecere în revistă a principalelor evenimente ale lecției	stăpânească corect noțiunile predate.
V. Concluziile profesorului și notarea elevilor.		În urma verificării diagramelor realizate profesorul apreciază dacă elevii și-au însușit (sau nu) tehnica de lucru pentru determinarea fracțiunilor granulometrice și întocmirea graficelor prin care se redă granulometria rocilor. Se notează elevii cei mai activi și cele mai bune lucrări.	Se evidențiază valoarea practică a cunoașterii granulometriei și a coeficientului de neuniformitate.
VI Temă pentru acasă		Se dau elevilor mai multe tabele în care sunt trecute fracțiunile granulometrice ale diferitelor roci sedimentar-detritice și pe baza lor ei vor întocmi curbe granulometrice, histograme, diagrame ternare și vor calcula coeficienții de neuniformitate clasificând rocile analizate.	

Pe parcursul lecției, schema de desfășurare rămâne pe tablă și, eventual, se vor trece unele măsurători determinate de elevi.

Oglinda tablei

DETERMINAREA COMPOZIȚIEI GRANULOMETRICE

Compoziția granulometrică = mărimea particulelor și distribuția procentuală a fiecărui sort de particule.

Metode de determinare: a. prin cernere – roci necoezive (nisip, pietriș) cu $d > 0,06$ mm

b. prin sedimentare – roci slab coezive (praf, argile nisipoase) cu $d < 0,06$ mm

- roci coezive (praf argilos, argile, marne) cu $d < 0,075$ mm

Analiza granulometrică prin cernere:

50 g probă – se spală, se usucă în etuvă la 105 °C și se cerne prin site cu diametrul ochiurilor variind între 20-0,06 mm.

- se cântăresc fracțiunile de pe fiecare sită și se calculează procente de greutate

Proba nr.	Diametrul ochiurilor sitei	Greutate (gr)	% din greutate	Calculul Un și clasificarea probei în funcție de compoziția granulometrică
1	1,5	0,35	0,7	Un =
2	1	0,55	1,1	Un =
3	0,8	0,2	1	Un =

BIBLIOGRAFIE

1. Almășan, B. et col (1986) - Studiu complex al condițiilor geologice și minerale ale zăcământului pirito-cuprifer de la Bălan, în vederea optimizării metodelor de exploatare. Universitatea București
2. Atanasiu, I.S.(1928) – Cercetări geologice în împrejurimile Tulgheșului. Anuarul I.G.al R.S.R. , vol. XIII, 1928.
3. Băncilă, I., (1958) – Geologia Carpaților Orientali – Ed. St. București.

4. Bercia, I., Bercia, E., Krautner .H.G. (1966) – Unitățile tectonice structurale și stratigrafice a formațiunilor metamorfice din zona Cristalino-mezozoică a Munților Bistriței, D.S. vol III/1.
5. Chelărescu, A. (1939) – Note sur legisement cuprifere Bălan. (Transylvanie) C.R.Inst. des Sci.Romanie, Acad. Des Sci III./2
6. Codarcea, D. (1967) – Noi date asupra stratigrafiei terenurilor cristalofiliene din România. Studii și cercetări Tom.12 București.
7. Margareta Albert, Fekete A. (1968) – Contribuții la cunoașterea zăcămintului cuprifere de la Bălan. Rev. minelor XIX, 10
8. Fekete, A, et colab. (1982) – Rezultatele geologice obținute în perioada 1976-1982 și perspectivele zăcămintului Bălan în perimetrele Minei Centrale și Fagul Cetății Bălan
9. Földváry, A., Pantó, G. (1950) – Balánbánya környéke, bányageológiai viszonyai – Magyar Áll. Földt. Int. Évi Jelentése, Budapest
10. Gheorghiu, C. (1958) – Considerațiuni asupra genezei unor acumulări de sulfuri metalice în șisturile cristaline din R.P.R. Anal.Univ:București, seria șt.nat., 19
11. Giușcă, D. (1974) – Petrologia rocilor endogene Ed.Tehnică, București
12. Gurău,A. (1969) – studiul structural și genetic al zăcămintelor metalifere din șisturile cristaline ale Carpaților Orientali, D.S. vol.IV/2
13. Iliescu, V., Codarcea,D. (1964) – Contribuții la cunoașterea conținutului microfloristic al complexelor de șisturi cristaline din Carpații Orientali, Ședința științifică a Inst. Geol: București
14. Imreh, I. (1987) – Geochimie. Ed. Dacia, Cluj-Napoca
15. Jakab, Gy. (1974) – Studiul geochimic al șisturilor epimetamorfice din seria de Tigheș. Zona Gheorgheni, D.S.vol. X/1
16. Koch, S., Sztrókay, K., I. (1986) - Ásványtan, I-II, Budapest
17. Krautner,G.H. (1965) – Considerații genetice asupra zăcămintelor de sulfuri complexe din Cristalinul Carpaților Orientali. St.cerc. geologice 10.1
18. Krautner, H.G. et col. (1976) – Studiul mineralogic și geochimic al zăcămintului cu sulfuri polimetalice Bălan. I.G.G. București
19. Krautner, H.G. et col.(1986) – Studiul formațiunilor metamorfice din zona Bălan în vederea extinderii spre sud a zăcămintului Fagul Cetății, I.G.G. București
20. Kubovics, I. (1986) – Kőzetmikroszkópia. Tankönyvkiadó Budapest

21. Marosi, Z. (1986)n- Contribuții privind distribuția elementelor minore în zăcămintul cuprifera Fagul Cetății Bălan
22. Mârza, I. (1982) – Geneza Zăcămintelor de origine magmatică, Ed. Dacia Cluj-Napoca
23. Mureșan, I., Lucreția Gherghari, Bedelea, I. (1986) – Determinator de minerale, I, II, Univ. din Cluj-Napoca
24. Mureșan, M., (1967) – Structura tectonică a părții de sud a zonei cristalino-mezozoice din Carpații Orientali, Acad. RSR, Studii și cercet. Geol.geofiz. 2/1
25. Mureșan, Maria, Pop, Doina, Maston M. (1987) – Studiul mineralogic și petrografic al rocilor porfirogene din perimetrul minier Bălan – Bălan
26. Petrușian, N., Steclaci, (1971) – Studiul mineralogic al minereului de la Bălan. St.Cercet. geol. Geogr. Seria Geol.
27. Petruș, I., Jakab, Gy: - Carpații Orientali, formațiuni endogene. Gheorgheni (1982)
28. Popescu, C.Gh, (1967) - Asupra raporturilor structurate dintre mineralele metalice și nemetalice din zăcămintul Bălan. Rev.Min.XVIII.12
29. Popescu C. Gh. (1971) – Retromorfismul șisturilor cristaline din zona zăcămintului, semnificația sa geologică și metalogenetică. Anal. Univ. București, Ser. Geol. XX
30. Popescu, C.Gh. et col. (1971) – Notă asupra conținuturilor de N și cobalt în unele pirite din Cristalinul Carpaților Orientali. Anal: Univ: din București, Seria Geol. XIX.XX.
31. Popescu, C. Gh. (1974) – Studiul formațiunilor cristaline cu sulfuri metalice din zona Bălan. M.M.P.G. – Oficiul de documentație, de publicații tehnice, București
32. XXX – Raportul geologic al I.M. Bălan (1984)
33. XXX – Raportul geologic al I.M. Bălan (1988)

34. XXX – Raport preliminar privind rezultatele cercetărilor geologice și fundamentarea perspectivei în extinderea perimetrului de exploatare de la Bălan (1987) I.G.G. București
35. Sahama, G., Rankama, . (1977) – Geochimie, Ed. Tehnică, București
36. Savu, M., Vasilescu Al. – Contribuții la cunoașterea rocilor porfiroide și zăcămintele de sulfuri asociate șisturilor cristaline din regiunea Baia Borșa, Maramureș, 1958
37. Seclăman, M. (1975) – Determinator pentru rocile magmatice și metamorfice, Ed. Tehnică, București
38. Urade, T., Sato, T. (1978) – Kuroko deposits of the Kosaka mine , North East Honshu, Japan. Products of Submarine Hot Springs on Miocene Sea Floor. Econ. Geol., 73, 2, 161-179

39. Vendel, M. (1959) – A közet meghatározás módszertana, Akadémiai Kiadó, Budapest
40. Zlatorova, F., Mureşan, M., Ditlea, Gh. (1970) – Studiul unor roci gabbroide metamorfozate din seria de Ielova, zona Cameniţa, Banatul de SV.