

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Giedrius BIČKAUSKAS
Antanas BRAZAUSKAS
Arūnas KLEIŠMANTAS
Gediminas MOTUZA

BENDROSIOS
GEOLOGIJOS
p r a t y b o s



Vilniaus
universiteto
leidykla
2011

UDK 551(076.5)

Be-193

Apsvarstė ir rekomendavo spaudai

Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto taryba

(2011 m. lapkričio 30 d., protokolas Nr. 11)

Recenzentai

dr. Ričardas Skorupskas (Vilniaus universitetas)

dr. Petras Šinkūnas (Gamtos tyrimų centras)



Laidinys parengtas įgyvendinant Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos priemonės VP1-2.2-ŠMM-09-V „Studijų programų plėtra nacionalinėse kompleksinėse programose“ projektą „Aukštos kvalifikacijos specialistų, atitinkančių valstybės ir visuomenės poreikius biologinių ir žemės gelmių išteklių naudojimo srityje, rengimo tobulinimas (BIOGEONAUDA-A)“, projekto kodas VP1-2.2-ŠMM-09-V-01-004)

ISBN 978-609-459-047-4

© Giedrius Bičkauskas, 2011

© Antanas Brazauskas, 2011

© Arūnas Kleišmantas, 2011

© Gediminas Motuza, 2011

© Vilniaus universitetas, 2011

TURINYS

Pratarmė / 7

1. MINERALAI. *A. Kleišmantas* / 8

1.1 Mineralų kristalai ir jų agregatai / 8

1.1.1 Kristalų sandara ir būdingos savybės / 8

1.1.2 Mineralų agregatai / 9

1.2 Mineralų atpažinimo būdai / 12

1.3 Mineralų kristalų pavidalai ir simetrija / 12

1.3.1 Kristalų pavidalas / 12

1.3.2 Kristalų simetrijos elementai / 14

1.4 Fizinės mineralų savybės / 16

1.4.1 Optinės mineralų savybės / 16

1.4.2 Mechaninės mineralų savybės / 18

1.5 Mineralų susidarymo procesai / 21

1.5.1 Endogeniniai procesai / 21

1.5.2 Egzogeniniai procesai / 22

1.5.3 Kosmogeniniai procesai / 22

1.6 Mineralai ir jų klasifikacija / 23

1.6.1 Grynuoliai / 24

1.6.2 Sulfidai / 27

1.6.3 Halogenidai / 31

1.6.4 Oksidai ir hidroksidai / 32

1.6.5 Karbonatai / 38

1.6.6 Sulfatai / 41

1.6.7 Fosfatai / 43

1.6.8 Silikatai / 43

2. UOLIENOS. *G. Motuza* / 55

2.1. Bendras apibūdinimas ir skirstymas / 55

2.2. Magminės uolienos / 55

2.2.1. Skirstymas / 55

2.2.2. Magminių uolienų sandara / 57

2.2.3. Magminių uolienų apibūdinimas / 60

2.2.4. Magminių uolienų atpažinimas / 73

2.3. Nuosėdinės uolienos / 76

2.3.1. Apibūdinimas ir skirstymas / 76

2.3.2. Nuosėdinių uolienų sandara / 77

2.3.3. Nuolaužinės ir nuolaužinės-biogeninės uolienos / 80

2.3.4. Chemogeninės ir biochemogeninės uolienos / 86

2.4. Metamorfinės uolienos / 93

2.4.1. Apibūdinimas / 93

2.4.2. Metamorfinių uolienų sandara / 93

2.4.3. Skirstymas / 94

3. FOSILIJOS. *A. Brazauskas* / 103

3.1. Iškastinių organizmų reikšmė geologijoje / 103

3.2. Organizmų fosilizacija / 104

3.3. Organinio pasaulio klasifikacija ir svarbiausių taksonų būdingieji bruožai / 104

4. STRATIGRAFIJA. *G. Bičkauskas, G. Motuza* / 144

4.1. Kas yra stratigrafija / 144

4.2. Laiko skalė, jos apibūdinimas / 145

4.3. Lietuvos nuosėdinės storymės stratigrafinis suskirstymas / 146

4.3.1. Bendras apibūdinimas / 146

4.3.2. Atskirų sistemų apibūdinimas / 146

5. STRUKTŪROS. *G. Bičkauskas, G. Motuza* / 150

5.1. Sluoksnių padėtis ir jos nustatymas / 150

5.2. Slūgsojimo elementų matavimas / 151

5.3. Geologinės struktūros / 152

6. GEOLOGINIS ŽEMĖLAPIS. *G. Bičkauskas, G. Motuza* / 159

6.1. Kas yra geologinis žemėlapis / 159

6.2. Kaip skaityti geologinį žemėlapi / 160

ĮKLIJOS:

Tarptautinė stratigrafinė skalė

Lietuvos kvartero žemėlapis

Lietuvos prekvartero žemėlapis

Lietuvos geomorfologinis žemėlapis

Lietuvos geologinis pjūvis

PRATARMĖ

Bendrosios geologijos pratybų ir praktikos tikslas – įtvirtinti geologijos žinias, gautas bendrosios geologijos paskaitose, ir įgyti praktinių įgūdžių, reikalingų geologiniams objektams stebėti, pažinti ir apibūdinti, supažindinti studentus su bendriausiais Lietuvos geologinės sandaros bruožais apilankant būdingas vietas.

Geologiniais objektais čia laikomi mineralai, fosilijos, uolienos ir jų kūnai, atodangos ir atskiri plotai, kuriuose galima stebėti tų kūnų padėtį jų sudaromas struktūras ir kitus geologinės sandaros bruožus.

Pirmojoje knygos dalyje pateikiamos bendrosios žinios apie kristalų sandarą ir pavidalą, mineralus, jų skirstymą, fizines savybes, jų nustatymo ir mineralų atpažinimo būdus.

Toliau apibūdinamos magminės, nuosėdinės ir metamorfinės uolienos, jų skirstymas, mineralinės sudėties bei sandaros bruožai (struktūra ir tekstūra). Pabrėžiami tie sudėties ir sandaros bruožai, kurie padeda atpažinti uolieną, nustatyti jos susidarymo sąlygas, suprasti geologinius procesus, kurie lėmė uolienos susidarymą. Mineralų ir uolienų aprašymas papildytas nuotraukomis.

Atskiras skyrius skirtas rieduliuose ir atodangose dažnai aptinkamoms fosilijoms apibūdinti. Pateikiami gyvūnijos skirstymo pagrindai, svarbiausių grupių ypatybės ir būdingieji požymiai, padedantys atpažinti jų fosilijas.

Paskutinėje dalyje susipažįstama su Lietuvos stratigrafija, išvardijama, kokių geologinės istorijos laikotarpių ir kokios uolienos sudaro Lietuvos nuosėdinę dangą, kokiomis sąlygomis jos susidarė, kur galima rasti jų atodangų. Čia nagrinėjamos ir uolienų sluoksnių slūgsojimo ypatybės, jų sudaromos struktūros ir padėties nustatymo būdai.

Atskirame skyriuje aprašytas geologinis žemėlapis, kaip svarbiausias geologinės aplinkos apibūdinimo ir geologinės informacijos perdavimo būdas.

Ši knyga skiriama ne tik geologijos, bet ir geografijos krypties specialybių studentams.

1. MINERALAI

Žemės pluta sudaryta iš uolienų, o dauguma jų – iš mineralų. **Mineralai** – tai gamtoje susidarę ar žmogaus sukurti grynai cheminiai elementai ir tam tikros cheminės sudėties neorganiniai junginiai, esantys kietosios būsenos kristalų pavidalu.

Kiekvienam mineralui būdingas savybių rinkinys, pagal kurį jis ir atpažįstamas. Savybės priklauso nuo cheminės sudėties ir sandaros. Mineralų cheminė sudėtis gali kisti, bet tik tam tikrose ribose. Tai smulkiau aptarta aprašant izomorfizmo reiškinių. Dėl to kiek svyruoja ir fizinės savybės, tačiau jas daugiausia lemia mineralo kristalinė sandara, kuri yra mažai kaiti.

Esama gamtinių neorganinių medžiagų, kurios yra ne visai kristalinio pavidalo, sudarytos iš kristalų užuomazgų ar gelio pavidalo medžiagos. Tokios medžiagos vadinamos **mineraloidais**.

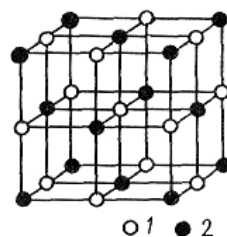
1.1. MINERALŲ KRISTALAI IR JŲ AGREGATAI

1.1.1. Kristalų sandara ir būdingos savybės

Visi mineralai turi kristalinę sandarą, o agregatai, neturintys kristalo sandaros, vadinami amorfiniais. Kristalo sandara skiriasi nuo amorfinio agregato tuo, kad jį sudarantys jonai, atomai išsidėstę tam tikra tvarka, sudarydami erdvinį darinį, vadinamą **kristalo gardele** (1.1 pav.).

Mineralų kristalų pavidalas būna įvairus ir priklauso nuo cheminio junginio sandaros. Tačiau yra mineralų, kurie turi tą pačią cheminę sudėtį, tačiau jų kristalų gardelės yra skirtingos, nes jonai, atomai sudaro skirtingas jungtis. Tokių mineralų fizinės savybės irgi skiriasi. Šis reiškinys vadinamas **polimorfizmu** (gr. *poli* – daug, *morfos* – pavidalas). To paties junginio polimorfinių atmainų (polimorfų) susidarymą lemia skirtingos kristalizacijos sąlygos.

Ryškus pavyzdys yra grynuolės anglies polimorfiniai mineralai – grafitas ir deimantas. Deimanto anglies atomai sudaro trimatį nėrinį iš tetraedrų (1.2 pav.), o jungtys tarp atomų visomis kryptimis yra vienodos. Grafito kristalo gardelė sudaryta iš šešiakampių plokštelių, kurių viršūnėse yra anglies atomai.

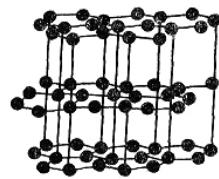


1.1 PAV. Halito kristalo gardelė: 1 – chloro jonai; 2 – natrio jonai



1.2 PAV. Deimanto kristalo gardelė

Atstumas tarp anglies atomų plokštelėje beveik perpus mažesnis, negu tarp kaimyninių plokštelių (1.3 pav.). Dėl to grafitas lengvai skyla plonomis plokštelėmis mažiausios sankibos tarp atomų kryptimi. Kitomis kryptimis sankiba yra daug didesnė. Dėl skirtingos sandaros labai skiriasi ir šių mineralų fizinės savybės. Deimantas yra kietiausias mineralas, o grafitas – minkščiausias; deimanto tankis yra 3,5, o grafito – 2–2,3. Normalaus slėgio ir didesnės kaip 3000 °C (be deguonies) temperatūros sąlygomis deimantas virsta grafitu, o norint iš grafito gauti deimantą, reikalingas labai aukštas slėgis ir temperatūra.



1.3 PAV. Grafito kristalo gardelė

Polimorfizmas taip pat būdingas geležies sulfidui (FeS_2), kurio atmainos yra piritas ir markazitas, kalcio karbonatui (CaCO_3), kuris gali būti kalcito ir aragonito pavidalo, bei kitiems junginiams.

Mineralų pasaulyje dažni atvejai, kai kristalizacijos metu vienus jonus arba atomus kristalo gardelėje pakeičia kiti, nesikeičiant kristalo gardelės sandarai. Toks reiškinys vadinamas **izomorfizmu** (gr. *izos* – vienodas, *morphē* – pavidalas). Izomorfizmas yra galimas, kai vienas kitą keičiančių cheminių elementų oksidacinis laipsnis yra vienodas, o jonų spinduliai yra maždaug vienodo dydžio. Mineralų izomorfinės eilės susidaro ir keičiantis cheminių elementų poroms. Pavyzdžiui, feldšpatų grupės mineralai plagioklazai sudaro izomorfinę eilę, kurioje Ca ir Si jonus keičia Na ir Al jonai. Šios izomorfinės eilės kraštiniai mineralai yra anortitas – $\text{Ca}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8]$ ir albitas – $\text{Na}[\text{Si}_3\text{AlO}_8]$. Keičiantis cheminei sudėčiai, keičiasi plagioklazų optinės savybės, tankis, spalva, tačiau kristalų pavidalas išlieka toks pat.

1.1.2. Mineralų agregatai

Kristalizuojantis medžiagai, gali susidaryti tiek pavieniai kristalai, tiek jų sąaugos – **mineralų agregatai**. Pagal pavidalą ir sandarą mineralų agregatai vadinami: dvyniais, grūdėtaisiais agregatais, drūzomis, konkrečijomis, sekrecijomis, oolitais, varvekliais, dendritais.

Dvyniais vadinami du ar daugiau dėsningai suaugusių tos pačios medžiagos kristalų. Pavyzdžiui, gipsas dažnai sudaro augimo dvynius – vadinamąsias kregždės uodegas (1.4 pav.), o plagioklazai – sudėtingus polisintetinius dvynius.

Grūdėtuosius agregatus sudaro netaisyklingo pavidalo kristalų sankaupos (1.5 pav.), kurios susidaro vienu metu kristalizuojantis iš lydalo arba vandens tirpalo daug mineralų kristalų užuomazgų. Vienu metu augančių kristalų būdinga daugiasienė forma nesusidaro, jie užima aplinkinę laisvą erdvę ir suauga.

Daugiausia gamtoje yra grūdėtųjų agregatų. Sudarytas iš vieno mineralo grūdelių agregatas vadinamas monomineraliniu, iš kelių mineralų – polimineraliniu.



1.4 PAV. Gipso kristalų dvyniai – kregždės uodega



1.5 PAV. Grūdėtasis agregatas



1.6 PAV. Ametisto drūza



1.7 PAV. Gipso rozetiška drūza

Drūzas sudaro beveik taisyklingos, vienu galu priaugusių prie uolienos ar kitokio pagrindo kristalų sąaugos (1.6 pav.). Jos susidaro kristalams augant uolienų plyšiuose ir tuštumose. Drūzos, sudarytos iš lygiagrečių, besiliečiančių vienas su kitu kristalų, vadinami **kristalų šepečiu**. Plokštelės pavidalo kristalai, suaugę vienu galu su uoliena, vadinami **rozetiška drūza** (1.7 pav.).

Dendritai yra plokšti plėvelės pavidalo agregatai, primenantys šakotus augalus. Jie susidaro greitai kristalizuojantis medžiagai ant siaurų plyšių sienelių (1.8 pav.) arba ant paviršiaus, pavyzdžiui, žemoje temperatūroje šerkšnas.

Sekrecijos atsiranda pripildžius mineralinei medžiagai uolienos tuštumas. Jos paprastai yra koncentrinės struktūros ir susidaro, kai medžiaga porcijomis periodiškai nusėda ant tuštumos sienelių iš pakraščių į vidurį ir ilgainiui ją pripildo (1.9 pav.). Mažos sekrecijos (iki 10 mm skersmens) vadinamos **migdolėmis**, stambios – **žėdomis**.

Konkrecijos yra apvalaini agregatai, kurie susidaro mineralinei medžiagai telkiantis aplink kristalizacijos centrą. Konkrecijų sandara dažniausiai būna spindulinė arba koncentrinė (1.10 pav.).



1.8 PAV. Dendritai rodonite



1.9 PAV. Kvarco sekrecija



1.10 PAV. Markazito konkretija



1.11 PAV. Oolitai



1.12 PAV. Stalaktitas



1.13 PAV. Stalagmitas

Oolitai yra smulkūs (iki 10 mm skersmens) apvalūs koncentrinės sandaros agregatai, artimi konkretijoms. Jie susidaro iškrintant mineralinei medžiagai aplink kristalizacijos centrą arba oro burbuliukus judančiame jūros vandenyje. Ypač dažni yra kalcio karbonato (1.11 pav.) ir limonito oolitai.

Varvekliai susidaro požeminėse ertmėse (olose) kristalizuojantis medžiagai iš tirpalų, kurie sunkiasi iš plyšių ar porų ertmės lubose. Dėl pasikeitusio slėgio ar sudėties iš tų tirpalų išsiskiria ištirpusi medžiaga (dažniausiai CaCO_3 aragonito pavid-

lu) ir pamažu kaupiasi išsiskyrimo vietoje. Taip ilgainiui susidaro varvekliai pavidalo koncentrinės sandaros agregatai. Lašant vandeniui nuo tokių varveklių, po jais irgi išsiskiria dalis medžiagos ir priešpriešais auga jos stulpelis. Nuo požeminių ertmių skliautų kabantys varvekliai vadinami *stala k t i t a i s* (1.12 pav.), olos dugne augantys stulpeliai – *stala g m i t a i s* (1.13 pav.), o kai jie susijungia, susidaro kolona.

1.2. MINERALŲ ATPAŽINIMO BŪDAI

Mineralai yra atpažįstami ir apibūdinami pagal jiems būdingą savybių rinkinį – kristalų pavidalą, optines ir kitas fizines savybes, cheminę sudėtį. Šios savybės nustatomos specialiose laboratorijose. Lauko sąlygomis mineralai atpažįstami pagal jų fizines savybes, nustatomas iš akies arba paprastomis nešiojamomis priemonėmis. Tai kristalų pavidalas, spalva, blizgesys, skaidrumas, lūžis, skalumas, kietumas ir kt. Vertinant šias savybes reikia prisiminti, kad dauguma kristalų pasižymi **anizotropija**, t. y. jų savybės – šilumos, šviesos, elektros laidumas skirtingomis kryptimis yra nevienodas.

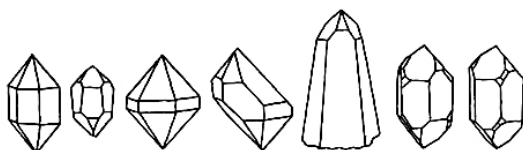
Geologas turi mokėti nustatyti šias mineralų savybes ir iš jų atpažinti mineralą.

1.3. MINERALŲ KRISTALŲ PAVIDALAS IR SIMETRIJA

1.3.1. Kristalų pavidalas

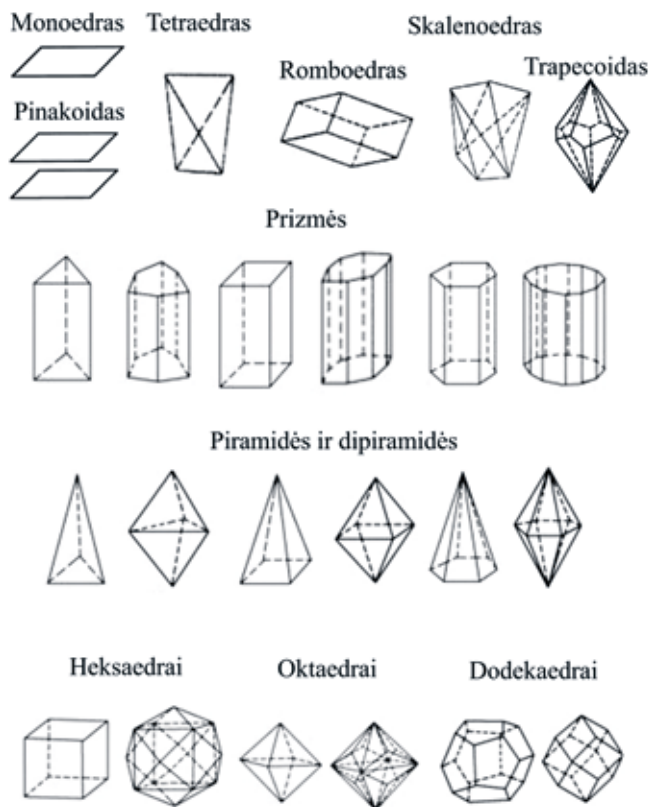
Mineralų kristalų pavidalą (formą) lemia jų kristalo gardelės sandara, kuri yra beveik pastovi. Todėl nustačius mineralų kristalų pavidalą lengviau apibūdinti mineralus. Kristalo morfologiniai elementai: 1) sienelės, kurias sudaro plokštumos, sueinančios į briaunas; 2) briaunos – kristalo sienelių sankirtos linijos; 3) viršūnės – kristalo briaunų sankirtos taškai.

Dažnai gamtinėmis sąlygomis, veikiant išoriniams veiksniams, kinta sienelių pavidalas, dydis, skaičius, tačiau dvisieniai kampai tarp atitinkamų sienelių lieka pastovūs. Taip yra todėl, kad jonai kristale išsidėsto tam tikra tvarka ir kiekviena sienelė tiksliai atitinka kristalo vidaus sandaros plokštumą. Tai vienas iš svarbiausių kristalografijos dėsnių, vadinamas sienelių kampų pastovumo dėsniu, arba **Steno dėsniu** (1.14 pav.).



1.14 PAV. Kvarco kristalų pavidalas skirtingas, tačiau kampai tarp atitinkamai gretimų sienelių yra vienodi

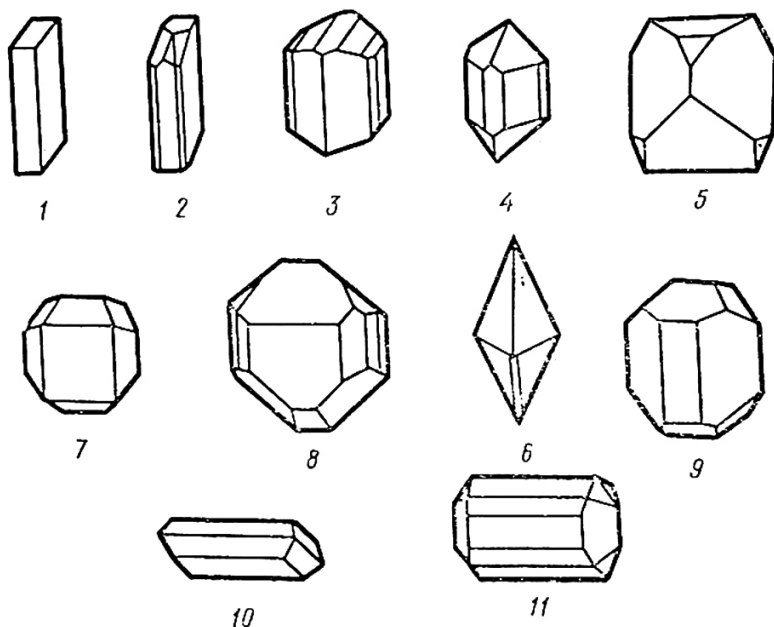
Pagal išorinį pavidalą (formą) kristalai gali būti paprastieji ir sudėtingieji. Paprasčiaisiais vadiname daugiasienius kristalus, sudarytus iš vienodų simetriškai išsidėsčiusių sienų. Paprastosios formos gali būti tiek uždaros, tiek atviros. Atviroms paprastosioms formoms priklauso monoedrai, pinakoidai, piramidės, prizmės, o uždaroms paprastosioms – tetraedrai, romboedrai, skalenosedrai, trapezoidai, dipiramidės, heksaedrai, oktaedrai, dodekaedrai. Paprastųjų formų žinomos 47 formos. 1.15 paveiksle pavaizduotos pagrindinės mineralų paprastosios formos.



1.15 PAV. Kristalų paprastosios formos

Taisyklingos kristalų paprastosios formos gamtoje susidaro palyginti retai. Dažniausiai paprastosios formos būna su nukrypimais. Būdingi gana taisyklingos formos kristalų pavyzdžiai yra deimanto oktaedro formos kristalai, piritu, fluoritu ir halitu heksaedro (kubo) formos kristalai, berilo heksagoninės (šešiakampės) prizmės, turmalino ditrigoninės prizmės formos kristalai.

Sudėtingos formos yra daugiasieniai iš kelių paprastųjų formų derinių. Pavyzdžiui, prizmių ir pinakoido derinys būdingas gipso, sfeno, monacito, volframito ir epidoto mineralams (1.16 pav.).



1.16 PAV. Kristalų paprastųjų formų deriniai: 1 – trijų pinakoidų derinys. Prizmių ir pinakoidų derinys mineralų kristaluose: 2, 4 – piroksenas, 3 – gipsas, 5, 6 – sfenas, 7, 8 – monacitas, 9 – volframitas, 10, 11 – epidotas

1.3.2. Kristalų simetrijos elementai

Kristalų simetrija – tapatingų elementų (sienelės, briaunos, viršūnės) ir šių elementų kombinacijų dėsningas kartojimasis erdvėje. Kristalo simetriją galima apibūdinti geometrinėmis sąvokomis – tai kristalo simetrijos plokštumos, ašys, centras, kurie vadinami kristalų simetrijos elementais.

Simetrijos plokštuma – įsivaizduojamoji plokštuma, dalijanti kristalą į dvi dalis, kurios yra viena kitos veidrodinis atspindys. Simetrijos plokštuma žymima raide *P*. Ji gali kirsti sienelę, briauną, viršūnę arba eiti išilgai briaunos.

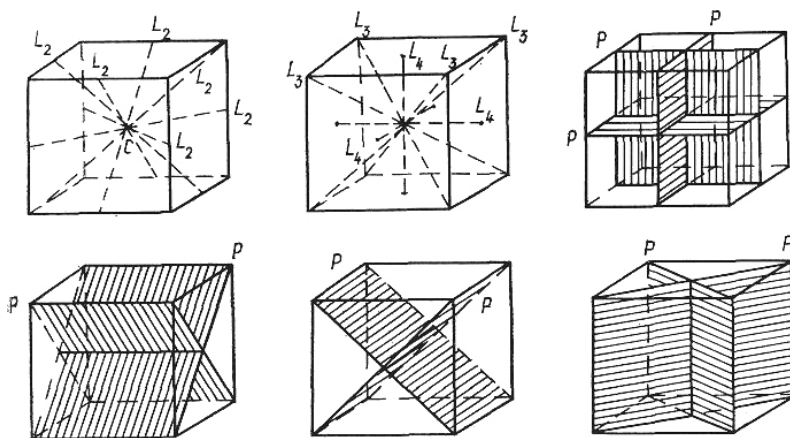
Simetrijos ašis – tai įsivaizduojamoji ašis, aplink kurią sukamo 360° kampų kristalo atskiri elementai (sienelės, briaunos, viršūnės) sutampa ir jie užima tą pačią pradinę padėtį erdvėje. Ji žymima raide *L*. Pasukus kristalą **elementariuoju posūkio kampu**, nustatomas simetrijos ašies laipsnis. Pavyzdžiui, jeigu šis elementarusis posūkio kampas α yra 180° , tai simetrijos ašis bus antrojo laipsnio (L_2), jeigu α yra 120° , tai simetrijos ašis yra trečiojo laipsnio (L_3), ketvirtojo laipsnio simetrijos ašis (L_4), kai α yra 90° , o šeštojo laipsnio ašis (L_6), kai α yra 60° . Paprastai simetrijos ašies laipsnį galima nustatyti tokiu būdu: kiek kartų apsukus kristalą aplink įsivaizduojamą simetrijos ašį pasikartoja vienodi kristalo elementai, toks bus ir simetrijos ašies laipsnis. Apsukus gamtinį kristalą 360° kampu, jo elementai pasikartoja 2, 3, 4 ir 6 kartus. Atitinkamai vadinamos ir simetrijos ašys: antrojo (L_2), trečiojo (L_3), ketvirtojo (L_4) ir šeštojo (L_6) laipsnio.

Kristaluose būna antrojo, trečiojo, ketvirtojo ir šeštojo laipsnio simetrijos ašys, bet negali būti penktojo ir aukštesnio negu šeštojo laipsnio ašių. Tai pagrindinis kristalų simetrijos dėsnis išvestas empiriškai ir įrodytas remiantis gardeline kristalų sandara (Kabailienė, 2003).

Simetrijos, arba inversijos, centras – tai kristalo vidaus taškas, kuriame kertasi ir dalijasi pusiau visos tiesios atkarpos, jungiančios atitinkamus priešpriešių kristalo paviršių taškus. Jis yra žymimas raide *C*. Kristalas, kaip ir bet kuri kita figūra, gali turėti tik vieną simetrijos centrą.

Kristalų simetrijos elementų skaičius yra įvairus. Vienų jis yra didelis, o nesimetriški kristalai turi tik simetrijos centrą arba jo neturi.

Kubo formos kristalas yra aukščiausio simetriškumo (klasės). Jis turi tris ketvirtos eilės ašis $3L_4$, einančias per kubo sienelių vidurį; keturias trečios eilės ašis $4L_3$, einančias per trisienių kampų viršūnes; šešias antros eilės ašis $6L_2$, einančias per briaunų vidurį. Be to, kube yra devynios plokštumos $9P$; trys plokštumos eina per briaunų vidurį ir šešios – per briaunas. Šio kristalo yra ir simetrijos centras *C* (1.17 pav.). Kubo formos kristalas neturi **vienintelių** arba **vienetinių** kryptių. Jame bet kuri kryptis pasikartoja kelis kartus. Kube yra tik simetriškai lygios kryptys: trečiojo laipsnio simetrijos ašis pasikartoja keturis kartus ($4L_3$), o ketvirtojo laipsnio simetrijos ašis pasikartoja tris kartus ($3L_4$) ir t. t.



1.17 PAV. Kubo formos kristalų simetrijos elementai

Daugiausia simetriški kristalai turi vienetinę kryptį. Pavyzdžiui, šešiasienėje prizmėje šeštojo laipsnio ašis (L_6) yra vienietinė kryptis, ketursienėje piramidėje ketvirtojo laipsnio ašis (L_4), trisienėje dipiramidėje trečiojo laipsnio ašis (L_3) yra vienietinės kryptys.

Kristalų simetrijos klasės ir singonijos (gr. *sin* – kartu, *gonia* – kampas (kristalų tapatingų kampų sistema). A. Gadolinas (1869) įrodė, kad galima nustatyti 32 įvai-

rias kristalų simetrijos elementų kombinacijas, vadinamas simetrijos klasėmis. Klasės jungiamos į septynias stambias sistemas, vadinamas singonijomis, o šios grupuojamos į tris kategorijas: aukštesniąją, viduriniają ir žemesniąją.

Aukštesniosios simetrijos kategorijos yra tik viena, *kubinė*, singonija, į kurią įeina itin simetriški kristalai. Kristalams būdinga daugiau negu viena aukščiausio laipsnio simetrijos ašis ir tarp jų būtinai turi būti keturios trečiojo laipsnio simetrijos ašys $4L_3$. Aukščiausios simetrijos kategorijos kristalai turi daugiausia simetrijos elementų, pavyzdžiui, kubo formos kristalas turi šiuos simetrijos elementus: $3L_4$; $4L_3$; $6L_2$; $9P$; C (1.17 pav.).

Vidurinėsios simetrijos kategorijai priskiriami kristalai, turintys vieną aukštesniojo laipsnio simetrijos ašį (L_6 , L_4 , ar L_3), be to, jų gali būti su keliomis antrojo laipsnio simetrijos ašimis, plokštumomis ir simetrijos centru. Pagal simetrijos ašies laipsnį išskiriamos trys singonijos: heksagoninė, tetragoninė ir trigoninė.

Žemesniosios simetrijos kategorijos yra kristalai, neturintys aukštesnio laipsnio simetrijos ašių. Skiriamos trys šios kategorijos singonijos: rombinė, monoklininė ir triklininė.

1.4. FIZINĖS MINERALŲ SAVYBĖS

1.4.1. Optinės mineralų savybės

Spalva. Mineralo spalva priklauso nuo jo cheminės sudėties, priemaišų ir sandaros. Nuo priemaišų kartais labai pakinta mineralui būdinga spalva, tačiau jos neturi jokio poveikio kitoms savybėms. Dėl to tas pats mineralas gali būti kelių spalvų ir atspalvių, pavyzdžiui, žinome bespalvį, rožinį, baltą, pilką ir kitokį kalcitą. Dalis mineralų, kurie turi įvairias spalvas, yra išskirti į atmainas, pavyzdžiui, kvarcas: bespalvis kvarcas vadinamas kalnų krištolu, geltonos spalvos – citrinu, alyvinės spalvos – ametistu, juodos – morionu, rožinės spalvos – rožiniu kvarcu ir kt. Kita vertus, gamtoje dažnai randama daug įvairių skirtingos cheminės sudėties mineralų, tačiau visiškai vienos spalvos.

Reikia kuo tiksliau nustatyti apibūdinamo mineralo spalvą, palyginti ją su žinomo daikto ar objekto spalva, pavyzdžiui, pieno baltumo, citrinos geltonumo, vario rausvumo ir kt.

Mineralo bruožo (brėžio) arba miltelių spalva yra svarbus diagnostinis neskaidrių arba spalvotų nelabai skaidrių mineralų požymis. Mineralo miltelių spalva kartais sutampa su paties mineralo spalva (pvz., magnetito miltelių ir mineralo spalva yra juoda), tačiau ji gali ir skirtis (hematitas juodas, dažnai nesiskiria nuo magnetito, tačiau jo bruožas yra vyšninis raudonas). Skaidrių mineralų arba daugelio pusiau skaidrių mineralų milteliai dažniausiai yra bespalviai, balti arba švelnaus atspalvio. Todėl šių mineralų bruožo spalva yra ne toks svarbus diagnostinis požymis.

Norint nustatyti mineralo miltelių arba bruožo spalvą, paprastai tiriamuoju mineralu brėžiama per šiurkšnią keramikos ar nepoliruoto marmuro plokštelę, kietesnę už tiriamą mineralą, kurioje lieka bruožas, atitinkantis mineralo miltelių spalvą. Brėžiant mineralu plokštelę svarbu atkreipti dėmesį, ar tiriamas mineralas jos neardo būdamas už ją kietesnis, nes tuo atveju matysime ne mineralo, o plokštelės medžiagos miltelius. Bruožo spalva ne visuomet yra svarbi kaip diagnostinis požymis. Pavyzdžiui, daugelio silikatų (olivinas, granatas, berilas, turmalinas ir kt.) bruožo spalva yra balta.

Blizgesys – tai mineralo paviršiaus šviesos atspindėjimas. Jis priklauso nuo mineralo lūžio rodiklio, atspindėjimo plokštumos paviršiaus pobūdžio bei mineralo šviesos sugėrimo. Pagal blizgesį mineralai skirstomi į dvi grupes. Pirmajai grupei priskiriami mineralai, turintys metalo blizgesį, antrajai, kuri yra daug didesnė, – nemetalo blizgesio mineralai. Nemetalo blizgesio mineralų grupės blizgesio rūšys:

- 1) pusiau metalo blizgesys – primena plona plėvele padengto metalo blizgesį, tokio blizgesio yra grafitas ir kai kurie kiti mineralai;
- 2) deimanto blizgesys – pats ryškiausias, būdingas nedaugeliui skaidrių bei persišviečiančių mineralų (deimantas, sfaleritas ir kt.);
- 3) stiklo blizgesys – primena stiklo paviršiaus blizgesį; jis būdingas daugeliui skaidrių, persišviečiančių mineralų (kvarcas, kalcitas, halitas);
- 4) riebus blizgesys – primena riebalų plėvelės blizgesį; jį turi grynuolė siera, nefelinas, talkas ir kt.;
- 5) perlamutro blizgesys – susidaro tuomet, kai krintantys šviesos spinduliai atspindi nuo labai arti viena kitos esančių skalumo plokštumų ir labai smulkių vidinių plyšelių; toks blizgesys būdingas gipsui, žėručiams ir kt.;
- 6) šilko blizgesys – būdingas mineralams, turintiems pluoštinę struktūrą su lygiagrečia pluoštelių orientacija, pavyzdžiui, selenitui, asbestui ir kt.;
- 7) kai kurie slaptakristaliai (afanitiniai) ir amorfiniai agregatai, pavyzdžiui, titnagas, turi vaško blizgesį, o į žemę panašaus porėto paviršiaus agregatai neblizga, yra matiniai.

Skaidrumas – mineralų savybė praleisti šviesos spindulius. Mineralų skirstymas pagal skaidrumą:

- 1) neskaidrių mineralų netgi plona plokštelė nepraleidžia šviesos spindulių. Tokie mineralai turi metalo arba pusiau metalo blizgesį ir palieka juodą arba tamsaus atspalvio bruožą. Jiems priklauso grynuoliai metalai, daugelis sulfidų, geležies oksidų ir kt.;
- 2) skaidrūs mineralai gerai praleidžia šviesą, panašiai kaip stiklas (bespalvis kvarcas – kalnų krištolas, skaidrus kalcitas, halitas);
- 3) pusiau skaidrūs mineralai praleidžia šviesą, panašiai kaip matinis stiklas (chalcedonas, gipsas ir kt.);
- 4) persišviečia tik plona mineralo plokštelė; tokių mineralų yra nemažai – feldšpatai, daugelis karbonatų ir kt.

Smulkiagrūdžiai agregatai paprastai yra neskaidrūs, nes šviesos spindulius daug kartų laužia įvairiai orientuoti grūdėliai.

Kai kuriems mineralams būdingas spalvų žaismas ar švytėjimas apšvitinus spinduliais.

Irizacija – tai optinis reiškinys, kuris pasireiškia spalvų žaismu mineraluose. Patekusi į mineralą šviesa disperguoja (susiskaido į skirtingas spalvas) ir atsispindėjusi nuo mineralo skalumo plokštumų, skyrumo plyšių, dvynių paviršių ar mikroskopiinių tarpų sudaro vaivorykštės spalvas. Itin ryški irizacija būdinga feldšpatams. Labradorito irizacija vadinama labradorescencija.

Opalescencija – tai opalo (ypač tauriojo opalo) savybė atspindėti tam tikru kampu krintančią šviesą vaivorykštės spalvomis.

Liuminescencija – tai švytėjimas, kurį sukelia nešiluminis energijos šaltinis. Apšvitinti ultravioletiniais, rentgeno spinduliais kai kurie mineralai liuminescuoja, pavyzdžiui, deimantas.

1.4.2. Mechaninės mineralų savybės

Lūžis. Skaldomi mineralai skyla arba įvairiai lūžta. Lūžis gali būti lygus ir kriauklėtas, įgaubto arba išgaubto paviršiaus su koncentriniais žiedais, primenančiais kriauklės paviršių. Pastarasis lūžis būdingas kvarcui, titnagui ir kt. Gali susidaryti ir smulkiai kriauklėtas lūžis (siera ir kt.).

Daugelio mineralų lūžimo paviršius būna nelygus (kai kurių feldšpatų, daugelio sulfidų ir kt.).

Laužiant pluoštišką agregatą statmenai pluošteliams susidaro adatėtas lūžis (asbestas, selenitas ir kt.).

Mineralų grūdėtųjų agregatų lūžis būna grūdėtas, o itin smulkiagrūdžių – „žemėtas“.

Skalumas yra lūžio rūšis. Skalumu vadinama mineralų savybė nuo smūgio skilti lygiagrečiomis plokštumomis. Tokios plokštumos susidaro mineralo kristalo gardelės elementariųjų dalelių silpniausios sankibos kryptimis.

Mineralų skalumas gali būti toks:

- 1) labai tobulas – mineralas lengvai skyla plonomis lygiagrečiomis plokštelėmis su lygiu blizgančiu paviršiumi. Jį galima atskelti pirštais. Labai tobulo skalumo yra žėručiai ir kai kurie kiti mineralai;
- 2) tobulas – mineralas skyla lygiagrečiomis plokštelėmis, lengvai sudavus plaktuku. Tobulo skalumo yra, pavyzdžiui, kalcitas;
- 3) vidutinis – nuo plaktuko smūgio mineralas skyla pagal skalumo plokštumas, tačiau skilimo paviršius gali būti nelygus, primenantis lūžį. Tokio skalumo yra feldšpatai;
- 4) netobulas – lūžio plokštumoje būna nedidelių skalumo plokštumų plotelių. Jie makroskopiškai nepastebimi. Skirtumas tarp vidutinio ir netobulo skalu-

mo yra mažas, jis nustatomas mikroskopiškai. Netobulo skalumo yra mineralas apatitas;

- 5) neskalūs mineralai – skalumo plokštuma yra beveik tapatinga nelygiam arba kriauklėtam lūžiui; toks skalumas būdingas, pavyzdžiui, kvarcui.

Mineralo skalumas gali būti vienos ar kelių krypčių. Yra mineralų, pavyzdžiui, žėručiai, kurie skyla viena kryptimi, o kitomis susidaro nelygus lūžis. Kiti mineralai, pavyzdžiui, feldšpatai, turi dviejų krypčių skalumo plokštumas. Šiuo atveju svarbu skalumo plokštumų kampas, iš kurio galima atpažinti mineralus. Pavyzdžiui, augito ir raginukės skalumas dviem kryptimis gerai matyti. Tačiau minėtų mineralų skalumo plokštumų kampas yra skirtingas. Augito šis kampas yra beveik status – 87° , raginukės – 56° . Daugelis mineralų turi skalumą trimis kryptimis. Šiuo atveju taip pat reikia stebėti skalumo plokštumų išsidėstymą. Skaldomas halitas skyla išilgai kubo formos kristalo sienelių trimis kryptimis, ir skalumo plokštumos yra statmenos viena kitai. Karbonatų klasės mineralai, pavyzdžiui, kalcitas, taip pat turi tris skalumo kryptis, tačiau skalumo plokštumos sutampa su romboedro sienelėmis. Yra mineralų, turinčių keturias (fluoritas) ir net šešias (sfaleritas) skalumo kryptis.

Neturint patirties, skalumo plokštumas galima supainioti su kristalo sienelėmis. Prisimintina, jog mineralo skalumo plokštumos paprastai blizga intensyviau negu jo sienelės, be to, mineralo skalumo kryptimi galima pastebėti kitas lygiagrečias skalumo plokštumas.

Skirumas. Kristalai skyla dažnai taip pat pagal skirumo plokštumas, tarp kurių ryšių jėgos yra „susilpnėjusios“ ne dėl kristalų struktūrinių ypatumų, o dėl kai kurių išorinių veiksnių (pvz., temperatūros svyravimų), dvynių sąaugų, izomorfinių ir kitokių priemaišų, kurios orientuotos atitinkamomis kristale kryptimis. Pavyzdžiui, korundas gali būti skirus dėl intarpų – smulkių diasporo kristaliukų pagal pinakoido plokštumą.

Kietumas yra mineralų savybė priešintis išoriniam mechaniniam poveikiui. Mineralų kietumą galima nustatyti juos šlifuojant, spaudžiant, brėžiant. Paprastai mineralogijoje nustatomas santykinis mineralų kietumas – vienas mineralas brėžiamas kitu. Šiai savybei nustatyti naudojamosi Moso mineralų kietumo skale (1.1 lentelė), į kurią įeina 10 etaloninių skirtingo kietumo mineralų. Šią kietumo skalę 1812 m. pasiūlė austrų mineralogas Frydrichas Mosas. Kiekvieno mineralo kietumas išreikštas skaičiumi. Skalėje pirmas eina pats minkščiausias mineralas – talkas, jo kietumas 1, o pats kietiausias mineralas yra deimantas, kurio kietumas 10. Moso skalėje mineralų etalonai suskirstyti pagal santykinį kietumą, pavyzdžiui, deimantas – kietiausias mineralas (10), yra 140 kartų kietesnis už korundą, kurio kietumas 9. Deimanto ir korundo kietumo intervalas yra daug kartų didesnis negu korundo ir minkščiausio mineralo talko (kietumas 1). Kitų gretimų mineralų kietumas skiriasi daug mažiau. Kai kurių mineralų kietumas įvairiomis kryptimis gali būti nevienodas, pavyzdžiui: berilo mineralo kietumas yra 8, kai sienelė yra statmena kristalo ilgiui, ir 7,5, kai

kristalo sienelės yra išilgai kristalo ilgiui arba lygiagrečiai aukščiausio laipsnio ašies L_6 kryptimi; kianito (dar vadinamo distenu) kietumas atitinkamai pagal kristalo ašis keičiasi nuo 6 iki 4,5.

Pagal Moso skalę didesnio kietumo mineralas įbrėžia visus mažesnio kietumo mineralus. Norint nustatyti tiriamojo mineralo kietumą, parenkamas lygus jo paviršius ir brėžiama etaloninio mineralo aštriu kampu. Jeigu etaloninis mineralas įbrėžė paviršių, tai tiriamasis mineralas yra minkštesnis. Toliau imamas minkštesnis Moso skalės mineralas ir juo vėl brėžiamas tiriamasis mineralas. Tai kartojama tol, kol tiriamasis mineralas patenka į dviejų etaloninių mineralų tarpą: kai vienas etaloninis mineralas įbrėžia, o kitas jau neįbrėžia tiriamojo mineralo. Taigi tiriamasis mineralas būna tarpinio arba tokio paties kaip etaloninis mineralas kietumo.

Jeigu nustatomas grūdėtojo agregato kietumas, tai tiriamojo agregato grūdeliu brėžiamas etaloninis mineralas. Geologai kietumui nustatyti naudoja kai kuriuos parankinius daiktus, kurių kietumas žinomas iš praktinio patyrimo. Pavyzdžiui, minkšto pieštuko grafito kietumas – 1, mineralo halito (valgomosios druskos) grūdelio kietumas – 2, žmogaus nago – 2–2,5, varinės vielos – 3, geležinės vinies – 4, stiklo – 5, peilio arba plieninės adatos – 6, paplitusio mineralo kvarco – 7. Mineralų, kurių kietumas didesnis negu 7, aptinkama palyginti retai.

1.1 LENTELĖ. Mineralų kietumas pagal Moso skalę

Būdingojo mineralo pavadinimas	Cheminė sudėtis	Kietumas vienetais
Talkas	$Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$	1
Gipsas	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2
Kalcitas	$CaCO_3$	3
Fluoritas	CaF_2	4
Apatitas	$Ca_5[PO_4]_3(F,OH,Cl)$	5
Ortoklazas	$K[AlSi_3O_8]$	6
Kvarcas	SiO_2	7
Topazas	$Al_2(F,OH)_2[SiO_4]$	8
Korundas	Al_2O_3	9
Deimantas	C	10

Tankis. Tiriant mineralus, svarbu ir jų tankis. Tiksliai mineralų tankis nustatomas laboratorijoje, tik tam reikia atitinkamų prietaisų. Apibūdinamų lauke mineralų tankis nustatomas juos pasveriant ranka. Ranka įprantama skirti mažo, vidutinio ir didelio tankio mineralus. Mažo tankio mineralų grupei priskiriami mineralai, kurių tankis iki $3,5 \text{ g/cm}^3$, vidutinio – $3,5\text{--}9 \text{ g/cm}^3$ ir didelio – didesnis kaip 9 g/cm^3 .

Kalumas. Metalams grynuoliams būdingas kalumas – savybė būti plastiškam, gniuždomam pakeisti formą nesuyrant mineralui. Ši mineralo savybė priklauso nuo

kristalo struktūros. Kalių mineralų kristalo gardelėje atomai tarpusavyje sujungti metalinėmis jungtimis. Ypač kalūs yra auksas ir sidabras, iš 1 g aukso galima ištempti 2 km ilgio vielą, o iš sidabro – 1,2 km.

1.5. MINERALŲ SUSIDARYMO PROCESAI

Mineralai susidaro vykstant įvairiems geologiniams procesams: endogeniniams, egzogeniniams ir kosmogeniniams.

1.5.1. Endogeniniai procesai

Endogeniniu būdu mineralai susidaro žemės gelmėse magmatizmo ir metamorfizmo metu.

Magmatizmas yra visuma reiškinių, apimančių magmos susidarymą ir kristalizaciją gelmėse, jos išsiliejimą žemės paviršiuje, karštų dujų ir tirpalų išsiskyrimą. Visų šių reiškinių metu susidaro mineralai ir jų vienalaikiai deriniai – paragenezės.

Vėstant magmai, mineralai kristalizuojasi iš lydalo, priklausomai nuo jo sudėties, temperatūros ir slėgio bei lakiųjų medžiagų kiekio magmoje. Tokiu būdu susidaro įvairios sudėties magminės uolienos, kurios iš esmės yra mineralų agregatai. Daugiausia magminės uolienas sudaro silikatai, kurių įvairovė nėra labai didelė, išskyrus tokias magminės uolienas, kaip ultrašarminės uolienos ir pegmatitai.

Pegmatituose susidaro ne tik labai įvairūs, bet ir itin stambūs bei taisyklingo pavaldalo mineralai. Taip yra todėl, kad pegmatitai susidaro iš magmos, kurioje yra lakiųjų medžiagų (H_2O , CO_2 , HCl , HF , CO , H_2S , SO_2 , N_2 , H_2S , CH_4 , H_3BO_3 , H_3PO_4) bei gamtoje retų cheminių elementų (Be, Li, Ta, Nb, Rb). Kristalizuojantis mineralams iš tokios magmos nestinga nei medžiagų, nei erdvės.

Kylant magmai arčiau žemės paviršiaus ir mažėjant slėgiui, iš jos ima skirtis vanduo ir kitos joje ištirpusios lakiosios medžiagos. Joms vėstant irgi kristalizuojasi mineralai, kurie užpildo plyšius ir ertmes, kuriomis kyla tos medžiagos. Tai pneumatolitinis ir hidroterminis mineralų susidarymo būdas.

Pneumatolitinėmis vadinamos aukštesnės temperatūros sąlygos ($>374\text{ }^{\circ}C$), kuriomis lakiosios medžiagos yra dujų būsenos.

Hidroterminėmis vadinamos žemesnės temperatūros sąlygos, kai vanduo pereina į skystąją būseną ir mineralai kristalizuojasi iš vandens tirpalų.

Pneumatolitiniu ir hidroterminiu būdu susidaro kvarcas, kai kurie kiti silikatai ir įvairūs sulfidai, sulfatai, karbonatai, oksidai ir hidroksidai, tarp jų rūdiniai mineralai.

Metamorfizmas yra uolienų sudėties ir sandaros pasikeitimas keičiantis jų aplinkos sąlygoms – slėgiui, temperatūrai ir veikiant karštų lakiųjų medžiagų srautams. Metamorfizmo metu keičiasi uolienų cheminė ir ypač mineralinė sudėtis, tai yra susidaro kiti mineralai, patvarūs pasikeitusiomis sąlygomis. Kokie mineralai susidaro, lemia

metamorfizmo sąlygos – temperatūros ir slėgio reikšmės bei jų deriniai, medžiagos, iš kurių sudaryta uoliena bei patenkančios į ją iš išorės, ir daugelis kitų.

1.5.2. Egzogeniniai procesai

Egzogeniniai mineralai susidaro Žemės paviršiuje. Svarbiausias vaidmuo tenka uolienų dūlėjimui ir mineralų nusėdimui vandens baseinuose. Todėl egzogeniniai mineralai skirstomi į dvi grupes: dūlėjimo ir nuosėdinius.

Dūlėjimas. Dėl dūlėjimo pirminė uoliena trupa (fizinis dūlėjimas) ir chemiškai pakinta, t. y. susidaro naujų mineralų (cheminis dūlėjimas). Cheminio dūlėjimo svarbiausi veiksniai yra deguonis, anglies dioksidas, vanduo, organinės rūgštys. Dažnai dūlėjimas yra glaudžiai susijęs su organizmų veikla ir jų irimo produktų poveikiu.

Ant dūlančių įvairių uolienų susidaro dūlėjimo pluta, kurią sudaro liekaniniai netirpūs komponentai, liekantys dūlėjimo vietoje, ir infiltraciniai įvairių komponentų tirpalai, kurie migruoja iš dūlėjimo vietos arba įsiskverbia į dūlančias uolienas ir nusodina ištirpusias medžiagas įvairių mineralų pavidalu. Todėl dūlėjimo metu susidarę mineralų telkiniai skirstomi į liekaninius ir infiltracinius.

Nuosodinimas. Didelę dalį dūlėjimo produktų paviršiniai vandenys neša ir nusodina vandens telkiniuose. Netirpūs dūlėjimo produktai nešami pakibę, o tirpūs sudaro tikruosius arba koloidinius tirpalus. Cheminės nuosėdinės kilmės mineralai susidaro nusėdant jūrų, ežerų, balų ir upių vandenyse ištirpusioms medžiagoms. Tai iš esmės cheminės nuosėdos, iškrintančios iš tikrųjų ir koloidinių tirpalų. Nuosėdinių mineralų susidarymas susijęs ir su biocheminiais procesais, kai mineralų išsiskyrimą iš tirpalo skatina gyvųjų organizmų veikla.

Dalis mineralų susidaro ir vėliau, nuosėdai virstant uoliena, kai jos sluoksnius, užklotas jaunesnių sluoksnių, atsiduria žemės gelmėse. Tuomet, veikiamą slėgio, temperatūros, nuosėda tankėja, iš jos pasišalina dalis vandens, kinta sandara. Visų šių nuosėdos virtimo uoliena procesų visuma vadinama **diageneze**. Jos metu kristalizuojasi ir kai kurie mineralai.

1.5.3. Kosmogeniniai procesai

Kosmogeniniai mineralų ir uolienų susidarymo procesai vyksta veikiant ne žemiškiems, o išoriniams kosminiams veiksniams. Tai daugiausia asteroidų smūgiai. Jų metu susidaro nauji aukšto slėgio mineralai, pavyzdžiui, grynuolės anglies polimorfinė atmaina – lonsdeilitas (artimas deimantui) arba SiO_2 , polimorfinės atmainos – stišovitas ir koesitas.

1.6. MINERALAI IR JŲ SKIRSTYMAS

Visi žinomi mineralai (o jų yra per 4500) pagal jų cheminę sudėtį suskirstyti į keletą klasių, poklasių ir grupių.

1.2 LENTELĖ. Mineralų klasifikacijos schema

Klasė	Poklasis	Grupė	Mineralas
Grynuolių	Metalų	Aukso	Auksas – Au Sidabras – Ag Varis – Cu
		Anglies	Grafitas – C Deimantas – C
		Sieros Gyvsidabrio	Siera – S Gyvsidabris – Hg (<i>mineraloidas</i>)
Sulfidų	Paprastų sulfidų ir analogų	Sfalerito	Sfaleritas – ZnS Cinoberis – HgS Galenitas – PbS
		Galenito Pirotino Chalkopirito Auripigmento Antimonito Molibdenito Pirito	Pirotinas – Fe_{1-x}S Chalkopiritas – CuFeS_2 Auripigmentas – As_2S_3 Realgaras – AsS Antimonitas – Sb_2S_3 Molibdenitas – MoS_2 Piritas – FeS_2 Markazitas – FeS_2
Halogenidų	Chloridų, bromidų ir jodidų Ftoridų	Halito	Halitas, NaCl Silvinas KCl
		Fluorito	Fluoritas, CaF_2
Oksidų	Paprasti ir sudėtingi oksidai	Kvarco	Kvarcas, SiO_2
		Opalo	Opalas, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (<i>mineraloidas</i>)
		Kuprito Rutilo	Kupritas, Cu_2O Rutilas, TiO_2 Piroluizitas, MnO_2
	Hidroksidai	Korundo	Korundas, Al_2O_3 Hematitas, Fe_2O_3 Magnetitas, Fe_3O_4
		Špinelio Geležies hidroksido	Giotitas, HFeO_2 Limonitas, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
		Aliuminio hidroksido	Diasporas, AlO(OH) Biomitas, AlO(OH) Hidargilitas, Al(OH)

Klasė	Poklasis	Grupė	Mineralas
Karbonatai	Bevandeniai karbonatai	Kalcito	Kalcitas, $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ Aragonitas, $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ Magnezitas, $\text{Mg}(\text{CO}_3)$ Dolomitas, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ Sideritas, $\text{Fe}(\text{CO}_3)$ Stroncianitas, SrCO_3
	Karbonatai su papildomais anijonais	Malachito	Malachitas, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2[\text{CO}_3]_2$ Azuritas, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2[\text{CO}_3]_2$
Sulfatai	-	Anhidrito ir gipso	Anhidritas, CaSO_4 Gipsas, $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
		Barito	Baritas $\text{Ba}[\text{SO}_4]$
Fosfatai	Bevandeniai fosfatai	Apatito	Apatitas, $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$
Silikatai	Saliniai	Olivino	Olivinas, $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$
	Dvigubi saliniai	Epidoto	Epidotas, $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{O}[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]$
	Žiediniai	Berilo	Berilas, $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
	Grandininiai Juostiniai	Turmalino	Turmalinas, $\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_6[\text{B}_3\text{Al}_3\text{Si}_6(\text{O}, \text{OH})_{30}]$
		Piroksenų	Augitas, $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$
		Amfibolų	Raginukė, $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})(\text{OH}, \text{F})_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$
		Žėručių	Biotitas, $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH}, \text{F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ Muskovitas, $\text{KAl}_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
	Sluoksniniai	Talko	Talkas, $\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$
		Chloritų	Chloritas, $\text{Mg}_6(\text{OH})[\text{Si}_4\text{O}_{10}] - \text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_8[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$
		Hidrožėručių	Glaukonitas, $\text{K}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$
		Kaolinito-serpentino	Kaolinitas, $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$
		Feldšpatų	Serpentinas, $\text{Mg}_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ Albitas, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ Anortitas, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$ Mikroklinas, $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ Ortoklazas, $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
		Feldšpatoidų	Nefelinas, $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$
	Karkasiniai		

Žemės plutos gelmėse labiausiai paplitę silikatai, paviršiuje – karbonatai, sulfatai, oksidai ir hidroksidai.

1.6.1. Grynuoliai

Šiai klasei priklauso mineralai, kurie susideda iš vieno cheminio elemento. Grynuoliai Žemės plutoje paplitę ribotai ir sudaro mažiau nei 0,1 proc. jos masės. Grynuolių klasės mineralai nėra uolienas sudarantys, tačiau kai kurie iš jų turi didelę praktinę reikšmę. Šios klasės mineralų kilmė įvairi: magminė, metamorfinė, nuosėdinė. Grynuoliams priskiriami metalai – auksas, sidabras, varis, geležis, platina; metaloidai – arsenas, stibis, bismutas, siera, grafitas, deimantas ir kiti mineralai.

Auksas, Au – kubinės singonijos mineralas, randamas įvairių plokštelių, dendritų, žvynelių arba grūdelių pavidalu (1.18 pav.). Taisyklingi aukso kristalai gana reti. Spalva geltona, gelsvai rausva, bruožas geltonas, blizgesys ryškus metalo, neskaidrus, lūžis nelygus, kalus, kietumas 2,5–3, tankis 19,3 (su Cu, Ag, Bi, Pd priemaišomis 15,6–18,3), lydymosi temperatūra – 1062 °C, rūgštyse netirpsta.

Dauguma aukso susidaro vykstant hidroterminiams, vulkaniniams procesams, rečiau – nuosėdinės kilmės sulfidinių telkinių oksidacinėse zonose. Geras elektros laidininkas, naudojamas elektronikos pramonėje, medicinoje, papuošalams gaminti, yra vertės matas.

Sidabras, Ag – kubinės singonijos mineralas, randamas netaisyklingos formos kristalais (1.19 pav.). Rečiau sidabro grynuoliai randami plunksniškų dendritų, samanų, plaukų pluošto, vielos pavidalu. Spalva šviežiame lūžyje sidabriškai balta, paviršiuje dažnai būna juodos spalvos apnašos, bruožas metališškai blizgantis, blizgesys tipiškas metalo, neskaidrus, lūžis nelygus, kalus, kietumas 2,5, tankis 10,1–11, lydymosi temperatūra apie 960 °C, geras šilumos ir elektros laidininkas.

Sidabras susidaro vykstant hidroterminiams procesams, grynuolis sidabras susidaro sulfidinių telkinių oksidacijos metu. Naudojamas papuošalų, monetų gamybai, sidabravimui ir kitiems tikslams.

Varis, Cu – kubinės singonijos mineralas, dažniausiai randamas plokštelių arba dendritų, rečiau vielelių pavidalu, taisyklingi kristalai reti (1.20 pav.). Vario spalva raudona, bruožas raudonas, blizgesys metalo, neskaidrus, lūžis nelygus, kalus, kietumas 2,5–3, tankis 8,5–8,9, lydymosi temperatūra 1083 °C, geras elektros laidininkas.

Varis yra vulkaninės, hidroterminės ir nuosėdinės kilmės. Naudojamas elektrotechnikos pramonėje.



1.18 PAV. Auksas uolienoje



1.19 PAV. Sidabras kvarce



1.20 PAV. Varis



1.21 PAV. Gyvsidabris



1.22 PAV. Siera



1.23 PAV. Grafitas

Gyvsidabris, Hg, paprastai būna skystas, bet $-38,9^{\circ}\text{C}$ temperatūroje kristalizuojasi į romboedrinis kristalus. Mineralai randami pavieniais itin blizgančiais alavo baltos spalvos metaliniais lašeliais (1.21 pav.). Gyvsidabrio tankis 13,6 (kietosios būsenos -46°C temperatūroje $-14,26$), virimo temperatūra 350°C , gyvsidabris tirpdo Au, Ag, Pb ir kitus metalus, sudarydamas skystą ir kietą amalgamą.

Gyvsidabrio skystasis grynuolis yra vulkanogeninės kilmės, tačiau dažniausiai randamas nuosėdinės kilmės kartu su cinoberiu – HgS ir gyvsidabrio telkinių oksidacinėse zonose.

Siera, S – rombinės singonijos mineralas, randamas kristalų, drūzų arba amorfinių agregatų pavidalu (1.22 pav.). Spalva geltona (įvairaus atspalvio), žalsvai ruda, bruožas šviesiai geltonas, kristalų briaunų blizgesys deimanto arba stiklo, lūžio riebus, smulkiagrūdžių agregatų matinis, plonos plokštelės persišviečia, lūžis kriauklėtas, rečiau grūdėtas, skalumas netobulas, kietumas 1–2, tankis 2,05–2,08.

Dažniausiai sierra būna magminės (sieros garų sublimacija veržiantis vulkanams) ir nuosėdinės (biocheminės) kilmės. Naudojama chemijos, elektrotechnikos, gumos pramonėje ir medicinoje.

Grafitas, C, yra heksagoninės singonijos mineralas, gamtoje dažniausiai

randamas plokštelių ir žvynelių formos kristalų arba amorfinių agregatų pavidalo (1.23 pav.). Spalva tamsiai pilka iki juodos, bruožas juodas, blizgesys pusiau metalo, plonos plokštelės persišviečia, lūžis nelygus, skalumas labai tobulas viena kryptimi, kietumas 1 (tapa rankas, galima rašyti ant popieriaus), tankis 2–2,3.

Grafitas yra metamorfinės kilmės, naudojamas pieštukų, lydymo tiglių, tepalų, elektros prietaisų gamyboje, atominėse elektrinėse.

Deimantas, C, yra kubinės singonijos mineralas. Kristalai oktaedrų (1.24 pav.) (trioktaedrų, heksaedrų), rombododekaedrų, kubų, tetraedrų formos, dažni dvyniai, grūdėtieji agregatai. Deimanto atmainos: karbonadas, bortas, balas. Bespalvis, dažniausiai randamas gelsvų, pilkų atspalvių, pasitaiko žalios, mėlynos, raudonos, alyvinės, violetinės, juodos spalvos, blizgesys deimanto, lūžis laiptuotas, nelygus, kriauklėtas, skalumas tobulas viena kryptimi pagal oktaedrą, kietumas 10 (1000 kartų kietesnis už kvarcą ir 150 – už korundą), tankis 3,47–3,56, atsparus rūgštims ir šarmams, kaitinamas su deguonimi 850 °C temperatūroje sudega ir virsta CO₂, kaitinamas be deguonies daugiau kaip 3000 °C temperatūroje virsta grafitu, dielektrikas, dalis deimantų yra puslaidininkiai, apšvitinus ultravioletiniais ir infraraudonaisiais spinduliais atsiranda fotolaidumas, o apšvitinti ultravioletiniais ir rentgeno spinduliais liuminescuoja.

Deimantai yra magminės kilmės, randami kimberlituose, lamproituose, jie susidaro aukšto slėgio metamorfizmo metu ir randami eklogituose ir smūginėse uolienose (impaktituose), dalis deimantų randama sąnašnyuose. Deimantai yra brangakmeniai (1.25 pav.), tačiau dauguma deimantų naudojami pramonėje kaip kiečiausia medžiaga gaminant grąžtus, pjūklus, įvairius kitus įrankius, abrazyvines medžiagas.

1.6.2 Sulfidai

Sulfidų klasei priklauso daug mineralų, bet jie sudaro tik 0,15 proc. Žemės plutos masės. Pagal cheminę sudėtį tai sieros junginiai su vienu arba keliais metalais. Panašiai kaip ir grynuoliai, sulfidai nėra uolienas sudarantys mineralai, tačiau daugelis jų yra metalų rūdos. Dažniausiai sulfidai susidaro vykstant hidroterminiams procesams, tačiau pasitaiko ir magminės, metamorfinės bei nuosėdinės kilmės. Sulfidai dažniausiai randami hidroterminėse gyslose kartu su kvarcu ir grynuoliais. Dūlėdami jie virsta sulfatais, oksidais, hidroksidais, karbonatais ir kt.



1.24 PAV. Deimantai



1.25 PAV. Skaidrūs, be intarpų deimantai yra brangakmeniai



1.26 PAV. Sfaleritas



1.27 PAV. Cinoberis



1.28 PAV. Galenitas kvarce

Sfaleritas, ZnS , yra kubinės singonijos mineralas, randamas grūdėtųjų agregatų, rečiau drūzų, kristalų pavidalu (1.26 pav.). Spalva paprastai ruda, kartais dėl geležies priemaišos juoda, retai bespalvis, bruožas geltonas arba geltonai rudas, blizgesys deimanto arba pusiau metalo, pusiau skaidrus, bespalvės atmainos skaidrios, lūžis nelygus, skalumas tobulas šešiomis kryptimis pagal rombinio dodekaedro sienes, kietumas 3–4, tankis 4.

Sfalerito kilmė hidroterminė. Jis yra svarbi cinko rūda.

Cinoberis, HgS , yra heksagoninės singonijos mineralas, dažniausiai randamas smulkiagrūdžių agregatų, apnašų pavidalu, retai pavieniais kristalais (1.27 pav.). Spalva vyšninė raudona, bruožas raudonas, blizgesys deimanto arba matinis, pusiau skaidrus, lūžis nelygus arba pusiau kriauklėtas, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 2–2,5, tankis 8,09–8,2.

Cinoberis susidaro hidroterminiu būdu, yra gyvsidabrio rūda.

Galenitas, PbS , yra kubinės singonijos mineralas, randamas grūdėtųjų agregatų, kristalų pavidalu (1.28 pav.). Spalva pilka kaip švino, bruožas pilkai juodas, blizgantis, blizgesys stiprus metalo, neskaidrus, lūžis nelygus, skalumas labai tobulas trimis kryptimis pagal kubo sienes, kietumas 2–3, tankis 7,5.

Galenitas susidaro hidroterminių, rečiau magminių procesų metu. Jis yra svarbi švino rūda.

Pirotinas, Fe_{1-x}S , yra heksagoninės singonijos mineralas, randamas tankios arba netaisyklingų formų grūdėtųjų agregatų pavidalu (1.29 pav.), kristalai reti. Spalva pilkai gelsva, bruožas pilkai juodas, blizgesys metalo, neskaidrus, trapus, lūžis nelygus, skalumas netobulas, kietumas 4, tankis 4,58–4,7, silpnas magnetikas, geras elektros laidininkas.

Pirotinas yra magminės, hidroterminės, vulkaninės, metasomatinės kilmės, randamas sulfidų dūlėjimo plutoje, naudojamas, jei turi vertingų priemaišų.



1.29 PAV. Pirotinai



1.30 PAV. Chalkopiritas uolienoje



1.31 PAV. Auripigmentas



1.32 PAV. Realgaras

Chalkopiritas, CuFeS_2 , yra tetragoninės singonijos mineralas. Paprastai sudaro smulkiagrūdžius tankius agregatus, rečiau randamas varveklių, kristalų uolienų tuštumose (1.30 pav.). Spalva pilkšvai geltona, dažnai su įvairiaspalviu apnašu, bruožas juodas, blizgesys metalo, neskaidrus, lūžis nelygus, skalumas netobulas, kietumas 3,5–4, tankis 4,1–4,3.

Chalkopiritas gali būti hidroterminės, magminės, rečiau nuosėdinės kilmės. Jis yra vario rūda.

Auripigmentas, As_2S_3 , yra monoklininės singonijos mineralas, dažniausiai pasitaiko lapo formos agregatai, kartais būna prizminės formos kristalai išlenktomis briaunomis (1.31 pav.). Mineralas citrinos geltonumo spalvos, kartais rusvo atspalvio, bruožas geltonas, blizgesys perlamutro, skalumas tobulas, kietumas 1–2, tankis 3,4–3,5.

Auripigmentas susidaro hidroterminio proceso metu, yra svarbi arseno rūda, taip pat naudojamas dažiklių gamybai.

Realgaras, AsS , yra mineralas, monoklininės singonijos, dideli kristalai pasitaiko retai, dažniausiai – smulkių grūdelių agregatai, aptekėjimais, žievės pavidalu (1.32 pav.), oranžinės, raudonos spalvos, bruožas oranžinis, lūžyje blizgesys riebus, skalumas tobulas, kietumas 1,5–2, tankis 3,4–3,6.

Realgaras yra hidroterminės kilmės mineralas, svarbus kaip arseno rūda.



1.33 PAV. Antimonitas su kvarcu



1.34 PAV. Molibdenitas



1.35 PAV. Piritas

Antimonitas, Sb_2S_3 , yra rombinės singonijos mineralas, kristalai ištempotos prizmės, stulpo ar adatos pavidalo (1.33 pav.). Spalva plieno ar švino pilka, bruožas toks pat, blizgesys metalo, vietomis blizga vaivorykštės spalvomis, skalumas tobulas, kietumas 2–2,5, tankis 4,6.

Hidroterminės kilmės mineralas, naudojamas stibio gavybai, o stibis naudojamas lydiniuose, tekstilės, stiklo pramonėje, medicinoje ir kt.

Molibdenitas, MoS_2 , yra heksagoninės singonijos mineralas, paprastai sudaro žvynelių pavidalo agregatus, taisyklingi kristalai gana reti (1.34 pav.). Spalva šviesiai pilka, kaip švino, bruožas pilkas, blizgesys metalo, neskaidrus, skalumas labai tobulas, kietumas 1 (tepa rankas), tankis 4,8.

Molibdenitas paprastai būna pneumatitinės ir hidroterminės kilmės, rečiau susidaro metamorfizmo metu (skarnose). Svarbus molibdeno rūdos mineralas.

Piritas, FeS_2 , yra itin paplitęs šios klasės mineralas. Kubinės singonijos, būdingi taisyklingos kubo formos kristalai, kurių sienelės dažnai su lygiagrečiais ruoželiais (1.35 pav.). Piritas randamas ir tankių smulkiagrūdžių agregatų, apvalių konkrecijų pavidalu. Spalva šviesiai geltona arba aukso geltonumo, bruožas juodas arba žalsvai juodas, blizgesys stiprus metalo, neskaidrus, lūžis nelygus arba kriauklėtas, grūdėtų agregatų – laiptuo-

tas, skalumas netobulas, kietumas – 6–6,5, tankis – apie 5.

Piritas yra magminės, hidroterminės, metamorfinės ir nuosėdinės kilmės. Iš jo gaminama sieros rūgštis.

Markazitas, FeS_2 , yra rombinės singonijos mineralas, daugiausia sudaro rutuliškas konkrecijas, turinčias spindulinę sandarą, taisyklingi kristalai gana reti (1.10, 1.36 pav.). Spalva geltona, žalsvai geltona ir aukso geltonumo, bruožas žalsvai juodas,

blizgesys metalo, neskaidrus, lūžis nelygus, skalumas netobulas, kietumas 6–6,5, tankis 4,6–4,9. Markazito kilmė yra nuosėdinė ir hidroterminė. Iš jo gaminama sieros rūgštis.

1.6.3. Halogenidai

Halogenidų klasei priklauso apie šimtas mineralų. Tai HF, HCl, HBr ir HI rūgščių druskos, su šarminiais arba žemės šarminiais metalais, taip pat Cu, Ag, Pb, Hg, Fe, Mn ir kt. Halogenidai skirstomi į chloridus, bromidus, jodidus ir fluoridus. Iš jų itin paplitę chloridų grupės mineralai, kurie iškrinta cheminėmis nuosėdomis iš druskingų ežerų, uždarytųjų jūrų įlankų garuojančio vandens. Fluoridai susidaro vykstant pneumatolitiniams ir hidroterminiams procesams.

Halitas, NaCl, yra itin paplitęs kubinės singonijos mineralas. Paprastai sudaro kristalų pavidalo agregatus, rečiau kubo formos kristalus (1.37 pav.). Švarus halitas bespalvis arba baltas, o priemaišos suteikia įvairių spalvų ir atspalvį, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba riebus, skaidrus arba persišviečiantis, lūžis kriauklėtas, skalumas tobulas trimis kryptimis pagal kubo sienelės, kietumas 2, tankis 2,1–2,2. Halitui būdingas sūrus skonis, lengvai tirpsta vandenyje.

Silvinas KCl, yra kubinės singonijos mineralas, dažniausiai aptinkamas grūdėtų agregatų pavidalu kartu su halitu, neretai būna taisyklingos kubo formos kristalai. Švarus silvinas bespalvis, bet priemaišos suteikia jam įvairių spalvų, dažniausiai rausvą (1.38 pav.). Silvino fizikinės savybės labai panašios į halito. Skiriamasis silvino bruožas yra karčiai sūrus skonis. Kilmė nuosėdinė, naudojamas chemijos pramonėje kalio trąšų ir kitų medžiagų gamybai.

Fluoritas, CaF_2 , yra kubinės singonijos mineralas, sudaro grūdėtus agregatus arba kubo, rečiau oktaedro formos kristalus (1.39 pav.). Spalva gelsva, žalia, balta, žydra,



1.36 PAV. Markazitas



1.37 PAV. Halitas



1.38 PAV. Silvinas



1.39 PAV. Fluoritas



1.40 PAV. Dulsvasis kvarcas

violetinė, būna ir bespalvis, bruožas baltas, blizgesys stiklo, persišviečiantis arba skaidrus (optinis fluoritas), lūžis nelygus arba kriauklėtas, skalumas tobulas keturiomis kryptimis, kietumas 4, tankis 3,2.

Fluoritas yra pneumatolitinės ir hidroterminės kilmės, būna pegmatitinėse gyslose. Naudojamas optikoje, keramikoje, apdailai, chemijos pramonėje ir metalurgijoje.

1.6.4. Oksidai ir hidroksidai

Šios klasės mineralus sudaro deguonies ir hidroksilo grupės (OH) junginiai su įvairiais elementais. Pagal mineralų skaičių oksidų ir hidroksidų klasė užima vieną iš pirmųjų vietų ir sudaro 17 proc. (vien kvarcas – 12,6 proc., geležies oksidai – 3,9 proc.) Žemės plutos masės. Šios klasės mineralai susidaro vykstant tiek egzogeniniams, tiek endogeniniams procesams. Kai kurie iš jų yra uolienas sudarantieji mineralai, kiti – rūdiniai.

Kvarcas, SiO_2 , yra Žemės plutoje labai paplitęs, magminės, metamorfines ir nuosėdines uolienas sudarantis mineralas. Jo kristalai yra trigoninės (aukštatemperatūriai SiO_2 polimorfiniai mineralai: kristobalitas, tridimitas, stišovitas, koesitas – heksagoninės) singonijos, sudaro pailgų šešiakampių prizmių, dipiramidžių, romboedrų pavidalo kristalus, randamas ir grūdėtų agregatų, drūzų, žiedų pavidalu (1.9, 1.40 pav.). Bespalvis, baltos, pilkos spalvos, randama ir spalvotų atmainų, kurios vadinamos kitaip; bruožo (miltelių) spalva balta, blizgesys stiklo; skaidrus arba persišviečiantis, lūžis kriauklėtas, skalumo neturi, kietumas 7, tankis 2,65.

Kvarco atmainos, išskiriamos pagal spalvą, yra šios: **kalnų krištolas** – skaidrus, bespalvis kvarcas; **citrinas** – geltonas (1.41 pav.); **ametistas** – violetinis (1.42 pav.); **ametrinas** – itin retas dvispalvis mineralas, geltonos ir violetinės spalvos (1.43 pav.); **morionas** – juodas (1.44 pav.); **dulsvasis kvarcas** (dar vadinamas dūminiu arba rauchtopeniu) – pilkos ir rusvai pilkos spalvos pusiau skaidrus kvarcas (1.40 pav.); **chalcedonas** – slaptakristalė persišviečianti kvarco atmaina, randama tankių įvairios spalvos agregatų pavidalu, oranžinis, gelsvai rausvas chalcedonas vadinamas **serdolikiu** (1.45 pav.), mėsos spalvos – **karneoliu** (1.46 pav.); ryškiai žalias – **chrizoprazas** (1.47 pav.). Koncentrinės ir juostuotos chalcedono atmainos vadinamos atitinkamai **agatu** (1.48 pav.) ir **oniksu**. Chalcedonas susidaro kristalizuojantis silicio geliui.



1.41 PAV. Citrinas



1.42 PAV. Ametistas



1.43 PAV. Ametrinas



1.44 PAV. Morionas



1.45 PAV. Sardonikas



1.46 PAV. Karneolis



1.47 PAV. Chrizoprazas



1.48 PAV. Agatas



1.49 PAV. Opalas



1.50 PAV. Taurusis opalas



1.51 PAV. Ugninis opalas uolienoje

Kvarcas kartais turi smulkučių hematito ar giotito tarpų, sukeliančių spalvotus atspindžius. Toks kvarco agregatas vadinamas **avantiurinu**. Kai kvarce yra pluoštuotų mineralų (dažniausiai amfibolo atmainos – krokidolito) tarpų, atsispindinti nuo jų šviesa susitelkia į pailgas juosteles, keičiančias padėtį, priklausomai nuo spindulių kritimo krypties. Toks kvarcas, jeigu jis pilkas, vadinamas **katės akimi**, geltonas ar rudas – **tigro akimi**, tamsiai pilkas su melsvu atspalviu – **sakalo akimi**.

Kvarcas dažniausiai yra magminės, pneumatolitinės ir hidroterminės kilmės. Naudojamas apdailai, papuošalams, optikoje, stiklo ir keramikos pramonėje, radiotechnikoje ir metalurgijoje.

Opalas, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, yra amorfinis agregatas, sudarytas iš gelio, todėl yra mineraloidas. Opale vandens kiekis svyruoja nuo 0,4 iki 28 proc., randamas tankių stikliškų agregatų, varveklių pavidalu (1.49 pav.). Spalva dažniausiai balta arba pilka, tačiau nuo priemaišų gali būti įvairios spalvos, bruožo nepalieka (milteliai baltos spalvos), blizgesys riebus arba stiklo, persišviečia, lūžis (agregatų) kriauklėtas, kietumas 5,5–6,5, tankis 1,9–2,5.

Opalas turi daug atmainų, pavyzdžiui, įvairių spalvų opalescuojantis **taurusis opalas** (1.50 pav.), labai retas ir vertingas rausvos, oranžinės spalvos – **ugninis opalas** (1.51 pav.).

Opalas susidaro dūlant silikatams, hidroterminių ir nuosėdinių (biocheminių) procesų metu. Naudojamas apdailai, papuošalams (taurusis opalas).

Kupritas, Cu_2O , yra kubinės singonijos mineralas, sudaro smulkius oktaedro, rečiau kubo ir dodekaedro pavidalo kristalus (1.52 pav.), dažniausiai randamas smulkiakristalių tankių agregatų pavidalu. Spalva nuo rudai raudonos su įvairiu atspalviu iki tamsiai rudos, bruožas rudai raudonas, blizgesys deimanto, pusiau skaidrus, lūžis nelygus, skalumas netobulas, kietumas 3–4, tankis 6.

Kupritas susidaro dūlant sulfidiniais vario telkiniais. Jis yra vario rūda.



1.52 PAV. Kupritas su malachitu



1.53 PAV. Rutilo kristalai kvarce



1.54 PAV. Piroluizitas



1.55 PAV. Korundas

Rutilas, TiO_2 , yra tetragoninės singonijos mineralas, sudaro pailgus prizminės formos kristalus, dažnai sudaro alkūninius dvynius arba trynukus, o kvarce rutilo kristalai būna plaukų pavidalu, dėl to toks kvarcas vadinamas „plaukuotučiu“, o prekybos salonuose – Veneros plaukais arba meilės deivės plaukais (1.53 pav.). Spalva rausvai ruda, tamsiai ruda, kartais gelsvai ruda iki bespalvio, blizgesys nuo pusiau metalo iki deimanto, plonose nuolaužose persišviečia, trapus, skalumas tobulas, lūžis nelygus arba pusiau kriauklėtas, kietumas 6,0–6,5, tankis 4,2, bruožas nuo geltono iki šviesiai rudo.

Rutilas daugiausia susidaro metamorfinių, rečiau hidroterminių ar magminių procesų metu. Labai atsparus dūlėjimui. Naudojamas titano gavybai.

Piroluizitas, MnO_2 , sudaro adatiškus tetragoninės singonijos kristalus (1.54 pav.), paprastai randamas smulkiagrūdžių agregatų arba spindulinės struktūros kongregijų pavidalu. Spalva juoda, bruožas juodas, blizgesys nuo pusiau metalo iki matinio, neskaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas, kietumas 5–6, tankis 4,7–5.

Piroluizitas susidaro nuosėdinių, dūlėjimo, rečiau – metamorfinių ir hidroterminių procesų metu. Jis yra mangano rūda.

Korundas, Al_2O_3 , yra trigoninės singonijos mineralas; kristalai statinės pavidalo (1.55 pav.), taip pat būna grūdėtų agregatų pavidalu. Spalva įvairi, priklauso nuo



1.56 PAV. Korundo atmainos: geltonas safyras, polichrominis safyras, safyras padparadža, rubinas, safyras



1.57 PAV. Hematitas



1.58 PAV. Magnetitas

chromo, titano ir geležies priemaišų ir jų oksidavimo laipsnio. Raudona skaidri korundo atmaina vadinama **rubinu**, mėlyna – **safyru**, bespalvė – **leukosafyru**, oranžinės ir rožinės spalvos – **safyru padparadža**. Kitų atspalvių skaidrios korundo atmainos vadinamos tos spalvos safyrais (1.56 pav.). Neretai korunduose pasitaiko rutilo adatų, kurios suteikia žvaigždėtąjį atspindį. Blizgesys stiklo, neskalus, kartais būna skirumas viena kryptimi, kietumas 9, tankis 3,95–4,10.

Korundas susidaro magminių ir metamorfinių procesų metu. Dėl itin didelio kietumo naudojamas kaip abrazyvinė medžiaga, metalurgijos apdirbimo pramonėje, o skaidrios atmainos yra brangakmeniai.

Hematitas, Fe_2O_3 , yra trigoninės singonijos mineralas, paprastai randamas smulkiakristalių agregatų pavidalu, taip pat sudaro žvynelių ir plokštelių sankaupas bei spindulinės struktūros konkretijas (1.57 pav.). Spalva nuo rausvai pilkos iki plieno pilkos, slaptakristalių agregatų raudona; bruožo spalva nuo rausvai rudos iki vyšninės raudonos, blizgesys nuo metalo iki matinio; neskaidrus; lūžis nelygus, pusiau kriauklėtas; neskalus; kietumas 5,5–6, tankis 5–5,3.

Hematitas susidaro magminiu, hidroterminiu, metamorfiniu, rečiau nuosėdinu būdu. Jis yra geležies rūda.

Magnetitas, Fe_3O_4 , yra kubinės singonijos mineralas, sudaro oktaedro ir rombododekaedro formos kristalus (1.58 pav.), randamas ir smulkiagrūdžių

agregatų pavidalu. Spalva juoda, kartais melsvo atspalvio; bruožas juodas; blizgesys metalo; neskaidrus; lūžis kriauklėtas; neskalus; kietumas 5,5–6,5, tankis 4,9–5,2, pasižymi magnetinėmis savybėmis.

Magnetitas gali būti magminės ir metamorfinės kilmės. Jis yra pagrindinė geležies rūda.

Geležies hidroksidai: giotitas, limonitas. Geležies hidroksidų sankaupas gamtoje paprastai sudaro giotito, limonito ir kitų geležies oksidų mišinys su silicio hidroksidų ir molio priemaiša.

Giotitas, HFeO_2 , yra rombinės singonijos mineralas, sudaro spindulinius arba stulpo pavidalo kristalus (1.59 pav.), tačiau dažniausiai randamas varvekliai ir smulkiagrūdžio porėto agregato pavidalu. Spalva nuo šviesiai geltonos iki tamsiai rudos ir net juodos, bruožas rudas, rausvo atspalvio, blizgesys deimanto, pusiau metalo, pusiau skaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 4,5–5,5, tankis 4–4,4.

Limonitas, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, paprastai sudaro varveklus, spindulinės sandaros kongrecijas, žėodas, oolitinius smulkiagrūdžius porėtus agregatus (1.60 pav.). Spalva nuo šviesiai geltonos iki tamsiai rudos, bruožas geltonai arba šviesiai rudas, blizgesys nuo pusiau metalo iki matinio, neskaidrus, kietumas 4,1, tankis 3,3–4.

Geležies hidroksidų kilmė: 1) nuosėdinė – jūrose ir ežeruose koaguliuojant paviršinių vandenų atnešamiems kolidams; 2) dūlant sulfidiniais telkiniais ir 3) labai retai hidroterminė. Yra geležies rūda.

Aliuminio hidroksidai: diasporas, biomitas, hidrargilitas. Aliuminio hidroksidai sudėti ir savybėmis yra labai panašūs, gamtoje paprastai randami kartu boksito uolienos (aliuminio rūdos) pavidalu. Aliuminio hidroksidai susidaro dūlant aliumosilikatams atogrąžų klimato juostoje. Jie yra aliuminio rūda.

Diasporas, HALO_2 , yra rombinės singonijos mineralas, sudaro plokštelines ir stulpinius kristalus, dažniausiai randamas smulkiagrūdžių agregatų pavidalu. Spalva gelsvai ruda, balta, šviesiai violetinė, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba perlamutro (pagal skalumo plokštumas), persišviečia, lūžis nelygus, skalumas tobulas, kietumas 6–7, tankis 3,3–3,5 (1.61 pav.).



1.59 PAV. Giotitas



1.60 PAV. Limonitas



1.61 PAV. Diasporas

Biomitas, $\text{AlO}(\text{OH})$, išsikristalizuoja rombinės singonijos, plokštelių formos kristalais, paprastai randamas slaptakristalių agregatų pavidalu. Spalva šviesiai geltona, bruožas baltas, lūžis nelygus, skalumas tobulas, kietumas 3,5–4, tankis 3.

Hidrargilitas, $\text{Al}(\text{OH})_3$, yra monoklininės singonijos mineralas, sudaro šešiakampių plokštelių formos kristalus, tačiau dažniausiai randamas plokštelinių ir smulkiagrūdžių agregatų pavidalu. Spalva balta arba pilka, kartais žalsva arba rausva, bruožas baltas, blizgesys stiklo, skaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas, kietumas 2,5–3,5, tankis 2,43.

1.6.5. Karbonatai

Karbonatų klasės mineralus sudaro anglirūgštės (H_2CO_3) druskos. Šios klasės mineralai yra itin dažni Žemės plutoje, jų yra ir mantijoje. Karbonatų yra apie 80. Dalis karbonatų yra uolienas sudarantys mineralai – iš jų sudarytos nuosėdinės (klintis, dolomitas), magminės (karbonatitai) ir metamorfinės (marmurai) uolienos. Šios klasės mineralai būna magminės, pneumatolitinės hidroterminės, metamorfinės ir nuosėdinės kilmės.

Visiems karbonatams būdinga reakcija su druskos rūgštimi (HCl). Įvairių šios klasės mineralų reakcijos su HCl intensyvumas skiriasi – tai palengvina atskirti panašius mineralus. Karbonatams būdinga šviesi spalva, nedidelis kietumas ir tankis, tobulas skalumas.



1.62 PAV. Kalcitas

Kalcitas, $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, yra itin dažnas Žemės plutoje uolienas sudarantis trigoninės singonijos mineralas. Sudaro skalenoedrus, pinakoidus, prizmių ir romboedrus pavidalo kristalus, grūdėtus agregatus, varveklus, drūzas ir žėodas (1.62 pav.). Bespalvis arba baltas, nuo priemaišų gali įgauti įvairų atspalvį, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba perlamutro, skaidrus arba persišviečiantis, lūžis nelygus, skalumas tobulas trimis kryptimis pagal romboedro sieneses, kietumas 3–3,5; tankis 2,6–2,72. Kalcitas reaguoja su druskos rūgštimi.

Dideli skaidrūs bespalviai kalcito kristalai vadinami islandiškuoju špatu (1.63 pav.). Islandiškajam špatui būdingas stiprus dvejopas šviesos lūžis.



1.63 PAV. Islandiškasis špatas

Kalcitas susidaro vykstant magminiams, nuosėdiniais, biocheminiams,

rečiau – hidroterminiams procesams. Naudojamas metalurgijoje, optikoje, chemijos ir statybinių medžiagų pramonėje, apdailai.

Aragonitas, $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, yra rombinės singonijos mineralas, jo kristalai prizmių, piramidžių ir adatėlių formos, paprastai sudaro varveklus, oolitinius, šakotus agregatus (1.64 pav.). Spalva balta, gelsvai balta, kartais žalsva, violetinė ir pilka, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba riebus, persišviečia, lūžis nelygus, skalumas netobulas, kietumas 3,5–4, tankis 2,9–3, intensyviai reaguoja su druskos rūgštimi.

Aragonitas yra nuosėdinės, dūlėjimo ir hidroterminės kilmės. Naudojamas taip pat, kaip ir kalcitas.

Magnezitas, $\text{Mg}(\text{CO}_3)$, yra trigoninės singonijos mineralas, kristalai romboedrų formos, dažniausiai randamas itin smulkiagrūdžių agregatų pavidalu (1.65 pav.). Spalva balta, būna gelsvo ir pilko atspalvio, bruožas baltas, blizgesys stiklo, skaidrus arba persišviečia, lūžis kriauklėtas, nelygus, skalumas tobulas trimis kryptimis pagal romboedro sieneles, kietumas 3,5–4,5, tankis 2,9–3,1, reaguoja tik su pakaitinta druskos rūgštimi.

Magnezitas paprastai susidaro vykstant hidroterminiams procesams ir dūlant ultrabazinėms uolienoms. Naudojamas ugniai atsparioms medžiagoms gaminti ir medicinoje.

Dolomitas, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, yra itin dažnas uolienas sudarantis trigoninės singonijos mineralas, kristalai romboedro pavidalo, dažniausiai randamas grūdėtų ir smulkiakristalių agregatų pavidalu (1.66 pav.). Spalva pilkai balta su gelsvu arba rudu atspalviu, bruožas baltas, blizgesys stiklo, pusiau skaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas trimis kryptimis pagal romboedro sieneles, kietumas 3,5–4, tankis 2,8–2,9, su druskos rūgštimi reaguoja silpnai (milteliai reaguoja intensyviai).

Dolomitas susidaro nuosėdinių (iškrinta iš tirpalų druskingose lagūnose) ir hidroterminių-metasomatinių (kalcito dolomitizacija, veikiant daug magnio turin-



1.64 PAV. Aragonitas



1.65 PAV. Magnezitas



1.66 PAV. Dolomitas



1.67 PAV. Sideritas



1.68 PAV. Stroncianitas



1.69 PAV. Malachitas

tiems tirpalams) ir magminių procesų metu. Naudojamas chemijos, statybinių medžiagų pramonėje, ugniai atsparioms medžiagoms gaminti, metalurgijoje ir apdailai.

Sideritas, $\text{Fe}(\text{CO}_3)$, yra trigoninės singonijos mineralas, kristalai plokščių, romboedrų, skalenoedrų ir prizmių formos, dažniausiai sudaro smulkiagrūdžius agregatus, kongrecijas (sferosideritus), varveklis ir oolitus (1.67 pav.). Spalva gelsvai pilka ir pilka, bruožas baltas, blizgesys stiklo, persišviečia, lūžis nelygus arba kriauklėtas, skalumas tobulas trimis kryptimis, kietumas 3,5–4,5, tankis 3,9–4, intensyviai reaguoja tik su pašildyta druskos rūgštimi.

Siderito kilmė: 1) hidroterminė, 2) metasomatinė – veikiant dolomitą arba klintį tirpalams, kuriuose gausu geležies, 3) nuosėdinė; 4) magminė – įeina į karbonatitų sudėtį. Sideritas yra geležies rūda.

Stroncianitas, SrCO_3 , yra rombinės singonijos mineralas, kristalai gana reti, daugiausia randamas grūdėtų, pluoštiškų, tankios masės agregatų pavidalu (1.68 pav.). Bepalvis, kartais gelsvas, gelsvai rudas, rausvas arba žalsvas, stiklo blizgesio, kartais iki riebaus, trapus, skalumas vidutinis, lūžis nelygus iki pusiau kriauklėto, tankis 3,6–3,8, kietumas 3,5–4.

Stroncianitas daugiausia susidaro nuosėdiniu būdu, tačiau randamas ir kartu su kalcitu hidroterminėse gyslose. Naudojamas kaip stroncio rūda.

Malachitas, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, yra monoklininės singonijos mineralas, kristalai prizmių formos, dažniausiai sudaro itin smulkiagrūdžius ir pluoštiškus agregatus, koncentrinės struktūros varveklis (1.69 pav.). Spalva žalia, įvairaus intensyvumo, bruožas žalsvas, blizgesys nuo stiklo iki deimanto, persišviečia, lūžis kriauklėtas, nelygus, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 3,5–4, tankis 3,9–4,1, intensyviai reaguoja su druskos rūgštimi.

Malachitas susidaro oksiduojantis dūlanties vario telkiniams. Tai juvelyrinis akmuo, vario rūda, iš jo gaminami dažai.

Azuritas, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2[\text{CO}_3]_2$, yra monoklininės singonijos mineralas, kristalai plokštelių, prizmių ir romboedrų formos, dažniausiai randamas smulkiagrūdžių agregatų, drūzų pavidalu (1.70 pav.). Spalva nuo tamsiai mėlynos iki žydros, bruožas žydras, blizgesys stiklo, persišviečia, lūžis nelygus, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 3,5–4, tankis 3,7–2,9, intensyviai reaguoja su druskos rūgštimi.

Azuritas susidaro oksiduojantis dūlanties vario telkiniams. Naudojamas papuošalų, dažų gamybai, yra vario rūda.



1.70 PAV. Azuritas

1.6.6. Sulfatai

Sulfatų klasės mineralus sudaro sieros rūgšties druskos. Šiai klasei priskiriama apie 150 mineralų. Sulfatai susidaro nuosėdinių (iškrinta iš tirpalų druskingose lagūnose ir ežeruose), dūlėjimo (oksiduojantis sulfidams), rečiau hidroterminių procesų metu.

Sulfatams būdinga šviesi spalva, nedidelis kietumas ir tankis.

Anhidritas, CaSO_4 , rombinės singonijos mineralas, kristalai plokštelių pavidalo, dažniausiai sudaro grūdėtus agregatus (1.71 pav.). Spalva balta su žydrų, pilku arba raudonu atspalviu, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba perlamutro, skaidrus ir pusiau skaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas trimis kryptimis, kietumas 3–3,5, tankis 2,8–3.



1.71 PAV. Anhidritas

Anhidritas susidaro nuosėdinių procesų metu, iškrinta iš druskingo lagūnų ir ežerų vandens, rečiau jis yra hidroterminės ir metamorfinės kilmės. Dėl hidratacijos virsta gipsu. Naudojamas chemijos pramonėje, cementui gaminti, apdailai.

Gipsas, $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, yra paplitęs nuosėdines uolienas sudarantis monoklininės singonijos mineralas, kristalai plokštelių ir stulpelių, smulkiagrūdžių, pluoštiškų agregatų, drūzų pavidalo, dažnai sudaro dvynius (1.4; 1.72 pav.). Spalva balta, nuo



1.72 PAV. Gipsas



1.73 PAV. Selenitas



1.74 PAV. Marijos stiklas



1.75 PAV. Baritas

priemaišų gali įgauti įvairų atspalvį, skaidrios atmainos bespalvės, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba perlamutro, skaidrus ir pusiau skaidrus, lūžis kriauklėtas, skalumas labai tobulas viena kryptimi ir tobulas dviemimis kryptimis, kietumas 1,5–2, tankis 2,32.

Atmainos: **selenitas** – pluoštiškos sandaros gipsas (1.73 pav.), **Marijos stiklas** – skaidrus gipsas (1.74 pav.).

Gipsas susidaro nuosėdinių procesų metu druskinguose ežeruose, jūrose ir lagūnose, taip pat hidratuojantis anhidritui. Naudojamas chemijos, popieriaus pramonėje, cementui gaminti, žemės ūkyje ir medicinoje.

Baritas, $\text{Ba}[\text{SO}_4]$, dėl didelio tankio kartais vadinamas sunkiuoju špatu, yra rombinės singonijos mineralas, randamas plokštelių kartais stulpelių pavidalo kristalais, būdingos vientisos, žemėtos masės, kongrecijos, kartais drūzos (1.75 pav.). Spalva dėl priemaišų būna pieno baltumo, pilka, žalia ir juoda, be priemaišų baritas yra bespalvis, skaidrus, bruožas bespalvis, blizgesys stiklo, trapus, skalumas įvairiomis kristalo kryptimis skirtingas, viena kryptimi tobulas, kita – vidutiniškas ir trečia kryptimi netobulas, kietumas 3–3,5, tankis 4,3–4,5.

Baritas yra hidroterminės kilmės, kartais jūrinėse nuosėdose susidaro jo kongrecijos. Naudojamas chemijos, odos apdirbimo ir cukraus pramonėje, fotopopieriaus ir keramikos emalio gamybai ir kitur.

1.6.7. Fosfatai

Fosfatų klasei priklauso apie 300 mineralų, tačiau Žemės plutoje jie paplitę ribotai. Fosfatų klasės mineralus sudaro fosforo rūgšties druskos.

Apatitas, $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F,Cl,OH})$, yra itin paplitęs fosfatų klasės heksagoninės singonijos mineralas, kristalai prizmių ir plokštelių formos (1.76 pav.), randamas drūzų ir grūdėtų agregatų pavidalu. Spalva įvairi, dažniausiai būna žydra, žalia ir violetinė, kartais bespalvis, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba riebus, nuo skaidraus iki persišviečiančio, lūžis nelygus, skalumas netobulas, kietumas 5, tankis 3,17–3,22.

Apatito kilmė magminė, hidroterminė ir nuosėdinė. Paviršiniuose vandens telkiniuose išsiskiria slaptakristalis apatitas, kuris sudaro konkretijas, organinių liekanų pseudomorfozes. Tokios jo sancaupos su mechanine smėlio ir molio dalelių priemaiša vadinamos fosforitais ir priskiriamos nuosėdinėms uolienoms. Fosforitams būdingas nemalonus kvapas, kuris atsiranda trinant jų gabalus vieną į kitą. Iš apatito gaminamos trąšos, naudojamas chemijos pramonėje.



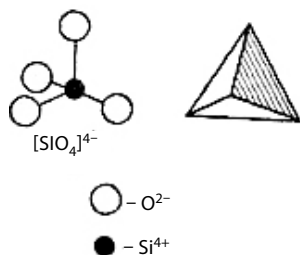
1.76 PAV. Apatitas

1.6.8. Silikatai

Silikatus sudaro įvairių silicio rūgščių druskos. Tai didžiausia mineralų klasė, kuriai priklauso 1/4 visų žinomų mineralų ir tenka 75 proc. visų mineralų masės. Silikatai yra itin paplitę Žemės plutoje ir mantijoje, jie yra pagrindiniai magminės, metamorfinės ir nuosėdinės uolienos sudarantys mineralai.

Silikatų klasės mineralams būdinga sudėtinga sandara ir įvairi cheminė sudėtis. Jų struktūros pagrindą sudaro silicio oksido tetraedras, kurio centre yra silicio jonas Si^{4+} , o viršūnėse – keturi deguonies jonai O^{2-} (1.77 pav.).

Silicio oksido tetraedras yra keturvalentis radikalas $[\text{SiO}_4]^{4-}$, kuris gali jungtis su kitais tetraedrais per viršūnėse esančius deguonies jonus. Dažnai tetraedrų keturvalenčius silicio jonus pakeičia trivalenčiai aliuminio jonai Al^{3+} . Tokie junginiai vadinami aliumosilikatais. Silikatai ir aliumosilikatai skirstomi į grupes pagal silicio oksido tetraedrų jungimosi būdą. Remiantis šiuo požymiu, skiriami penki silikatų klasės mineralų poklasiai.



1.77 PAV. Silicio oksido tetraedras

Saliniai silikatai (nezosilikatai)

Šio poklasio silikatus sudaro izoliuoti silicio oksido tetraedrai (1.8 pav.), kurie prisijungia kitų elementų jonų. Izoliuotų tetraedrų silikatams būdingas didelis tankis ir izometrinis kristalų pavidalas.

Olivinas, $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$, yra dažniausias minėto poklasio bazinės ir ultrabazinės uolienas sudarantis rombinės singonijos mineralas, kristalai trumpų stulpelių formos, dažnai sudaro grūdėtus agregatus (uolienas) (1.78 pav.). Spalva nuo tamsiai geltonos iki žalios, bruožo nepalieka, blizgesys stiklo, persišviečia, lūžis nelygus arba kriauklėtas, skalumas netobulas, kietumas 6,5–7, tankis 3,3–3,5.



1.78 PAV. Olivinas

Olivinas yra ne vienas mineralas, bet izomorfinė eilė, kurios narių sudėtis kinta nuo forsterito $(\text{Mg}_2[\text{SiO}_4])$ iki fajalito $(\text{Fe}_2[\text{SiO}_4])$. Olivinas dažniausiai kristalizuojasi iš magmos, bet susidaro ir metamorfinių procesų metu (skarnose). Naudojamas metalurgijoje, ugniai atsparių medžiagų gamybai, o skaidrios olivino atmainos (peridotai arba chrizolitai) – juvelyrikoje.

Dvigubi saliniai silikatai (sorosilikatai)

Jei vienas iš kraštinių tetraedro deguonies atomų yra bendras dviem silicio oksido tetraedrams, tai šie silikatai priklauso dvigubiems saliniams silikatams, arba sorosilikatams. Šis poklasis taip pavadintas dėl to, kad abu silicio oksido tetraedrai yra izoliuoti nuo kitų tetraedrų. Jų pagrindinis struktūrinis vienetas yra Si_2O_7 . Kai kurie silikatai yra dvigubų ir viengubų salinių silikatų kombinacija, pavyzdžiui, epidotas.

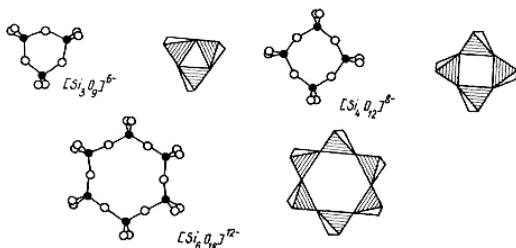
Epidotas, $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3\text{O}[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]$, yra monoklininės singonijos mineralas,



1.79 PAV. Epidotas

kristalai kartais stambūs, pailgęję, išilgai kristalų plokštumų matomi ryškūs lygiagretūs brūkšniai, dažni dvyniai, pasiūtaiko spinduliais išsidėsčiusių agregatų, paprastai agregatai būna vientisi, grūdėti (1.79 pav.). Spalva žalia, gelsvai žalia, pilka, bruožo spalva pilka, spindesys stiklinis. Mineralo, lūžis nelygus, skalumas tobulas, kietumas 6–7, tankis 3,25–3,5.

Epidotas susidaro magminių, hidroterminių procesų metu. Jo praktinė reikšmė menka.



1.80 PAV. Silicio oksido tetraedrų jungimosi būdai žiediniuose silikatuose

Žiediniai silikatai (ciklosilikatai)

Šio poklasio silikatuose silicio oksido tetraedrai yra susijungę į žiedus (1.80 pav.).

Berilas, $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$, yra heksagoninės singonijos mineralas, kristalai šešiakampių prizmių ir stulpelių pavidalo, dažniausiai pavieniai, kartais suaugę į drūzas (1.81, 1.87 pav.). Spalva įvairi – gelsva, žalsvai balta, žalia, žydra, rausva, būna ir bespalvis, bruožo nepaliekia, blizgesys stiklo, skaidrus ir pusiau skaidrus, lūžis nelygus arba kriauklėtas, skalumas netobulas, kietumas 7,5–8, tankis 2,63–2,91.

Pagal spalvą skiriamos berilo atmainos: **smaragdus** – ryškiai žalias, jam spalvą suteikia chromas ir vanadis (1.82 pav.); **akvamarinas** – žydras, kartais žalsvai žydras (1.81, 1.83 pav.), **heliodoras** – žalsvai geltonas skaidrus berilas (1.84 pav.); **auksinis berilas** – ryškiai geltonas ir rusvas (1.85 pav.), **žaliasis berilas** – šviesiai žalias, žalsvas; šias berilo atmainas nuspalvino geležies priemaišos kristalo gardelėje (1.86 pav.); **chromakvamarinas** – žalsvai žydras, turi tiek smaragdo, tiek akvamarino savybių (1.87 pav.); šiai atmainai spalvą suteikė chromas, vanadis ir geležis; **biksbitas** (1.88 pav.); **morganitas**, arba **vorobjevitas** – raudonas, oranžinis, rausvas; spalvas



1.81 PAV. Berilas (akvamarinas) uolienoje



1.82 PAV. Smaragdus su biotitu



1.83 PAV. Akvmarinas



1.84 PAV. Heliodoras



1.85 PAV. Auksinis berilas



1.86 PAV. Žaliasis berilas



1.87 PAV. Chromakvamarinų drūza



1.88 PAV. Biksbitas



1.89 PAV. Morganitas, arba vorobjevitas



1.90 PAV. Gošenitas



1.91 PAV. Turmalinas dulsvajame kvarce



1.92 PAV. Polichrominis turmalinas – arbūzinis turmalinas

šiems berilam suteikia manganas (1.89 pav.); na, o bespalvis be priemaišų berilas vadinamas **gošenitu** (1.90 pav.).

Berilas susidaro magminių, pneumatolitinių ir hidroterminių procesų metu, didelė dalis berilų randami pegmatituose. Tai pagrindinė berilio rūda, o skaidrios atmainos – brangakmeniai ir juvelyriniai akmenys.

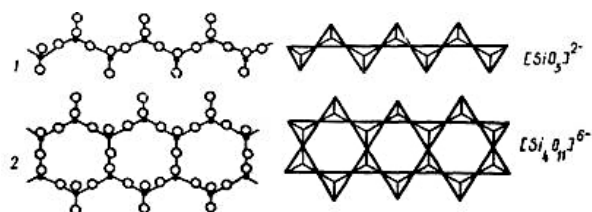
Turmalinas, $\text{Na}(\text{Mg,Fe})_6[\text{B}_3\text{Al}_3\text{Si}_6(\text{O,OH})_{30}]$, yra trigoninės singonijos mineralas, kristalai stulpelių pavidalo, dažnai baigiasi piramidinėmis viršūnėmis, o išilgai kristalų plokštumų matomi ryškūs lygiagretūs brūkšniai. Turmalinas dažnai sudaro spindulinius suaugimus, vadinamus turmalino saule (1.91 pav.). Spalva dažniausiai juoda. Toks turmalinas vadinamas **šerlu** (1.93 pav.). Dėl cheminių priemaišų būna ir spalvotų turmalino atmainų: raudona, rožinė, vadinama **rubelitu**, mėlyna – **indigolitu**, žalia – **verdelitu**, ruda – **dravitu**. Būna ir daugiaspalvių turmalinų, kai spalvos išsidėsto juostomis išilgai kristalo ilgosios ašies arba koncentriškai. Toks turmalinas vadinamas **polichrominiu** (1.92 pav.). Blizgesys stiklo, neskalus, lūžis nelygus, kietumas 7–7,5, tankis 2,9–3,2. Turmalinas susidaro magminių, metamorfinių, hidroterminių procesų metu, naudojamas kaip piezoelektrinė medžiaga ir vertingas juvelyrinis akmuo.



1.93 PAV. Šerlas

Grandininiai ir juostiniai silikatai (inosilikatai)

Šio poklasio silikatų struktūros pagrindą sudaro į grandines ir juostas susijungę silicio oksido tetraedrai (1.94 pav.). Dėl to grandininuose silikatuose susidaro radikalas $[\text{SiO}_3]^{2-}$, o juostiniuose – $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$. Grandininiais silikatams priskiriami piroksenų grupės, o juostiniams – amfibolų grupės mineralai.



1.94 PAV. Silicio oksido tetraedrų jungimasis grandininuose (1) ir juostiniuose (2) silikatuose

Tiek grandininiai, tiek juostiniai silikatams būdingas prizminis kristalų pavidalas, skalumas dviem kryptimis išilgai ilgosios kristalų ašies. Jų fizikinės savybės labai panašios, tačiau yra ir skirtumų: grandininų silikatų kampas tarp skalumo plokštumų yra 93° , juostinių – 56° , grandininų silikatų kristalai trumpų prizmių, o juostinių – pailgų prizmių pavidalo.

Grandininų ir juostinių silikatų, tiek piroksenų, tiek amfibolų, yra daug rūšių, bet čia apie juos kalbama apibendrintai, apibūdinant tik dažniausiai pasitaikančius šių grupių atstovus.

Piroksenai. Augitas, $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$, monoklininės singonijos mineralas, kristalai trumpų prizmių, rečiau plokštelių formos, randamas kristalų, intarpų uolienose ir grūdėtų agregatų pavidalu (1.95 pav.). Spalva žalsvai juoda ir juoda, bruožas pilkai žalsvas, blizgesys stiklo, persišviečia, lūžis nelygus, skalumas vidutinis arba tobulas dviejų krypčių (skalumo plokštumų kampas 93°), kietumas 5–6, tankis 3,2–3,6.

Augitas yra magminės ir metamorfines uolienas sudarantis mineralas.

Amfibolai. Raginukė, $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})(\text{OH}, \text{F})_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$, yra monoklininės singonijos mineralas, kristalai pailgų prizmių formos (1.96 pav.), sudaro grūdėtus agregatus ir pavienius kristalus uolienose. Spalva nuo šviesiai žalios iki žaliai juodos ir juodos, bruožas žalsvas arba rusvas, blizgesys stiklo, persišviečia, lūžis nelygus, skalumas tobulas ir vidutinis dviem kryptimis (skalumo plokštumų kampas 124°), kietumas 5,5–6, tankis 3,1–3,3.

Raginukė yra magminės ir metamorfines uolienas sudarantis mineralas.



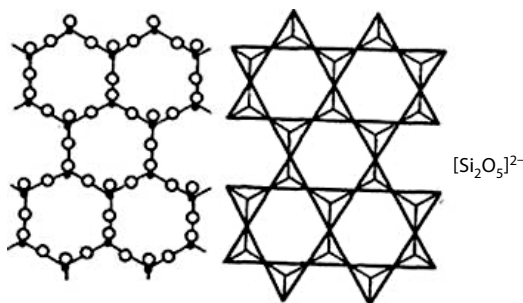
1.95 PAV. Augitas



1.96 PAV. Raginukė

Sluoksniniai silikatai (filosilikatai)

Šio poklasio silikatų struktūrą lemia vienoje plokštumoje susijungę silicio oksido tetraedrai (1.97 pav.). Dėl to susidaro radikalas $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{-4}$. Be to, į sluoksninių silikatų sudėtį įeina hidroksilo grupė (OH). Kristalai plokštelių pavidalo, jie yra palyginti minkšti (daugumos jų kietumas 2–3), labai tobulo skalumo viena struktūros sluoksninių kryptimi.



1.97 PAV. Silicio oksido tetraedrų jungimasis sluoksniniuose silikatuose

Sluoksniniams silikatams priklauso daug mineralų, nemaža jų dalis yra uolienas sudarantys mineralai. Dauguma sluoksninių silikatų susidaro hidroterminių, metamorfinių ir magminių procesų metu, bet pasitaiko ir nuosėdinės kilmės (glaukonitas) bei iš dūlėjimo produktų susidariusių (kaolinitas) mineralų.

Biotitas, $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH}, \text{F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, yra monoklininės singonijos mineralas, kristalai plokštelių pavidalo, randamas daugelyje uolienų (1.98 pav.). Spalva juoda, ruda, kartais žalsva, bruožas baltas, blizgesys stiklo arba perlamutro, persišviečia, lūžis nelygus, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 2–3, tankis 3,02–3,12.

Biotito kilmė magminė ir metamorfinė. Naudojamas elektros pramonėje.

Muskovitas, $\text{KAl}_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, yra monoklininės singonijos mineralas, kristalai plokštelių pavidalo, randamas daugelyje uolienų (1.99 pav.). Spalva šviesi, rusva, gelsva, rausva, kartais bespalvis, bruožas baltas, blizgesys perlamutro, skaidrus ir pusiau skaidrus, lūžis nelygus, kietumas 2–3, tankis 2,76–3,1.



1.98 PAV. Biotitas



1.99 PAV. Muskovitas



1.100 PAV. Talkas



1.101 PAV. Chloritas

Muskovitas susidaro magminių, metamorfinių ir hidroterminių procesų metu. Naudojamas elektros ir radijo pramonėje.

Talkas, $\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, monoklininės singonijos mineralas, kristalai plokštelių pavidalo, sudaro plokštelines, žvynelinius agregatus (1.100 pav.). Spalva balta, žalsva, gelsva, kartais rusva, bruožas baltas, blizgesys perlamutro arba stiklo, persišviečia, lūžis nelygus, skalumas labai tobulas viena kryptimi, kietumas 1, tankis 2,7–2,82, palietus pirštais, atrodo riebus, slidus.

Talkas susidaro metamorfinių ir hidroterminių procesų metu. Naudojamas rūgštims ir ugniai atsparių medžiagų, izoliatorių, tepalų gamybai, popieriaus ir gumos pramonėje, parfumerijai, kosmetikai.

Chloritai, $\text{Mg}_6(\text{OH})[\text{Si}_4\text{O}_{10}] - \text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_8[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$, yra monoklininės singonijos mineralas, kristalai plokštelių formos, sudaro plokštelines ir žvynelinius agregatus (1.101 pav.). Spalva žalia įvairaus atspalvio, bruožas žalsvas, blizgesys perlamutro arba stiklo, pusiau skaidrus, lūžis nelygus, skalumas labai tobulas viena kryptimi, kietumas 2–3, tankis 2,6–2,9.

Chloritai yra dažni metamorfines uolienas sudarantys mineralai.

Glaukonitas, $\text{K}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$, yra monoklininės singonijos mineralas, sudaro grūdėtus agregatus arba grūdelius nuosėdinėse uolienose (1.102 pav.). Spalva žalia, įvairaus atspalvio, bruožas žalias, blizgesys matinis arba stiklo, persišviečia arba neskaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 2–3, tankis 2,2–2,9.



1.102 PAV. Glaukonitas

Glaukonitas susidaro vykstant nuosėdinėms procesams negiliuose jūrų baseinuose. Naudojamas kalio trąšų, žalių dažų gamybai.

Kaolinitas, $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, yra monoklininės singonijos mineralas, sudaro slaptakristalius agregatus (1.103 pav.). Spalva balta, bruožas baltas, blizgesys perlamutro arba matinis, skalumas tobulas viena kryptimi, kietumas 2,5–3, tankis 2,58–2,63.

Kaolinitas susidaro dūlant aliumosilikatams. Naudojamas keramikoje, popieriaus ir statybinių medžiagų pramonėje.

Serpentinas, $\text{Mg}_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, yra monoklininės singonijos mineralas, sudaro tankius ir pluoštiškus agregatus (1.104 pav.). Spalva nuo žalsvai baltos iki juodai žalios, bruožas baltas arba žalsvas, blizgesys riebus arba stiklo, persišviečia, lūžis kriauklėtas, nelygus, kietumas 2,5–3, tankis 2,5–2,7.

Serpentinas susidaro metamorfizmo metu iš ultrabazinių ir karbonatinių uolienų. Naudojamas apdailai, chrizotilo asbestas – ugniai atsparių medžiagų gamybai.

Pluoštiška serpentino atmaina (juostiniai silikatai) vadinama **chrizotilo asbestu**, $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{11}][\text{OH}]_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (1.105 pav.). Spalva balta arba pilka, žalsva, gelsva, bruožas baltas, blizgesys šilko, kietumas 2–3, tankis 2,5–2,6.

Chrizotilo asbestas susidaro iš ultrabazinių uolienų. Mineralo pluoštai naudojami garso, šilumos ir elektros izoliacijai bei įvairios izoliacinės medžiagos ir įrenginių gamybai.

Karkasiniai silikatai (tektosilikatai)

Šio poklasio silikatų struktūrą lemia silicio oksido tetraedrų erdvinis susijungimas. Dalį Si^{4+} jonų karkasiniuose silikatuose pakeičia Al^{3+} jonai, dėl to atsiradusį papildomą neigiamąjį krūvį neutralizuoja prisijungdami metalų katijonai. Visiems šio poklasio silikatams būdinga šviesi spalva, kietumas 5,5–6,5 ir tankis 2,5–2,75.

Karkasiniai silikatai skirstomi į feldšpatus ir feldšpatoidus.



1.103 PAV. Kaolinitas



1.104 PAV. Serpentinis



1.105 PAV. Chrizotilo asbestas



1.106 PAV. Ortoklazas



1.107 PAV. Mėnulio akmuo, arba aduliaras

Feldšpatai. Feldšpatai yra itin dažni Žemės plutoje magminės ir metamorfines uolienas sudarantys mineralai (sudaro apie 50 proc. jos masės). Visiems feldšpatams būdingas tobulas arba vidutinis skalumas dviem kryptimis. Pagal cheminę sudėtį jie skirstomi į kalio-natrio (šarminiai feldšpatai) ir kalcio-natrio (plagioklazai) feldšpatus.

Šarminiai feldšpatai, $K[AlSi_3O_8]$ - $Na[AlSi_3O_8]$. Jų sudėtis kinta nuo mikroklino ir ortoklazo, $K[AlSi_3O_8]$, iki albito, $Na[AlSi_3O_8]$. Šie mineralai sudaro nevientisą izomorfinę eilę.

Ortoklazas, $K[AlSi_3O_8]$, monoklininės singonijos mineralas, kristalai prizmių arba plokštelių formos, sudaro grūdėtus agregatus ir stambius kristalus (1.106 pav.). Spalva balta, geltona, raudona, kartais būna bespalvis, persišviečia, pusiau skaidrus, retai skaidrus, lūžis nelygus, skalumas tobulas dviem kryptimis, kietumas 6, tankis 2,57–2,59.

Irizuojanti ortoklazo atmaina vadinama **mėnulio akmeniu** arba **aduliaru** (1.107 pav.).

Ortoklazas susidaro magminių procesų metu. Naudojamas keramikai, iš skaidrių mėnulio akmens atmainų daromi papuošalai.

Mikroklinas, $K[AlSi_3O_8]$, yra triklininės singonijos mineralas (1.108 pav.). Nuo ortoklazo skiriasi vidine sandara, o jų fizinės savybės labai artimos, tik skalumo plokštumų kampas $89^\circ 30'$.

Žalsvos spalvos mikroklino atmaina vadinama **amazonitu** (1.109 pav.).



1.108 PAV. Mikroklinas



1.109 PAV. Amazonitas

Mikroklinas susidaro magminių ir metamorfinių procesų metu. Naudojamas keramikai, amazonitas – papuošalams ir apdailai. Irizuojanti mikroklinas atmaina, kaip ir ortoklazo, vadinama mėnulio akmeniu.

Plagioklazai (Ca-Na feldspatai), $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ - $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, sudaro ištisą izomorfinę eilę, kurioje mineralų sudėtis kinta nuo albito, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ (1.110 pav.), iki anortito, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ (1.111 pav.):

	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, proc.	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, proc.
Albitas	0–10	100–90
Oligoklazas	10–30	90–70
Andezinas	30–50	70–50
Labradoras	50–70	50–30
Bitovnitas	70–90	30–10
Anortitas	90–100	10–0



1.110 PAV. Albitas



1.111 PAV. Anortitas

Plagioklazai yra triklininės singonijos mineralai, kristalai prizmių ir plokštelių pavidalo, skalumo plokštumų kampas $86\text{--}87^\circ$. Atskirų izomorfinės eilės narių savybės panašios ir makroskopiškai jų atskirti neįmanoma. Kiek skiriasi jų spalva – natringesnių atmainų ji šviesiai pilka, o kalcingų – pilka, tamsiai pilka, o labradoro beveik juoda (1.112 pav.). Be to, labradoras pasižymi irizacija. Ji pasitaiko ir kituose plagioklazuose, bet rečiau.

Oligoklaze kartais matoma irizacija ir spalvotas atspindys nuo jame esančių interpų. Tokia jo atmaina vadinama **saulės akmeniu** arba **avantiurininu feldšpatu** (1.113 pav.).



1.112 PAV. Labradoras



1.113 PAV. Saulės akmuo, arba avantiurininis feldšpatas

Plagioklazai sudaro daugelį magminių ir metamorfinių uolienų. Žemės paviršiuje jie greitai kinta ir dūlėdami virsta molio mineralais. Plagioklazai pramonėje naudojami mažai, bet plagioklazinės uolienos plačiai naudojamos apdailai, kaip statybinis akmuo, skaldai. Irizuojanti labradoro atmaina yra juvelyrinis akmuo **spektrolitas**.

Feldšpatoidai. Feldšpatoidus sudaro daugiausia tie patys cheminiai elementai kaip ir feldšpatus, tačiau pirmieji turi mažiau SiO_2 . Paplitę magminėse, rečiau metamorfinėse uolienose.

Nefelinas, $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$, išsikristalizuoja heksagoninės singonijos prizmių ir stulpelių pavidalo kristalais (1.114 pav.), yra šarminės magminės uolienas sudarantis mi-



1.114 PAV. Nefelinas

neralas. Spalva pilkai balta, pilka, kartais turi geltoną, raudoną, rudą ir žalsvą atspalvį, būna ir bespalvio, blizgesys stiklo (lūžio riebus), lūžis nelygus arba kriauklėtas, neskalus, kietumas 5–6, tankis 2,6.

Nefelinas yra magminės kilmės. Naudojamas sodos gamybai, stiklo pramonėje ir keramikai, ateityje gali būti aliuminio rūda.

2. UOLIENOS

2.1. BENDRAS APIBŪDINIMAS IR SKIRSTYMAS

Uoliena yra kristalinis, iš dalies kristalinis ar nekristalinis agregatas, susidaręs Žemėje, kituose kosminiuose kūnuose arba tiesiog kosmose gamtinių vyksmų metu.

Kai kurie mokslininkai mano, kad uoliena turi būti sudaryta iš sukibusių, nepalaidų dalelių, kitaip sakant – sucementuota. Tuo atveju smėlį reikėtų vadinti ne uoliena, o nuosėda arba nuogula, o uoliena būtų smiltainis – tas pats smėlis, tik jo smiltelės sutvirtintos, sucementuotos karbonatų, kvarco, molio ar kitos medžiagos. Kiti geologai purias nuogulas irgi laiko uolienomis, bet tada, kai jas užkloja jaunesnės nuosėdos ir jos įgyja geologinio kūno – sluoksnio pavidalą. Priklausomybė tam tikro pavidalo kūnui įsipina į uolienos sampratą, nes gamtoje uoliena visada yra tam tikro geologinio kūno pavidalu.

Vienos uolienos yra kristalinės, sudarytos iš mineralų, kitos – iš dalies ar visiškai sudarytos iš nekristalinės amorfinės medžiagos.

Uolienos skirstomos ir apibūdinamos pagal kilmę, cheminę ir mineralinę sudėtį bei sandarą.

Pagal kilmę, tai yra susidarymo būdą (genezę), išskiriami trys uolienų tipai: magminės, nuosėdinės ir metamorfinės.

Magminės uolienos susidaro tiesiogiai iš magmos, kai ji kristalizuojasi Žemės gelmėse arba sustingsta paviršiuje išsiliejusi per ugnikalnius.

Nuosėdinės uolienos susidaro Žemės paviršiuje ir vandens telkinių dugne iš kitų tipų uolienų ardyimo medžiagos.

Na, o metamorfinės uolienos – tai pirminės magminės arba nuosėdinės uolienos, kurios Žemės gelmėse pateko į kitokias sąlygas, negu susidarė, dėl to pasikeitė jų sandara ir mineralinė, o dažnai ir cheminė sudėtis.

Uolienų sandara apibūdinama struktūros ir tekstūros sąvokomis, kurios paaiškintos tolesniuose skyriuose.

2.2. MAGMINĖS UOLIENOS

2.2.1. Skirstymas

Magminės uolienos susidaro iš magmos. **Magma** – tai skystosios būsenos medžiaga, lydalas, susidarantis gelmėse lydantis mantijai ar plutai.

Pasiekus magmai paviršių iš jos išsiskiria didesnė dalis joje ištirpusių dujų. Jų netekusi ir išsiliejusi paviršiuje magma vadinama **lava**.

Dažniausiai magma yra silikatinės sudėties, tačiau būna ir tokios, kurioje vyrauja karbonatai, sulfidai, fosfatai ar geležies oksidas.

Kai magma lėtai vėsta gelmėse, ji visa išsikristalizuoja ir susidaro uolienos, vadinamos **intruzinėmis** arba **plutoninėmis**.

Kai magma išsilieja į paviršių lavos pavidalu, iš jos susidaro **vulkaninės** uolienos, dar vadinamos **išsiliejusiomis** arba **efuzinėmis**.

Kartais paviršių pasiekia magma, kurioje yra didelis kiekis ištirpusio vandens ir kitų dujų. Staiga sumažėjus slėgiui, dujos skiriasi labai greitai ir sukelia sproгимus. Jų metu dalis magmos išmetama į orą, ištaškoma, išsklaidoma įvairaus dydžio dalelių pavidalu, kurios sukrinta ant žemės įvairiu atstumu nuo ugnikalnio. Tokios uolienos vadinamos **piroklastinėmis**. Šis pavadinimas sudarytas iš dviejų senosios graikų kalbos žodžių: *pir* (πῦρ) – ugnis ir *klastos* (κλαστός) – nuolauža.

Magminės uolienos skirstomos ir jų pavadinimas sudaromas pagal tam tikras taisykles remiantis mineralinės ir cheminės sudėties rodikliais bei sandaros požymiais, kurie nustatyti tarptautinės geologų komisijos ir patvirtinti Tarptautinės geologijos mokslų sąjungos (IUGS) (Le Maitre, 2002).

Mineralinė ir cheminė sudėtis yra svarbiausi uolienų grupių arba šeimų ir rūšių išskyrimo požymiai. Sandara paprastai yra pagalbinis, papildomas bruožas, tik nuolaužinėms uolienoms jis yra svarbiausias.

Kristalinės uolienos skirstomos pirmiausia pagal jų mineralinę sudėtį (Le Maitre ir kt., 2002). Mineralai uolienose yra skirstomi į dvi grupes – felzinius ir mafinius.

Felziniai mineralai yra kvarcas, plagioklazas, šarminiai feldšpatai (mikroklinas, ortoklazas) ir feldšpatoidai (nefelinas, leucitas, analcimas ir kiti).

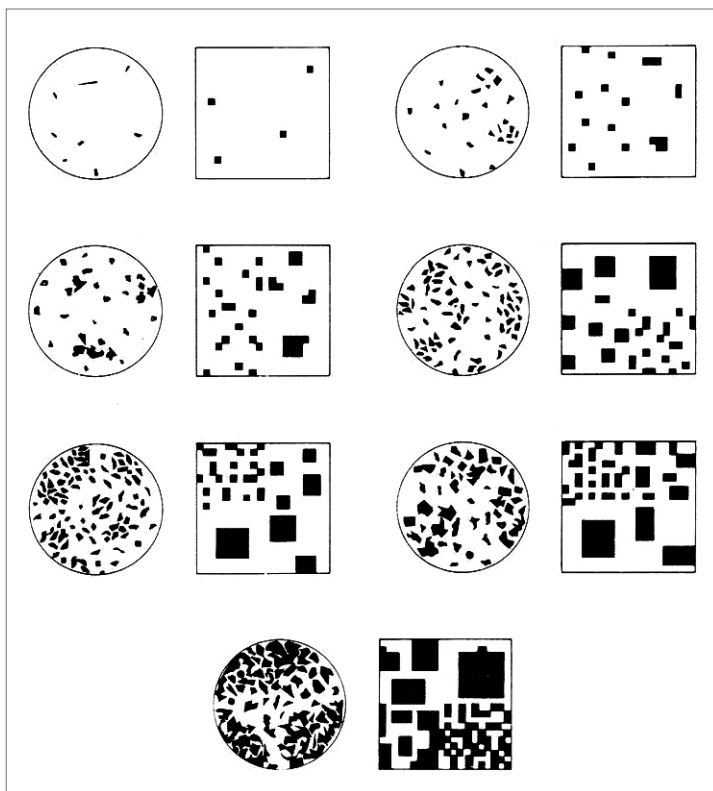
Mafiniai mineralai yra labai įvairūs, bet svarbiausios uolienas sudarančios grupės yra olivinas, piroksenai, amfibolai (raginukė), žėručiai (biotitas, muskovitas), granatai.

Vulkaninės išsiliejusios uolienos susidaro iš tos pačios sudėties magmos, kaip ir intruzinės, kitaip sakant beveik visų rūšių intruzinės uolienos turi vulkaninius atitikmenis (analogus). Bet pastarosios dažniausiai būna neišsikristalizavusios, stikliškos, tai yra jose gali ir nebūti mineralų. Tuo atveju jos skirstomos pagal cheminę sudėtį.

Pagal cheminę sudėtį magminės uolienos skirstomos labiausiai atsižvelgiant į SiO_2 , Na_2O ir K_2O kieki, tai yra šarmingumą. Tam naudojama diagrama SiO_2 prieš $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$.

Praktiškai, lauko sąlygomis, iš akies vulkaninės uolienos atpažįstamos pagal sandarą ir mineralinę sudėtį (kai tai matoma), o tiksliau mineralinė sudėtis nustatoma poliarizaciniu mikroskopu tiriant uolienų gludinius (šlifus). Įvertinant atskirų mineralų kieki uolienoje, praverčia tam skirtos lentelės (2.1 pav.).

Piroklastinės uolienos dažniausiai būna stikliškos, jose gali būti įvairių uolienų ir kristalų nuolaužų, todėl jų pagrindinis skiriamasis bruožas yra sandara – nuolaužų dydis, o sudėtis yra tik papildomas požymis.



2.1 PAV. Mineralų santykinio kiekio nustatymo lentelė

2.2.2. Magminių uolienu sandara

Magminių uolienu sandara apibūdinama struktūros ir tekstūros sąvokomis.

Uolienos **struktūra** vadinami sandaros elementai, apibūdinami jos kristališkumo laipsniu, tai yra ar ji sudaryta iš kristalų (kristalinė, grūdėta struktūra), ar iš nekristalinės medžiagos (amorfinė, stikliška struktūra). Kristalinė struktūra dar apibūdinama grūdelių dydžiu, jų pavidalu ir jų suaugimų pobūdžiu.

Uolienos **tekstūrą** apibūdina ją sudarančių grūdelių išsidėstymas ir uolienos sandaros tolygumas.

Magminių uolienu struktūra

Struktūros, išskiriamos pagal kristalizacijos laipsnį ir grūdelių dydį

Pagal kristalizacijos laipsnį magminių uolienu struktūra gali būti: nekristalinė arba stikliška, iš dalies kristalinė, visiškai kristalinė.

Nekristaline vadinama struktūra, kai uoliena sudaryta vien iš amorfinės medžiagos, sąlyginai vadinamos stikliška medžiaga arba tiesiog stiklu.

Iš dalies kristalinė struktūra yra tokia, kai uoliena išsikristalيزuoja tik iš dalies ir yra sudaryta iš stiklo ir jame esančių kristalų. Tokie kristalai vadinami **fenokristais**, o struktūra – porfyrine.

Kristaline vadinama tokia struktūra, kai visą uolieną sudaro kristalų grūdėliai, matomi paprasta akimi arba per didinamąjį stiklą.

Kristalinė struktūra smulkiau apibūdinama grūdelių dydžiu, santykinio dydžiu, jų pavidalu ir suaugimų pobūdžiu.

Pagal grūdelių dydį (mm) išskiriamos tokios struktūros:

- itin smulkiagrūdė <0,3 mm;
- smulkiagrūdė – 0,3–1 mm;
- vidutigrūdė – 1–5 mm;
- stambiagrūdė – 5–10 mm;
- itin stambiagrūdė >10 mm.

Uoliena gali būti sudaryta iš vienodo dydžio kristalų, tai yra tolygiai grūdėta, ir įvairigrūdė, sudaryta iš skirtingo dydžio grūdelių. Pastaruoju atveju galimi įvairaus grūdelių dydžio deriniai, pavyzdžiui: vidutiniškai smulkiagrūdė, stambiai vidutigrūdė ir kt. Paprastai vyraujantis grūdelių dydis minimas antroje vietoje, pavyzdžiui, nurodant, kad struktūra yra smulkiai vidutiniagrūdė, laikoma, kad vidutinio dydžio grūdelių yra daugiau.

Kai atskiri grūdai yra daug didesni negu uolienos pagrindinėje masėje, struktūra vadinama porfyriška. Reikia skirti porfyrinę ir porfyrišką struktūras. Porfyrinė, kaip jau apibrėžta, yra būdinga uolienoms, kurių pagrindinė dalis yra stikliška, o porfyriška struktūra – visiškai kristalinei uolienai. Tie stambesni kristalai taip pat vadinami **fenokristais**.

Struktūros, išskiriamos pagal grūdelių pavidalą

Kristalizuojantis magmai, gali susidaryti taisyklingo kristalografinio pavidalo kristalai ir netaisyklingi, atsitiktinio pavidalo. Pagal tai išskiriamos tokios struktūros:

- idiomorfinė – grūdėliai taisyklingi;
- hipidiomorfinė – grūdėliai taisyklingi tik iš dalies arba yra nevienodo taisyklingumo;
- alotromorfinė – visi grūdėliai netaisyklingi.

Struktūros, išskiriamos pagal grūdelių suaugimų pobūdį

Grūdėliai uolienoje dažnai būna įvairiai suaugę, įsiskverbę ar įaugę vienas į kitą. Tai priklauso nuo kristalizacijos sąlygų, mineralų išsiskyrimo iš magmos sekos ir reakcinių santykių tarp mineralų uolienos kristalizacijos metu ar vėstant uolienai jau kietosios būsenos. Svarbiausios šių struktūrų grupės yra tokios:

Simplektitinė, arba **suaugimo**, struktūra. Pavadinimas taikomas tais atvejais, kai dviejų mineralų kristalai yra suaugę tarpusavyje, o jų kiekis yra artimas. Tokia struk-

tūra gali susidaryti vienalaikės mineralų kristalizacijos metu arba jau uolienai esant kietosios būsenos, kaip kietų tirpalų skilimo struktūra.

Poikilitinė, arba **įaugimo**, struktūra. Ji susidaro, kai vieno mineralo mažesni kristalai yra įaugę į stambesnę kito mineralo kristalą.

Apaugimo, arba **vainikinė**, struktūra susidaro tada, kai vienas mineralas apauga kitą sudarydamas tarsi vainikėlį aplink jį.

Paminėtos tik svarbiausios struktūrų rūšys, bet jų yra daug daugiau. Paprastai apibūdinant struktūrą naudojamos tam tikrais žinytais, bet jie dažniausiai pasitelkiami tiriant uolienas mikroskopu.

Lauko sąlygomis nustatomos kai kurios struktūros, būdingos tam tikrų rūšių uolienoms ir apibūdintos aprašant tas uolienas (pvz., diabazinė, gabrinė).

Magminių uolienų tekstūra

Svarbiausi tekstūros požymiai yra uolienos sandaros vienalytiškumas ir kristalų ar kitų jos sudedamųjų dalių išsidėstymas uolienoje. Tekstūros susidarymą lemia uolienos kristalizacijos eiga ir po jos susidarymo vykę procesai. Pagal santykinį susidarymo laiką tekstūros gali būti pirminės, magminės, susidariusios kristalizuojantis magmai arba išsilieję lavai, ir antrinės, pomagminės – susidariusios dėl vėlesnių procesų poveikio.

Uolienos tekstūra vadinama **masyvia** tada, kai visą jos turį sudaro vienalytė stikliška masė arba kristalai, pasiskirstę uolienoje tolygiai ir išsidėstę padrikai, nekryptingai.

Kryptinga (orientuota) tekstūra yra tada, kai pailgi kristalai ilgosiomis ašimis išsidėsto apytikriai lygiagrečiai, viena kryptimi. Tokia tekstūra susidaro judant magmai Žemės gelmėse kartu su jau išsiskyrusiais kai kurių mineralų kristalais, kurie išsidėsto ilgosiomis ašimis tekėjimo kryptimi. Taip gali atsitikti ir tekant lavai Žemės paviršiuje. Tokia tekstūra dar vadinama tekėjimo, arba **fluidine**. Dažnai kryptinga tekstūra yra antrinė. Ji susidaro tektoniškai deformuojant magmines uolienas arba joms persikristalizuojant metamorfizmo metu. Tokia tekstūra apibūdinta 2.4 skyriuje.

Poringa arba **kaverninga** tekstūra yra tada, kai uolienoje yra daug tuštumų – porų, kavernų. Jei kavernas užpildo antriniai mineralai – kvarcas, chalcedonas, karbonatai ar kiti, tekstūra vadinama migdoline. Šio tipo tekstūros susidaro lavoje, kuriai stingstant lakiosios medžiagos nesusėja išsiskirti. Vėliau tuštumas gali užpildyti antriniai mineralai, išsiskyrę iš karštų tirpalų.

Nevienalytės tekstūros dar vadinamos **taksitinėmis**. Jos gali būti įvairaus pavidalo ir prigimtios. Tokią tekstūrą turi uolienos, kuriose yra įvairių intarpų, mineralai pasiskirstę netolygiai, sudaro sankaupas ar skirtingos sandaros plotelius, juostas, sluoksnius.

Sluoksniuota tekstūrą sudaro skirtingos sudėties sluoksneliai ar juostelės magminėse uolienose. Sluoksniuotumas gali susidaryti skaidantis magmai jos kristalizacijos

metu, kai skirtingu laiku išsiskiria ir magmos kameros dugne nusėda atskirų rūšių mineralai. Tokie sluoksneliai gali būti įvairaus pločio – nuo kelių centimetrų iki kelių dešimčių metrų.

Juostuota tekstūra susidaro maišantis netolygiai vėstančiai lavai jos tekėjimo metu. Ji dažna rūgščiose lavose, kurios yra klampesnės, juda lėčiau ir sunkiai išsi-
maišo.

Kai magminėse uolienose būna kitokių uolienų intarpų, nuolaužų, tekstūra vadinama **nuolaužine**, arba **kseolitine**. **Kseolitais** vadinamos kitų uolienų nuolaužos, nebūdingos juos talpinančiai magmai, svetimos jai (gr. *ksenos* ir reiškia svetimas). Daugiausia tai nuolaužos uolienų, supančių intruziją, arba užgriebtos kylant magmai iš gilumos. Kseolitų kontaktai paprastai ryškūs, su magmos terminio poveikio uolienai žymėmis.

Intruzinėse uolienose būna mafinių mineralų įvairios netaisyklingos formos san-
kaupų, kurių ribos yra neryškios, išskydusios. Tokios sankaupos vadinamos **šlyrais**, o tekstūra – **šlyrine**.

Tekančioje lavoje gali susidaryti tos pačios lavos nuolaužų, sustingusių kiek anks-
čiau srauto paviršiuje. Tokia tekstūra vadinama **brekčiška**, o ją turinti uoliena – la-
vos brekčija. Brekčiška tekstūra susidaro ir lavai užgriebiant ankstesnių lavos srautų
nuolaužas.

Uolienos sandarą, ypač struktūrą, ne visada galima apibūdinti paprasta akimi –
kai grūdėliai labai smulkūs, tam reikia mikroskopo ir specialių preparatų – gludinių
(šlifų). Todėl pirmiau apibūdintos tik pagrindinės magminių uolienų struktūros ir
tekstūros rūšys. Jų įvairovė yra labai didelė ir aprašoma specialiuose žinyuose, atla-
suose.

2.2.3. Magminių uolienų apibūdinimas

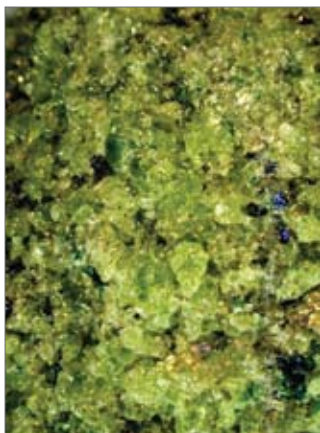
Žemėje nustatyta per 300 magminių uolienų rūšių. Bet jų pavadinimų yra kelis kar-
tus daugiau, nes kai kurios uolienos turi atmainų, o kitos – po kelis pavadinimus –
sinonimus. Jų mineralinė sudėtis parodyta 2.1 lentelėje. Plačiau magminių uolienų
įvairovė ir kilmė aprašyta tam skirtose knygose (Motuza, 2006).

Toliau apibūdinsime tik svarbiausias labiausiai paplitusias uolienas, kurios pa-
prastai aptinkamos riedulių pavidalu ar kalnuose.

Ultramafinės uolienos

Taip vadinamos uolienos, sudarytos vien iš mafinių mineralų – olivino, piroksenų,
rečiau dar ir raginukės. Felzinių mineralų – feldšpatų, jau nekalbant apie kvarcą, jose
nebūna. Tai yra pirmas šių uolienų atpažinimo požymis. Pagal mafinių mineralų –
olivino ir piroksenų santykinį kiekį išskiriamos ultramafitų rūšys: dunitas, peridotit-
as ir piroksenitas

Dunitas sudarytas vien iš olivino (>90 proc.), todėl ir jo spalva esti gelsvai žalia. Bet olivinas – jautrus mineralas, greitai jungiasi su vandeniu ir uoliena virsta serpentinu. Dunitas, kuriame visas ar didžioji dalis olivino serpentinizuota, vadinamas **serpentinitu**. Jo spalva yra žalia, pilkai žalia, beveik juoda, dažnai jis dėmėtas, juostuotas. Serpentiną galima atpažinti pačiu-



2.2.1 PAV. Dunitas ir peridotitas. G. Motuzos nuotr.

pinėjus, nes jo paviršius būna slidus, tarsi vaškuotas, jame dažnos baltos pluoštuoto asbesto gyslutės, be to, serpentinas labai minkštas (2.2.2 pav.). Kartais dunitite susidaro ir talko, paprastai pilkos spalvos. Dunitas pasižymi ypatinga chemine sudėtimi – jame labai nedaug SiO_2 – iki 44 proc., bet daug MgO – apie 35–40 proc. (2.2.1 pav.).



2.2.2 PAV. Serpentinaitas su asbesto gyslutėmis. G. Motuzos nuotr.

Peridotitas sudarytas iš olivino ir piroksenų, bet olivinas paprastai vyrauja (>40 proc.). Uoliena tamsiai pilka, pilkai žalia, dažnai stambaus ar vidutinio grūdėtumo. Kaip ir dunitas, olivinas dažnai būna serpentinizuotas, uoliena įgyja žalsvą atspalvį ir tarsi vaškuotą paviršių. Nuo dunito skiriasi tuo, kad sudarytas ne iš vieno, o bent dviejų skirtingų mineralų, kas paprastai matyti ir iš akies.

Piroksenitas – beveik vien pirokseninė uoliena. Šios uolienos būna tamsiai žalios, beveik juodos, pilkos, dažnai stambiai grūdėtos. Piroksenai yra kelių rūšių, todėl uoliena gali neatrodyti monomineralinė, bet olivino ir su juo susijusių mineralų (serpentino, asbesto, talko) čia beveik nebūna (2.2.3. pav.).



2.2.3 PAV. Piroksenitas. G. Motuzos nuotr.

bazalto, bet padeda tai, kad jos dažnai būna pakeistos serpentinitu, serpentino talko ar talko uoliena.

Gabroidai

Gabras yra uoliena, sudaryta iš plagioklazo ir piroksenų, olivino, raginukės. Plagioklazo ir mafinių mineralų kiekis gali kisti nuo 10 iki 90 proc. Tai tamsiai pilka, dažniausiai vidutinio grūdėtumo ir tolygiai grūdėta uoliena (2.2.4 pav.).



2.2.4 PAV. Gabras su įvairiu felzinių ir mafinių mineralų kiekiu

Hornblenditas yra uoliena, sudaryta beveik vien iš raginukės, gali būti su piroksenų priemaiša. Spalva juoda, dažnai žalsvai atspalvio, grūdeliai yra vidutiniai, neretai stambūs.

Vulkaninis peridotito atitikmuo yra **meimečitas**, o piroksenito – **pikritas**. Šių uolienų spalva juoda arba žalsvai juoda, struktūra nekristalinė arba porfyrinė su olivino ir piroksenų fenokristais. Uolienas sunku atskirti nuo

Kai gabro sudėties magma sustingsta nedideliame gylyje, iš jos susidaro diabazas, o kai išsilieja Žemės paviršiuje – bazaltas.

Diabazas dažniausiai būna pilkas. Jo sandara kristalinė, paprastai smulkaus, bet įžiūrimo grūdėtumo. Jam būdinga vadinamoji diabazinė struktūra, kurią sudaro pailgi lyg adatėlės ar ploni kaip pagaliukai plagioklazo kristalai, išsidėstę padrikai, be jokios tvarkos (2.2.5 pav.).

Bazaltas paprastai yra juodos spalvos vienalytė uoliena, dažniausiai nekristalinė arba kristaliukai tokie smulkūs, kad nematomi plika akimi (2.2.6 pav.). Pasitaiko ir didesnių – kelių milimetrų dydžio plagioklazo, pirokseno ar olivino kristalų intarpų. Tokia uoliena vadinama **bazaltiniu porfyrиту**, o dar tiksliau **bazaltiniu plagioklaziniu** (arba **pirokseniniu porfyrиту**).

Bazaltas ir diabazas yra labiausiai paplitusios Žemės paviršiuje vulkaninės uolienos.

Pirmiausia taip yra todėl, kad jos sudaro didesnę dalį okeaninės plutos, kuri dengia apie 60 proc. Žemės paviršiaus. Šios uolienos dažnos ir žemynuose.



2.2.5 PAV. Diabazas pavyzdyje
ir pro mikroskopą. G. Motuzos
nuotr.

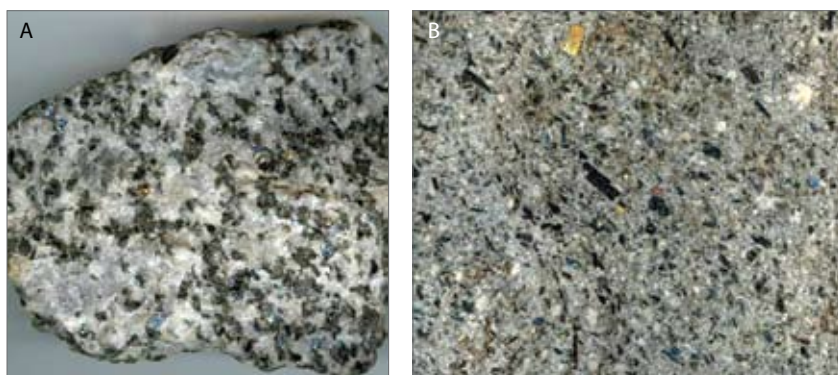


2.2.6 PAV. Bazaltas.
G. Motuzos nuotr.

Dioritoidai

Dioritas – tai uoliena, sudaryta iš panašių mineralų, kaip ir gabras. Skirtumas tas, kad plagioklasas diorite paprastai vyrauja ir turi daugiau natrio, todėl yra šviesesnis negu gabre, kur plagioklasas yra kalcingas ir tamsesnis. Todėl ir diorito spalva yra šviesiai pilka. Iš mafinių mineralų diorite dažniausi raginukė ir tamsusis žėrutis – biotitas, būna pirokseno. Struktūra vidutiningrūdė ir stambiagrūdė. Skirtingai nuo gabro, dažna porfyriška struktūra, kurią dažniausiai sudaro stambūs ar net itin stambūs plagioklazo fenokristai (2.2.7 pav., A).

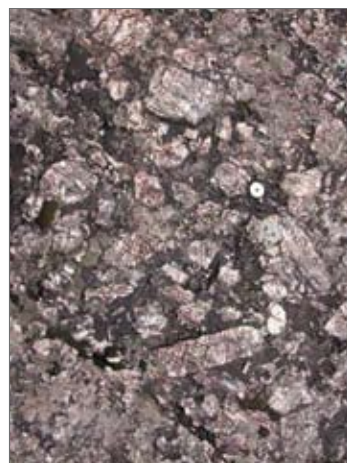
Diorito magmai išsiliejus paviršiuje susidaro jo vulkaninis atitikmuo – **andezitas**. Tai pilka uoliena, kurios būdingiausia ypatybė yra porfyrinė struktūra – balto plagioklazo ir tamsaus pirokseno intarpai nekristalinėje pagrindinėje masėje (2.2.7 pav., B.). Atsižvelgiant į porfyrinę struktūrą šią uolieną galima vadinti **andezitiniu porfyritu**, dar pridėdant fenokristuose esančių mineralų pavadinimus, pavyzdžiui, plagioklazinis-pirokseninis andezitinis porfyritas.



2.2.7 PAV. Porfyriškas dioritas (A) ir jo vulkaninis analogas – andezitas (B).
G. Motuzos nuotr.

Anortozitas

Anortozitas yra uoliena, sudaryta beveik vien (>90 proc.) iš plagioklazo. Tai pilkos, tamsiai pilkos spalvos uoliena, dažniausiai stambiagrūdė, o kartais itin stambiagrūdė; masyvi (2.2.8 pav.). Anortozito yra kelios atmainos, priklausomai nuo plagioklazo rūšies. Geriausiai žinoma tokia atmaina, sudaryta iš plagioklazo atmainos – labradoro, vadinama **labradoritu**. Labradoras pasižymi irizacija – vidiniu švytėjimu, todėl tamsiame labradorito paviršiuje, tinkamai jį pakreipus, matomos melsvos blykstės, dėl to jis plačiai naudojamas kaip dekoratyvinis akmuo. Labradoritas yra beveik juodos spalvos, o kitos anortozito atmainos – pilkos ar tamsiai pilkos.



2.2.8 PAV. Anortozitas atodangoje.
G. Motuzos nuotr.

Granitoidai

Granitas yra uoliena, kurios sudėtyje vyrauja kvarcas (ne mažiau kaip 20 proc.), plagioklazas ir (ar) mikroklinas, o mafinių mineralų nedaug – apie 10, iki 20–25 proc. Dažniausiai tai žėručiai (biotitas, muskovitas), raginukė, būna šiek tiek granato. Nė paisant palyginti paprastos mineralinės sudėties, granitas pasižymi spalvos ir sandaros įvairove. Tai daugiausia lemia plagioklazo ir mikrokliно santykis. Pagal tai išskiriama keltas granito rūšių – **tonalitas** (arba **plagiogranitas**), **granodioritas**, „normalus“ **granitas**, **mikroklininis granitas**. Tonalite mikrokliно beveik nėra, granodiorite nedaug, vyrauja plagioklazas. Todėl šios uolienos yra pilkos arba baltos spalvos. „Normaliame“ granite mikrokliно yra daugiau negu plagioklazo, o mikroklininiame jis vyrauja. Mikroklinas suteikia šioms atmainoms būdingą rausvą spalvą, kurios neturi kitos uolienos (išskyrus kai kurias sienito atmainas) (2.2.9–2.2.11 pav.).



2.2.9 PAV. Plagioklazinis-mikroklininis granitas.
G. Motuzos nuotr.



2.2.10 PAV. Plagioklazinis granitas – tonalitas,
porfyriškas (A) ir tolygiai grūdėtas (B).
G. Motuzos nuotr.



2.2.11 PAV. Granitas rapakivis
su ovoidiniais mikrokli-
no fenokristais (A) ir be jų (B).
G. Motuzos nuotr.

Labai įvairi ir granito sandara. Paprastai granitas yra vidutinio (1–5 mm) ir stambaus (5–10 mm) grūdėtumo, dažnai porfyriškos struktūros, kurią sudaro stambūs, kartais kelių centimetrų dydžio mikrokli- no ar plagioklazo kristalai smulkesnio grūdėtumo pagrindinėje masėje.

Ypatinga granito rūšis yra **rapakivis**. Jo sandaros ypatybė yra itin stambūs, kelių centimetrų dydžio, rausvi porfyriški kalio feldšpato kristalai (2.2.11 pav.). Neretai jie yra apvalaini, su plonais pilko plagioklazo apvadėliais (2.2.12 pav.). Uolienos pavadinimas suomių kalba reiškia „sutręšęs akmuo“. Taip ji vadinama dėl to, kad ją sudaran- tys mineralai šylant ir šalant plečiasi ir traukiasi nevienodai. Kitaip sakant, mineralų



2.2.12 PAV. Apvadėlinė (apaugimo) struktūra – plagioklazo apvadėlis aplink mikrokliно kristalą.
G. Motuzos nuotr.

plėtimosi koeficientas yra skirtingas. Dėl to svyruojant temperatūrai rapakivis eižėja ir dūla greičiau negu kitos uolienos.

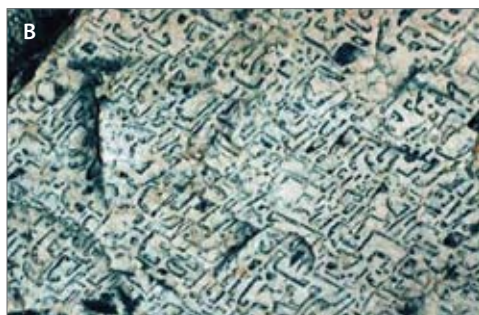
Keletas didelių rapakivio granito plutonų yra Suomijoje, Švedijoje, Baltijos jūros dugne. Iš ten ledynas atvilko į Lietuvą daug šio granito riedulių, tarp jų ir garsųjį Puntuką.

Gyslinė granito atmaina vadinama **pegmatitu**. Ši uoliena pasižymi savotiška sandara, mineraline sudėtimi ir su ja susijusiomis naudingosiomis iškasenomis. Pegmatitą sudaro tie patys granitui būdingi mineralai, daugiausia plagioklazaras, mikroklinas, kvarcas ir žėručiai – juodas biotitas ir šviesus muskovitas. Be jų, pegmatituose dažnai būna retų mineralų – turmalino, topazo, fluorito, berilo. Pegmatitai garsėja brangakmeniais ir juvelyriniais akmenimis – topazu, turmalinu, kalnų krištolu, juodoju kvarcu morionu, tauriosiomis berilo atmainomis – smaragdu, akvamarinu, morginitu. Pegmatitas yra itin stambaus grūdėtumo. Jį sudaro kelių dešimčių centimetrų, o kartais net kelių metrų dydžio kristalai (2.2.13 pav., A).

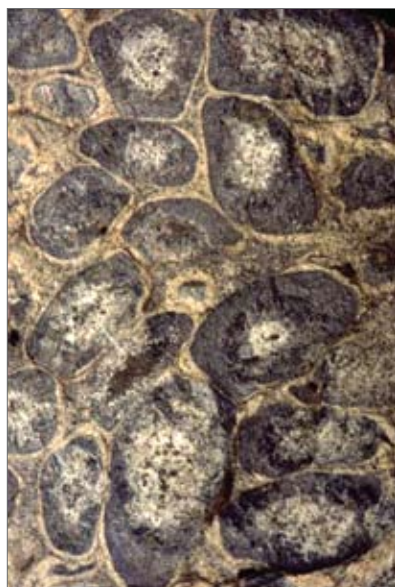
Kita sandaros ypatybė yra įmantrios kvarco įaugos mikrokliно kristaluose, primenančios arabų ar žydų rašmenis. Todėl tokia struktūra vadinama **rašmenine** arba **pegmatitine** (2.2.13 pav., B).

Pegmatitai sudaro gyslų pavidalo kūnus. Jų storis dažnai svyruoja nuo kelių dešimčių centimetrų iki kelių dešimčių metrų, o ilgis – nuo dešimčių metrų iki kelių kilometrų.

Reta, bet įsimintina granito atmaina yra **rutulinis (orbikuliarinis) granitas**. Šios uolienos pagrindinėje dalyje (kuri gali būti tonalito, granodiorito ar normalaus granito sudėties) yra rutulio ar elipsoido pavidalo koncentriškos sandaros agregatai. Rutuliai sudaryti iš tų pačių granitui būdingų mineralų – fedšpatų, kvarco, biotito, raginukės, tik mafinių mineralų keikis yra didesnis. Ši uoliena yra itin reta, daugiau



2.2.13 PAV. Pegmatito gysla (A) ir rašmeninė struktūra (B). G. Motuzos nuotr.



2.2.14 PAV. Rutulinis (orbikuliarnis) granitas.
G. Motuzos ir R. Kryzos nuotr.

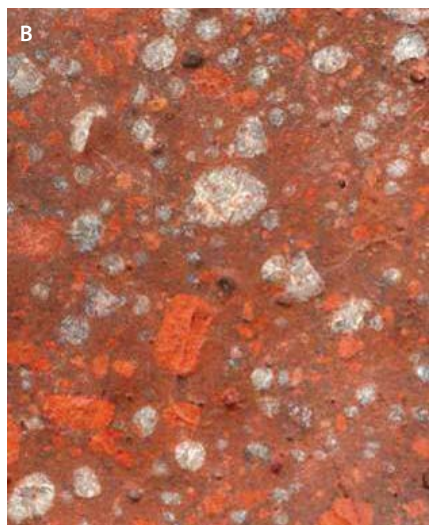
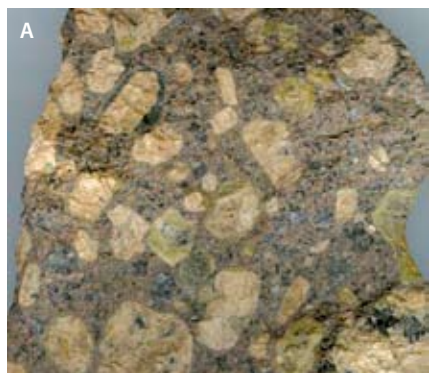
jos radimviečių yra tik Suomijoje, kur rutulinis granitas naudojamas kaip apdailos akmuo (2.2.14 pav.).

Kai granito magma išsilieja Žemės paviršiuje, susidaro kelių rūšių vulkaninės uolienos – **riolitas** (arba **liparitas**), **dacitas** ir jų atmainos. Atskirti dacitą nuo riolito iš akies sunku, todėl neretai šios sudėties uolienos lauko sąlygomis vadinamos rioladacitu. Riolito ir dacito lava paprastai yra šviesiai pilka, balta, gelsva, tačiau pasitaiko ir rudos, tamsiai pilkos ir net juodos spalvos lavos. Jos pagrindinė dalis nekristalinė, bet joje dažni kelių milimetrų dydžio porfyriški balto plagioklazo ir pilko kvarco fenokristai (2.2.15 pav.).

Yra ir ryškiai porfyriškos sandaros atmainų – **porfyrų**. Čia fenokristus sudaro kvarcas, kalio feldspatas, plagioklazas, o nekristalinė arba itin smulkiai kristalinė pa-



2.2.15 PAV. Vulkaninė granito sudėties uoliena – riolitas. G. Motuzos nuotr.



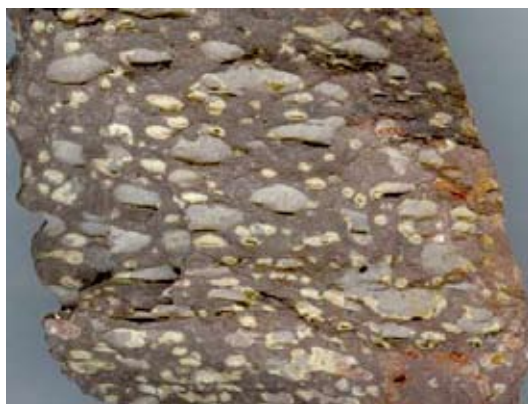
2.2.16 PAV. Feldšpatų kvarco porfyrų: Riodono, Švedija (A) ir raudonasis Baltijos (B). G. Motuzos nuotr.

grindinė dalis gali būti pilka, rausva, raudona ir ruda, kratais beveik juoda. Raudona kvarcinio porfiro atmaina, kurioje iš kalio-natrio feldspatų vyrauja raudonas ortoklasas ir mikroklinas, vadinama Baltijos raudonuojų porfyrų. Fenokristus jame sudaro ortoklasas arba mikroklinas ir kvarcas. Atpažįstant šias uolienas labai svarbu pastebėti kvarco intarpus. Porfyrų klodų yra vakarinėje Suomijoje, Alandų salose ir vidurinėje Švedijoje, todėl Lietuvoje dažni šių uolienų rieduliai. Pagal jų radimvietes galima nustatyti ledyno slinkimo kryptį, todėl tokius riedulius vadina būdingais (2.2.16 pav.).

Yra ir kitų riolito ir dacito lavos atmainų.

Migdolinė lava, arba **mandelšteinai**, yra korėtos tekstūros su tuštumomis, kurios būna užpildytos antrinių hidroterminių mineralų koncentracijų – kalcito, chalcedono (agato, onikso pavidalu) (2.2.17 pav.).

Obsidianas yra nekristalinė lava, atrodanti lyg stiklas juodos arba rudos spalvos, jai būdingas stikliškas blizgesys, lūžis kriauklėtas (2.2.18 pav.).



2.2.17 PAV. Migdolinė lava



2.2.18 PAV. Įvairios obsidiano atmainos

Pemza – taip pat yra granito sudėties lava, nekristalinė ir porėta lyg kempinė. Spalva, balta, gelsva, rusva. Dėl porėtumo ji labai lengva, kartais neskęsta vandenyje (2.2.19 pav.).

Sienitoidai

Sienitas pagal sudėtį ir išvaizdą panašus į granitą, nes jo didžiąją dalį sudaro kalio feldšpatas. Nuo granito jis iš esmės skiriasi tuo, kad sienito sudėtyje nėra kvarco, tiksliau būna tik atskirose atmainose ir vos keli procentai, o granite kvarcas visada yra matomas. Iš mafinių mineralų dažniausi biotitas, amfibolai ir piroksenai. Kai kurių sienito rūšių sudėtyje būna nefelino. Tuo atveju uoliena vadinama **nefelininiu sienitu**. Sienito spalva dažniausiai pilka, rečiau rausva ir ruda. Pagal spalvą sienitą galima supainioti su granitu, bet esminis skirtumas yra kvarcas, kurio visada yra granite ir nebūna (arba labai nedaug) sienite (2.2.20 pav.).

Bene plačiausiai žinoma ir labiausiai naudojama sienito atmaina yra **larvikitas**. Jis ypatingas tuo, kad jo sudėtyje vyraujantys feldšpatai irizuoja, tai yra žėri melsva iki sidabrinės spalva, atspindėdami iš vidaus į juos krintančią šviesą (2.2.21 pav.). Panašią savybę turi ir labradoritas, bet jis yra tamsus, o larvikitas – šviesus, todėl atrodo ypač patraukliai. Larvikito yra tik vienoje vietoje – prie nedidelio Larviko miestelio Norvegijoje, Oslo fjordo pakrantėje. Iš čia ir kilo uolienos pavadinimas. Šioje vietovėje yra keletas larvikito intruzijų, susidariusių permo periodu. Dėl savo išskirtinio grožio ir retumo tai labai mėgstamas apdailos akmuo. Iš jo gaminama daugybė dirbinių – nuo papuošalų, stalo laikrodžių ir stalviršių iki pastatų apdailos plokščių. Vilniuje larvikitu apdailintas SEB banko pastatas Jogailos gatvėje.



2.2.19 PAV. Pemza. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Teidepumice.jpg>



2.2.20 PAV. Sienitas. G. Motuzos nuotr.



2.2.21 PAV. Larvikitas – pirokseninis sienitas. Larvikas, Norvegija. G. Motuzos nuotr.

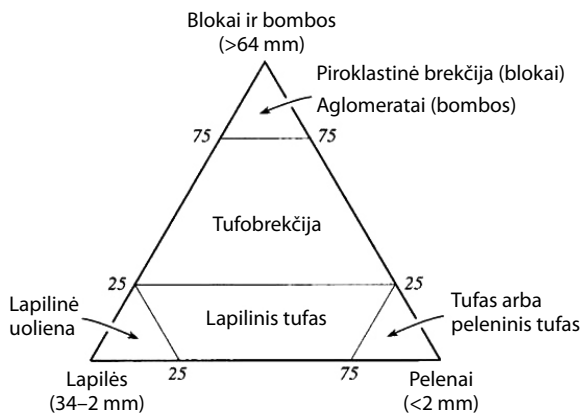
Efuzinis sienito atitikmuo yra **trachitas**, o nefelininio sienito – **fonolitas**. Šių lavų spalva yra šviesi – balta, pilka, dažnai gelsva. Pagrindinė masė dažniausiai kristalinė, sudaryta iš smulkiųjų, bet paprastai akimi dar įžiūrimų kalio feldšpato kristaliukų, baltos, gelsvos spalvos, pailgo taisyklingo pavidalo, išsidėsčiusių kryptingai, tai yra ilgosiomis ašimis daugmaž viena kryptimi. Tokia sandara ir vadinama trachitine. Fonolite gali būti pilkų nefelino fenokristų, kurie kartais turi jiems būdingą kvadrato pavidalą. Šios uolienos yra retos, bet jas nelengva atskirti tiek tarpusavyje, tiek nuo riolito ir dacito. Pastariesiems būdingi kvarco fenokristai, kurių nebūna trachite ir fonolite.

Piroklastinės uolienos

Atskirą magminių uolienų poklasį sudaro piroklastinės uolienos. Piroklastai verčiant iš graikų kalbos reiškia „ugninės nuolaužos“. Jos susidaro, kai lavai išsiliejant iš ugnikalnio staiga išsiskiria dujos ir sukelia sprogdimus. Jų metu į orą išmetami įvairaus dydžio skystos lavos pūslės, be to, išsprogdinama ir dalis ankstesnių, jau sukiestėjusių lavos klodų, dengiančių ugnikalnio šlaitus.

Sukritusios ant žemės šios dalelės sudaro piroklastines uolienas. Nuolaužinės piroklastų dalelės gali būti įvairaus dydžio. Tai yra pagrindinis šio poklasio uolienų skirstymo rodiklis (2.2.22 pav.). Smulčiausios iki 2 mm dydžio dalelės vadinamos dulkėmis ir pelenais; stambesnės 2–64 mm dydžio – lapilėmis. Dar stambesnės (>64 mm) nuolaužos, kurių dydis gali siekti ir kelis metrus, vadinamos vulkaninėmis bombomis arba blokais.

Bombos susidaro iš ore sustingusios lavos, o blokai yra anksčiau išsiveržusių lavos klodų nuolaužos. Kai bombos stingsta ore, jų paviršius sutrūkinėja daugiakampiais ir įgyja vadinamąjį duonos plutos pavidalą. Dažnai išmestas į orą lavos blynas ore susisuka ir įgyja verpstės pavidalą ir sluoksniuotą vidinę sandarą (2.2.23 pav.).



2.2.22 PAV. Piroklastinių uolienų skirstymas pagal nuolaužų dydį (Igneous rocks..., 2002).



2.2.23 PAV. Vulkaninės bombos: A – susukta, sluoksniuota, B – su „duonos plutos“ paviršiumi. G. Motuzos nuotr.

Sukritusios ant žemės purios nuolaužos vadinamos **tefra**. Susigulėjusi ir suketėjusi pelenų tefra virsta **tufu** (2.2.23 pav.), lapilių tefra – **lapiline uoliena** (2.2.24 pav.). Sutvirtintos, sucementuotos bombos ir blokai vadinami **piroklastine brekčija** (2.2.25 pav.).

Piroklastinės dalelės, ypač smulkios, toli nunešamos nuo išsiveržimo vietos ir gali pakliūti į vandens baseinus. Čia jos susimaišo su nuolaužine medžiaga – smėliu, aleuritu, moliu ir kitokia nuosėdine medžiaga. Tuo atveju, kai vulkaninė dalis vyrauja, sudaro 50–90 proc., uoliena vadinama **tufitu**.



2.2.24 PAV. Sluoksniuotas tufas. G. Motuzos nuotr.



2.2.25 PAV. Lapilinis tufas. G. Motuzos nuotr.

Nesilikatinės uolienos

Nors didžioji dauguma magminių uolienų yra sudarytos iš silikatinų mineralų, yra ir nesilikatinų uolienų. Jos labai retos, bet su jomis būna susijusių vertingų naudingųjų iškasenų, o kai kurios iš tų uolienų ir pačios yra rūdos. Tai karbonatitai, apatitolitas, magnetititas, chromititas, sulfidinės uolienos.

Karbonatitas yra uoliena, kurioje daugiau kaip 50 proc. sudaro pirminiai magminės kilmės karbonatai – kalcitas, dolomitas ar kiti. Ji yra baltos spalvos, gali būti įvairaus grūdėtumo, dažnai su magnetito, žėručių (biotito, flogopito) intarpais, tekstūra masyvi, kartais juostuota su tekėjimo žymėmis. Uoliena panaši į marmurą, tačiau jos kilmė visai kitokia (2.2.26 pav.). Karbonatitai gali būti intruziniai, subvulkaniniai arba vulkaniniai (lavos, piroklastai), bet vadinami tuo pačiu vardu.



2.2.26 PAV. Tufobrekčija. Krymas, Karadagas. K. Surojos nuotr.

Apatitolitas – uoliena, sudaryta iš apatito. Spalva gelsvai žalia, grūdėtumas daugiausia vidutinis, tekstūra masyvi arba neryškiai dėmėta, juostuota dėl netolygaus kitų silikatinų mineralų (piroksenų, biotito) pasiskirstymo (2.2.27 pav.).



2.2.27 PAV. Karbonatitas. G. Motuzos nuotr.

Magnetititas – uoliena beveik vien iš magnetito. Juoda, metalinio blizgesio, įvairaus gerai pastebimo grūdėtumo, masyvi. Būna intruzinė ir efuzinė – lavos ir piroklastų pavidalo (2.2.28 pav.). Jos išskirtinė savybė – magnetizmas – ji stipriai traukia magnetą ir veikia kompas rodyklę.



2.2.28 PAV. Apatitolitas. G. Motuzos nuotr.

Chromititas – uoliena, sudaryta iš chromito, dažnai su serpentino priemaiša. Spalva juoda, sandara grūdėta, paprastai smukiai, tekstūra masyvi. Panaši į magnetitą, bet neturi magnetizmo.

Magminės **sulfidinės uolienos** yra sudarytos iš geležies, vario ir nikelio sulfidų – pentlandito, chalkopirito, bornito. Jos yra būdingos šių mineralų spalvos



2.2.29 PAV. Magnetito lava. R. Kryzos nuotr.

ir blizgesio. Struktūra kristalinė, įvairaus dydžio, tekstūra paprastai masyvi (2.2.30 pav.).

2.2.4. Magminių uolienų atpažinimas

Magminių uolienų atpažinimui naudinga jas vertinti tokia tvarka:

I. Nustatoma, ar uoliena yra intruzinė, efuzinė ar piroklastinė. Tai daroma pagal sandaros požymius:

- Intruzinės uolienos aiškiai kristalinės, o grūdelių dydis vidutinis arba stambus, rečiau smulkus.
- Vulkaninės efuzinės uolienos nekristalinės, iš dalies kristalinės (porfyriškos), o jei kristalinės, tai itin smulkiai.
- Piroklastinės uolienos yra nuolaužinės sandaros, sudarytos iš vienodo ar įvairaus dydžio stiklo, lavos ar kristalų nuolaužų.

II. Nustačius, kad uoliena piroklastinė, ji toliau skirstoma pagal nuolaužų dydį ir kitus sandaros požymius, aprašytus apibūdinant šias uolienas (2.2.22 pav.).

III. Nustačius, kad uoliena intruzinė, ji toliau apibūdinama pagal mineralinės sudėties ypatybes, kartu kaip pagalbinius požymius pasitelkiant spalvą ir būdingas sandaros ypatybes. Pirmiausia nustatoma priklausomybė pagrindinėms grupėms:



2.2.30 PAV. Sulfidinės uolienos, sudarytos iš pentlandito ($(\text{FeNi})_9\text{S}_8$) (A) (<http://www.galleries.com/Pentlandite/>); chalkopirito (CuFeS_2) (B) ir bornito (Cu_5FeS_4) (C). G. Motuzos nuotr.

1. Jei uoliena sudaryta tik iš mafinių mineralų (olivino, piroksenų, raginukės), o felzinių nėra arba jų mažiau kaip 10 proc., ji priskiriama **ultramafinių** grupei ir toliau skirstoma pagal išvardytų mineralų kiekybinį santykį:
 - olivino >90 proc. – **dunitas**;
 - olivino > 40 proc., piroksenų <60 – **peridotitas**;
 - piroksenų >60 proc. – **piroksenitas**;
 - raginukė vyrauja – **hornblenditas**.
2. Jei uolienoje yra ir mafinių ir felzinių mineralų, bet tarp jų nėra kvarco, ji gali priklausyti gabro, diorito, sienito grupėms. Tiksliau nustatoma pagal vyraujančius mineralus:
 - Jei uolieną sudaro plagioklazas ir piroksenai, olivinas, raginukė, ji priskiriama gabrų arba dioritų grupėms. Tarpusavyje jas galima atskirti pagal būdingus spalvos ir sandaros požymius, pateiktus apibūdinant uolienas.
 - Jei uolieną sudaro tik plagioklazas (>90 proc.), ji priskiriama anortozitui.
 - Jei uolienoje vyrauja kalio feldšpatas, o mafinių mineralų mažiau kaip 20–30 proc., ji priklauso sienito grupei.
3. Jei uolienoje vyrauja felziniai mineralai – plagioklazas ir (ar) kalio feldšpatas ir yra kvarco (>15–20 proc.), o mafiniai mineralai (biotitas, raginukė, muskovitas) sudaro mažiau kaip 20–25 proc., uoliena priklauso granito grupei.

Beveik kiekviena intruzinė uoliena turi vulkaninius atitikmenis (analogus). Tačiau juos atpažinti yra sunkiau, tam reikia pasitelkti didesnę šias uolienas apibūdinant aprašytų požymių rinkinį.

Apibendrinti duomenis apie uolienų sudėtį ir atpažinimo požymius pateikiami 2.2–2.4 lentelėse.

2.1 LENTELĖ. Supaprastintas paplitusių magminių uolienų skirstymas

Intruzinė uoliena	Pagrindiniai mineralai	Vulkaniniai atitikmenys
ULTRAMAFITAI: dunitas, peridotitas, piroksenitas	Olivinas, piroksenai,	Meimečitas, pikritas
GABROIDAI: gabras, noritas, troktolitas	Plagioklazas, piroksenai, olivinas, raginukė	Bazaltas, diabazas
ANORTOZITAS	Plagioklazas	Nežinoma
DIORITOIDAI: dioritas	Plagioklazas, raginukė, piroksenai	Andezitas
GRANITOIDAI: granitas, tonalitas, granodioritas	Plagioklazas, mikroklinas, kvarcas, biotitas, muskovitas, raginukė	Liparitas (riolitas), dacitas
SIENITOIDAI: sienitas, nefelininis sienitas, monconitas	Mikroklinas, plagioklazas, biotitas, amfibolas, piroksenai	Trachitas, fonolitas
NESILIKATINĖS UOLIENOS:		
Karbonatitai	Kalcitas, dolomitas	Karbonatitas
Apatitolitas	Apatitas	
Magnetititas	Magnetitas	Magnetitito lava, tufas
Chromititas	Chromitas	
Sulfidai	Sulfidai	

2.2 LENTELĖ. Paplitusių intruzinių uolienų požymiai

Uoliena	Pagrindiniai požymiai
Ultramafinės: dunitas, peridotitas, piroksenitas	Spalva: žalia, tamsiai pilka, žaliai pilka Mineralai: tik mafiniai – olivinas, piroksenai, raginukė Dunitui ir peridotitui būdinga serpentinizacija
Gabras	Spalva: tamsiai pilka Mineralai: plagioklazas, piroksenai, raginukė; plagioklazo ir mafinių mineralų kiekybinis santykis labai įvairus (nuo 10 iki 90 proc.), bet dažniau vyrauja mafiniai. Grūdėtumas: vidutinis, tolygus
Anortozitas	Spalva: pilka Mineralai: plagioklazas >90 proc. Grūdėtumas: dažniausiai stambus ir itin stambus
Dioritas	Spalva: šviesiai pilka Mineralai: plagioklazas, biotitas, raginukė, piroksenai Grūdėtumas: vidutinis, dažnai porfyriška struktūra
Granitas	Spalva: tonalitas, granodioritas – šviesiai pilkai, kitos rūšys – rausva Mineralai: plagioklazas, mikroklinas, kvarcas (po >20 proc.), biotitas, muskovitas, raginukė, granatas (kartu <20 proc.) Grūdėtumas: gali būti įvairus, dažnai porfyriškas
Sienitas	Spalva: pilka, rečiau rausva Mineralai: mikroklinas (vyrauja), plagioklazas, nefelinas, biotitas, amfibolai, piroksenai Grūdėtumas: vidutinis, dažniausiai tolygus

2.3 LENTELĖ. Paplitusių vulkaninių uolienų požymiai

Uoliena	Svarbiausi požymiai
Meimečitas, pikritas	Spalva: juoda, žalsvai juoda, pilka Nėra felzinių mineralų, dažniausiai serpentinizuota
Bazaltas	Spalva: juoda Sandara: vienalytis, retai kaverningas, dažni balto plagioklazo arba juodo pirokseno intarpai
Diabazas	Spalva: tamsiai pilka Sandara: diabazinė struktūra iš smulkių pailgų plagioklazo kristaliukų
Andezitas	Spalva: pilka Sandara: porfyriška struktūra – plagioklazo, raginukės, pirokseno intarpai
Dacitas, riolitas	Spalva: šviesiai pilka, pilka, balta, rausva Sandara: struktūra porfyrinė, būdingi kvarco fenokristai
Obsidianas	Spalva: juoda, pilka, rečiau ruda Sandara: stikliška, juostuota, būdingas kriaukliškas lūžis
Trachitas, fonolitas	Spalva: balta, šviesiai pilka, gelsva Sandara: trachitinė; fonolite gali būti nefelino fenokristų

2.4 LENTELĖ. Kai kurių magminių uolienų vidutinė cheminė sudėtis (Le Maitre, 1976)

	Dunitas	Peridotitas	Gabras	Dioritas	Granitas	Nefelininis sienitas
SiO ₂	38,23	42,26	50,14	57,48	71,30	54,99
TiO ₂	0,09	0,63	1,12	0,95	0,31	0,60
Al ₂ O ₃	1,82	4,23	15,48	16,67	14,32	20,95
FeO*	12,97	10,19	10,63	7,42	2,85	4,30
MnO	0,71	0,41	0,12	0,12	0,05	0,15
MgO	37,94	31,24	7,59	3,71	0,71	0,77
CaO	1,01	5,05	9,58	6,58	1,84	2,31
Na ₂ O	0,20	0,49	2,39	3,54	3,68	8,23
K ₂ O	0,08	0,34	0,93	1,76	4,07	5,58
P ₂ O ₅	0,20	0,10	0,24	0,29	0,12	0,13

* Pateikiamas kartu FeO ir F₂O₃ kiekis

2.3. NUOSĖDINĖS UOLIENOS

2.3.1. Apibūdinimas ir skirstymas

Nuosėdinės uolienos daugiausia susidaro iš kitų – magminių, metamorfinių ar nuosėdinių uolienų ardymo medžiagos, ją įvairiu būdu rūšiuojant ir klostant. Šiame procese aktyviai dalyvauja ir gyvi organizmai, kurių vieni ardo uolienas bei jų mineralus, kiti kaupia savyje (kiauteliuose, skelete) reikalingas medžiagas, o dar kiti sudaro palankias sąlygas nusėsti tam tikroms medžiagoms iš vandens, keisdami jo sudėtį ar kitaip veikdami savo gyvenamą aplinką.

Palaida, nesutvirtinta (nesucementuota) medžiaga, susikaupusi vandens baseinų dugne, yra **nuosėda**, o sausumoje, paprastai žemesnėse vietose, – **nuogula**. Kai kurių autorių nuomone, nuosėdinė uoliena galima vadinti tik sutvirtintą, sukiėtėjusią nuosėdą ar nuogulą. Tačiau daugelis autorių ir palaidas, birias nuosėdas laiko uolienomis, jeigu jos sudaro kūnus, tai yra perdengiamos jaunesniais sluoksniais ir pakliūva į Žemės gelmes. Palaidų ir sutvirtintų uolienų pavadinimai paprastai yra skirtingi, pavyzdžiui, smėlis ir smiltainis.

Pakliuvusi į Žemės gelmes nuosėda ir nuosėdinė uoliena keičiasi – ji tankėja, cementuojasi, persikristalizuoja, judantys per ją vandens tirpalai ar dujos gali dalį pirminių medžiagų išnešti arba prinešti naujų.

Veikiama aukščiau susiklojusių sluoksnių slėgio uoliena tankėja, iš jos išspaudžiamas porų vanduo, uolieną sudarančios dalelės prispaudžiamos viena prie kitos ir mažėja uolienos poringumas. Smulkutės tuštumėlės, esančios tarp uolienos dalelių, vadinamos **poromis**, o jų tūrio dalis iš bendro uolienos tūrio – **poringumu**.

Judantis uolienos porose vanduo tirpina vienas medžiagas, jas perneša ir nusodina kitose vietose. Taip tarp uolienos dalelių, tarkim, smiltelių, nusėda medžiaga,

kuri jas suriša ir sutvirtina, kitaip sakant, sucementuoja. Ta rišamoji medžiaga ir vadinama **cementu**. Tai gali būti karbonatai, SiO_2 , geležies hidroksidai. Kartu uoliena tankėja, mažėja jos poringumas.

Chemogeninės uolienos – karbonatai, sulfatai, kitos druskos tankėdamos dažnai persikristalيزuoja, ypač nugramzdintos į didesnę gylį, kur ir temperatūra būna aukštesnė.

Tirpinimo, tankėjimo, sutvirtinimo, perkristalizavimo, vandens judėjimo porose metu vyksta ir cheminių elementų persiskirstymas uolienoje, bei jos sandaros pasikeitimas. Visuma procesų, kurių metu iš nuosėdos susidaro uoliena, vadinama **diageneze**.

Šiuos uolienos susidarymo procesus ir etapus reikia žinoti norint pažinti uolieną, ją apibūdinti, pastebėti esmines jos sudėties ir sandaros ypatybes, jas suprasti ir paaiškinti.

Nuosėdinės uolienos būna įvairios kilmės, tai yra susidaro įvairioje geologinėje aplinkoje dėl įvairaus geologinių procesų derinio. Svarbiausios nuosėdinių uolienų grupės pagal kilmę yra šios:

- nuolaužinės ir nuolaužinės-biogeninės;
- chemogeninės ir biochemogeninės;
- organinės arba kaustobiolitai.

2.3.2. Nuosėdinių uolienų sandara

Nuosėdinių uolienų sandara (struktūra ir tekstūra) nustatoma pagal uolienas sudarančių dalelių (grūdelių, nuolaužų) didumą ir pavidalą, įvairias jų sudaromas santalkas (agregatus) ir sluoksniavimosi pobūdį. Nuolaužinių uolienų **struktūrą** nusako jau jų pavadinimas, kuris priklauso nuo uolieną sudarančių dalelių dydžio (2.3 lentelė). Pagal dalelių dydį jos gali būti skirstomos ir smulkiau, pavyzdžiui, smėlis gali būti rupus, vidutinio, smulkaus ir itin smulkaus grūdėtumo.

Chemogeninių ir organogeninių uolienų struktūra apibūdinama jos kristališkumo laipsniu, ją sudarančių dalelių prigimtimi ir agregatų (jeigu jų yra) pavidalu. Išskiriamos tokios pagrindinės nuosėdinių uolienų struktūros:

- **grūdėta** – pagal grūdelių (kristalų) didumą skirstoma į stambaus (>5 mm), vidutinio (5–1 mm) ir smulkaus grūdėtumo (<1 mm); itin smulkios molio dalelės sudaro **pelitinę** struktūrą;
- **afanitinė** – grūdėtos struktūros atmaina, kai uolieną sudaro labai maži, akimi nematomi grūdeliai;
- **oolitnė** – uolieną sudaro apvalūs iki kelių milimetrų skersmens koncentriškai sluoksniuoti ir spinduliniai agregatai (2.3.17 pav.);
- **biomorfinė** – šios struktūros uolieną sudaro organizmų liekanos – fosilijos, ir ji būdinga organogeninėms uolienoms (2.3.18 pav.);

- **detritinė** – tai struktūra uolienos, kurią sudaro stambesnių darinių liekanos – nuolaužos, nuotrupos. Dažniausios yra organizmų kriauklių, šarvų ar skeleto nuotrupos; bet gali būti uolių, sudarytų iš klinties, gipso ir kitokių uolių nuolaužėlių.

Dažniausiai pasitaikanti nuosėdinių uolių **tekstūra** yra **sluoksniuota** (arba **sluoksnelėta**). Sluoksnis yra dažniausias nuosėdinių uolių kūno pavidalas. Tačiau ir sluoksnio viduje gali būti smulkesnių sluoksnelių, kurie jau laikomi vidinėmis uolienos sandaros dalimis. Tai vadinama ir atskiru žodžiu – **sluoksnelėtumu**. Tos pačios uolienos atskiri sluoksniai skiriasi uolieną sudarančių mineralų sudėtimi ir grūdėlių dydžiu, spalva ar atspalviu. Sluoksniuotumas gali būti:

- horizontalus (2.3.13 pav.);
- banguotas;
- įkypas (2.3.1 pav.).

Kitos nuosėdinių uolių tekstūros rūšys yra:

- **tolygi** – uolieną sudarančios dalelės pasiskirsčiusios tolygiai;
- **dėmėta** – uolieną sudarantys skirtingi mineralai išsidėstę sancaupomis;
- **juostuota** – uolieną sudarantys skirtingi mineralai išsidėstę juostomis;
- **korėta** – uolienoje yra daug įvairaus didumo porų ir tuštumų; pagal korėtumą uolienos gali būti: smulkiai korėtos (matyti smulkios poros), stambiai korėtos (tuštumų didumas 0,5–2,5 mm) ir kaverningos (stambios kavernos > 2,5 mm).

Tam tikras nuosėdinių uolių sandaros ypatybės galima pastebėti ir jų sluoksniavimosi paviršiuje.

Tai **bangų ruzgos**, kurios rodo, kad uoliena (dažniausiai tai būna smiltainis) klostėsi negiliai, vandens telkinių priekrantėje, bangavimo ruože (2.3.2 pav.).

Džiūvimo plyšiai, susidarantys džiūvant uolienos (dažniausiai molingos) sluoksnio paviršiui, rodo žemynines jos susidarymo sąlygas, dažnai šiltą, dykuminį klimatą (2.3.3 pav., A, B, C).



2.3.1 PAV. Įkypas sluoksniuotumas devono smiltainyje. G. Motuzos nuotr.



2.3.2 PAV. Bangų ruzgos kambro smiltainio sluoksnio paviršiuje. G. Motuzos nuotr.



2.3.3 PAV. Džiūvimo molio sluoksnio paviršiuje plyšiai, susidarę prieš 2,2 mlrd. metų (A – V. Mikulėno nuotr.) ir dabartiniai (B – G. Motuzos nuotr.). Dabartinio sluoksnio paviršiuje matyti lietaus lašų įspaudai (C – G. Motuzos nuotr.), kurie išlieka ir tolimes praeities uolienose (D – <http://www.up.ac.za/academic/geol/gpss/gallery.html>)



2.3.4 PAV. Kirminų šliaužiojimo takai (fukoidai) (A) ir dinosauro pėdsakas (B) smiltainio sluoksnio paviršiuje. G. Motuzos (A) ir Ž. Žigaitės (B) nuotr.

Uolienos paviršiuje, o kartais ir giliau būna kirminų, moliuskų ir kitų organizmų šliaužiojimo takų, vadinamų **fukoidais** (2.3.4 pav., A). Fukoidai ir kitokie gyvų organizmų palikti pėdsakai vadinami ichnofosilijomis (2.3.4 pav., B).

2.3.3. Nuolaužinės ir nuolaužinės-biogeninės uolienos

Nuolaužinės uolienos (dar vadinamos, klastinėmis, nuotrupinėmis) susidaro mechaniškai ardant kitas magmines, nuosėdines ar metamorfines uolienas. Šios grupės uolienos skirstomos pirmausia pagal jas sudarančių nuolaužų dydį, sudėtį, jų apzuolinimo laipsnį ir sutvirtinimą.

Palaidų ir sutvirtintų uolienų pavadinimai ir jas sudarančių dalelių dydis pateikiami 2.3 lentelėje.

2.3 LENTELĖ. Nuolaužinių uolienų skirstymas pagal dalelių dydį

Dalelė, nuolauža	Dalelių dydis, mm	Uoliena	
		Palaida	Sutvirtinta
Stambus luitas	>256	Luitų sąvartynas	Brekčija
Stambus riedulys	>256	Riedulynas	Konglomeratas
Smulkus riedulys	256–264	Gargždas	Konglomeratas
Smulkus luitas	256–264	Guralas, žabaras, skalda	Brekčija
Apvalainukas	64–2	Žvirgždas	Gravelitas
Smiltelė	2–1/16	Smėlis	Smiltainis
Aleurito dalelė	1/16–1/256	Aleuritas	Aleurolitas
Molio dalelė	<1/256	Molis	Argilitas

Palaidos stambių nuolaužų sankaupos vadinamos tiesiog **sąvartynu** (2.3.5 pav.).



2.3.5 PAV. Luitų sąvartynas. G. Motuzos nuotr.



2.3.6 PAV. Riedulynas. G. Motuzos nuotr.

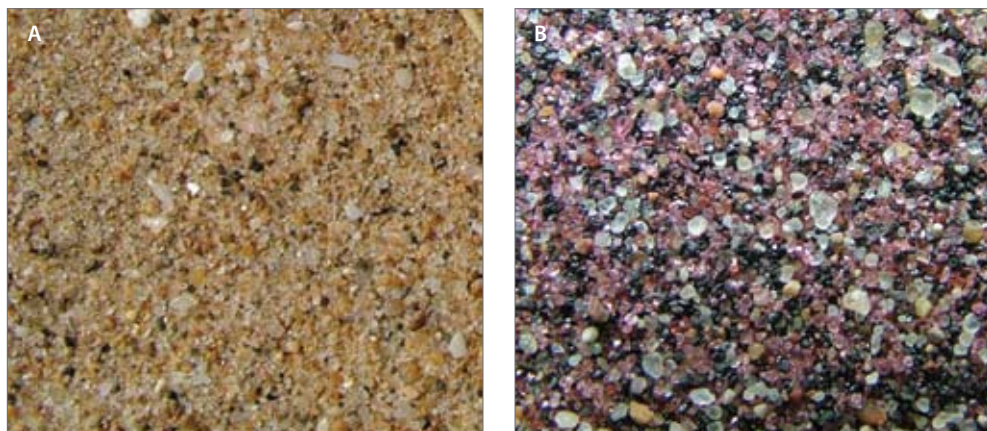


2.3.7 PAV. Konglomeratas. Nuotr. G. Motuzos

Riedulių sankaupos vadinamos **riedulynais** (2.3.6 pav.).

Uoliena, sudaryta iš sutvirtintų riedulių ir gargždo dalelių, yra vadinama **konglomeratu** (2.3.7 pav.), o žvirgždo – **gravelitu**. Sutvirtinanti medžiaga dažniausiai būna kalcitas, molis, kvarcas ar geležies hidroksidai. Šios medžiagos gali nusėsti iš vandens, telkinio dugne klostantis uolienoms, arba būti prineštos tekancio ir besisunkiančio per uolienas vandens.

Smėlis ir **smiltainis** yra sudaryti iš 2–0,0625 mm dydžio nuolaužėlių, paprastai apzulinčių, suapvalintų. Tai visiems gerai pažįstama uoliena, tačiau smėlis būna labai įvairios sudėties, sudarytas iš vieno, dviejų ir daugelio mineralų, kurių pavadinimai gali papildyti uolienos pavadinimą.



2.3.8 PAV. Įvairių rūšių smėlis: A – kvarco ir feldšpatų; B – granato, ilmenito, kvarco ir feldšpatų smėlis. G. Motuzos nuotr.

Dažniausiai pasitaikantis smėlis sudarytas iš kvarco ir feldšpatų, su nedidele kitų mineralų priemaiša. Tai mineralai, labiausiai paplitę viršutinėje Žemės plutoje (2.3.8 pav., A).

Monomineralinis (arba monomiktinis) smėlis paprastai būna iš kvarco, nes tai atspariausias dūlėjimui ir mechaniniam ardymui mineralas.

Vandenynų ir jūrų pakrantėse būna tamsaus, beveik juodo smėlio su dideliu kiekiu sunkiųjų mineralų – ilmenito, granato, monacito, cirkono, kasiterito ir kitų. Jis susidaro bangoms ir priekrantės srovėms ilgą laiką rūšiuojant smėlį. Tokio smėlio klodai sudaro vertingus šių retų mineralų ir juose esančių cheminių elementų – Ti, Zr, Sn, retųjų žemių elementų, granato telkinius. Pavyzdžiui, Baltijos pakrantėje pasitaiko bangų išrūšiuoto rausvo granatinio smėlio (2.3.8 pav., B).

Smėlio struktūra apibūdinama grūdelių dydžiu ir jų apzulinimo laipsniu. Pagal dydį skiriamas rupus (2–0,5 mm), vidutinis (0,5–0,25 mm) ir smulkus (0,25–0,05 mm) smėlis. Bet tai nėra vienintelis ir visuotinai priimtas skirstymas – yra ir kitokių skirstymo būdų. Be to, smėlyje gali būti ir skirtingo dydžio grūdelių, jis gali būti ir įvairiagrūdis, blogai išrūšiuotas.

Pagal apzulinimo laipsnį smėlio dalelės gali būti gerai apzulinotos, apvalainos, prastai apzulinotos, tik suapvalintais kampais ir neapzulinotos, kampuotos.

Smėlio ir smiltainio mineralinė sudėtis, smiltelių dydis, jo dalelių išrūšiavimas, jų apzulinimo laipsnis gali daug pasakyti apie smėlio šaltinį, susidarymo sąlygas, geologinę ir geografinę aplinką, kurioje jis susiklojo. Tai vis informacija, slypinti šioje uolienoje. Sucementuotas, kalcito, molingos medžiagos arba silicio dioksido sutvirtintas smėlis vadinamas **smiltainiu** (2.3.9 pav.).

Aleuritą ir aleuolitą sudaro akimi jau neįžiūrimos 0,0625–0,004 mm dydžio dalelės. Jos susikaupia ramiose jūrų ir ežerų vietose, kur nebūna stipraus bangavimo, srovių ir nepatenka stambesnės dalelės.

Molis yra sudarytas iš smulkesnių nei 0,004 mm dalelių, kurios susikaupia nusėsdamos iš koloidinio tirpalo. Šią uolieną galima laikyti pereinamąja tarp nuotrupinių ir chemogeninių, nes jo dalelės susidaro dūlant uolienoms chemiškai, kai uolieną sudarantys mineralai, pavyzdžiui, feldšpatai, veikiami anglirūgštės ir kitų atmosferos vandenyje ištirpusių medžiagų, virsta molio mineralais. Yra daug įvairių skirtingos sudėties ir sandaros molio mineralų: kaolinito, hidrožėručių, montmorilonito, ilito, smektito ir kitų. Jie susidaro esant įvairiai temperatūrai, vandens cheminei sudėčiai, šarmingumui ir rūgštingumui. Atitinkamai yra daug ir molio rūšių, susidarancių įvairioje aplinkoje – jūrose, lagūnose, priedėdyniniuose ir kitokiuose ežeruose ir sausumoje, kaip dūlėjimo pluta (2.3.10, 2.3.11 pav.).

Kaolinitiniai moliai – riebios, porėtos, baltos ir pilkšvos spalvos uolienos, kurių didžiausią dalį sudaro kaolinitas su hidrožėručių, kvarco ir kitų mineralų priemaiša. Kaolinitiniai moliai yra ugniai atspari medžiaga, jų lydymosi temperatūra didesnė kaip 1700 °C. Tai vertinga naudingoji iškasa, naudojama ugniai atsparių plytų, porceliano gamybai.

Hidrožėrutiniai moliai – porėtos, gana tankios, pilkos, tamsiai pilkos, baltos, rusvos, žalsvos spalvos ir įvairiaspalvės uolienos, kurių didžiausią dalį sudaro hidrožėručių grupės mineralai. Kaip priemaišų juose gali būti kaolinito, montmorilonito, kvarco, feldšpatų ir kitų mineralų. Hidrožėrutiniai moliai yra ugniai atspari medžiaga (lydymosi temperatūra apie 1710 °C), naudojami ugniai atsparių plytų, porceliano, rūgštims atsparios taros, čerpių, statybinių plytų gamybai.

Montmorilonitiniai (bentonitiniai) moliai – šviesios, pilkai baltos, žalsvos ir gelsvos spalvos uolienos, kurių didžiausia dalis sudaryta iš montmorilonito su hidrožėručių, opalo ir kitų mineralų priemaiša. Montmorilonitiniai moliai, palyginti su kitais, gerokai daugiau išbrinksta vandenyje ir yra plastiškesni. Jų geros absorbcinės savybės, todėl naudojami maisto pramonėje aliejui, taukams, sultims valyti, naftos pramonėje naftos produktams valyti, parfumerijai.



2.3.9 PAV. Įvairaus rupumo smiltainis ir jo vaizdas pro mikroskopą. Nuotraukos R. Weller/Cochise College



2.3.10 PAV. Kambro sistemos mėlynasis molis. Kundos karjeras, Estija. G. Motuzos nuotr.



2.3.11 PAV. Juostuotas (varvinis) molis, susidaręs prieledyniniuose ežeruose ir boksitas. Nuotraukos G. Motuzos, N. I. Korn ir A. Kleišmanto

Polimineraliniai moliai – šviesiai rudos, rudos, raudonos, pilkos ir žalsvai pilkos spalvos uolienos, sudarytos iš kaolinito, montmorilonito, hidrožeručių, kvarco ir žeručių, šalutiniai mineralai – glaukonitas, chloritai, karbonatai, sulfidai, sulfatai, geležies ir mangano oksidai bei hidroksidai. Nuo smėlio ir aleurito priemaišos priklauso šių molių plastiškumas: daug priemaišų – mažas plastiškumas, mažai priemaišų – didelis. Polimineraliniai moliai naudojami plytų gamybai ir keramikai.

Argilitas – yra sutankėjęs molis, kuris vandenyje netyžta, nebrinksta ir yra neplastiškas. Argilitų spalva įvairi, struktūra pelitinė, tekstūra sluoksniuota arba tolygi, mineralinė sudėtis labai įvairi. Itin paplitę hidrožerutiniai ir polimineraliniai argilitai.

Moliams būdingas plastiškumas, kuris padidėja įmaišant vandenį. Molyje būna priemaišų, dažnai lemiančių ir jo spalvą. Nuo geležies oksidų ir hidroksidų moliai įgauna rudą ir raudoną spalvą, bitumingi būna juodos spalvos, karbonatingi reaguoja su HCl.

Dūlant uolienoms karštame ir drėgname klimate beveik visi cheminiai elementai yra išnešami ir lieka molis, sudarytas beveik vien iš aliuminio hidroksidų su molio mineralų, opalo, chalcedono, geležies junginių priemaiša. Jame Al_2O_3 kiekis siekia 50 ir daugiau procentų. Tokia uoliena, vadinama **boksitu**. Nuo molio boksitas skiriasi tuo, kad nėra plastiškas. Boksitas susidaro ir persiklostant dūlėjimo plutai, kai aliuminio hidroksidas nusėda vandens telkiniuose. Tuo

atveju jis turi mažiau priemaišų, būna sluoksniuotas, o kartais kaupiasi oolitų pavidalu.

Dažnai nuolaužinės uolienos sudarytos iš įvairaus dydžio dalelių. Tokios uolienos vadinamos pagal tų dalelių dydį ir kiekybinį santykį, pavyzdžiui, molingas aleuritas, aleuritingas smėlis, žvirgždingas smėlis. Plačiai naudojama statybinių medžiagų gamybai uoliena – **žvyras** yra gamtinis smėlio, žvirgždo, gargždo ir riedulių mišinys ir nelaikomas uolienos pavadinimu.

Priemolis ir **priesmėlis** yra blogai išrūšiuotas molio, aleurito, smėlio, žvirgždo, gargždo ir riedulių mišinys (2.3.12 pav.). Priemolyje yra daugiau molio (30–10 proc.), priešmėlyje jo mažiau – 5–10 proc., o vyrauja smėlio dalelės. Lietuvoje dažniausias yra moreninis priemolis ir priešmėlis, susidaręs tirpsiant ledynams iš juose susikaupusios nuolaužinės medžiagos.

Nuolaužinės-biogeninės uolienos yra sudarytos iš gyvų organizmų šarvo ar skeleto liekanų ar jų nuolaužų. Jos dažniausiai būna karbonatinės, rečiau fosfatinės sudėties

Karbonatinė uoliena, sudaryta iš stambių (centimetrų dydžio) sukibusių moliuskų kiautelių ar jų stambių nuolaužų, vadinama **kriauklainiu**. Tai korėta gelsva, kartais rausvo atspalvio uoliena, kurioje kriauklių liekanos aiškiai matomos (2.3.13 pav.).

Detritinė klintis sudaryta iš karbonatinių nuolaužų, kurios gali būti įvairaus apzulinimo laipsnio, dydis svyruoja nuo milimetrų iki kelių centimetrų. Nuolaužas paprastai sutvirtina itin smulkiagrūdė karbonatinė medžiaga.

Detritinė organogeninė klintis gali būti sudaryta ir iš koralų, stromatoporų, jūrų lelijų ir kitų gyvūnų karbonatinio skeleto nuolaužų, dažniausiai aplaužytų ir susmul-



2.3.12 PAV. Priemolis. K. Laajokio nuotr.



2.3.13 PAV. Kriauklainis, naudojamas statyboms. K. Suurojos nuotr.



2.3.14 PAV. Organogeninis smėlis iš koralų ir moliuskų kriauklių nuolaužų. G. Motuzos nuotr.

kintų bangavimo. Tokia uoliena iš esmės yra smėlis arba smiltainis, tik sudarytas iš kriauklių, koralų, pinčių ar jūros ežių kiautelių nuolaužų (2.3.14 pav.).

2.3.4. Chemogeninės ir biochemogeninės uolienos

Šios uolienos susidaro nusėdant cheminiams junginiams iš vandens tirpalo. Tai vyksta vandenynuose, jūrose, ežeruose, upėse, iš karštų versmių bei šaltinių.

Dažniausiai chemogenines ir biochemogenines uolienas sudaro karbonatai, geležies, mangano ir silicio oksidai, sulfatai, chloridai, nitratai, fosfatai.

Karbonatinės uolienos

Karbonatai sudaro tokias uolienas kaip klintis, dolomitas, mergelis.

Klintis – dažniausiai Lietuvoje pasitaikanti karbonatinė uoliena. Spalva dažniausiai balta, pilka, bet nuo priemaišų gali būti rusva, rausva, tamsiai pilka iki juodos (2.3.15 pav.). Struktūra būna įvairaus grūdėtumo, afanitinė, tekstūra masyvi, sluoksniuota, gniutulinė. Klintyse dažnos fosilijos – organizmų liekanos, kurios kartais sudaro didžiąją klinties dalį (2.3.16 pav.). Pagal vyraujančių organizmų liekanas skiriamos koralinė, pečiakojų (brachiopodinė), foraminiferinė, briozojinė, jūros lelijų (krinoidėjinė) ir kitos klinties rūšys (2.3.17 pav.).

Yra klinties rūšių, sudarytų iš oolitų – smulkių, milimetrų dydžio rutuliukų (2.3.18 pav.).



2.3.15 PAV. Permo sistemos klintis iš Karpėnų karjero. G. Bičkausko nuotr.



2.3.16 PAV. Ordoviko sistemos klintis su moliuskų nautiloidėjų fosilijomis. G. Motuzos nuotr.

Dolomitas, sudarytas iš to paties pavadinimo mineralo, yra panašus į klintį, gelsvos, pilkos spalvos, grūdėtos struktūros. Dolomitai yra kietesni, tvirtesni už klintį, bet kartu dažnai būna korėti, kaveringi, nes susidaro ne tik tiesiai sėdant dolomitui iš vandens, bet iš klinties, veikiant sūrymams prasiskverbiantiems iš vandens telkinių į klinties sluoksnius. Lengviausia juos skirti iš reakcijos su HCl – dolomito reakcija silpna, o jo miltelių ir klinties – stipri.

Mergelis ir domeritas yra uolienos, kuriose šalia karbonatų (atitinkamai kalcito ir dolomito) yra nemažai molio (25–50 proc.). Spalva pilka, žalsvai pilka arba marga, struktūra afanitinė, tekstūra tolygi arba dėmėta. Pažinti mergelį galima skirti iš reakcijos su HCl – mergelis reaguoja stipriai, tačiau, skirtingai nuo klinties, po reakcijos lieka molio dalelių dėmė. Tokia pat dėmė lieka ir reaguojant domeritui, tačiau jo reakcija su HCl yra daug silpnesnė negu mergelio.

Kreida yra karbonatinė uoliena, sudaryta iš smulkučių organizmų – foraminiferų karbonatinių kiautelių.

Klentinis tufas yra cheminės kilmės porėtos tekstūros klintis, sudaryta iš smulkučių kalcito grūdelių. Aptinkamas požeminių vandenų, turinčių kalcio karbonatų, išėigos vietose.

Silicitai

Uolienos, sudarytos iš silicio oksido, bendrai vadinamos **silicitais**. Jos turi ir atskirus pavadinimus pagal sandarą ir kilmę – opoka, trepelas, diatomitas, jaspis ir kiti.

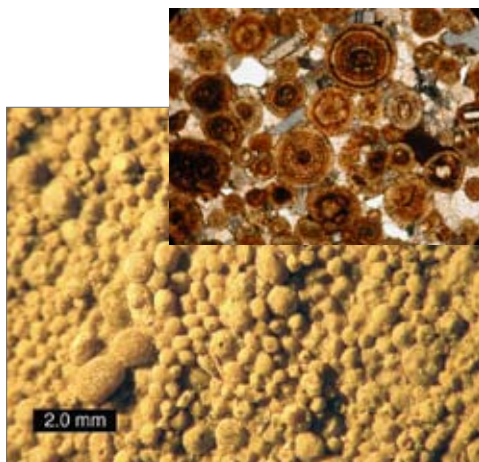
Diatomitas yra sudarytas iš smulkučių dumblių diatomėjų skeletų iš silicio dioksido (opalo).

Opoka – yra kietesnė, tankesnė perkristalizuota diatomito atmaina (2.3.19 pav.).

Trepelas – yra silicitas, sudarytas iš smulkių opalo grūdelių, nusėdusių iš vandens koloidų pavidalu.



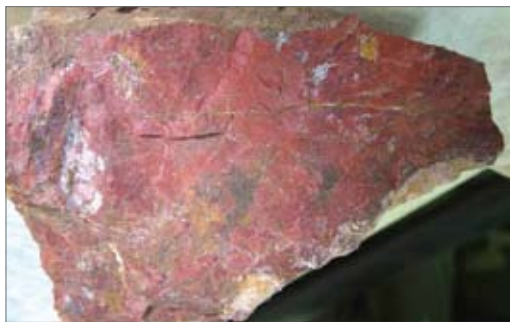
2.3.17 PAV. Biomorfinės struktūros klintis su koralų liekanomis. Krymas. K. Suurojos nuotr.



2.3.18 PAV. Oolitinė klintis. G. Motuzos nuotr.



2.3.19 PAV. Opoka. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Opoka>



2.3.20 PAV. Jaspis. G. Motuzos nuotr.

Minėti silicitai iš pažiūros panašūs į kreidą. Atskirti juos galima pagal didesnę dalelių kietumą, poringumą ir sudėtį, kuri paprasčiausiai nustatoma užlašinus druskos rūgšties. Kreida su rūgštimi reaguoja, o silicitai – ne. Be to, silicitai yra labai porėti (iki 90 proc.) ir limpa prie liežuvio, jiems būdingos geros absorbcinės savybės.

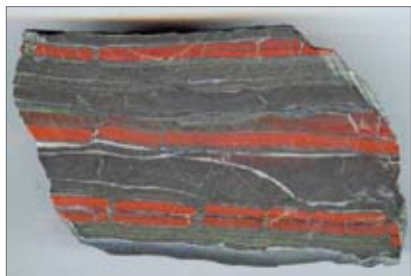
Geizeritas ir silicitinis tufas – šviesios spalvos, afanitinės struktūros, korėtos tekstūros chemogeninės uolienos. Jos susidaro nusėdant silicio dioksidui chalcedono pavidalu iš karštų versmių (tufas) ir geizerių vandens (geizeritas).

Jaspis – uoliena, sudaryta iš chalcedono, kvarco su karbonatų, molio mineralų, chlorito geležies oksidų ir hidroksidų, organinės medžiagos priemaiša. Priemaišos suteikia jaspui labai įvairių spalvą – pilką, žalią, raudoną, rudą, juodą. Dažnai jaspiai būna dėmėti, juostuoti, įmantriai raštuoti, dėl to jaspis naudojamas kaip juvelyrnis akmuo. Struktūra afanitinė, tekstūra tolygi, dėmėta, juostuota, būdingas kriauklėtas lūžis (2.3.20 pav.).

Geležingos uolienos

Yra keletas uolienų rūšių, sudarytų iš geležies oksidų ir hidroksidų. Pirmiausia minėtinas **džespilitas**, arba **geležingas kvarcitas**. Ši uoliena yra sudaryta iš besikaitaliojančių lygiagrečių geležies oksido (magnetito, hematito) ir kvarco (silicito) juostelių, kurių storis yra po kelis milimetrus. Juostelėse grūdėliai smulkūs ar itin smulkūs. Šios uolienos klostėsi tik tolimoje geologinėje praeityje, daugiau kaip prieš 1,85 mlrd. metų, ir mus pasiekė jau kiek pakitusiu pavidalu – perkristalizuotos, vietomis su-raukšlėtos, kitaip sakant metamorfuotos, tačiau išlaikė pirminių nuosėdinių chemogeninių uolienų bruožus – grūdelių smulkumą, sluoksniuotumą (2.3.21 pav.).

Iš geležies hidroksidų yra sudarytos **limonitinės uolienos**. Jos susidarė sekliose jūrose iš geležingų nuogulų ir slūgso plačiai išplitusių sluoksnių pavidalu. Tarp jų pasitaiko atmainų, sudarytų iš sukibusių smulkių žirnelių ar pupelių dydžio rutuliukų, vadinamų atitinkamai oolitais ir pizolitais. Šie dariniai turi sluoksniuotą vidinę sandarą – sudaryti iš plonučių koncentriškų geležies hidroksidų sluoksnelių. Oolitai



2.3.21 PAV. Džespilaitai – geležingi kvarcитай. G. Motuzos nuotr.



2.3.22 PAV. Oolitinė geležinga uoliena.
<http://www1.newark.ohio-state.edu/Professional/OSU/Faculty/jstjohn/Minerals/Hematite.jpg>

2.3.23 PAV. Limonito uoliena – „balų rūda“.
G. Motuzos nuotr.

susidaro pakrantėje, bangoms kilo jant smilteles, ant kurių sėda geležies junginiai tol, kol bangos jų nebepakelia (2.3.22 pav.). Tokios uolienos vadinamos **geležingomis uolienomis**.

Limonitinė uoliena tik su molio, smėlio dalelių priemaišomis yra ir vadinamoji **balų rūda**, praityje naudota geležies gavybai (2.3.23 pav.).

Retesnės yra **mangano uolienos**, sudarytos iš mangano oksidų (piroliuzito, psilomelano), kurių nuosėdos iškrinta iš jūrų vandens negilaus šelfo aplinkoje. Tai svarbiausia mangano rūda. Šios uolienos išsiskiria juoda ar tamsiai pilka spalva, smulkiu, itin smulkiu ar akimi neskiriamu grūdėtumu, „žemėta“ išvaizda.

Evaporitai

Chemogeninėms uolienoms priskiriami ir **evaporitai** – uolienos, sudarytos iš druskų – sulfatų, chloridų, nitratų. Šios uolienos vadinamos pagal jas sudarančius mineralus. Evaporitai nusėda iš sūrymų uždaruose vandens baseinuose – įlankose, lagūnose karštame ir sausame klimate, sparčiai garuojant vandeniui.

Iš sulfatų yra sudarytas gipsas, anhidritas, mirabilitas.



2.3.24 PAV. Pluoštuotos sandaros gipsas.
G. Motuzos nuotr.



2.3.25 PAV. Anhidritas. G. Motuzos nuotr.

Gipsas ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) paprastai būna sudarytas iš pluoštuotos gipso atmainos – selenito, kas ir lemia uolienos sandarą, pagal kurią jį lengva atpažinti (2.3.24 pav.).

Anhidritas, arba bevandenis kalcio sulfatas (CaSO_4), yra kristalinės sandaros, pilkos, dažnai pilkai melsvos, melsvos spalvos, dėmėtos ar raštuotos tekstūros (2.3.25 pav.).

Mirabilitas yra iš to paties pavadinimo natrio sulfato. Uoliena pilka, žemėtų agregatų pavidalu.

Iš chloridų yra sudarytas **halitas** (akmens druska) ir **silvinitas**.

Abi uolienos yra šviesiai pilkos, beveik baltos, kartais (ypač silvinitas) būna rausvos, nudažytos geležies hidroksidų priemaišos. Uolienos būna sudarytos iš įvairaus dydžio kristalų. Atsiskiria, kaip ir to paties pavadinimo mineralai, pagal skonį – halitas yra sūrus, silvinitas – kartus. Šios uolienos, ypač silvinitas, dažniausiai turi ir kitų druskų priemaišų. Be pagrindinių dedamųjų – halito ir silvino, juose būna karnalito, gipso ir kitų druskų.

Fosforitas yra uoliena, sudaryta iš nuosėdinės kilmės apatito. Joje būna dolomito, kalcito, kvarco, chalcedono, glaukonito. Uolienos spalva paprastai beveik juoda, rusvo atspalvio. Jos struktūra smulkiagrūdė ir itin smulkiagrūdė, ji būna žemėtų agregatų, dažnai konkretų – rutulių, netaisyklingų gniutulų pavidalu, kurie vietomis sudaro ištisinius sluoksnius (2.3.26 pav.).



2.3.26 PAV. Ordoviko smiltainis su fosfatinių brachiopodų *Obolus apollini* kriauklių nuolaužomis. Estija. G. Motuzos nuotr.

Organinės uolienos, arba kaustobiolitai

Šios grupės uolienos yra ne tik organinės kilmės, bet ir organinės sudėties. Kaustobiolitai susidaro iš augalinių ir planktoninių organizmų liekanų. Šios uolienos yra degios ir todėl praktiškai svarbios. Iš kaustobiolitų dažniausios uolienos – durpės, anglis, lignitas, sapropelitas, degieji skalūnai, ozokeritas, asfaltas.

Durpės – purios geltonos, rudos arba juodos spalvos uolienos iš įvairių augalų (samanų, žolių, medžių) nevisiškai suanglėjusių liekanų. Gryna anglis durpėse sudaro apie 55–60 proc. Struktūra biomorfinė, tekstūra porėta.

Rusvosios anglis – rudos ir juodos spalvos, matinės tankios uolienos iš suanglėjusių augalų liekanų. Grynosios anglies kiekis jose sudaro iki 70 proc.

Akmens anglis – tamsiai pilkos ir juodos spalvos, matinės, tankios uolienos. Akmens anglyse augalų liekanos suirusios dar labiau, o grynos anglies yra iki 75–91 proc.

Antracitas – juodos spalvos, pusiau metalo blizgesio, tanki uoliena, bruožas juodas, lūžis kriauklėtas (netepa rankų). Antracite anglies yra iki 91–97 proc.



2.3.27 PAV. Estijos degusis skalūnas – kukersitas.
G. Motuzos nuotr.

Sapropelitas yra uoliena, sudaryta daugiausia iš augalų ir planktoninių bei kitų smulkių organizmų likučių, suirusių bedegunėmis sąlygomis, ir molingos medžiagos. Spalva šviesiai ruda, geltonai ruda, pilka iki juodos. Tekstūra tolygi, būdingas kriauklėtas lūžis. Organinėje sapropelio medžiagoje grynos anglies yra iki 52–72 proc.

Degieji skalūnai yra molingas aleurolitas su daug organinės medžiagos priemaišų (25–75 proc.) įvairių angliavandenilių pavidalu. Jie susidarė suirus

nuosėdų kaupimosi metu gyvenusių gyvūnų kūnams. Grynos anglies organinėje degių skalūnų medžiagoje yra iki 60–75 proc. Dideli degių skalūnų klodai yra ordoviko storymėje Estijoje ir gretimose Rusijos Sankt Peterburgo srityje. Čia jie vadinami **kukersitu** (2.3.27 pav.). Kukersitas yra rudos spalvos. Didžiąją dalį uolienos sudaro aleurolitas, kuriame išsiskiria baltos spalvos įvairių organizmų liekanos, daugiausia bestuburių – pinčių, dumblių ir kitų. Kukersito tekstūra skalūnuota. Pakaitinus uolieną žiebtuvėliu ar degtuku juntamas degančių angliavandenilių kvapas, išsiskiria juodi dūmai.

Ozokeritas (kalnų vaškas) – rudai geltonos, žalsvai geltonos ir rudos spalvos, vaško blizgesio, minkšta uoliena, lūžis kriauklėtas, lydosi 58–85 °C temperatūroje. Ozokeritą sudaro parafinų eilės kietųjų angliavandenilių mišinys, turintis nedaug skystųjų ir dujinių angliavandenilių priemaišų. Cheminė sudėtis: anglis – 84–86 proc., vandenilis – 12–14 proc., siera, azotas, deguonis – iki 2 proc. Ozokeritas susidaro oksiduojantis naftos eilės angliavandeniliams.

Asfaltas – tamsiai rudos, juodos spalvos klampi uoliena, sudaryta iš smalų (40–50 proc.), aliejų (iki 40 proc.) ir asfaltenų mišinio. Cheminė sudėtis: anglis – 80–85 proc., vandenilis – iki 12 proc., siera, deguonis ir azotas – 2–19 proc. Asfaltas susidaro oksiduojantis naftos eilės angliavandeniliams.

2.4. METAMORFINĖS UOLIENOS

2.4.1. Apibūdinimas

Metamorfines uolienas susidaro iš magminių, nuosėdinių ar kitų metamorfinių uolienų. Magminės plutoninės uolienos iš gelmių gali būti iškeltos į paviršių, o vulkaninės ir nuosėdinės, priešingai, nugramzdintos į didelį gylį. Kartu pasikeičia uolienų aplinkos sąlygos – temperatūra, slėgis, karštų lakiųjų medžiagų (fluidų) kiekis. Tai ir yra svarbiausi metamorfizmo veiksniai.

Jų veikiamą uolieną keičiasi. Pirmiausia kinta jos mineralinė sudėtis, nes paviršiuje ar nedideliame gylyje susidarę mineralai, pakliuvę į aukštesnės temperatūros ir didesnio slėgio sąlygas, darosi nestabilūs. Pavyzdžiui, molio mineralų kristalinėje gardelėje jonai susiję silpnais ryšiais, kurie aukštesnėje temperatūroje neišsilaiko. Todėl mineralas netenka vandens, o kiti jonai persigrupuoja taip, kad tarp jų susidaro tvirtesni ryšiai, patvarūs tomis sąlygomis. Cheminiai elementai persiskirsto į patvaresnius mineralus, o bendra uolienos cheminė sudėtis beveik nepakinta. Tokiu būdu vietoj molio mineralų susidaro žėručiai, feldšpatai, granatas ir kiti mineralai.

Jei aplinkoje atsiranda daug fluidų, jie reaguoja su uoliena, iš jos gali būti išnešama dalis cheminių elementų ir prinešama naujų. Tuo atveju uolienos cheminė sudėtis gali smarkiai pasikeisti.

Persikristalizuojant uolienai ir keičiantis jos sudėčiai neišvengiamai keičiasi ir uolienų sandara. Mineralai auga, stambėja arba, priešingai – smulkėja, keičiasi jų pavidalas, jie kitaip išsidėsto uolienoje. Dažniausiai veikiant slėgiui kristalai ilgosiomis ašimis išsidėsto viena kryptimi, statmenai slėgio kryptčiai, nes taip jiems lengviau augti.

Visų šių pakeitimų visuma ir vadinama **metamorfizmu**. Pažodžiui, senąja graikų kalba tai reiškia „pavidalo pakeitimą“. Uolienos, kurios susidaro tokiu būdu, vadinamos metamorfinėmis, tai yra pakeitusiomis savo pirminį pavidalą. Tas pasikeitimas reiškia kitokią mineralinę, o dažnai ir cheminę sudėtį, kitokią sandarą, neretai ir kitoki kūrų pavidalą.

Tam tikromis slėgio ir temperatūros sąlygomis uolienose susidaro mineralų deriniai, stabilūs būtent tomis sąlygomis.

2.4.2. Metamorfinių uolienų sandara

Metamorfinių uolienų sandarą apibūdinti sudėtingiau negu magminių ir nuosėdinių, nes ji gali būti paveldėta iš pirminės uolienos ir susidaryti metamorfizmo metu. Tokios pirminės sandaros žymės gali būti pirminių magminių uolienų porfyriškumas, nuosėdinių uolienų nuolaužinės sandaros liekanos, sluoksniuotumas. Toliau apibūdinsime metamorfizmo metu susidariusias uolienų sandaros ypatybes.

Metamorfinių uolienų struktūra apibūdinama panašiai kaip magminių – pagal grūdelių absoliutųjį ir santykinį dydį, jų pavidalą, suaugimų pobūdį, todėl supaprastinant galima naudotis magminių struktūrų apibūdinimu.

Metamorfinių uolienų tekstūros gali būti ir kitokios. Išskiriamos svarbiausios jų rūšys yra skalūnuota, gneisiška ir masyvi.

Skalūnuota tekstūra yra tokia, kai uolieną sudarantys mineralai yra ištęstų plokštelių pavidalo (pvz., žėručiai) ir išsidėsto viena kryptimi ilgosiomis ašimis, o plokščių mineralų plokštumos yra daugmaž lygiagrečios.

Gneisiška tekstūra irgi kryptinga, bet tas kryptingumas yra nelabai ryškus. Taip gali būti, kai uolienoje yra mažiau pailgų, daugiau izometriškų mineralų, arba kai jie ne visi išsidėstę ta pačia kryptimi.

Masyvia vadiname tekstūrą, kai uolienoje nematyti kryptingo mineralų išsidėstymo, be to, jie pasiskirstę daugmaž tolygiai.

Nevienalyte, arba **taksitine**, vadiname tekstūrą, kai uolienos medžiaga pasiskirsčiusi netolygiai, joje matyti atskirų mineralų sankaupos dėmių, juostų įvairių agregatų pavidalu.

Tiriant metamorfinę uolieną svarbu ne tik nustatyti jos pavadinimą, bet ir pastebėti jos sudėties, sandaros ypatybes, atspindinčias pirminę uolienos rūšį (iki metamorfizmo), jos pasikeitimo (metamorfizmo metu) pobūdį ir laipsnį.

2.4.3. Skirstymas

Metamorfinės uolienos skirstomos ir jų pavadinimas suteikiamas pagal tam tikras taisykles, mineralinės, cheminės sudėties ir sandaros rodiklius, kurie nustatyti Tarptautinės geologų komisijos ir patvirtinti Tarptautinės geologijos mokslų sąjungos (IUGS) (Fettes, Desmons, 2007).

Metamorfinės uolienos skirstomos ir jų pavadinimai nustatomi pagal keletą požymių, kurių svarbiausi – pirminė prigimtis, metamorfizmo pobūdis ir sąlygos, mineralinė sudėtis, sandara. Ta pati uoliena gali turėti ir kelis pavadinimus, atsižvelgiant į tai, kurį šių požymių norima pabrėžti.

Paprasčiausia metamorfinę uolieną vadinti pagal pirminę uolieną, pridodant priešdėlį „**meta-**“, pavyzdžiui, metasmiltainis, metabazaltas, metapelitas (pirminis molis) ir pan. Bet toks pavadinimas nedaug tepasako apie uolienos mineralinę sudėtį ir sandarą, todėl vartojami ir kiti pavadinimai.

Pagal sandarą uolienos skirstomos į tris grupes: skalūnus, gneisus ir granofelzus.

Skalūnu vadiname ryškiai kryptingos – skalūnuotos tekstūros uolieną. Daužant plaktuku ji nesunkiai skyla plonomis (<1 cm storio) plokštelėmis. **Gneisas** yra gneisiškos sandaros uoliena. **Granofelzu** vadiname metamorfines uolienas, kuriose nematyti kryptingumo, tai yra vyraujančios mineralų padėties.

Prie šių uolienų pavadinimų pridėdami jas sudarančių mineralų pavadinimai, pavyzdžiui, biotitinis plagioklazinis kvarcinis gneisas arba muskovitinis kvarcinis skalūnas. Be to, dar yra vartojami tradiciniai metamorfinių uolienų pavadinimai, tokie kaip filitas, amfibolitas, eklogitas, marmuras, skarna ir kiti. Tokie pavadinimai atspindi ne tik uolienos sandarą bei sudėtį, bet apytikriai ir pirminę prigimtį bei metamorfizmo sąlygas – temperatūros ir slėgio lygį, nes skirtingomis temperatūros ir slėgio



2.4.1 PAV. Chloritiniai žalieji skalūnai. G. Motuzos nuotr.



sąlygomis įvairiose uolienose susidaro ir skirtingi mineralų deriniai.

Pavyzdžiui, bazalto metamorfizmo metu kylant temperatūrai susidaro tokia metamorfinių uolienų seka: žalieji skalūnai, amfibolitas, granulitas, o esant didesniai slėgiui – žydrasis skalūnas, eklogitas.

Žaliasis skalūnas – sudarytas daugiausia iš chlorito, epidoto, aktinolito, iš kurių vienas ar keli gali vyrauti. Visi šie mineralai yra žalios spalvos – iš čia ir uolienos pavadinimas. Toks mineralų derinys susidaro žemo lygio metamorfizmo sąlygomis (apytikriai iki 600 °C). Uolienos struktūra paprastai smulkaus grūdėtumo, skalūnuotumas ryškus (2.4.1 pav.).

Amfibolitas yra uoliena, sudaryta iš plagioklazo ir amfibolo (raginukės), kurios kiekis yra >30 proc. Be to, gali būti biotito, granato. Vyraujanti uolienos spalva tamsiai žalia iki juodos, kurią pajvairina šviesiai pilki plagioklazo kristalai. Struktūra smulkaus ir vidutinio grūdėtumo. Tekstūra gneisiška. Pagal tekstūrą amfibolitą galima pavadinti ir amfibolo-plagioklazo gneisu, tačiau specifinis pavadinimas yra trumpesnis, informatyvesnis ir įprastesnis. Uoliena susidaro vidutinio lygio metamorfizmo sąlygomis (apytikriai tarp 600 ir 700 °C) (2.4.2 pav.).



2.4.2 PAV. Amfibolitas – metamorfizuotas bazaltinis porfyrilas. G. Motuzos nuotr.



2.4.3 PAV. Aukšto slėgio meramorfinės uolienos iš bazalto: A – glaukofaninis žydrasis skalūnas; B – eklogitas. G. Motuzos nuotr.

Bazinis granulitas yra sudarytas iš plagioklazo ir piroksenų, bet jame gali būti ir šiek tiek raginukės, biotito, granato. Uolienos sandara panaši į amfibolito ir atskirti jas lauko sąlygomis iš akies yra sunku. Amfibolitas virsta baziniu granulitu pamažu kylant temperatūrai virš 700 °C, kai amfibolas darosi nestabilus ir virsta piroksenu.

Metamorfizmo pobūdį lemia ne tik temperatūra, bet ir slėgis. Didesniame slėgyje iš bazalto susidaro jau kitokios uolienos – žydrieji skalūnai ir eklogitas.

Žydrieji skalūnai sudaryti iš amfibolo glaukofano, epidoto, granato, plagioklazo. Jie išsiskiria savo melsva spalva, kurią jiems suteikia glaukofanas. Struktūra smulkaus arba vidutinio grūdėtumo, bet atskiri mineralai (granatas, epidotas) būna ir stambūs. Tekstūra skalūnuota, dažnai juostuota dėl netolygaus atskirų mineralų pasiskirstymo. Šios uolienos susidaro didesnio kaip 7–8 kilobarų slėgio sąlygomis, tai yra apytikriai 20–25 km gylyje. Temperatūra yra panaši, kaip žaliųjų skalūnų (2.4.3 pav., A).

Eklogitas sudarytas iš dviejų pagrindinių mineralų – tamsiai raudonos spalvos granato (piropo) ir žalio pirokseno, kurių bendras kiekis ne mažesnis kaip 75 proc. (2.4.3 pav., B). Uolienos struktūra smulkiai ir vidutiniškai grūdėta, tekstūra beveik masyvi, tiksliau neryškiai kryptinga, bet būna ir juostuota. Ši uoliena susidaro 10–20 kilobarų slėgio sąlygomis, tai yra didesniame kaip 30–40 km gylyje.

Molių sudėtyje būna daug aliuminio, todėl jų metamorfizmo metu susidaro aliuminingi mineralai ir atitinkamai kitokia uolienų seka: molio skalūnas, filitas, žerutiniai skalūnai, aliuminingi gneisai ir skalūnai.

Molio skalūnas yra juodos spalvos, neblizgi, itin smulkiagrūdė, skalūnuota uoliena. Paprasta akimi ją sudarančių grūdelių nematyti.

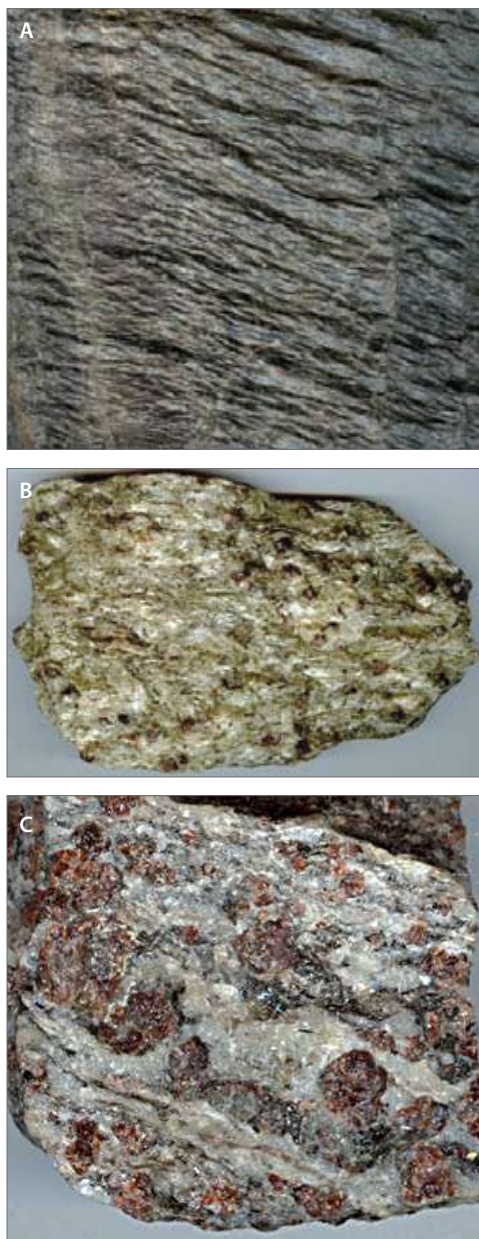
Filitas yra skalūnas, sudarytas iš kvarco, smulkaus šviesaus žėručio (sericito), plagioklazo (albito), dažnai su grafitu, chloritu. Spalva tamsiai pilka iki juodos, būdingas aiškus šilko blizgesys, kurį uolienai suteikia smulktės žėručio plokštelės. Struktūra, itin smulkiagrūdė, bet pavienius kristaliukus kartais jau galima įžiūrėti. Tekstūra ryškiai skalūnuota (2.4.4 pav., A).

Žėručio skalūnai yra sudaryti iš žėručių – šviesaus muskovito arba juodo biotito, arba jų abiejų kartu. Žėručiai ištisai dengia skalūnavimo plokštumų paviršių ir atrodo, kad jie vyrauja, bet iš tikrųjų uolienoje yra daug kvarco, plagioklazo, mikroklino bei granato (2.4.4 pav., B). Pagal mineralinę sudėtį šias uolienas galima pavadinti tiksliau, didėjimo tvarka išvardijant uolieną sudarančius mineralus, pavyzdžiui: granatinis-muskovitinis-feldšpatinis kvarcinis skalūnas. Uolienos struktūra smulkiai vidutingrūdė, dažnai porfyriška, kurią sudaro stambesni (nuo kelių iki keliolikos milimetrų dydžio) granato ar kitų mineralų grūdėliai.

Aliuminingieji gneisai yra uolienos, sudarytos iš feldšpatų, kvarco ir aliuminigų mineralų – granato, biotito, silimanito, kianito. Tikslus jų pavadinimas priklauso nuo konkrečios mineralinės sudėties. Šių uolienų struktūra vidutinio grūdėtumo arba stambiai vidutingrūdė, nors gali būti ir smulkių grūdelių. Tekstūra dažniau gneisiška, bet esant didesniam biotito kiekiui gali būti ir skalūnuota (2.4.4 pav., C).

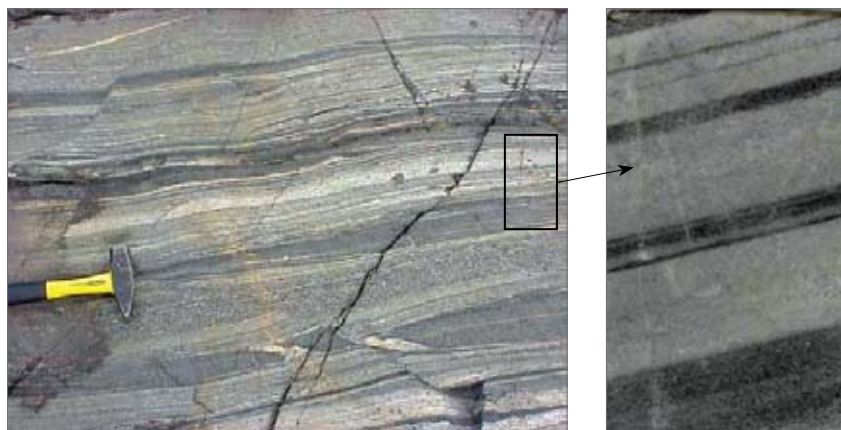
Molio skalūnas, filitas ir žėrutiniai skalūnai su muskovitu susidaro žemo metamorfizmo sąlygomis (iki 550–600 °C). Biotitas ir kiti aliuminingieji mineralai rodo vidutinį ir aukštą metamorfizmo lygį.

Smiltainiai, gravelitai ir konglomeratai dažniausiai sudaryti iš kvarco, plagioklazo, mikroklino, kurie yra stabilūs įvairiomis metamorfizmo sąlygomis, todėl uolienos mineralinė sudėtis kinta mažai. Tik iš cemento ar molingos medžiagos priemaišos kristalizuojasi muskovitas, biotitas, raginukė, granatas, bet jų paprastai esti nedaug (iki 20–30 proc.). Metamorfizmo metu uoliena persikristalizuoja, naujai susidarę mineralai išsidėsto kryptingai,



2.4.4 PAV. Molio metamorfizmas: A – filitas; B – granato-muskovito skalūnas; C – granatinis gneisas. G. Motuzos nuotr.

Metamorfizmo metu uoliena persikristalizuoja, naujai susidarę mineralai išsidėsto kryptingai,



2.4.5 PAV. Gneisas – metamorfinuotas smiltainis. G. Motuzos ir Ž. P. Ležua nuotr.



2.4.6 PAV. Metagraelitas (A) ir metakonglomeratas (B). G. Motuzos nuotr.

įgyja gneisišką tekstūrą. Tokios uolienos vadinamos **gneisais**, pridedant jas sudarančių mineralų pavadinimus jų kiekio didėjimo tvarka. Vis dėlto dažnai išlieka uolienų pirminės sandaros požymiai – nuolaužinė struktūra, sluoksniuotumas (2.4.5 pav.). Kai tie požymiai gana akivaizdūs, uolienas galima vadinti **metasmiltainiu**, **metagraelitu** ar **metakonglomeratu** (2.4.6 pav.).

Karbonatinių uolienų – klinties ir dolomito metamorfizmo metu susidaro **marmuras**. Tai uoliena, daugiau kaip 50 proc. sudaryta iš karbonatų kalcito ir (arba) dolomito. Šie mineralai nekinta metamorfizmo metu, bet persikristalizuoja. Jei pirminėje nuosėdinėje uolienoje buvo molio, silikatinės ar organinės medžiagos priemaiša, iš jų susidaro kiti mineralai – grafitas, amfibolai, piroksenai, olivinas, žėručiai ar geležies oksidai. Jie suteikia marmurui įvairių spalvų ir raštų, dėl to jis vertinamas kaip apdailos akmuo. Pilką ir juodą spalvą suteikia grafitas, rausvą – hematitas, žalsvą – chloritas (2.4.7 pav.).

Kylant temperatūrai žemės gelmėse uolienos galiausiai pradeda lydėtis. Tai įvyksta ne iš karto – pradžioje išsilydo mažiau atspari temperatūrai jos dalis, o kita, mažiau lydi, lieka kietosios būsenos. Tokiu būdu susidaro nevienalytis darinys iš pirminės dar neišsilydžiusios uolienos liekanų ir lydalo, susitingusio ir išsikristalizavusio gyslų, juostų, netaisyklingų dėmių pavidalu. Tokia nevienalytė uoliena vadinama graikišku žodžiu **migmatitas**, kuris ir reiškia mišinį (2.4.8 pav.).

Jei lydymasis pasiekia 25–30 proc. storymės tūrio, visa ji elgiasi kaip skysta, platinga medžiaga ir teka Žemės plutoje iš didesnio į mažesnio slėgio vietas. Judėjimo metu visa ši medžiaga veliasi, maišosi, todėl migmatitai yra labai įvairios sandaros.

Lydymasis apima didžiulius tūrius žemės gelmėse, jie sudaro didelę žemynų viršutinės plutos dalį. Dėl kilimo ir erozijos giluminės plutos dalys, kartu ir migmatitai, atsiduria žemės paviršiuje. Todėl čia jie yra labai paplitę. Didžioji dalis Lietuvos riedulių ir yra migmatitai (2.4.9 pav.).

Metamorfizmas vyksta veikiant įvairiems geologiniams procesams, kuriuos atspindi jų metu susidariusių uolienų sandaros ir sudėties ypatybės.

Pavyzdžiui, lūžiuose tarp judančių Žemės plutos blokų uolienos sutrinamos lyg tarp girnų. Lūžių giluminėse dalyse, keliolikos kilometrų gylyje, kur temperatūra siekia kelis šimtus laipsnių, uolienos deformuojamos platingai, jų grūdeliai išsitempia, persikristalizuoja, išsidėsto kryptingai. Tokios uolienos vadinamos **milonitais**. Jų ypatybė yra ištemptos kristalų liekanos lęšių, akių pavidalo. Šios rūšies milonitai dar vadinami **akiniais gneisais** (2.4.10 pav.).

Mažesniame gylyje, kur labiau veikia slėgis negu temperatūra, uoliena tiesiog sutrupinama į smulkias nuolaužėles, bet kryptingumo nesusidaro. Tokia uoliena va-



2.4.7 PAV. Rausvasis marmuras. G. Motuzos nuotr.



2.4.8 PAV. Migmatitai. G. Motuzos nuotr.



2.4.9 PAV. Migmatito riedulys. G. Motuzos nuotr.

dinama **kataklazitu**. Kataklazitas, sudarytas iš gerai matomų centimetrinių ir stambesnių nuolaužų, vadinamas **brekčija** (2.4.11 pav.).

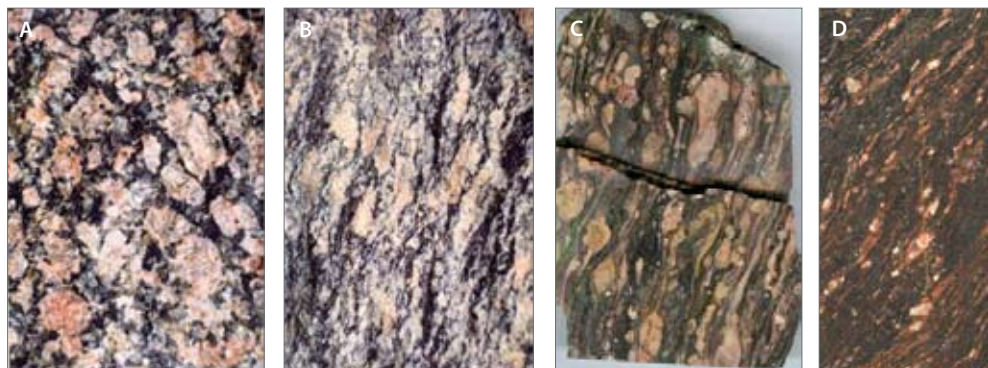
Kai į Žemės plutą iš giliau įsiskverbia magmos kūnai, metamorfizmas vyksta jų aplinkoje, nes čia pakyla temperatūra. Talpinančios nuosėdinės uolienos persikristalizuoja ir vadinamos ragainiais.

Ragainiai būna pilkos, žalsvai pilkos, rusvos, beveik juodos spalvos. Jos grūdėliai itin smulkūs, neretai išlieka jų pirminis sluoksnuiotumas, tai yra ragainiams būdinga juostuota sandara.

Karštos lakiosios medžiagos – fluidai skverbdamiesi per uolienų storymę reaguoja su jomis – vienus cheminius elementus ištirpina ir išneša, kitus įneša į jų

vietą. Dėl to gali smarkiai pasikeisti uolienos cheminė sudėtis. Šis reiškinys vyksta, kai uoliena yra kietosios būsenos ir jos tūris nekinta. Tokia metamorfizmo rūšis vadinama **metasomatoze**, o jos metu susidaranti uoliena – **metasomatitais**.

Bene dažniausiai pasitaikanti metasomatinė uoliena yra **kvarcitas**, tiksliau **antrinis kvarcitas**. Tai pilka, gelsvai pilka uoliena, sudaryta beveik vien iš kvarco. Kvarcitas susidaro kvarcėjant įvairioms uolienoms, kai į jas įsiterpia SiO_2 . Dažnai šis procesas vyksta netolygiai, todėl antriniame kvarcite pasitaiko įvairių mastų pakeistų pirminių uolienų liekanų.



2.4.10 PAV. Įvairiai milonitizuotas granitas: A – silpnai milonitizuotas; B, C – akinis gneisas – milonitas; D – ultramilonitas. G. Motuzos nuotr.



2.4.11 PAV. Brekčija. G. Motuzos nuotr.



2.4.13 PAV. Greizenas – muskovito ir kvarco uoliena. G. Motuzos nuotr.



2.4.12 PAV. Skarnos: A – granato-amfibolo skarna; B – amfibolo skarna (juoda), keičianti pirokseno skarną (šviesiai žalia). G. Motuzos nuotr.

Metasomatozė taip pat dažnai vyksta granito kūnų sąlytyje su karbonatinėmis nuosėdinėmis uolienomis. Granito magmoje esantis vanduo ir kitos lakiosios medžiagos, užgriebdamos įvairių cheminių elementų, skverbiasi į talpinančias uolienas. Patekę į karbonatinę terpę fluidai reaguoja su karbonatais ir juose susidaro silikatinės uolienos, vadinamos **skarnomis**. Jos būna įvairios mineralinės sudėties, dažniausiai iš pirokseno, granato, amfibolo, epidoto ir vadinamos pagal jas sudarančius mineralus (2.4.12 pav.). Skarnose būna geležies, vario, aukso, volframo ir kitų metalų telkinių. Skarnos būna įvairaus grūdėtumo, paprastai nekryptingos tekstūros, bet dažnai juostuotos, dėmėtos dėl netolygaus jas sudarančių mineralų pasiskirstymo ir keičiamų uolienų liekanų.

Fluidai, išsiskyrę iš stingstančios granito magmos, reaguoja ir su silikatinėmis uolienomis, net ir su to paties granito kūno anksčiau sustingusiomis dalimis. Tokiu būdu granito kūno pakraštinėse dalyse ir talpinančiose uolienose susidaro metasomatinė uoliena, vadinama greizenu.

Greizenas yra uoliena, sudaryta iš kvarco ir žėručio muskovito. Jame gali būti feldšpatų liekanų ir retų mineralų – topazo, berilo, turmalino, korundo. Uolienos spalva šviesi, pilkai balta, gelsva. Grūdėtumas gali būti nuo smulkaus iki stambiaus, kartais net itin stambus (2.4.13 pav.). Be minėtų mineralų, greizene būna ir rūdinių mineralų – retų metalų nešiklių – berilo (Be), kasiterito (Sn), šejelito (W) ir kitų.

3. FOSILIJOS

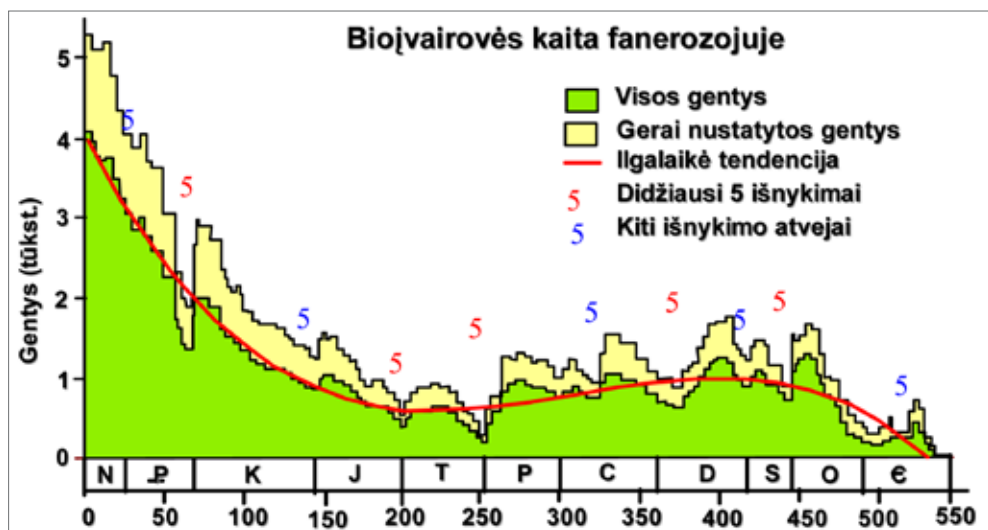
3.1. IŠKASTINIŲ ORGANIZMŲ REIKŠMĖ GEOLOGIJOJE

Anglų geologijos mokslo tėvas V. Smitas (W. Smith) (1769–1839) 1790 m. pastebėjo, kad atskiruose sluoksniuose palaidoti organizmai savo forma yra skirtingi. Tačiau viena nuo kitos nutolusiose atodangose galima rasti uolienų sluoksnius, kuriuose aptinkami tokie pat organizmai. Jis priėjo išvadą, kad tokie sluoksniai susidarė tuo pačiu metu, t. y. vienaamžiai. Palaidotų organizmų tyrimas davė naują geologijos srities mokslo kryptį – **stratigrafiją**. Šiandien atliekant bet kokius nuosėdinės storymės geologinius tyrimus visuomet remiamasi stratigrafijos duomenimis, kurie grindžiami įvairių grupių iškastinių organizmų paplitimu laike ir erdvėje. Atskiros iškastinių organizmų grupės (rūšys, gentys ir kiti taksonai pagal biologinę nomenklatūrą) būdingos tik tam tikram geologiniam laikotarpiui (sistemai, epochai, laikui). Remiantis tuo bet kokios geologinės sistemos uolienų storymių klostymasis gali būti suskaidytas į gana smulkius laiko tarpsnius, kurie apibrėžiami tam tikrų atskirų gyvūnų rūšių gyvavimo laikotarpiais. Pastarieji vadinami biostratigrafinėmis zonomis.

Šiandien nesudėtinga nustatyti, kur ir kokiomis klimatinėmis sąlygomis gyvena ar auga tam tikros gyvūnų ar augalų rūšys. Taikant aktualizmo principą, pagal išmirusius organizmus taip pat galima nustatyti jų buvusias gyvenimo sąlygas, o tai yra nepaprastai svarbu atkuriant Žemės plutos nuosėdinės dangos raidos paleogeografines sąlygas.

Geologinio laiko tėkmėje organinio pasaulio evoliuciją lydėjo ne tik klestėjimo laikotarpiai, bet ir katastrofiniai įvykiai, kurių metu išmirė ištisos tam tikrų organizmų grupių gentys, šeimos ir net stambesnio rango taksonai. Nustatyti penki patys stambiausi fanerozojaus organinio pasaulio išnykimo atvejai – masiniai išmirimai (3.1. pav.). Tai įvyko ordoviko ir silūro, vidurinio ir viršutinio devono, permio ir triaso, triaso ir jūros bei kreidos ir paleogeno periodų sandūroje. Kai kurių minėtų išmirimų priežastys yra nustatytos, tačiau dėl kai kurių dar tebevyksta mokslinės diskusijos.

Apibendrinant reikia pažymėti, kad iškastinio organinio pasaulio liekanos yra ne tik pagrindinis gyvybės evoliucinės raidos metraštis, bet ir ypač svarbus įvairiapusės geologinės praktinės veiklos įrankis.



3.1. PAV. Organinio pasaulio kaitos ypatumai fanerozojuje

3.2. ORGANIZMŲ FOSILIZACIJA

Dažniausiai pasitaiko tie iškastiniai organizmai (fosilijos), kurie gyveno vandens aplinkoje (jūrose, vandenyne, ežeruose), ypač retai – organizmai, gyvenę sausumoje. Pagrindinė sąlyga išlikti organizmų liekanoms yra jų palaidojimo sąlygos. Vandens aplinkoje mirus individui, greitai pradeda irti minkštosios kūno dalys, skeleto vidų pripildo nuosėdos, o laikui bėgant jos uždengia ir patį skeletą. Tuomet kietųjų organizmo dalių (kiautelių, kaulinių audinių) irimas gerokai sulėtėja arba visiškai sustoja. Tačiau ilgai prasideda ir skeletą dengiančių nuosėdų virsmas uoliena, kitaip tariant, prasideda nuosėdų diagenėzė. Dėl jos poveikio prasideda ir skeleto cheminės sudėties kitimas, taigi, labai dažnai pasikeičia jo mineralinė sudėtis. Kitaip tariant, įvyksta palaidoto organizmo fosilizacija. Virš palaidoto skeleto nuolat kaupiasi naujos nuosėdų storymės, dėl to didėja slėgis į jį, uolienu poromis ir plyšiais cirkuliudamas vanduo toliau jį veikia keisdamas cheminę sudėtį. Šių procesų veikiamas skeletas per kelis, keliasdešimt ar kelis šimtus milijonų metų smarkiai pakeičiamas. Jo viduje susidaro piritas (FeS_2) – tai vadinamoji skeleto piritizacija, kalcitas (CaCO_3) keičiamas dolomitu ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) – vyksta skeleto dolomitizacija. Be to, skeleto viduje kartais susidaro markazito, (FeS_2), fluorito, kvarco, galenito smulkių kristalų. Dažniau skeletas yra visiškai ištirpdomas ir lieka tik atspaudai arba antriniais mineralais pakeista jo dalis – branduolys. Sausumoje žuvę organizmai yra nuolat veikiami atmosferos. Dėl to greitai suyra ne tik minkštosios, bet ir kietosios jų kūno dalys. Žemyninėmis sąlygomis skeletų išlikimas (fosilizacija) praktiškai yra tik atsitiktinis reiškinys, netikėtai organizmui patekus į tam tikras sąlygas: įklampus balose ir pelkėse, užšalus į ledą (poliarinėse ar priedėdyninėse srityse).

Gamtoje fosilijos randamos įvairių pavidalų. Gali būti atvejų, kai iškastiniai randami ne tik skeletai, bet ir minkštosios kūno dalys, pavyzdžiui, pelkėje nuskendę, o vėliau įšalę mamutai, medžių dervose užkonservuoti įvairūs vabzdžiai ir kt.

Dažniausiai randami organizmų skeletai arba jų fragmentai, atspaudai, branduoliai, bioglifai (organizmų veiklos pėdsakai – šlaužiojimo žymės, pėdų atspaudai ir kt.) bei ichnofosilijos – organizmų veiklos pėdsakai.

3.3. ORGANINIO PASAULIO KLASIFIKACIJA IR SVARBIAUSIŲ TAKSONŲ BŪDINGIEJI BRUOŽAI

Skaitant geologinę mokslinę literatūrą, ypač stratigrafijos, paleontologijos ar paleobotanikos klausimais, susiduriama su lotyniškais pavadinimais, pavyzdžiui, *Panderodus unicostatus* (Branson et Mehl) arba *Oktavites spiralis* (Geinitz) ir pan. Šiuo atveju tai yra ne kas kita kaip lotyniškas organizmo pavadinimas. Pirmasis žodis reiškia genties pavadinimą, antrasis – rūšies, o trečiasis – pirmą kartą aprašiusio šią rūšį autoriaus pavardę. Apskritai tai biologinės sistematikos (klasifikacijos) atvejis. Organizmų pasaulis yra klasifikuojamas pagal tam tikrus požymius. Jei nebūtų klasifikacijos, specialistai, tyrinėjantys tiek dabartinius, tiek išmirusius organizmus, tiesiog nesusikalbėtų, ypač jei tas pats organizmas skirtingose pasaulio šalyse skirtingai vadinamas.

Pirmąją organinio pasaulio klasifikaciją pasiūlė J. Ray (Dž. Rėjus) (1628–1705). Jos pagrindą sudarė rūšies ir genties pavadinimai (binarinė nomenklatūra). Galutinę organinio pasaulio klasifikaciją ir sistematikos principus sukūrė švedų mokslininkas C. Linnaeus (K. Linėjus) 1759 metais ir tuo metu ji atrodė taip:

```

karalystė
  klasė
    gentis
      rūšis
        porūšis

```

Šiandienėje biologinėje taksonomijoje yra tokie rangai (žemėjančia tvarka):

```

superkaralystė
  karalystė
    tipas
      klasė
        būrys
          šeima
            triba
              gentis
                rūšis

```

Tačiau šalia šių taksonų rangų yra ir tarpiniai rangai, pavyzdžiui, anttipis ir potipis, arba antšeimis ir pošeimis ir t. t.

Kadangi „Bendrosios geologijos“ kurso tikslas nėra išsamiai supažindinti su išmirusių organizmų pasauliu, o tik duoti bendrą supratimą apie fosilijas, todėl toliau bus pateikiama informacija tik apie kai kurių organizmų grupių pagrindinius atstovus, kurie dažnai aptinkami Lietuvoje.

Fosilijos Lietuvoje randamos įvairių geologinių periodų uolienose, kurios išeina į žemės paviršių. Tokių uolienų išeigos yra labai retos, nes senesnių geologinių periodų uolienų išeigas perdengia gana didelės paskutiniojo geologinio periodo – kvartero nuogulų storenės. Dabartiniu metu į žemės paviršių natūraliose atodangose atsiveria tik kreidos (luistuose), jūros, karbono ir devono periodų uolienos, karjeruose galima matyti neogeno, jūros, triaso ir permio periodų uolienas. Tačiau daug fosilijų randama nuosėdinės kilmės rieduliuose, kuriuos atnešė slinkdamas ledynas iš šiaurės ar šiaurės vakarų. Riedulinėje medžiagoje yra beveik visų geologinių periodų uolienų, gal išskyrus karbono, paleogeno ir neogeno periodus.

Pratybų tikslas yra supažindinti studentus su pagrindinėmis makroskopinėmis fosilijomis, kurios gali priklausyti eukariotų antkaralystei. Prokariotų antkaralystės atstovai yra mikroskopinių dydžių, todėl šiame vadovėlyje pateikiama tik pati pagrindinė medžiaga apie juos, kad būtų galima susidaryti išsamesnį organinio pasaulio vaizdą.

3.3.1. *Procaryota* – prokariotai

Prokariotams būdinga tai, kad neturi membranų dengiamo branduolio, tačiau kai kurie iš jų atlieka fotosintezę. Prokariotai Žemėje paplitę beveik visur. Kai kurie gali išgyventi itin atšiauriomis sąlygomis, pavyzdžiui, gyventi didžiuliame karštyje (*termofilai*) ar druskingoje aplinkoje (*halofilai*). Prokariotai skirstomi į dvi antkaralystes: *Bacteria* ir *Archaea*.

Antkaralystė: *Bacteria* (*Eubacteria*)

Klasė *Cyanobacteria* – melsvabakterės. Melsvabakterės anksčiau buvo priskiriamos prie dumblių ir buvo vadinamos melsvadumbliais (*Cyanophyta*). Atlikus velesnius tyrimus išaiškėjo, kad šie organizmai neturi branduolio, nors kaip ir dumbliai vykdo fotosintezę, kurios metu neorganinės medžiagos yra transformuojamos į paprastus angliavandenius ir kartu išskiriamas deguonis. Šiuo aspektu, ypač melsvabakterės, yra įdomios tuo, kad jos galėjo būti pirmieji organizmai (Schopf, 2006), kurie atsirado Žemėje maždaug prieš 3,5 mlrd. metų, ir teigiama, kad tai buvo pirmieji organizmai, pradėję atpalaiduoti deguonį, kuris buvo gyvybiškai svarbus pirmiesiems eukariotams – organizmams, turintiems ląstelės tikrą, membranos apgaubtą branduolį. Fosilinio būvio jie aptinkami vadinamųjų stromatolitų pavidalu. Stromatolitai yra įvairių formų: sluoksniuoti, kūgio pavidalo ir pan. (3.3.1, 3.3.2 pav.). Jie žinomi ne tik iš paleoarchejaus, bet ir gerokai jaunesnių uolienų (proterozojaus ir paleozojaus), o kai kur susidaro ir dabar.



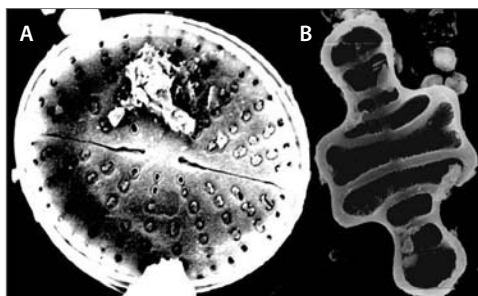
3.3.1 PAV. Archėjaus stromatolitai: a – kiliminis, b – kupolo pavidalo – Tumbiana formacija, V. Australija, 2,723 mlrd. m. (Walter 1972, 1983; Grey 1979); c–f – sluoksniniai ir kūgio pavidalo: c, d – Insuzi grupė, P. Afrika, 2,985 mlrd. m. (Mason & von Brunn 1977; von Brunn & Mason 1977; Walter 1983; Beukes & Lowe 1989), f – Fig Tree grupė, P. Afrika, 3,245 mlrd. m. (Byerly et al. 1986; Byerly & Palmer 1991); g – sluoksniniai – Kromberg formacija, P. Afrika, 3,320 mlrd. m. (Walsh & Lowe 1985; Walsh 1992); h–l – palinkusiai sluoksniniai ir kūgiški, Strelley Pool Chert, V. Australija, 3,388 mlrd. m. (Hofmann et al. 1999; Hofmann 2000; Van Kranendonk et al. 2003; Allwood et al. 2004); m, n – kupolo pavidalo ir sluoksniniai, Dresser formacija, V. Australija, 3,496 mlrd. m. (Walter et al. 1980; Buick et al. 1981; Groves et al. 1981; Walter 1983; Schopf & Walter 1983; Buick et al. 1995; Buick 2001)

Antkaralystė: *Archaea* – archėjos

Daugeliu ląstelės sandaros aspektų archėjos panašios į bakterijas. Skirtingai nei bakterijos, archėjos gali gaminti metaną kaip šalutinį metabolizmo produktą bedeguonėje aplinkoje. Nėvykdo fotosintezės chlorofilo pagrindu. Archėjos labai patvarios įvairiems aplinkos veiksniams – dauguma jų yra chemotrofai. Apie iškastinio pavidalo archėjas patikimų duomenų kol kas nėra.



3.3.2 PAV. Stromatolitai, proterozojus, Suomija, Rantama (nuotr. G. Motuzos)



3.3.3 PAV. Diatomėjų (*Bacillariophyta*) skyriaus penatinės diatomėjos, gyvenančios gėlo vandens telkinio dugne ir B – *Tetracyclus emarginatus* didinant A – 3 600 ir B – 4 000 kartų (Kabailienė, Radževičius, 2011) (nuotr. V. Šeirienės)



3.3.4 PAV. Haptofitai, padengti kokolitoforinėmis plokštelėmis

3.3.2. *Eucaryota* – eukariotai

Protista – protistai

Pirmuonys (protistai) – daugiausia vienaląsčiai organizmai ir dumbliai. Tačiau šiai karalystei priskiriami ir daugialąsčiai organizmai, neturintys diferencijuotų audinių. Tai daugiau sisteminė nei natūrali grupė. Protistams priklauso įvairių tipų dumbliai: žalieji, titnagdumbliai, rudadumbliai, raudondumbliai, žiuželiniai, šarvuotieji auksadumbliai ir kt. Visi jie yra mikroskopiniai organizmai. Kai kurie turi kietą apvalkalą, kuriame yra opalo arba aragonito, ir jie yra uolienas formuojantys organizmai. Pavyzdžiui, iš titnagdumblių (3.3.3 pav.) (jų apvalkalas sudarytas iš opalo) sandarių susidaro uoliena – diatomitas, kurio pasitaiko viršutinės kreidos pjūviuose Vakarų Lietuvoje. Kai kurų dumblių grupės – haptofitų (tipas *Haptophyta*) ląstelės paviršių dengia mikroskopinės kalcio karbonato (aragonito) plokštelės – kokolitai. Dėl to visa ši grupė vadinama kokolitoforidais (3.3.4 pav.). Po jų žūties susidaro organinės klinties ir rašomosios kreidos klodai, pastarieji randami viršutinės kreidos pjūviuose vakarinėje Lietuvos dalyje.

Pokaralystė *Protozoa* – pirmuonys

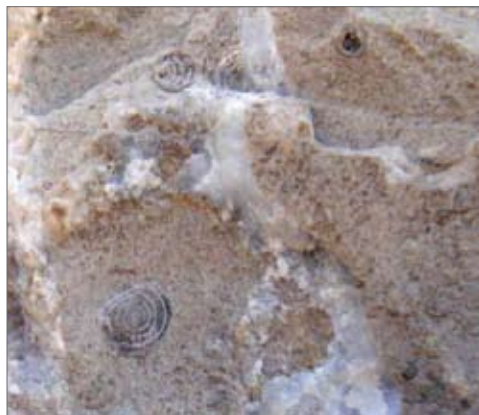
Tipas *Sarkodina* – sarkodininiai. Tai vienaląsčiai organizmai, gyvenantys daugiausia jūriniuose baseinuose. Dauguma sarkodininių organizmų turėjo skeletą, todėl jie randami iškastiniai fosilijų pavidalu. Sarkodininiai organizmai yra ir planktoniniai, ir bentosiniai. Individai judėjimo tikslams turėjo netikras kojeles – pseudopodijas, kurios atliko ir maisto

paėmimo funkcijas. Pagal pseudopodijų sandarą sarkodininiai organizmai skirstomi į du potipius: šakniakojus (*Rhizopoda*) ir spinduliuočius (*Actinopoda*). Pirmame iš jų yra išskiriama foraminiferų (*Foraminifera*) klasė, kurios visi individai turi skeletą. Jų skelete yra plyšys arba skylutė (apertūra) pro kurią į išorę išleidžiamos labai plonos siūlo pavidalo citoplazmos ataugos – pseudopodijos, kurios atlieka judėjimo, maisto paėmimo, arba maisto gaudymo tinklo, dujų apykaitos bei skeleto formavimo funkcijas. Foraminiferai yra žinomi nuo kambro iki šiol.

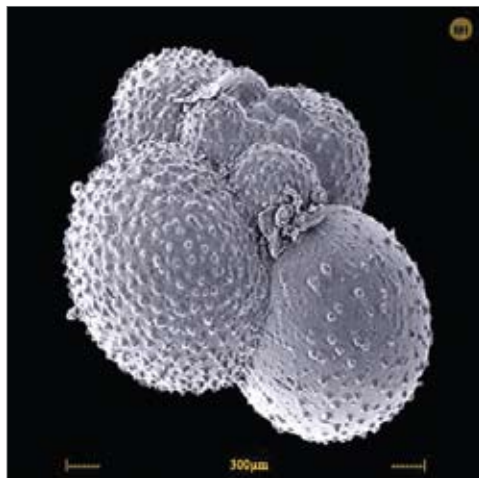
Foraminiferų skeleto dydis svyruoja nuo 0,02 mm iki 0,05 mm. Tačiau pasitaiko ir tokių, kurių skeletas siekia net iki 100 mm. Pastariesiems priklauso fuzulinidai ir numulitidai, kuriuos nesunku aptikti uolienose, o kitų dėl skeleto dydžio neįmanoma aptikti plika akimi. Skeletą sudaro vienka, dvi arba daug kamerų – nuo kelių iki keleto dešimčių. Tačiau visur buvo viena ląstelė, tik atskiros jos dalys – skirtingose kameroose, kur atliko skirtingas gyvybės palaikymo funkcijas. Foraminiferų daugiakamerio skeleto išvaizda gana įvairi. Kameros gali būti išsidėsčiusios vienoje plokštumoje susisukusios į spiralę arba viena kitos atžvilgiu tam tikru kampu, arba viena gauti kitą ir pan.

Foraminiferų klasifikacija remiasi skeleto mineraline sudėtimi ir jo susidarymo būdu. Pagal susidarymo būdą foraminiferų skeletas yra agliutininis ir sekrecinis. Agliutininis skeletas susidaro, kai ląstelės citoplazma išskiria specialią medžiagą, kuri atlieka savotišką klijų arba cemento funkciją. Dėl šios medžiagos prie foraminifero kūno paviršiaus iš aplinkos prilimpa smulkios detrito nuolaužos, kvarco, kalcito grūdėliai, pinčių spikulės ir jos yra sucementuojamos.

Sekrecinis skeletas susidaro, kai pati citoplazma išskiria specialias medžiagas jam susidaryti. Dažniausiai sekrecinis skeletas susideda iš pusiau chitininės, karbonatinės arba silicinės medžiagos.



3.3.5 PAV. *Fusulina* sp. klintyje, padidinta 30 kartų



3.3.6 PAV. *Globigerina* sp. 1., Torrente Stirone, Italija, pleistocenas (Herbert, 2010)



3.3.7 PAV. *Nummulites complanatus* Lamarck, paleogenas, eocenas, Simferopolis, Ukraina

Kai kurios foraminiferų rūšys yra gana svarbios stratigrafijai (juros, kreidos, paleogeno periodai), o kai kurios yra uolienas sudarantys organizmai, pavyzdžiui, g. *Fusulina*, (3.3.5 pav.), g. *Globigerina* (3.3.6 pav.), g. *Nummulites* (3.3.7 pav.). Susidaro vadinamosios fuzulininės, globigerininės arba numulitinės klintys. Pastarosios centrinėje Krymo pusiasalio dalyje sudaro keliasdešimties metrų storio apatinio paleogeno klinties kodus. Jie pjaustomi į statybinius blokus, iš kurių statomi daugiaaukščiai namai Simferopolyje, Bachčisarajuje ir jų apylinkėse.

Karalystė *Animalia* – gyvūnai

Pokaralystė *Metazoa* – daugialąsčiai

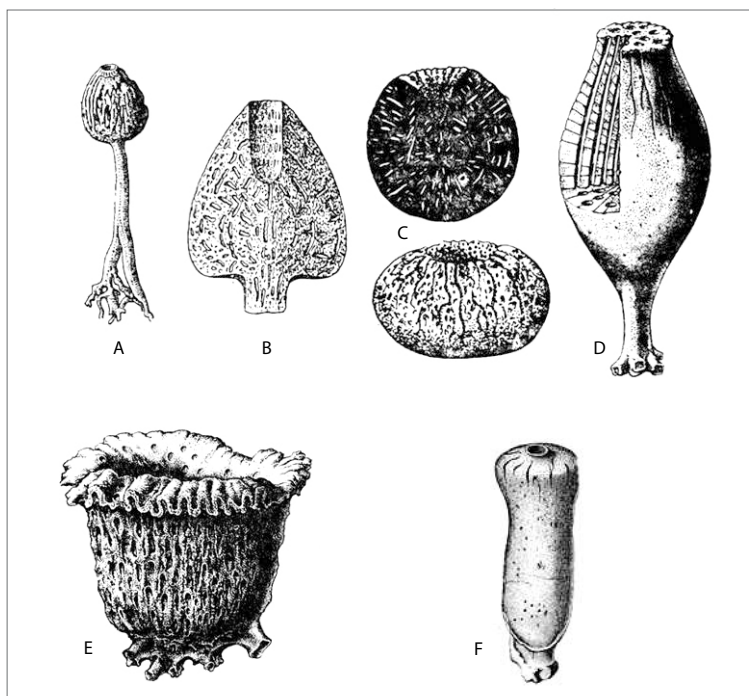
Tipas *Spongiata* – pintiniai

Klasė *Spongia* – pintys. Pintys yra filtratoriai, nes maistą gauna su vandens srautu. Vanduo su maisto dalelėmis į pinties kūną ir jos centrinę ertmę, kurios paviršiuje yra žiuželinės – apykaklinės ląstelės, patenka per daugelį angų – porų, esančių išoriniame šio organizmo paviršiuje. Iš centrinės ertmės vanduo išmetamas į viršų pro angą – žiotis toliau nuo pinties. Pinties kūno viduje poros tarpusavyje yra susijungusios kanalais. Porų ir kanalų sistema pinties kūne sudaro vadinamąją irigacinę sistemą, kuri tam tikrais atvejais yra kaip vienas iš sistematinių principų klasifikuojant pintis.

Dauguma pinčių turi sekrecinį skeletą – organinį, mineralinį arba mišrų, retai skeletas yra agliutininis. Organinį skeletą sudaro skleroproteinas – siūlų, plaušų arba plėvelių formos sponginas, jo sudėtis panaši į šilką ir žinduolių ragus. Mineralinį skeletą sudaro adatos – spikulės. Spikulių yra įvairios formos (dažniausiai adatos pavidalo) ir dydžio. Spikulių dydis gali kisti nuo tūkstantųjų milimetro dalių iki kelių centimetrų. Jas gali sudaryti kalcio karbonatas (CaCO_3) arba opalas ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Spikulės gali būti vienašės, dviašės, triašės, keturašės ir daugiaašės. Spindulių skaičius spikuose gali būti 2, 3, 4, 5, 6 ir daugiau.

Smulkesnis pinčių sisteminis skirstymas į poklasių remiasi skeleto sudėtimi, spikulių forma, irigacinės sistemos sandara.

Poklasis *Silicispongia* – silicinės pintys. Šiai poklasiui priklauso pavienės arba kolonijinės pintys, turinčios agliutininį arba sekrecinį silicitinį, silicitinį-spongininį arba tik spongininį skeletą. Pintys gali būti ir beskeletės. Tarp įvairios skeletinės sudėties ir beskelečių pinčių gali būti ir tarpinių formų. Šių pinčių spikulės yra triašės šešiaspindulės arba keturašės keturiaspindulės, arba vienašės dvispindulės, sudarytos iš opalo. Visos šios pintys buvo bentosiniai organizmai ir gyveno normalaus drus-



3.3.8 PAV. Pintys: A–E – *Silicispongia* poklasis. A, B – *Siphonia* sp., C – *Astylospongia* sp., D – *Jerea* sp., E – *Ventriculites* sp. (Михайлова и др., 1989), F – *Calcispongia* poklasis *Peridonella* sp. (Fraas, 1910)

kingumo jūriniuose baseinuose, kurių gylis gali siekti iki 1000 m. Jų randama nuo ediakaro periodo iki dabar. Lietuvoje šių pinčių aptinkama ordoviko, silūro, jūros ir kreidos periodų uolienose riedulinėje medžiagoje arba giliųjų gręžinių kerne. Būdingos gentys yra tokios: g. *Astylospongia* (O-S), g. *Siphonia* (K₂), g. *Jerea* (K), g. *Ventriculites* (K₂) (3.3.8 pav.).

Poklasis *Calcispongia* – karbonatinės pintys. Tai pavienės arba kolonijas sudarančios pintys, kurių spikulės yra sudarytos iš kalcio karbonato. Jos yra vienašės ir triašės – trispindulės arba keturašės keturiaspindulės. Fosilinių pinčių triašės trispindulės spikulės susilieja į mineralinius plaukelius – skaidulas, kurios suaugdamos sudaro specifinį karkasą, vadinamą faretroniniu tinkleliu. Dabartinės karbonatinės pintys, turinčios triašės trispindulės spikules, sudaro taisyklingą šešiakampį tinklelį.

Karbonatinės pintys yra bentosinės, gyvena ir gyvena normalaus druskingumo įvairių platumų baseinuose nuo 0 iki 30 m gylio ir retai iki 200 m. Jos žinomos nuo devono periodo iki dabar. Būdingi šių pinčių atstovai priklauso g. *Peronidella* (T-K) (3.3.8 pav.). Ar jų esama Lietuvoje, duomenų kol kas nėra.

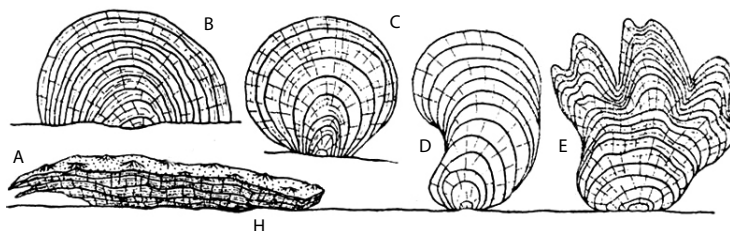
Antbūris *Chaetetoidea* – chetetoidėjai

Chetetoidėjai dėl savo kolonijų pobūdžio buvo siejami su koralais. Jie paprastai sudaro masyvias kolonijas, kuriose vienas prie kito yra prigludę koralitai. Pastarieji yra prizminės formos, skerspjūvyje daugiakampio vamzdelio pavidalo. Vidinėje koralito dalyje yra horizontalios pertvarėlės – dugneliai ir vertikalios – pseudoseptos. Vamzdelių skersmuo paprastai mažesnis nei 1 mm. Kolonijos nuosekliai augo viena ant kitos. Nutrūkus vienam kolonijos dalies augimui, kitos jos dalys augo toliau. Po kiek laiko ant nustojusios augti kolonijos dalies prasideda naujos kolonijos dalies tolesnis augimas. Tokį netolydų atskirų kolonijos dalių augimą ryškiai atskiria plokštumos. Išskastinės išlieka karbonatinės masyvios kolonijos. Chetetoidėjų antbūrio sisteminė padėtis ir rangas yra nuolatinių svarstymų ir ginčų objektas. Dažnai ši grupė priskiriama prie *Cnidaria* tipo ir *Anthozoa* klasės. Tačiau dalis tyrėjų šią grupę sieja su pintimis, nes kai kurios gentys yra panašios į sklerospongijas. Chetetoidėjai buvo bentosiniai organizmai, prisitvirtinę prie jūros dugno, ir gyveno nuo vidurinio ordoviko iki neogeno (3.3.9 pav.) (Михайлова и др., 1989).

Poklasis *Stromatopora* – stromatoporai. Fosilinės stromatoporos randamos kaip karbonatinės sudėties daugiasluoksnės plokštelės (laminos), nuosekliai augusios viena ant kitos. Statmenai plokštelių plokštumoms yra spygliai ir kiti vertikalūs dariniai, kurie vadinami stulpeliais. Stromatoporų skelete įvairiomis kryptimis yra išsidėstę kanalai, primenantys medžių šaknis. Jų kolonijos labai įvairios: sferos, rutulio, sluoksnių pavidalo ir pan. (3.3.10 pav.). Stromatoporai – daugiausia bentosiniai organizmai, laisvai gulintys ant jūros dugno paviršiaus. Jie gyveno viršutinėje sublitoralės dalyje atogrąžų ir paatogrąžio srityse. Kai kada jų kolonijos sudaro ištisus sluoksnius, dažnai vadinamus stromatoporinėmis klintimis. Jų ypač gausu Saaremos salos ir Vidurio Lietuvos silūro uolienose. Stromatoporos žinomos nuo vidurinio ordoviko iki paleogeno pabaigos.



3.3.9 PAV. *Chaetetes radians* (www.nik28289756.narod.ru)



3.3.10 PAV. A–H – stromatoporų kolonijų tipai (pagal Михайлова и др., 1989); *Stromatopora* sp., silūras Gotlando sala (Grobe, Wegener, 2008)

Tipas *Cnidaria* (*Coelenterata*) – duobagyviai

Duobagyviai – tai daugialąsčių gyvūnų tipas. Jiems priklauso medūzos, koralai bei hidros ir yra išimtinai vandens gyvūnai, gyvenantys normalaus druskingumo jūrinuose baseinuose įvairiame gylyje, net iki abisalio. Dabartiniu metu kai kurie duobagyviai gyvena sūrėtuose ir gėluose vandenyse. Išskatiniai daugiausia randami koralai. Šiems organizmams būdingos specialios dilginančios kapsulės, iš to ir kilo šio tipo pavadinimas.

Kūnas vamzdelio tipo, viename gale atviras, kitame – aklinas, sudarytas iš dviejų ląstelių sluoksnių: ektodermos ir entodermos, tarp kurių yra mezogljėja. Vidinė kūno ertmė išklotą entodermos, vadinama gastraline ertme. Priekiniame jos gale atsiveria burnos anga, kuri spinduliškai apsupta čiupiklių su dilgiosiomis ląstelėmis – knidocitais. Maistas pro burną patenka į gastralinę, arba žarninę, ertmę ir pradedamas virškinti. Maistas visiškai suvirškinamas endodermos ląstelėse, o nesuvirškinti likučiai pašalinami pro burną, nes nėra analinės ertmės.

Dauginasi nelytiniu (polipoidiniu arba pumpuravimosi) ir lytiniu (medūzoidiniu) būdu. Dažniausiai jiems būdinga kartų kaita. Jeigu individas atsirado iš lytinių ląstelių, toliau jis dauginasi pumpuravimosi būdu ir vėliau į aplinką paskleidžia lytines ląsteles naujiems individams atsirasti. Nelytiniu dauginimosi būdu dažnai susidaro didelės individų kolonijos (pvz., stromatoporatai, koraliniai polipai).

Dauguma jų sėslūs, gyvena prisitvirtinę prie vandenyje panirusių daiktų. Kai kurie, lankstydami savo kūną, sugeba lėtai judėti (pvz., hidra) arba plaukioti reaktyviu būdu (pvz., medūzos). Koraliniai polipai turi tvirtus skeletus ir sudaro dideles kolonijas – rifus, atolus.

Duobagyvių yra apie 10 tūkstančių rūšių. Dabartiniai duobagyviai sudaro tris pagrindines klases: hidragyviai (*Hydrozoa*), scifomedūzos (*Scyphozoa*) ir koraliniai polipai (*Anthozoa*).

Hidragyviai yra patys primitiviausi organizmai iš visų duobagyvių. Jie dauginasi pumpuravimosi ir lytiniu būdu. Hidragyviai, kurie dauginasi pumpuravimosi būdu (polipoidinė karta), formuoja organinį arba mineralinį skeletą, o tie, kurie dauginasi lytiniu būdu (medūzoidinė karta), skeleto neturi.

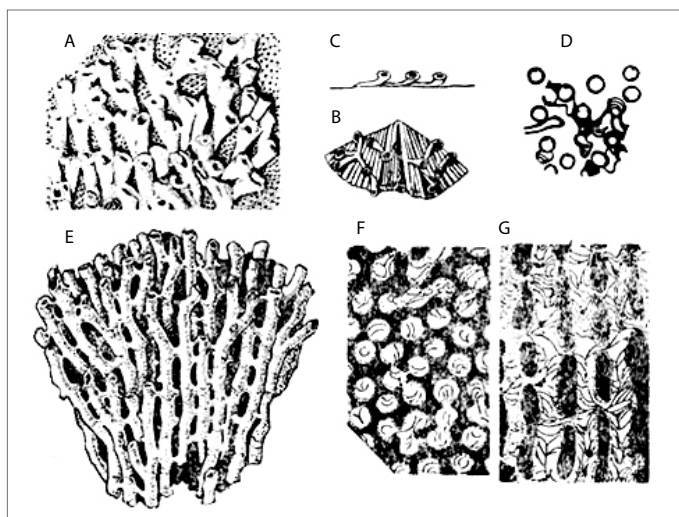
Pirmieji hidragyviai skeleto neturėjo, todėl iškastiniai randami tik jų atspaudai. Skeletiniai hidragyviai pasirodė ordoviko periodu.

Klasė *Anthozoa* – koraliniai polipai

Koraliniai polipai turi labai įvairių formų skeletus. Jie būna pavieniai individai ir ištisos jų kolonijos. Koralinių polipų gastralinėje ertmėje yra minkštos raukšlės ir kiti skeletiniai elementai. Skeletas – mineralinis, daugiausia sudarytas iš kalcito arba aragonito, rečiau mišrus mineralinis – organinis, pagal sudėtį artimas žinduolių ragams.

Koralito viduje yra vertikalūs ir horizontalūs elementai. Horizontalūs elementai – dugneliai yra ne kas kita kaip horizontalios arba silpnai įgaubtos plokštelės. Vertikalius elementus sudaro pertvarėlės (septos) ir stulpelis. Šiais elementais ir yra grindžiamas koralinių polipų smulkesnis taksonominis skirstymas. Tai dugnelinių (*Tabulatomorpha*), keturiaspindulių (*Tetracoralla*), šešiaspindulių (*Hexacoralla*) ir aštuoniaspindulių (*Octacoralla*) koralų poklasiai.

Poklasis *Tabulatomorpha* – dugneliniai koralai. Dugneliniai koralai – tai išmirę kolonijiniai koralai, kurie egzistavo nuo kambro iki neogeno. Dugnelinių koralų skeletas karbonatinis, o jų kolonijos turėjo pačią įvairiausią formą: krūminę, masyvią, šakotą, grandinę. Jeigu koralitai auga atskirai vienas nuo kito ir tarpusavyje jungiasi tik pumpuravimosi vietose, tuomet susidaro krūminės kolonijos. Jeigu jie yra vienas prie kito arti prilipę, tuomet formuojasi masyvi kolonija. Kartais koralitai vienas su kitu yra suaugę tik šoninėmis sienelėmis ir tokiu būdu sudaro vienaeilės arba daugiaeilės grandinės, sykiu suformuodami grandininės kolonijas. Koralitų vidinėje ertmėje pagrindiniai struktūriniai elementai yra dugneliai ir pertvarėlės ir daug re-



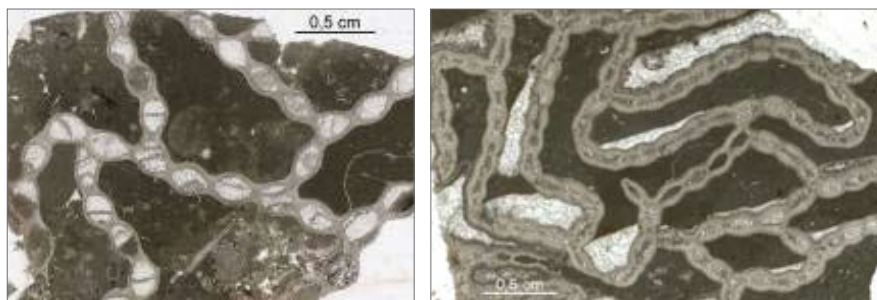
3.3.11 PAV. *Tabulatoidea* antbūrio atstovai: A – g. *Aulopora*: A, B – kolonijos išorinė išvaizda; C – koralitai ant substrato; D – koralitų skerspjūvis; E – g. *Syringopora*: E – kolonijos išorinė išvaizda, F – kolonijos skerspjūvis; G – išilginis pjūvis (Михайлова и др., 1989)



3.3.12 PAV. *Favosites* sp.: kairėje vaizdas iš viršaus, dešinėje vaizdas iš šono, silūras, Gotlando sala (www.wenlock.ukfossils.co.uk/Wenlock-Fossils)

čiau stulpelis. Tarpai tarp koralitų kolonijoje būna užpildyti puriu audiniu. Koralitai tarpusavyje jungiasi poromis ir vamzdeliais. Viršutinėje koralito dalyje yra piltuvėlio pavidalo įlinkis, kuris vadinamas taurele, o jos viduje yra polipas. Koralitų skersmuo svyruoja nuo 0,8 mm iki 2 mm, o kolonijų skersmuo kartais siekia 1,5 m. Dugneliniai koralai gyvena prisitvirtinę prie dugno arba laisvai gulėdami ant jo normalaus druskingumo šiltose jūrose.

Būdingi šio poklasio atstovai yra: g. *Favosites* (O_3-D_2) g. *Aulopora* (O–P), g. *Halysites* (O– S_1), g. *Catenipora* g. (O_3-S), g. *Syringopora* (O_3-C1), g. *Heliolites* (S– D_2). Lietuvoje šios fosilijos randamos rieduliuose arba gręžinių kerne (3.3.11–3.3.14 pav.).



3.3.13 PAV. *Catenipora* sp., silūras, Juuru regioninis aukštas, Pernu (www.geokogud.info/git/)



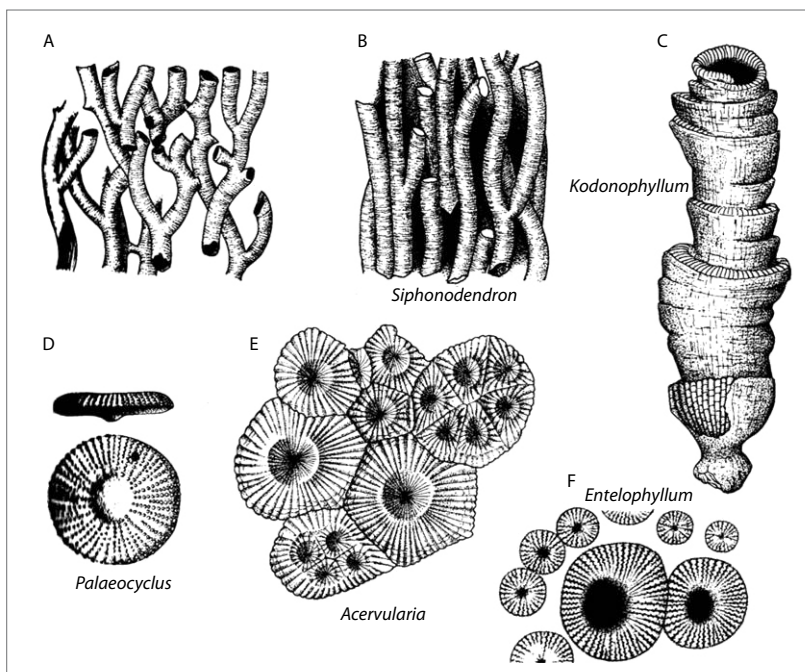
3.3.14 PAV. *Heliolites* sp., silūras, Gotlando sala (www.biopix.info/heliolites-sp_photo-64587.aspx)

Poklasis *Tetracoralla* – keturiaspinduliai koralai. Keturiaspinduliai koralai, kaip dugnoliniai, priklauso išmi-rusių koralų grupei. Jie buvo pavieniai arba sudarė kolonijas. Keturiaspindulių koralų skeletas karbonatinis. Pavienių koralų skeletas buvo cilindro, kūgio, tri-kampio arba keturkampio pavidalo. Pa-vienių koralų apatinė dalis dažnai buvo sulenktos rago formos. Koralitų skersmuo buvo 3–6 cm, o aukštis siekė iki 25 cm.

Didžiausias kolonijų skersmuo buvo iki

1,5 m, o aukštis – iki 0,5 m. Vidinėje koralito dalyje pagrindiniai sandaros elementai yra pertvarėlės, dugneliai, burbuliukai (disseptimentai) ir stulpeliai. Pradėjus iš lervos augti koralui, jos viduje atsiranda dvi pertvarėlės, vėliau dar dvi ir paskui dar dvi ir tokiu būdu koralite atsiranda šeši sektoriai su septomis. Tačiau toliau augant koralui, naujos septos susidaro tik keturiuose sektoriuose. Dėl šios ypatybės jie ir vadinami keturiaspinduliais koralais. Keturiaspinduliai koralai egzistavo nuo ordoviko iki permo periodo imtinai. Jie gyveno viršutinėje sublitoralio dalyje normalaus druskingumo jūriniuose baseinuose tropinio ir subtropinio klimato juostose. Keturiaspinduliai koralai, ypač kolonijiniai, formavo pavienius rifinius masyvus ir rifinius barjerus. Būdingi šio poklasio atstovai yra g. *Streptelasma* (O), g. *Zaphrentis* (D). Lietuvoje šių fosilijų randama rieduliuose arba gręžinių kerne (3.3.15, 3.3.16 pav.).

Poklasis *Hexacoralla* – šešiaspinduliai koralai. Šešiaspinduliai koralai egzistuoja nuo vidurinio triaso iki dabar. Tai pavieniai ir kolonijiniai individai, kurie geologinėje praeityje dalyvavo sudarant rifinius masyvus, ypač vėlyvosios jūros, kreidos ir vėlyvojo paleogeno laikotarpiams. Šešiaspindulių koralų kolonijos monotipinės, jas sudaro vienodos formos polipai. Jų randama pavieniui, taip pat masyvaus, krūminio ar šakoto tipo kolonijomis. Aplink polipo burnos ertmę yra išsidėstę daugybė čiulptuvų. Gastra-



3.3.15 PAV. (Tetracoralla – Rugosa) poklasio atstovai: A ir B – *Siphonodendron* g. kolonija; C – *Kodonophyllum* g., pavienis koralas su koncentriška raukšlėta danga – epiteka; D – *Palaeocyclus* g. skerspjūvis ir vaizdas iš šono; E – *Acervularia* g. kolonijos skerspjūvis; F – *Entelophyllum* g. skerspjūviai (Clarkson, 1998; Kabailienė, Radzevičius, 2011)



3.3.16 PAV. *Streptelasma* sp., ordovikas, Ohio, JAV – kairėje, *Zaphrentis* sp., devonas, Marokas – dešinėje (www.ru.wikipedia.org/)

linėje ertmėje yra spindulinės raukšlės. Dauguma šių koralų turėjo karbonatinį skeletą, sudarytą iš kalcito arba aragonito. Kai kurie dabartiniai šešiaspinduliai koralai skeleto neturi. Vidinę koralito ertmę užpildo pertvarėlės, dugneliai, stulpeliai ir purusis sluoksnis. Pavieniuose individuose ir pirminiame kolonijos koralite iš pradžių susidaro šešios pertvarėlės, sudarydamos šešis sektorius. Paskui kiekviename sektoriuje susidaro naujos šešios pertvarėlės, dėl to atsiranda 12 naujų sektorių. Toliau kiekviename sektoriuje



3.3.17 PAV. *Cycloletes* sp.: vaizdas iš apačios – kairėje, vaizdas iš viršaus – dešinėje, jura
(www.fusunalkaya.net/paleolab/cnidaria.htm)

susidaro naujos 12 pertvarėlių ir t. t. Dėl šios ypatybės jiems ir suteiktas šešiaspindulių koralų pavadinimas. Šios grupės koralai gyveno ir gyvena viršutinio sublitoraliaus dalyje normalaus druskingumo tropinių ir subtropinių platumų jūriniuose baseinuose. Būdinga gentis yra *Cycloletes* (J) (3.3.17 pav.).

Poklasis *Octocoralla* – aštuoniaspinduliai koralai. Aštuoniaspinduliai koralai yra išimtinai kolonijiniai organizmai. Daugelis jų turi raginį, karbonatinį arba mišrų raginį-karbonatinį skeletą, kurį formuoja ektoderma. Dabartiniai aštuoniaspinduliai koralai yra raudonos, juodos ir žydros spalvos. Jie gyvena įvairiame gylyje, net gilavandenėse įdubose normalaus druskingumo baseinuose. Manoma, kad jie galėjo atsirasti neoproterozojuje. Patikimi jų radiniai kreidos periodo uolienose.

Tipas: *Arthropoda* – nariuotakojai

Potipis: *Trilobitomorpha* – trilobitiniai

Klasė *Trilobita* – trilobitai. Trilobitai yra dabartinių vėžių protėviai. Pirmieji trilobitai atsirado kambro periodo pradžioje ir buvo akli (g. *Agnostus*), o šiek tiek vėliau išsivystė tikrosios akys. Jie išnyko permio periodo pabaigoje, maždaug prieš 250 mln. metų. Trilobitai turi ypatingą reikšmę tyrinėjant paleozojaus fauną, taip pat atliekant įvairius geologinius ir paleontologinius tyrimus. Pasaulyje atrasta daugiau kaip 15 000 trilobitų rūšių, todėl manoma, kad tai geriausiai išlikusi fosilijų klasė.

Nariuotakojų tipas pagal kūno ir vidaus organų sąrangą skirstomas į keturis potipius: *Trilobitomorpha* – trilobitiniai, *Crustaceomorpha* – vėžiagyviai, *Chelicerata* – cheliceriniai ir *Tracheata* – trachėjiniai. Uolienose daugiausia randamos pirmų trijų potipių iškastinių organizmų liekanos.

Trilobitomorpha potipyje išskiriama *Trilobita* klasė, kurioje yra du poklasiai: *Mio-mera* ir *Polymera*. Pirmajai priskiriami trilobitai, kurių vidurinę kūno dalį (*thorax*) sudaro 2–3 segmentai, o *Polymera* poklasiui priklauso individai, kurių vidinė kūno dalis sudaryta iš daugelio segmentų.

Trilobitų kūną sudaro trys pagrindinės dalys: galvos skydas (*cephalon*), krūtinės ląsta su laisvai besilankstaniais segmentais (*thorax*) ir uodegos skydas (*pygidium*) (3.3.18 pav.). Krūtinė pakankamai lanksti, todėl trilobitų fosilijos dažnai randamos susisukusios, kad geriau gintųsi nuo priešų.

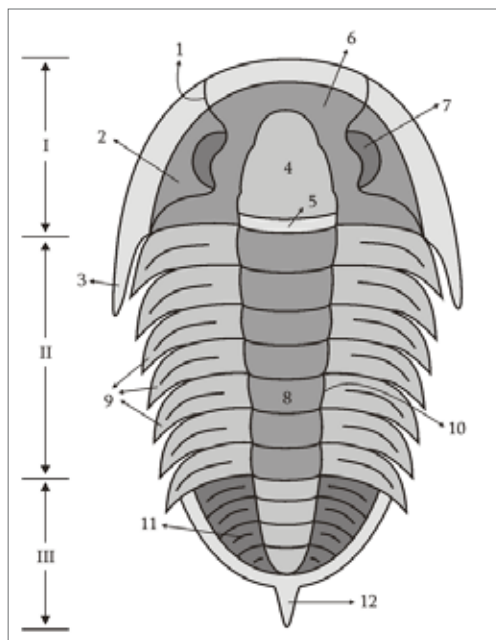
Trilobitai turėjo vieną porą antenų, vaikščiojamąsias kojas, kurios buvo sudarytos iš šešių segmentų. Trilobitų kūno paviršius buvo apsaugotas šarvo. Manoma, kad trilobitai iš savo šarvo kartkartėmis išsinerdavo. Todėl išsinerimo metu šarvas skildavo į dvi dalis tarp galvos ir krūtinės, nes iškastiniai dažniausiai randami tik atskirai galvos arba uodegos skydai. Todėl trilobitų fosilijos greičiau yra jų išnaros nei patys žuvę gyvūnai. Dauguma trilobitų grupių turėjo dvi veido siūles ant skruostų, kurios lengvino nėrimąsi. Šalia veido siūlių buvo pusmėnulio formos sudėtinės (facetinės) akys, kurios kai kurių rūšių buvo gana gerai išsivysčiusios.

Vardas *trilobite* (reiškiantis „triskiltis“) nėra kilęs iš trijų kūną sudarančių

dalių: galvos, krūtinės ir uodegos, bet greičiau iš trijų išilginių skilčių: centrinės ašinės dalies ir dviejų simetrinių šoninių krūtinės skilčių (pleurų).

Trilobitų dydis gana įvairus ir kinta nuo 1 mm iki daugiau kaip 70 cm ilgio. Daugiausia randama 2–8 cm ilgio. Tipiški trilobitų klasės atstovai yra: g. *Agnostus* (E_1), g. *Olenellus* (E_2), g. *Paradoxides* (E_2), g. *Olenoides* (E_2), g. *Pliomera* (O_{1-2}), g. *Phacops* ($S-C_1$), g. *Olenus* (E_3), g. *Trinucleus* (O_{1-2}), g. *Harpes* (D_2), g. *Phillipsia* (C), g. *Asaphus* (O), g. *Ilaenus* (O- S_1) (3.3.19–3.3.21 pav.).

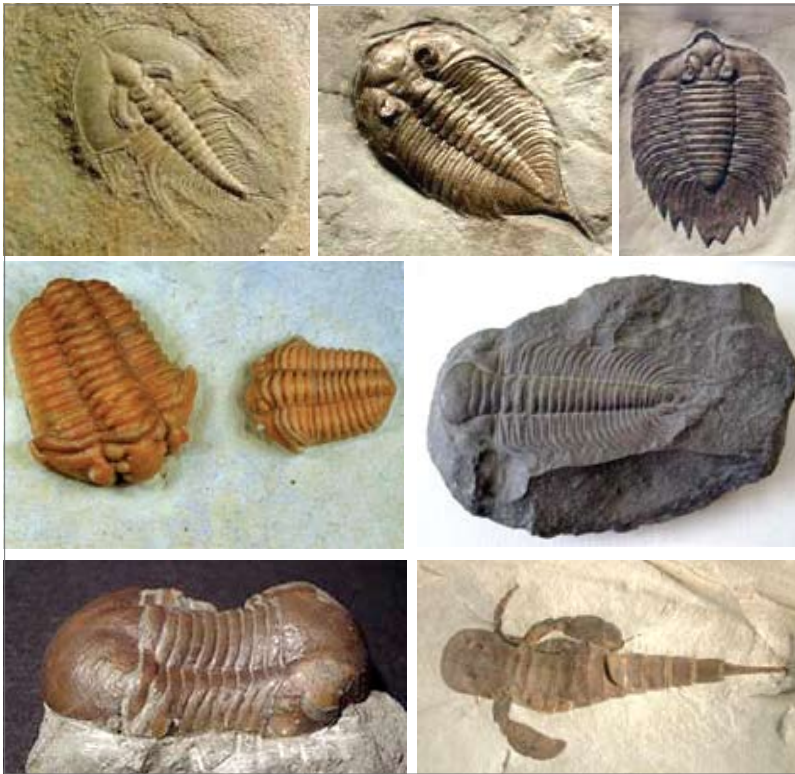
Lietuvoje trilobitų randama rieduliuose arba gręžinių pjūvių ordoviko ir silūro uolienose.



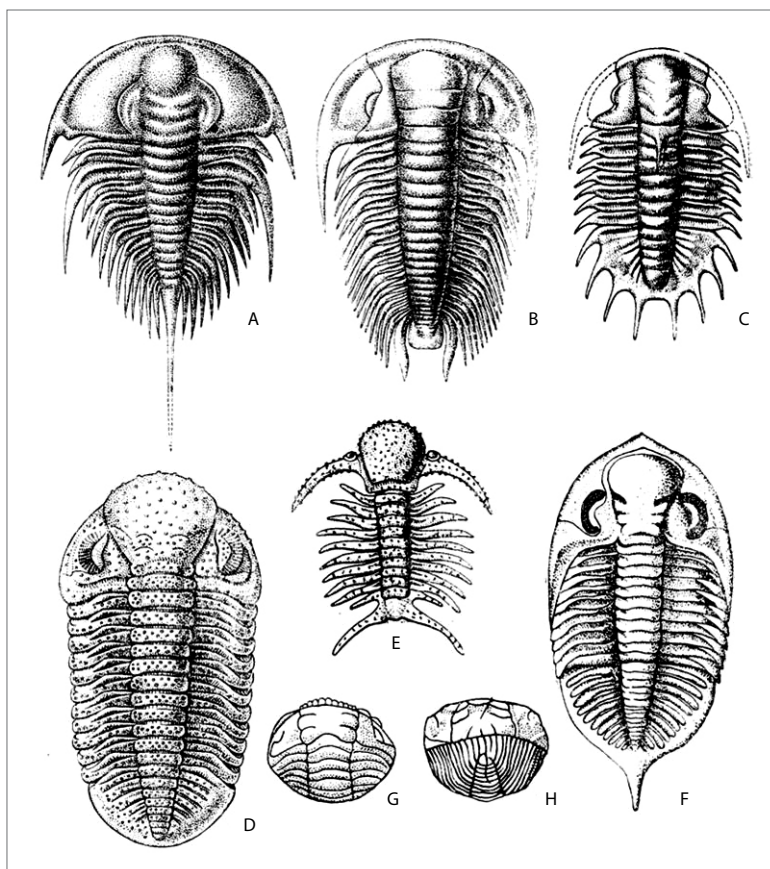
3.3.18 PAV. Trilobito kūno sandara. I – galvos skydas (*cephalon*), II – krūtinės ląsta su laisvai besilankstaniais segmentais (*thorax*), III – uodegos skydas (*pygidium*); 1 – veido siūlė, 2 – judantys žandai, 3 – limbo spygliai, 4 – glabelė, 5 – pakaušinis žiedas, 6 – galvos skydo stabili dalis, 7 – akys, 8 – ašinė *thorax* dalis, 9 – pleuros, 10 – šoninės dalies (pleuros) segmentai, 11 – uodegos skydo ornamentai, 12 – uodegos spyglys



3.3.19 PAV. *Agnostus pisiformis*, kambras, Alum Shale svita, Andrarum, Švedija



3.3.20 PAV. *Olenellus chiefensis*, kambras, Pioche formacija, JAV – viršutinėje eilėje kairėje; *Dalmanites limulurus*, silūras, Rochester Shale formacija, JAV – viršutinėje eilėje viduryje; *Asaphus actinurus*, ordovikas – viršutinėje eilėje dešinėje; *Calymene clavicula*, silūras – vidurinėje eilėje kairėje; *Paradoxides sp.*, ordovikas, Čekija – vidurinėje eilėje dešinėje; *Iliaenus sp.* ordovikas, Leningrado sritis, Rusija – apatinėje eilėje kairėje; *Eurypterus remipes*, silūras, Niujorko apylinkės, JAV – apatinėje eilėje dešinėje



3.3.21 PAV. Trilobitai: A – *Olenellus* gn. (ankstyvasis kambas); B – *Paradoxides* gn. (vėlyvasis kambas); C – *Olenoides* gn. (vėlyvasis kambas), G, H – *Pliomera* gn. (ankstyvasis ir vidurinis ordovikas); D – *Phacops* gn. (silūras – ankstyvasis karbonas); E – *Deiphon* (silūras); F – *Odontochile* gn. (ankstyvasis ir vidurinis devonas) (Михайлова и др., 1989)

Potipis *Chelicerata* – cheliceriniai

Dabartiniu metu šiam potipiui priklauso vorai, erkės, skorpionai ir kardauodegiai. Jų kūnas sudarytas iš dviejų skyrių: galvkrūtinės ir pilvelio, kuris kartais baigiasi uodegos spygliu arba plokštele. Galvkrūtinės skyrių sudaro šeši segmentai. Galvkrūtinės šešios galūnių poros yra skirtingai diferencijuotos, tačiau pirmoji pora yra žnyplių ir žandikaulių tipo (cheliceros), iš to ir kilo šio potipio organizmų pavadinimas. Chelicerinių organizmų pilvelis sudarytas iš įvairaus skaičiaus segmentų, paprastai dvilikos. Pilvelio dalies galūnės redukuotos arba stipriai pasikeitusios ir specializuotos. Kvėpuoja žiaunomis, trachėjomis arba plaučiais. Skeletas chitinoidinis, dengia galvos krūtinės dalį arba ištisu skydu, arba šarvu visą kūną. Skeleto dydis svyruoja nuo 0,05 mm iki 1,8 m.

Fosilijose pasitaiko vadinamieji euripteridai, priklausantys *Eurypteroidea* poklasiui.

Euripteridų skeletas (šarvas) sudarytas iš chitinoidinės medžiagos, pailgos keturkampės formos. Galvavrūtinės dalyje yra šešios poros galūnių. Pirmoji pora, turinti žnyplės ar žandikaulius, atlieka griebimo, traiškymo funkcijas. Antra–penkta poros yra kaip judėjimo galūnės, o šeštosios poros galūnės labai ilgos ir praplatėjančios pachiame gale, jos buvo kaip irklai judėti vandenyje.

Euripteridų pilvelio skyrių sudaro 12 lanksčiai susijungusių segmentų, kurie nuo-sekliai arba staigiai susiaurėja pabaigoje. Paskutinis segmentas – telsonas baigiasi spygliu. Euripteridų dydis svyruoja nuo 10 cm iki 20 cm, nors būta ir gigantiškų – iki 1,8 m ilgio. Jie gyveno sekliuose baseinuose, padidėjusio arba sumažėjusio druskingumo lagūnose arba limanuose. Tai buvo savotiški baseino druskingumo režimo ir jo vystymosi stadijos etapo pereinant iš jūrinės aplinkos į sausumą rodikliai. Euripteridai žinomi nuo ordoviko iki permio imtinai, o klestėjo silūro ir devono periodais. Tipiški šio poklasio atstovai yra g. *Eurypterus* (S1) (3.3.20 pav.), g. *Pterygotus* (S-D).

Lietuvoje jų gali būti randama tik rieduliuose.

Tipas *Mollusca* – minkštakūniai

Minkštakūniams (moliuskams) priklauso trisluoksniai pirmaburniai vandens ir sausumos gyvūnai. Daugeliui minkštakūnių būdinga dvišonė simetrija, tačiau tarp jų yra ir tokių, kurie labai stipriai skiriasi nuo minėtos savybės. Tarp dabartiniu metu gyvenančių moliuskų labiausiai žinomi dvigeldžiai, pilvakojai ir galvakojai. Tarp išmirusių labiausiai domina galvakojai – amonitai ir belemnitai. Pastarieji yra labai svarbūs tuo, kad turėjo karbonatinį skeletą ir gerai išsilaikė kaip iškastiniai, be to, plačiai naudojami mezozojaus periodų biostratigrafijoje. Moliuskų skeleto dydžio kitimo intervalas labai platus – nuo 2–3 mm (planktoniniai gastropodai) iki 18 m (kalmarai). Moliuskų kūną sudaro galva, pats kūnas, kuriame yra visi vidaus organai, ir koja arba čiulptuvai, kurie padeda gyvūnui judėti. Vidinius organus gaubia mantija, kuri formuoja skeletą.

Moliuskų kriauklė visiškai arba beveik visiškai uždengia minkštąsias kūno dalis. Kriauklė dažniausiai yra išorinė, rečiau vidinė. Tačiau yra ir tokių moliuskų, kurie kriauklės visiškai neturi. Galvakojų moliuskų vidiniai organai yra tik galinėje kriauklės dalyje – gyvenamojoje kameroje. Kriauklė sudaryta iš trijų sluoksnių: du vidiniai yra karbonatiniai, o trečiasis išorinis – konchiolininis ($C_8H_{13}O_5N$), kuris apsaugo ją nuo jūrinio vandens erozinio poveikio.

Kaip jau minėta, moliuskai daugiausia gyvena visų platumų jūrose ir vandenyuose įvairiame gylyje (nuo 0 iki 7000 m ir giliau). Tačiau labiausiai jie paplitę viršutinėje šelfo dalyje. Pagal mitybos būdą jie gali maitintis augalais, žuvusiais gyvūnais ir būti plėšrūnai. Vieni moliuskai surenka maistą ir jį sutrina ryklėje esančia trintuve – radule, kiti filtruoja vandenį sugaudami jame esančius mikroorganizmus.

Manoma, kad pirmieji moliuskai atsirado prekambre.

Moliuskai, turintys kriauklę, pagal vidinių organų sandarą skirstomi į kelias klases: *Loricata*, *Monoplacophora*, *Gastropoda*, *Xenoconchia*, *Scaphopoda*, *Bivalvia*, *Cephalopoda*, *Tentaculita* ir *Hyolitha*. Paleontologus labiausiai domina galvakojai (kl. *Cephalopoda*), pilvakojai (kl. *Gastropoda*) ir dvigeldžiai (kl. *Bivalvia*) moliuskai. Toliau pateikiamas trumpas šių moliuskų klasių apibūdinimas.

Klasė *Gastropoda* – pilvakojai. Tai gausiausia moliuskų grupė, kuri sudaro vos ne pusę visų žinomų rūšių. Dauguma jų turi labai įvairių formų kriaukles, tačiau tarp šios klasės atstovų yra rūšių, kurios kriauklės neturi. Kriauklių dydis kinta nuo milimetro dalių iki 20–30 cm dydžio. Jie žinomi nuo kambro iki dabar.

Pilvakojai moliuskai turi galvą, kūną ir koją. Jie neturi dvišalės simetrijos. Į spiralę susisukusių gastropodų kūnas užima visą kriauklės ertmę. Galvoje yra akys ir 1–2 poros čiulptuvų. Maistą smulkina radule.

Kriauklės forma gana įvairi: spiralinė-plokštuminė, spiralinė-kūginė, spiralinė-sraigtinė, kilpos pavidalo ir pan. Gastropodai gyvena ne tik vandenyje, bet ir sausumoje, todėl atsiranda ir jų kvėpavimo skirtumų. Vandenyje jie kvėpuoja žiaunomis, o sausumoje plaučiais. Vandens aplinkoje gyvenantys gastropodai yra paplitę tiek gėluose, tiek normalaus druskingumo vandenyse iki 5000 m gylio. Tarp jų yra plėšrūnų ir augalais mintančių rūšių, o kai kurios yra parazitai. Pagal kvėpavimo būdą ir kraujotakos sistemą pilvakojai skirstomi į poklasių, o šie – į būrius.

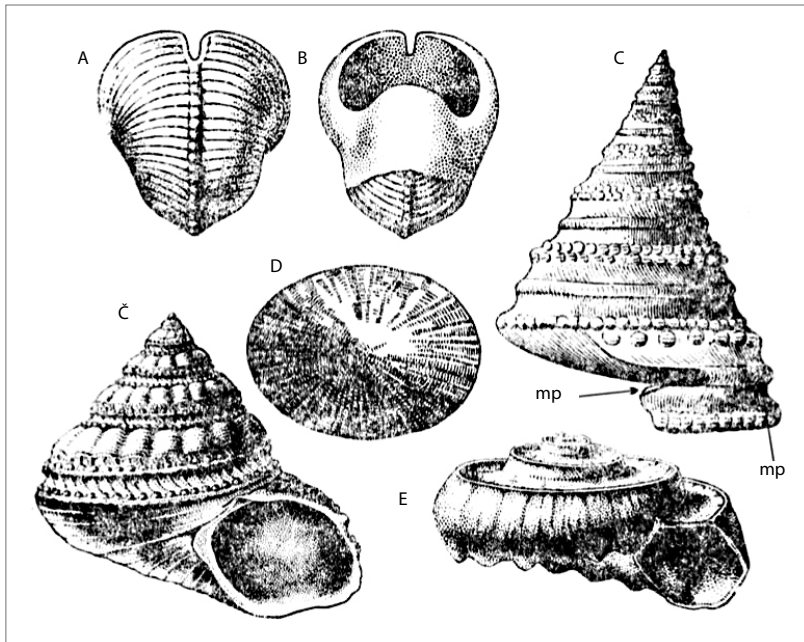
Lietuvoje gastropodų randama rieduliuose, taip pat permio ir jūros periodų atodangose, gręžinių kerne. Būdingi šios klasės atstovai yra g. *Bellorophon* (S–T), *Pleurotomaria* (T–K₁), *Eoumphalus* (S–P₁), *Turritella* (K–Q), *Murex* (P–Q), *Ancylus* (K₂–Q), *Lymnaea* (J–Q) (3.3.22, 3.3.23 pav.)

Klasė *Bivalvia* – dvigeldžiai. Dvigeldžiai moliuskai pagal savo gausumą atsilieka nuo pilvakojų. Dvigeldžiams būdinga dvišalė simetrija. Jie paplitę tiek normalaus druskingumo, tiek druskėtų jūrų baseinuose, gyvena ir gėluose vandenyse. Dvigeldžiai moliuskai yra žinomi nuo kambro periodo iki dabar. Jų kriauklių dydis kinta nuo centimetro dalių iki 1,5 m.

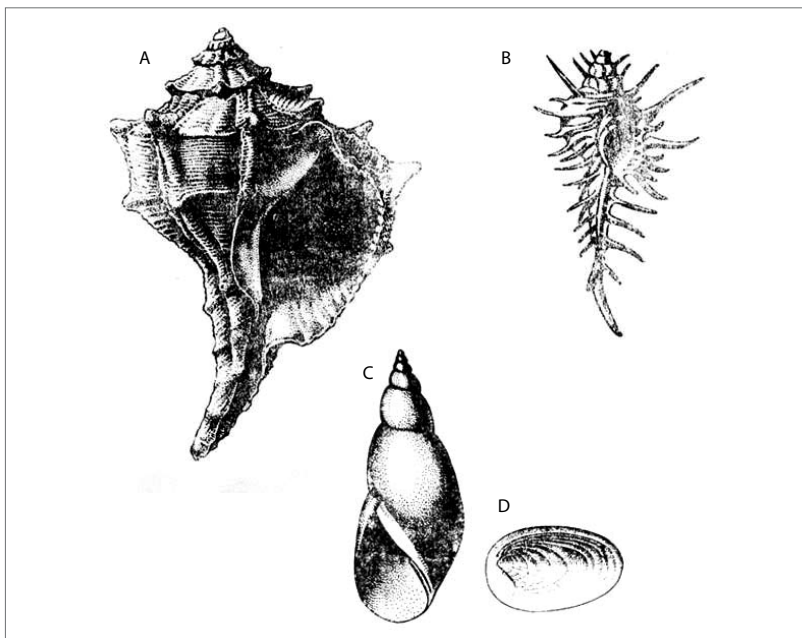
Dvigeldžių moliuskų geldelės gali būti ir vienodo dydžio, ir skirtingo. Geldelių forma labai įvairi: nuo apvalių, ovalių, suapvalinto trikampio iki pailgų – peilio išvaizdos. Geldelės visiškai arba ne visai uždaro minkštąsias kūno dalis ir jas apsaugo.

Visas minkštąsias kūno dalis gaubia mantija. Šie moliuskai maitinasi pasyviu būdu. Maistas patenka kartu su vandeniu, o jo filtraciją iš vandens atlieka ant žiaunų esantis blakstieninis mechanizmas. Burnoje yra radulė, kuri susmulkina ir sutrina organinių detritą ir mikroorganizmus. Geldelę išskiria mantija. Geldelė yra trijų sluoksnių, lygiai tokios pačios struktūros, kaip ir galvakojų.

Viršutinėje geldelės dalyje yra viršūnėlė, nuo kurios vyksta tolesnis jos augimas. Jeigu ji yra orientuota per geldelės centrą, tuomet geldelės bus lygios, jeigu persistūmusi – nelygios. Tarp dvigeldžių moliuskų vyrauja rūšys, turinčios vienodo dydžio geldeles.



3.3.22 PAV. Pilvakojai moliuskai (Gastropoda): A ir B – *g. Bellerophon* (silūras – triasas); C – *g. Pleurotomaria* (triasas – ankstyvoji kreida); Č – *g. Gibbula* (ankstyvasis neogenas); D – *g. Patella* (vėlyvoji kreida – dabartis); E – *g. Euomphalus* (silūras – ankstyvasis permas); m – mantijos juostelė; mp – mantijos plyšys (Михайлова и др., 1989; Kabailienė, Radzevičius, 2011)



3.3.23 PAV. Pilvakojai moliuskai (Gastropoda): A, B – *g. Murex* (paleogenas – dabartis), C – *g. Lymnaea* (jūra – dabartis), D – *g. Ancylos* (kreida – dabartis)

Geldelių paviršius labai įvairus, jį sudaro briaunos, raukšlės, spygliai, gumbeliai ir pan. Kai kurios gali būti visiškai lygios ir matomos tik priaugimo linijos.

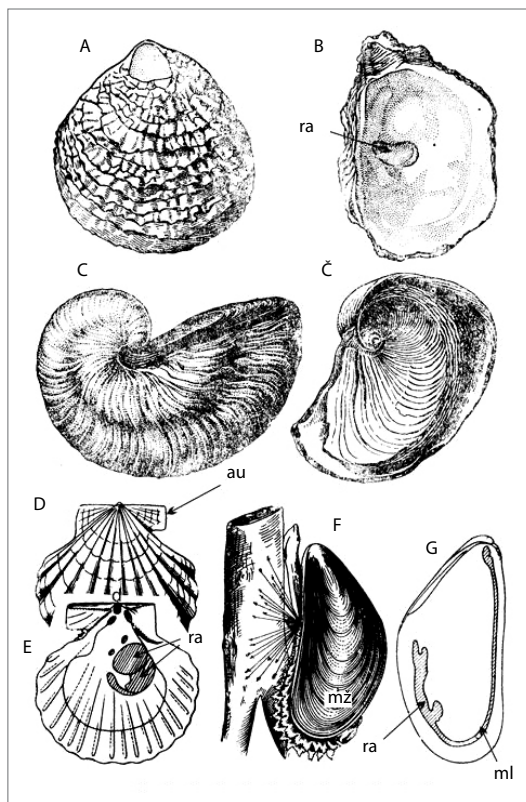
Vidinėje geldelių pusėje yra ataugų, raumenų bei mantijos linijos atspaudų. Geldelės tarpusavyje jungia spyna po viršūnėlę. Spyną sudaro ataugų (dantelių) ir duobučių sistema. Geldelės užsidaro ir atsidaro per spyną, tai atlieka suveriamieji raumenys. Pagal spynos pobūdį dvigeldžių moliuskų klasė skirstoma į smulkesnius vienetus – būrius, nors yra ir kitas siūlymas ją skirstyti remiantis minkštųjų kūno dalių, o svarbiausia – žiaunų sandara.

Seniausi dvigeldžiai moliuskai žinomi iš kambro periodo uolienų. Jų geldelių sujungimo linijoje yra tik dvi ryškios ataugos, kuriomis buvo sujungiamos geldelės. Tokia spyna vadinama paslėptąja (b. *Cryptodonta*). Jeigu vienodo tipo danteliai yra išsidėstę vienoje eilėje, spyna vadinama lygiadante (b. *Taxodonta*). Dalis moliuskų po geldelės viršūnėlę turi vertikalius pagrindinius dantelius į priekinę ir užpakalinę puses, lygiagrečiai su jungiamuoju kraštu eina šoniniai danteliai – tokia spyna vadinama įvairiadante (b. *Heterodonta*). Skeltadančių (b. *Schizodonta*) moliuskų spynai būdinga tai, kad po viršūnėlę yra masyvus dantis, kuris eidamas žemyn išsišakoja į dvi dalis ir kiekvienoje yra joms statmenos briaunelės. Savotišką spynos sistemą turi vadinamieji storadančiai (b. *Pachyodonta*) moliuskai. Jų geldelės yra skirtingo dydžio. Viena geldelė gana stambi kūgio formos, kita daug mažesnė ir yra tarsi dangtelis pirmajai. Mažesnioje yra masyvūs tiesūs arba vos išlinkę dantys, kurie įeina į atitinkamo dydžio duobutes didesnėje geldelėje. Tokia šių dvigeldžių moliuskų geldelių sandara yra siejama su tuo, kad gyvena drauge su koralais (jie turi dilgiasias ląsteles), ir šie saugo dvigeldžius nuo priešų. Yra grupė dvigeldžių moliuskų, kurie turi nevienodo dydžio geldelės, o jų spyną sudaro tik dvi masyvios ataugos, panašios į dantis vienoje geldelėje, o kitoje atitinkami yra dvi duobutės. Tai vadinamoji bedantė spyna (b. *Dysodonta*). Kai kurie moliuskai dantelių visiškai neturi, o geldelės sujungia tam tikra organinė medžiaga (b. *Desmodonta*). Kai kurių šios grupės atstovų geldelės yra iš dalies redukuotos.

Lietuvoje dvigeldžiai moliuskai nėra gerai ištirti. Kai kuriuos galima rasti rieduliuose arba gręžinių kerne, gausiau aptinkami permio ir jūros periodų uolienose.

Geriausiai žinomos yra šios dvigeldžių moliuskų gentys: g. *Nucula* (K–Q), g. *Arca* (J₃–Q), g. *Ostrea* (K–Q), g. *Gryphaea* (J), g. *Chlamys* (T–Q), g. *Mytilus* (J₃–Q), g. *Inoceramus* (K), g. *Trigonia* (T₃–K₂), g. *Unio* (J–Q), g. *Cardium* (N–Q), g. *Pecten* (N–Q), g. *Mya* (Pg₃–Q), g. *Teredo* (J₃–Q), g. *Pholas* (K–Q), g. *Diceras* (J₃), g. *Hippurites* (K₂) (3.3.24 – 3.3.26 pav.).

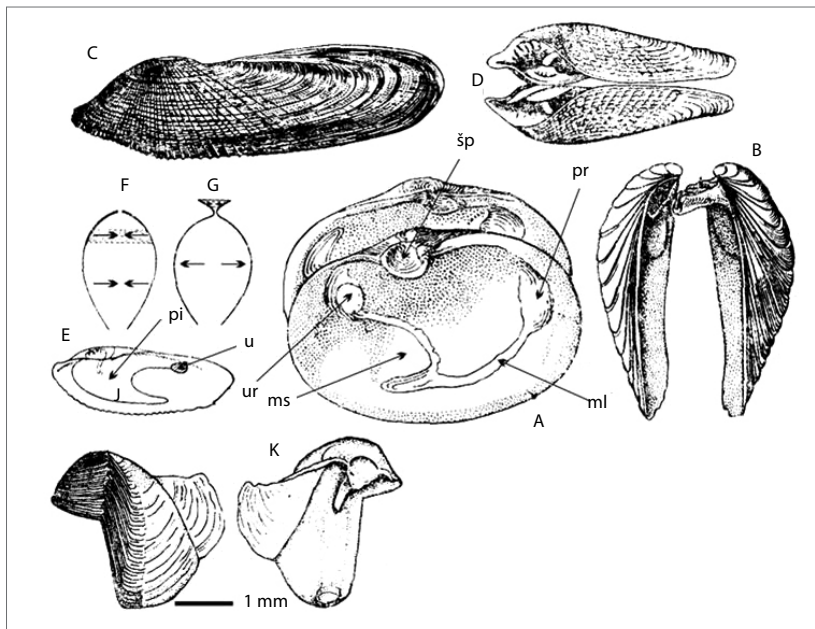
Klasė *Cephalopoda* – galvakojai. Galvakojai moliuskai išimtinai vandeniniai organizmai, gyvenantys normalaus druskingumo baseinuose. Jiems būdinga tai, kad dalis jų turėjo išorinį skeletą, o kiti – vidinį. Tarp iškastinių organizmų geriausiai žinomi vadinamieji amonitai ir belemnitai. Dabar gyventys galvakojai yra kalmarai, aštuonkojai ir kt. Būdingiausias dabar gyvenantis galvakojis moliuskas yra *Nautilus pompilius*. Jo skeletas yra vienoje plokštumoje spirale susuktas kelių vijų vamzdelis. Visos



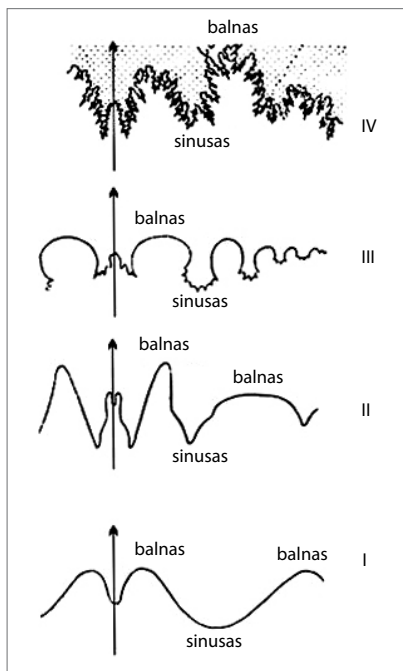
3.3.25 PAV. Dvigeldžiai moliuskai (*Bivalvia*): A, B – g. *Ostrea* (kreida – dabartis); C – g. *Gryphaea* (jura); Č – g. *Amphidonta* (jura – kreida, paleogenas?); D, E – g. *Chlamys* (triasas – dabartis); F, G – g. *Mytilus* (vėlyvoji jura – dabartis): au – auselės; d – duobutė raiščiui; ml – mantijos linija, (Михайлова и др., 1989; Kabailienė, Radzevičius, 2011)

Nuo minkštųjų kūno dalių užpakalinės dalies nusitęsias sifonas – plonas vamzdelis, kertantis visas pertvarėles, juo gyvūnas gali reguliuoti dujų slėgį. Pertvarėlės tvirtinasi prie kriauklės vidinėje pusėje. Jų tvirtinimosi pėdsakai atsispindi ir išorinėje kriauklės dalyje. Tai vadinamoji pertvarėlių (sutūro) linija, kuri gerai matoma ir kai kuriuose išmirusiuose galvakojuose moliškuose. Pertvarėlių linija yra gana įvairi: tiesi, silpnai banguota, banguota, banguota-dantyta. Dalis bangų yra nukreiptos gyvenamosios kameros link (balnai), kita dalis – pradinės (sinusai). Pertvarėlių linijos (sutūro) yra keturių tipų: agoniatinės, goniatinės, ceratinės ir amonitinės (3.3.27 pav.).

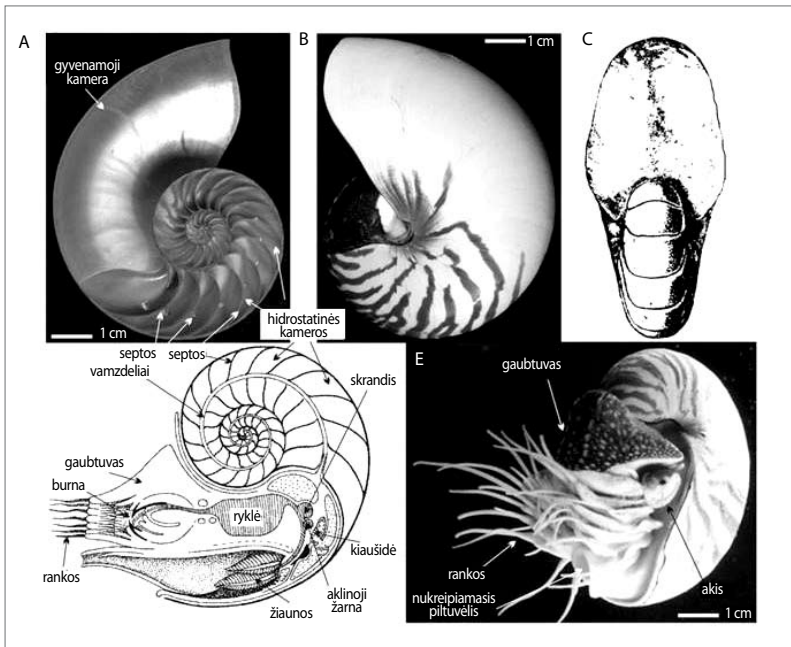
Agoniatinei linijai būdingi apvalūs balnai ir sinusai, goniatinei – balnai apvalūs ir labiau aštrūs sinusai. Ceratinėje pertvarėlių linijoje balnai yra apvalūs, o sinusai smulkiai dantyti. Sudėtingiausia yra amonitinė pertvarėlių linija. Čia tiek balnai, tiek sinusai yra sudėtingai karpyti.



3.3.26 PAV. Dvigeldžių moliuskai (*Bivalvia*): A, B – g. *Mya* (vėlyvasis paleogenas – dabartis); C, E – g. *Pholas* (kreida – dabartis); F, G – schemas, vaizduojančios raumenų veiklą; F – daugelio dvigeldžių moliuskų; G – *Pholas* genties atstovuose; J, K – g. *Teredo* (vėlyvoji jūra – dabartis); ur – užpakalinis raumuo; šp – šaukšto pavidalo iškilimas jungčiai; ml – mantijos linija; ms – mantijos sinusas; pi – plastiškas išsikišimas; pr – priekinis raumuo (Михайлова и др., 1989; Kabailienė, Radzevičius, 2001)



3.3.27 PAV. Galvakojų moliuskų (*Cephalopoda*) klasės pertvarėlių linijos tipai: I – agoniatinis; II – goniatinis; III – ceratinis; IV – amonitinis (rodyklė rodo kryptį į gyvenamosios kameros pusę) (Михайлова и др., 1989)



3.3.28 PAV. Galvakojų moliuskų (*Cephalopoda*) klasės nautiloidėjų (*Nautiloidea*) poklasio atstovas *Nautilus pompilius* Linnaeus: A – kiautelio pjūvis; B – kiautelio vaizdas iš šono (P. Razcyrnskio nuotr.); C – kiautelio vaizdas iš žiočių pusės (Михайлова и др., 1989); D – vidaus sandaros schema (Griffin, 1900); E – šiuolaikinis *Nautilus pompilius* (Bergmann ir kt., 2006; Kabailienė, Radzevičius, 2011)

Šiandienė išmirusių galvakojų moliuskų klasifikacija remiasi sifono sandara ir jo padėtimi kriauklėje, taip pat pertvarėlių tipu, kriauklės forma ir jos paviršine skulptūra.

Sifono padėtis kriauklėje gali keistis nuo centro, tiek į vieną, tiek į kitą puę – čia turima mintyje į pilvo pusę arba nugaros pusę. Todėl šiuo metu, remiantis minėtais klasifikacijos principais, yra išskirtos galvakojų moliuskų klasės septynios grupės, kurios toliau aptariamos tik bendrais bruožais.

Tiesios, silpnai sulinkusios arba susisukusios į spiralę kriauklės su tiesiomis arba silpnai banguotomis pertvarėlių linijomis priklauso *Nautiloidea* poklasiui. Sifonas yra centrinėje dalyje. Kriauklės paviršius lygus, o kai kur yra nedidelės briaunos. Jie žinomi nuo viršutinio kambro. Iki šių dienų yra išlikusi tik g. *Nautilus* (rūšis *Nautilus pompilius*) (3.3.28 pav.).

Šio poklasio atstovų Lietuvoje kol kas nerasta.

Individai, turintys tiesią arba silpnai išlinkusią kriauklę su tiesiomis įgaubtomis pertvarėlių linijomis, priklauso *Orthoceratoidea* poklasiui. Kai kuriais atvejais jų kriauklė siekė iki 1 m ilgio. Sifonas siauras ir yra centrinėje dalyje arba kartais kiek pasistūmęs į vieną pusę. Jie žinomi nuo ordoviko iki triaso imtinai.



3.3.29 PAV. Galvakojai moliuskai (*Cephalopoda*) klasė
g. *Orthoceras* (silūras)

Lietuvoje jų randama rieduliuose ir gręžinių kerne. Tipiški šio poklasio atstovai priklauso genčiai *Orthoceras* (O_3) (3.3.29 pav.)

Kita galvakojų moliuskų grupė, turinti tiesią arba silpnai lenktą kriauklę, kartais susiplojusią nugaros-pilvo kryptimi su tiesiomis pertvarėlių linijomis, priklauso *Endoceratoidea* poklasiui. Kriauklės paviršus lygus, kartais turi labai smulkus skulptūrinius elementus – kauburėlius. Šio poklasio atstovai nuo kitų pirmiau aprašytų skiriasi tuo, kad jų storas sifonas yra kraštinėje padėtyje ir užima beveik 1/3 visos kriauklės skersmens. Kriauklės matmenys gana įspūdingi ir kartais siekia iki 3 m ilgio. Šių moliuskų pasitaiko tik ordoviko periodo uolienose. Tipiškas atstovas g. *Endoceras* (O) (3.3.30 pav.) Šios genties atstovų randama Lietuvoje riedulinėje medžiagoje ir giliųjų gręžinių kerne.

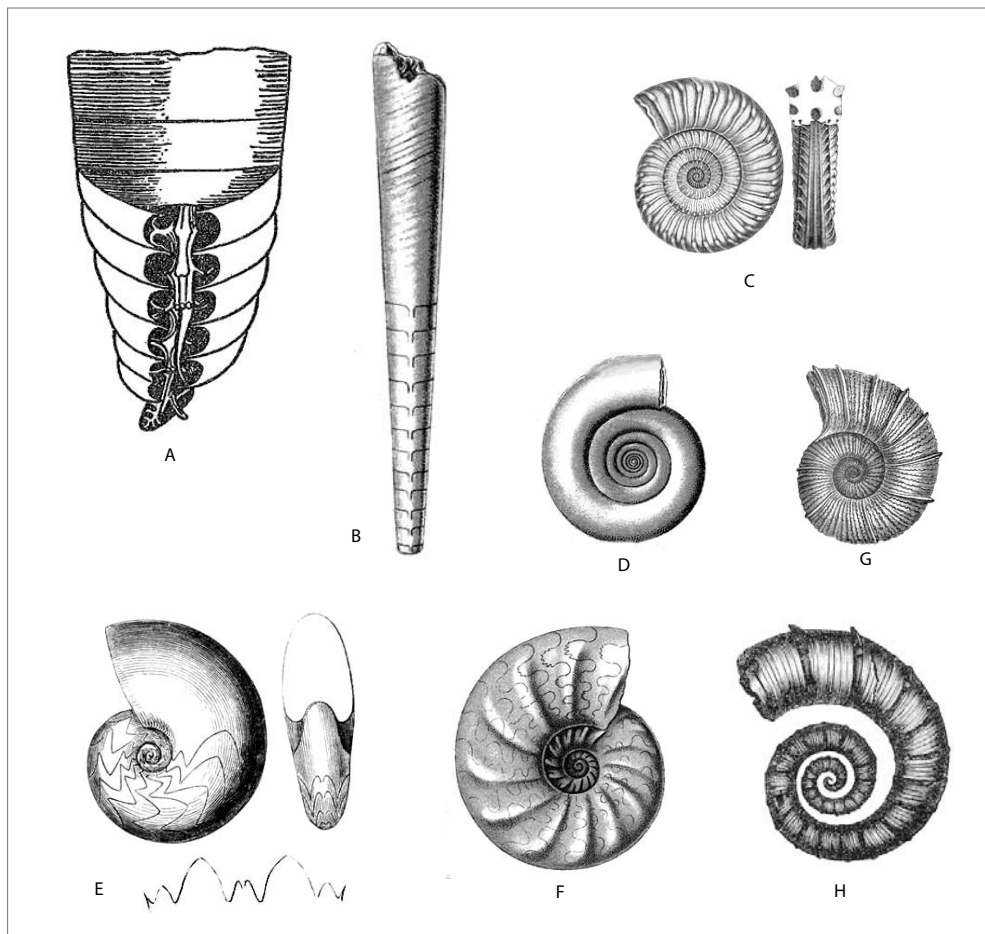
Išmirusių galvakojų poklasiui *Actinocerathoidea* priklauso individai, turintys tiesią kriauklę ir storą sifoną, kurio padėtis gali keistis nuo subcentrinės iki subkraštinės. Pertvarėlių linija tiesi. Kriauklės paviršus lygus. Žinomi nuo ordoviko iki karbono periodo imtinai. Tipiškas atstovas g. *Actinoceras* (O_2-S_1) (3.3.31 pav.). Lietuvoje randamas rieduliuose ir gręžinių kerne.



3.3.30 PAV. Galvakojai moliuskai (*Cephalopoda*) klasė: g. *Endoceras* (vidurinis ordovikas), Š. Estija, Pakrio kyšulys (A. Brazausko nuotr.)

Ypač svarbiai išmirusių galvakojų moliuskų grupei priklauso poklasio *Bactritoidea* atstovai, nes manoma, kad jie davė pradžią tokiems galvakojams, kaip amonitai ir belemnitai. Šio poklasio atstovai turėjo tiesią arba silpnai lenktą kriauklę, kurios paviršus buvo lygus arba su smulkiais skulptūriniais elementais. Sifonas siauras, visuomet pilvo pusėje. Pertvarėlių linija nelygi. Pilvo pusėje yra nedidelis sinusas. Manoma, kad jie atsirado silūro periodu, tačiau patikimi jų egzistavimo duomenys yra tik iš devono, karbono ir permio periodų. Taip pat manoma, kad jie išmirė triaso periode. Tipiškas atstovas g. *Bactrites* (S?, D–P) (3.3.31 pav.). Lietuvoje kol kas nėra duomenų, kad jie būtų rasti.

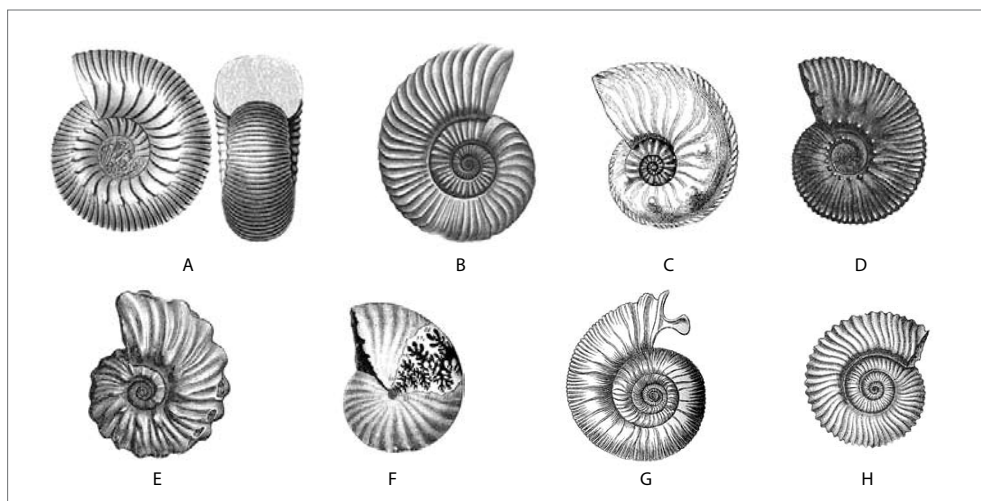
Išmirusių galvakojų moliuskų *Ammonoidea* poklasio atstovai yra patys svarbiausi paleozojaus ir mezozojaus erų biostratigrafijai. Jų kriauklė sudaryta iš keleto vienoje plokštumoje esančių vijų. Kai kurios kriauklės yra evoliucinio tipo (kai matomos visos vijos) arba involiucinio (matoma tik paskutinė vija). Randama tarpinio tarp evoliucinio ir involiucinio tipo kriauklių. Pasitaiko, kad kriauklės vijos nėra priglundusios viena prie kitos, o atitolusios tam tikru atstumu. Pertvarėlių linija gana įvairi – nuo agoniatinės iki amonitinės. Sifonas siauras ir jo padėtis dažniausiai yra pilvo pusėje, išskyrus pačius seniausius amonitus, kurių sifonas buvo nugaros pusėje. Suaugusių amonitų kriauklių skersmuo kinta nuo 2–3 cm iki 30–40 cm ir tik kai kuriais atvejais siekia 2 m. Kriauklės pavidalas labai įvairus: spiralinis plokštuminis, spiralinis kūginis, spiralinis kaip grąžto ir t. t. Paviršius dažnai turi pačią įvairiausią skulptūrą: su-



3.3.31 PAV. Galvakojų moliuskų (*Cephalopoda*) klasė: A – g. *Actinoceras* – silūras, Gotlando sala (Švedija), B – g. *Bactrites* – vėlyvasis devonas, Vokietija (Fraas, 1910), C – g. *Arietites* – vėlyv. triasas–ankst. jura, Vokietija (Fraas, 1910), D – g. *Clymenia* – vidurinis devonas, Vokietija (Fraas, 1910), E – g. *Goniatites* – ankstyvasis karbonas, Vokietija (Fraas, 1910), F – g. *Ceratites* – vidurinis triasas, Vokietija (Fraas, 1910), G – g. *Lytoceras*, ankstyvoji – vidurinė jura, Vokietija (Fraas, 1910), H – g. *Scaphites* – kreida, Vokietija (Neymar, 1897)

lenktas arba tiesias briaunas, įvairaus dydžio kauburius, aštrias briaunų susikirtimo viršūnes, išsišakojančias briaunas ir pan. Yra individų, kurių kriauklės skeletas yra lygus. Amonitai gyveno normalaus druskingumo baseinuose, jų gyvensena buvo aktyvi. Tipiški šio poklasio atstovai priklauso tokioms gentims, kaip g. *Goniatites* (C_1), g. *Clymenia* (D_2), g. *Ceratites* (T_2), g. *Amalteus* (T_3), g. *Cosmoceras* (J_1), g. *Lytoceras* (J_{1-2}), g. *Peltoceras* (J_2), g. *Scaphites* (K), g. *Perisphinctes* (J_2), g. *Schlotheimia* (T_3), g. *Hoplites* (K_2) ir kt. (3.3.31, 3.3.32 pav.).

Kita svarbi galvokojų moliuskų grupė priklauso poklasiui *Coleoidea*. Jie turi atskirtą galvą, gerai išsivysčiusius jutimo organus ir 8 arba 10 rankų galvos srityje. Jų skeletas yra kūno viduje. Jiems priklauso dabartiniai kalmarai, aštuonkojai ir išmirę



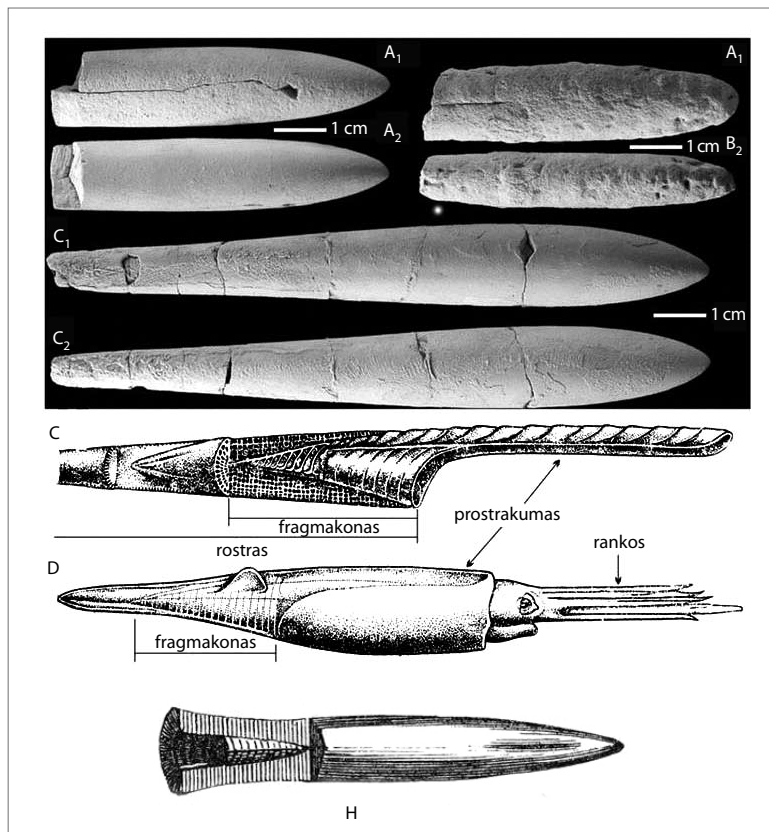
3.3.32 PAV. Galvakojai moliuskai (*Cephalopoda*) klasė: A – g. *Stephanoceras* – vidurinė jūra, Vokietija (Fraas, 1910), B – g. *Schotheimia* – vėlyvasis triasas, Vokietija (Neymar, 1857), C – g. *Amalteus* – vėlyvasis triasas, Vokietija (Fraas, 1910), D – g. *Cosmoceras* – ankstyvoji jūra, Vokietija (Neymar, 1857), E – g. *Hoplites* – vėlyvoji kreida, Vokietija (Fraas, 1910), F – g. – vėlyvasis triasas (Credner, 1891), G – g. *Perisphinctes* – vidurinė jūra, Vokietija (Fraas, 1910), H – g. *Peltoceras* – vidurinė jūra, Vokietija (Credner, 1891)

belemnitai. Visi jie buvo ir yra nektoniniai, rečiau šliaužiojantys plėšrieji gyvūnai. Išmirę belemnitai yra labai svarbūs mezozojaus eros uolienų biostratigrafijai. Vidinį skeletą sudaro rostras, fragmakonas ir prostrakumas. Rostro viduje yra piltuvo formos įdubimas – alveolė, kurioje yra fragmakonas ir kuriame yra kameros. Prostrakumas yra plokštelės pavidalo darinys, kuris sudaro kriauklės nugarinės dalies tęsinį, ir po juo yra minkštosios kūno dalys. Rostro paviršius lygus, su įvairaus ilgio ir gylio vagelėmis. Prostrakumas kaip iškastinis randamas labai retai. Būdingi šio poklasio atstovai yra g. *Belemnitella* (K_2), g. *Hibolites* (J_2 – K_1) (3.3.33 pav.).

Lietuvoje, ypač vakarinėje ir pietvakarinėje jos dalyje, upių pakrantėse g. *Belemnitella* atstovų randama labai dažnai, jie vadinami velnio pirštais ir kitais pavadinimais.

Tipas *Bryozoa* – samangyviai

Samangyviai – tai kolonijiniai bentosiniai gyvūnai, gyvenantys sūriame, rečiau – gėlame vandenyje. Kolonijų dydis gali būti iki 1 m². Jų kolonijos panašios į augalus, dumblius ar samanias. Kolonijų forma ir dydis priklauso nuo vandens druskingumo, temperatūros, dugno nuosėdų sudėties, srovių, bangavimo. Tos pačios samangyvių rūšies kolonijos gali būti skirtingo pavidalo ir dydžio. Bangavimo ar potvynių ir atoslūgių zonoje kolonijos būna masyvios, o ramiuose vandenyse – šluotelės, vėduoklės pavidalo. Labai dažnai juos galima supainioti su koraliniais polipais.



3.3.33 PAV. Galvakojų moliuskų *Cephalopoda* klasės *Coleoidea* poklasio atstovai: A–C – geldelių rostrai, apatinė kreida, šiaurės rytinė Grenlandija (Alsen, Mutterlose, 2009): A, B – *Hibolithes jaculoides*; C – *H. aff. prodromus*; D – kiautelio sandara; E – belemnito rekonstrukcija (Михайлова и др., 1989; Kabailienė, Radzevičius, 2011), H – g. *Belemnitella* – vėlyvoji kreida, Vokietija (Fraas, 1910)

Samangyvių kolonijas sudaro zooidai, kurių kiekvienas sudaro karbonatinę, chitinoidinę arba šaltienos tipo gardelę (zooeciją). Per zooecijos angą į aplinką išeina zooido priekinė dalis, turinti burną su blakstieninio tipo čiulptuvų vainiku (lofofora). Ant čiulptuvų esančių blakstienų judesiai sukuria vandens srovę, kuri atneša maisto medžiagas (smulkų planktoną ir detritą) prie burnos ertmės. Dėl bentosinio gyvenimo būdo vidinė samangyvių sandara yra supaprastėjusi. Kūnas nesegmentuotas, virškinimo kanalas U pavidalo, kvėpavimas vyksta visu kūno paviršiumi, ypač per čiulptuvus. Seniausi samangyviai yra žinomi iš ordoviko periodo ir labiausiai klestėjo paleozojuje. Permo ir triaso periodų riboje beveik visi samangyviai išmirė. Iš išlikusių išsivystė nauja mezokainozojaus samangyvių grupė.

Samangyvių sistematika iki šiol yra ginčytina. Vieni autoriai išskiria tris klases, kiti dvi.



3.3.34 PAV. Tipas samangyviai (*Bryozoa*): A – g. *Fenestella*, ordovikas, Oklahoma, JAV; B–D – samangyvių detritas uolienose: B – kukursite, vidurinis ordovikas, Estija; C – ordoviko uolienu nuobirnyje, Oklahoma, JAV; D – karbono klintyje, Niujorko apylinkės, JAV

Klasė *Phylactolaema* – dengtaburniai. Šiai klasei priskiriami gėlių vandens samangyviai, kurie neturi skeleto ir iškastinių jų beveik nerandama.

Klasė *Gymnolaemata* – plikaburniai. Tai jūriniai organizmai, tiek išmirę, tiek gyvenantys dabar. Šios klasės samangyvių burna neturi dangos, o skeletas yra vien karbonatinis. Jie skirstomi į šešis būrius remiantis zooecijų ir kolonijų forma, tačiau detalesni sisteminiai požymiai tinkamai neapibrėžti.

Tipiški šios klasės atstovai priklauso tokioms gentims kaip g. *Fistulipora* (S–P), g. *Meeltopora* (S–P), g. *Diplotrypa* (O), g. *Fenestella* (O–P), g. *Polypora* (D–T) (3.3.34 pav.).

Lietuvoje jų gali būti randama rieduliuose iš ordoviko ir silūro periodų uolienu bei gręžinių kerne. Kol kas jie apibūdinami tik tipo rangų, o detalesni tyrimai dar neatlikti.

Tipas *Brachiopoda* – pečiakojai

Pečiakojai – tai gausi organizmų grupė. Žinoma daugiau kaip 1000 išmirusių ir 300 dabar gyvenančių rūšių. Tai nedideli pavieniai bentosiniai gyvūnai. Jie gyveno ir dabar gyvena normalaus druskingumo nedidelio gylis jūrinuose baseinuose. Jų skeletą

sudaro dvi geldelės: pilvo ir nugaros, dėl to jie yra labai panašūs į dvigeldžius moliuskus ir 20 amžiaus pradžioje brachiopodai buvo priskiriami moliuskų tipui. Pečiakojų geldelių ilgis svyruoja nuo kelių mm iki 8 cm. Tačiau kai kurių geologinių periodų uolienose (daugiausia karbono) randama g. *Gigantoproductus* atstovų, kurių geldelės ilgis yra iki 40 cm. Geldelių paviršius būna lygus, briaunotas arba banguotas, o kai kurių rūšių (g. *Productus*) net spygliuotas.

Pečiakojų geldelės asimetriškos, todėl pilvo geldelė yra didesnė negu nugaros ir labiau išgaubta. Joje po viršūnėle yra nedidelė trikampio formos anga (*deltiris*), kurią pridengia deltidinės plokštelės, arba apvali (*foramena*). Pro ją išliedžiamas specialus stiebelis (*kojelė*) geldelei prisitvirtinti prie grunto. Nugaros geldelė labiau plokščia ir net įgaubta. Po jos viršūnėle yra plokščia trikampės formos plokštuma, vadinama *arėja*. Kai kurių genčių atstovai arėjos neturi. Geldelių užpakaliniame krašte šalia deltyrio arba foramenos iš abiejų pusių yra du danteliai, po kuriais gali būti dantinės plokštelės geldelėms sujungti (*spyna*). Kai kurios brachiopodų gentys spynos neturi, o geldelės sujungiamos tarpusavyje tik raumenimis. Kitų kai kurių brachiopodų dantinės plokštelės suauga sudarydamos vadinamąjį spondylį, nuo kurio tęsiasi vidinė septa, arba pilvo geldelės pertvarėlė. Geldeles uždaro ir atidaro raumenys. Todėl išmirusių pečiakojų abiejų geldelių vidinėse pusėse gerai išlieka jų atspaudai.

Pečiakojų kūnas yra užpakalinėje skeleto dalyje, atskirtas diafragmos. Priekinę kūno dalį išklotą mantija. Mantija formuoja pečiakojų skeletą, kuris gali būti karbonatinis, rečiau chitininis arba chitininis-fosfatinis. Mantijos ertmėje (priekinėje kūno dalyje) yra dvi į spiralę susisukusios rankos su blakstienomis, kurios atlieka maisto gaudymo bei organizmo aprūpinimo deguonimi funkcijas.

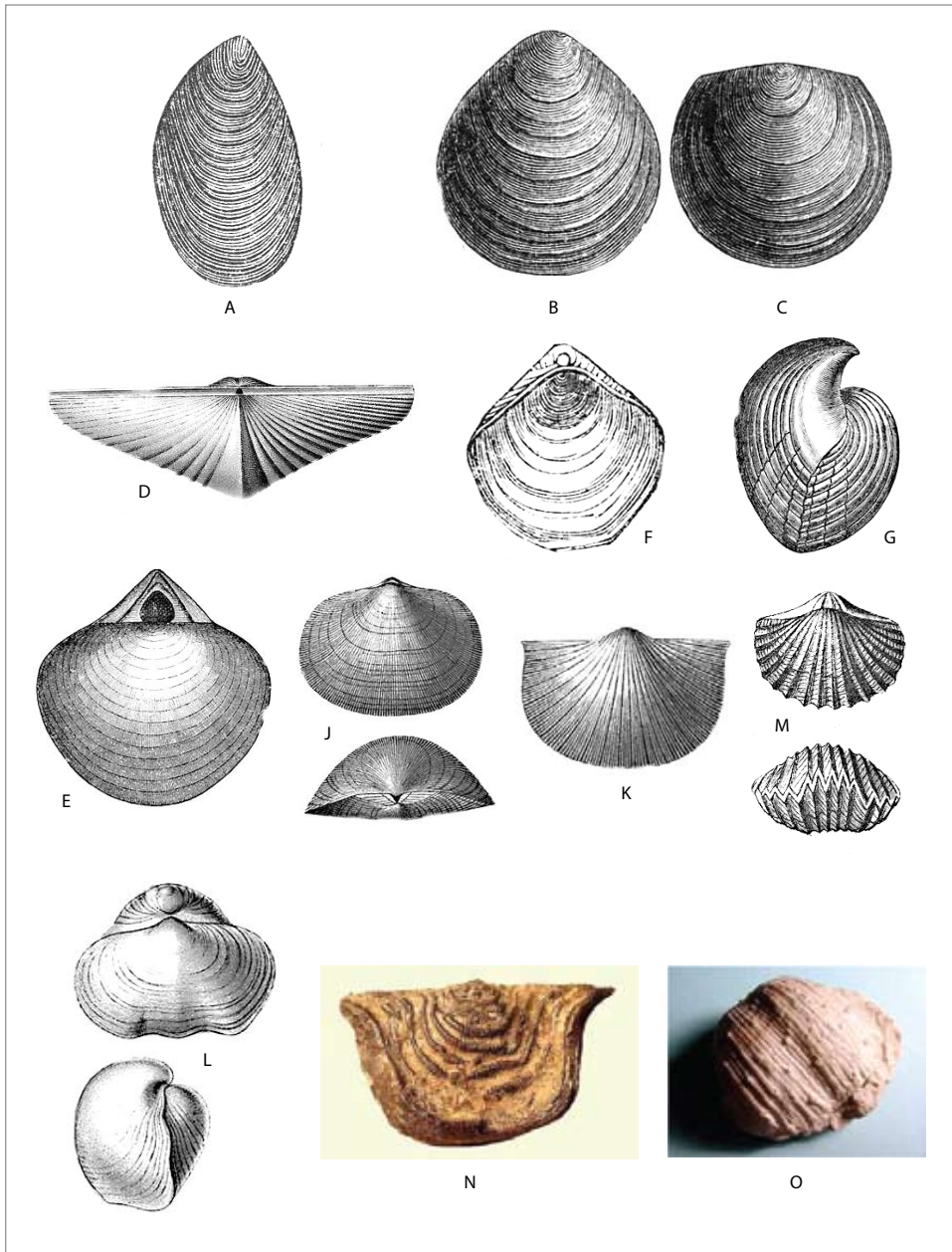
Pečiakojai žinomi nuo ankstyvojo kambro ir ypač klestėjo devono periode. Vidurinio ir viršutinio paleozojaus sandūroje didelė dalis būrių išmirė, o karbono ir permio perioduose vyravo produktidai (b. *Productida*) ir spiriferidai (b. *Spiriferida*). Po išmirimo perme ir triase iki šiol išliko keturi pečiakojų būriai.

Tradicinė pečiakojų klasifikacija remiasi spynos ir rankų aparato buvimu. Todėl visas pečiakojų tipas buvo suskaidytas į dvi klases: spyninius (kl. *Articulata*) ir bespyninius (kl. *Inarticulata*).

Klasė *Inarticulata* – bespyniai pečiakojai. Šios klasės pečiakojai neturi dantelių ir dantinių plokštelių, taip pat neturi rankų aparato, geldelės yra organinės sudėties (chitininės proteininės, neturi skylutės išėigai, kojelė į aplinką išėina tarp geldelių. Skeleto forma labai įvairi: suapvalinta, lęšiukų, liežuvio arba kastuvo pavidalo. Geldelių dydis gali būti beveik vienodas, bet gali ir labai skirtis. Vidinėje geldelių dalyje gausu atspaudų. Dalis jų yra raumenų atspaudai, kiti priklauso kraujotakos sistemai.

Tipiški šios klasės atstovai priklauso tokioms gentims kaip *Lingula* (O-Q) ir *Obo-lus* (E_2-O_1) (3.3.35 pav.). Lietuvoje jų randama rieduliuose arba gręžinių kerne.

Klasė *Articulata* – spyniniai pečiakojai. Spyniniai pečiakojai turi įvairaus išsi-vystymo dantelius, kurie kartais suauga tarpusavyje sudarydami spondilijų ir daž-



3.3.35 PAV. Tipas pečiakojai (*Brachipoda*): A – C klasė – bespyniai (*Inartikulata*): A – g. *Lingula* – devonas, Vokietija (Fraas, 1910), B, C – g. *Obolus apollinis* – vėlyvasis kambras, Vokietija (Neymar, 1897); D–M – klasė – spyniniai (*Articulata*): D – g. *Spirifer*, devonas, Vokietija (Fraas, 1910), E – g. *Stringocephalus*, devonas, Vokietija (Neumayr, 1897), F – g. *Terebratula*, jura, Vokietija (Credner, 1891), G – g. *Conchidium*, silūras (Rossmassler, 1863), J – g. *Orthis*, K – g. *Strophomena*, silūras (Fraas, 1910), L – g. *Pentamerus*, silūras (Fraas, 1910), M – g. *Rhynchonella*, vidurinė jura, Vokietija (Fraas, 1910), N – g. *Leptaena*, silūras, Oklahoma, JAV (skywalker.cochise.edu/.../productid1.htm), O – g. *Productus*, vėlyvasis karbonas (pensilvanis), JAV (skywalker.cochise.edu/.../productid1.htm)

niausiai turi rankų aparatą. Skeletas vien karbonatinis. Visiems šios klasės atovams būdinga kojelė, kuri išeina į aplinką per deltyrį arba forameną. Vidinėse geldelių pusėse dažniausi raumenų atspaudai. Spyninių brachiopodų skeletas labai įvairus – suapvalintas, lęšiukų, rutulio formos, keturkampis, kastuvo pavidalo kūginis ir pan. Paprastai pilvo geldelė didesnė negu nugaros ir turi labiau išryškėjusią viršūnę. Kai kurių pečiakojų geldelės buvo išgaubtos. Ant pilvo geldelės šis išgaubimas, arba sinusas, turėjo trikampės formos briauną, kuri pamažu plėtėsi nuo viršūnės link geldelės priekinės dalies. Geldelių paviršius lygus arba turi įvairaus intensyvumo skulptūrą su priaugimo linijomis.

Lietuvoje spyninių pečiakojų ypač dažnai randama ordoviko, silūro ir devono periodų uolienų rieduliuose arba gręžinių kerne. Jie taip pat surandami devono, permio ir jūros periodų atodangose. Tai tokių genčių atstovai kaip *Pentametrus* (S), *Strophomena* (O₂–O₃), *Orthis* (O–S), *Conchidium* (S), *Leptaena* (O), *Terebratula* (J), *Spirifer* (D), *Stringocephalus* (D3), *Rhynchonella* (J–K) ir kt. (3.3.35 pav.).

Tipas *Echinodermata* – dygiaodžiai

Dygiaodžiai yra jūrų gyventojai, laisvai šliaužiojantys jūros dugnu arba gyvenantys prisitvirtinę prie jo. Jiems būdinga penkiaspindulė kūno simetrija, vidinis skeletas sudarytas iš kalcitinės sudėties plokštelių, kūną dengia oda. Jų skeletas sudarytas iš daugybės plokštelių, kurios tarpusavyje yra judamai ar nejudamai sujungtos. Visi dygiaodžiai turi vadinamąją ambulaklinę, arba vandeninę, indų sistemą, kurią sudaro akmeninis, žiedinis ir penki spinduliniai kanalai. Ašinis akmeninis kanalas turi sieneles. Jis prasideda skeleto viršutinėje dalyje nuo tinklelio pavidalo madreporinės plokštelės. Vanduo kartu su deguonimi per madreporinę plokštelę patenka į akmeninį kanalą, o paskui į žiedinį ir nuo jo toliau pasiskirsto į penkis spindulinius kanalus. Į dvi puses nuo kiekvieno spindulinio kanalo yra išsidėsčiusios ambulaklinės kojelės, kurios gali kelis kartus pailgėti ir vėl sutrumpėti. Šios kojelės atlieka prisitvirtinimo, judėjimo ir jutimo organų funkcijas. Dygiaodžių kūnas gali būti žvaigždės, rutulio, maišelio, gėlės žiedo su koteliu ar duonos kepaluko pavidalo. Jų dydis yra taip pat skirtingas, pavyzdžiui, jūrų lelijos gali būti 10 m ilgio, jūrų ežiai – nuo 1 cm iki 10–15 cm.

Dygiaodžių sistematika remiasi jų lervų vystymosi ypatumais, kūno sandara, simetrijos pobūdžiu ir skeleto sandaros ypatumais.

Dygiaodžių tipas skirstomas į: *Homalozoa*, *Crinozoa*, *Asterozoa*, *Blastozoa* ir *Echinozoa* potipius.

Potipis *Holmazona* – holmazojai

Šiam potipiui priklauso išmirę primityvūs dygiaodžiai, kurie neturėjo penkiaspindulės simetrijos. Plokščias skeletas turėjo dvišonę simetriją. Informacijos apie šio potipio radinius Lietuvoje kol kas nėra.

Potipis *Crinozoa* – krinozozai

Krinozų skeletą sudaro stiebelis, taurelė ir brachiolės. Taurelė gali būti rutulio, kūgio, pusrutulio formos ir yra sudaryta iš tarpusavyje suaugusių įvairios formos ir dydžio karbonatinių plokštelių, kurių skaičius kinta nuo 10–15 iki kelių šimtų. Jeigu taurelę sudaro mažas plokštelių skaičius, tuomet jos išsidėsto dėsningsi, jeigu daug – netvarkingai, be ryškos sistemos. Taurelėje yra virškinimo, ambulakrinės ir lytinės sistemų angos. Viršutinės dalies centre yra burna, taurelės šone – analinė anga. Šio potipio atstovai yra bentosiniai gyvūnai. Krinozų sistematika remiasi taurelės sandaros ypatumais, penkiaspindulės simetrijos išsivystymo lygiu, ambulakrinės sistemos sandara, rankų (brachiolių) skaičiumi. Skiriamos tokios šio potipio klasės: jūrų lelijos (*Crinoidea*), jūrų pūslės (*Cystoidea*) ir jūrų pumpurai (*Blastoidea*). Kiti autoriai skiria krinozų potipio *Crinoidea* ir *Paracrinoidea* klases (Valentine, 2004).

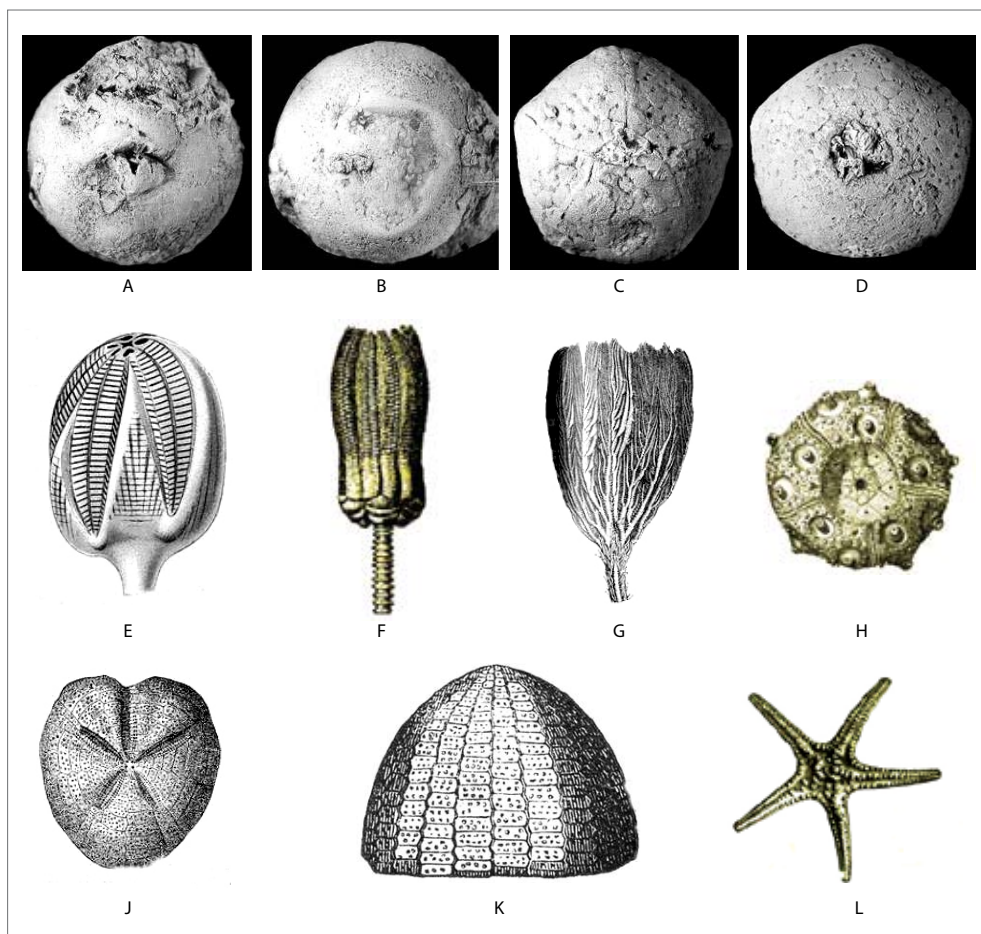
Klasė *Cystoidea* – jūrų pūslės. Jūrų pūslių skeletą sudaro taurelė, brachiolės ir kartais stiebelis. Taurelė dažnai buvo rutulio formos, kartais kriaušės pavidalo ir sudaryta iš daugybės netvarkingai išsidėsčiusių daugiakampių plokštelių. Maistą surinkdavo negausiomis brachiolėmis, kurios buvo išsidėčiusios arti burnos. Nuo taurelės apatinės dalies galėjo eiti įvairaus ilgio stiebelis, atliekantis tvirtinimosi funkciją. Jūrų pūslės yra žinomos nuo ordoviko iki devono ir yra savotiškas normalaus druskingumo jūrinių baseinų sublitoralinės srities rodiklis.

Tipiški šios klasės atstovai priklauso *Echinosphaerites* (O_{1-3}) ir *Glyposphaerites* (O_{1-2}) gentims (3.3.36 pav.).

Klasė *Blastoidea* – jūrų pumpurai. Jų skeletas panašiai kaip jūrų lelijų susideda iš taurelės, brachiolių ir stieblio. Taurelę sudaro trys dėsningsi išsidėsčiusios plokštelių eilės ir penki maistiniai rėžiai, einantys iki burnos angos. Nuo apatinės taurelės dalies eina nariuotas stiebelis. Apatinė taurelės pagrindo juosta sudaryta iš trijų pamatinių plokštelių, antroji juosta – iš penkių stambių spindulinių plokštelių nuo kurių šonų prasideda maistiniai įrėžiai. Virš šios juostos yra trečioji, sudaryta iš penkių smulkių deltidinių plokštelių. Maistinius įrėžius sudaro dvi tarpusavyje besikaitaliojančių smulkių plokštelių juostos. Jūrų pumpurai gyveno normalaus druskingumo baseinuose, prisitvirtinę prie jūros dugno. Jie žinomi nuo silūro iki permio imtinai. Tipiški šios klasės atstovai priklauso g. *Pentremites* (C_2) (3.3.36 pav). Lietuvoje jūrų pumpurų gali būti randama rieduliuose arba grėžinių kerne.

Klasė *Crinoidea* – jūrų lelijos. Tai gausiai randamos dygiaodžių organizmų liekanos, ypač stiebelių, pradedant ordoviko periodo uolienomis iki dabartinių laikų. Taurelių radiniai yra gana reti. Ordoviko ir silūro sistemų pjūviuose Lietuvoje yra aptinkamos ištisos iki kelių metrų storio jūrų lelijų stiebelių sankaupos, kai kada net vadinamos krinoidėjinėmis klintimis. Lietuvoje jūrų lelijų stiebelių randama rieduliuose, jūros ir permio periodų atodangose, grėžinių kerne.

Jūrų lelijų, kaip ir jau aprašytų dygiaodžių, skeletą sudaro taurelė, brachiolės ir stiebelis. Taurelė gali būti pusiau rutulio, ovalo arba kūgio formos. Ją paprastai sudaro



3.3.36 PAV. Tipas Echinodermata – dygiaodžiai, klasė Cystoidea: A, B – *Echinosphaerites concomitans* (Barraude, 1887). C, D – *Glyptosphaerites ferrigena* (Barraude, 1887), ankstyvasis ordovikas, Třenice svita, Holoubkov, Čekija; klasė Blastoidea – jūrų pumpurai – E – g. *Pentremites*, karbonas, Vokietija (Fraas, 1910); klasė Crinoidea – jūrų lelijos – F – g. *Encrinus*, triasas, Vokietija (Fraas, 1910), G – g. *Pentacrinus*, triasas – dabartis, Vokietija (Neumayr, 1897), H – g. *Cidaris*, vėlyvoji kreida, Vokietija (Zittel, 1904), J – g. *Micraster* vėlyvoji kreida, Vokietija (Fraas, 1910), K – g. *Echinocorys*, vėlyvoji kreida, Vokietija (Neumayr, 1897), potipis Asterozoa – jūrų žvaigždės *Oreaster jurrasicus* (Zitt.) – vėlyvoji jūra, Vokietija (Zittel, 1904)

dvi arba trys plokštelių juostos, kurių skaičius eilutėje yra 5 arba 10, arba 15. Brachiolės sudaro daugybę judamai sujungtų plokštelių – narelių. Brachiolės gali daug kartų išsišakoti ir suformuoti papildomus nariuotus priedus – pinules. Nuo apatinės taurelės dalies prasideda stiebelis, kuris kaip brachiolės yra sudarytas iš daugybės narelių. Jų centre yra ašinis kanalas, kurio skerspjūvio forma yra ovali, penkiakampė arba keturkampė. Stiebelio nareliai, ne taip kaip brachiolės, turi spindulinę simetriją.

Tipiškos jūrų lelijų gentys yra g. *Encrinus* (T), g. *Pentacrinus* (T₂) (3.3.36 pav.).

Potipis *Asterozoa* – jūrų žvaigždės

Šiam potipiui priklauso jūrų žvaigždės ir ofurijos. Jų skeletą sudaro centrinis diskas ir spindulinės ataugos. Paprastai jos turi penkiakampę simetriją. Burnos anga yra apatinėje disko dalyje, o analinė – viršutinėje. Jūrų žvaigždės, rečiau ofurijos kol kas randamos tik Pabaltijo ordoviko periodo klintyse, bei Krymo Didžiojo kanjono regione jūros periodo uolienose. Jūrų žvaigždės yra plėšrūs organizmai, mintantys dvigeldžiais moliuskais. Jų istorija yra žinoma nuo ordoviko iki dabar. Tipiška gentis yra g. *Oreaster* (J_2) (3.3.36 pav.).

Potipis *Echinozoa* – jūrų ežiai

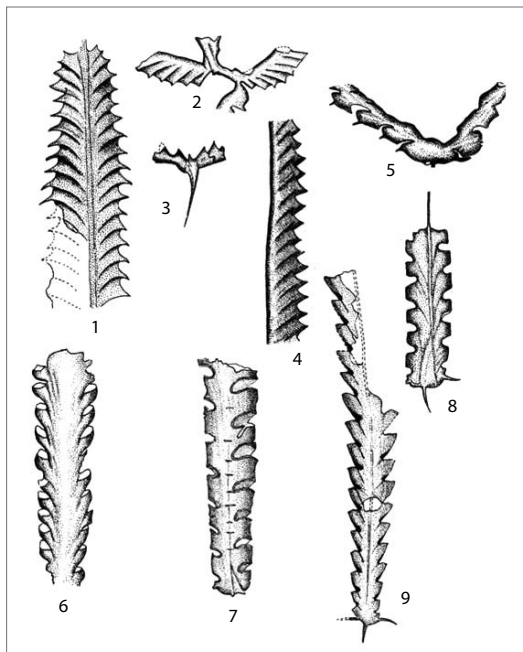
Klasė *Echinoidea* – jūrų ežiai. Šios klasės atstovų kūno sandara yra apibūdinta aprašant dygiaodžių tipą. Pagal burnos ir analinės angos padėtį bei ambulaklarinės sistemos sandarą skirstoma į smulkesnio rango taksonus – būrius. Jūrų ežiai yra žinomi nuo ordoviko iki dabar, tačiau diesnį klestėjimą pasiekė mezozojuje. Tipiški atstovai yra *Cidaris* (T – Q), *Micraster* (K), *Echinocorys* (K_2 – Pg₁) (3.3.36 pav.).

Lietuvoje jų galima aptikti jūros periodo atodangose arba giliųjų gręžinių kerne. Vakarinėje ir pietvakarinėje Lietuvos dalyje nedidelės g. *Echinocorys* atstovų nuolaužos randamos rieduliuose.

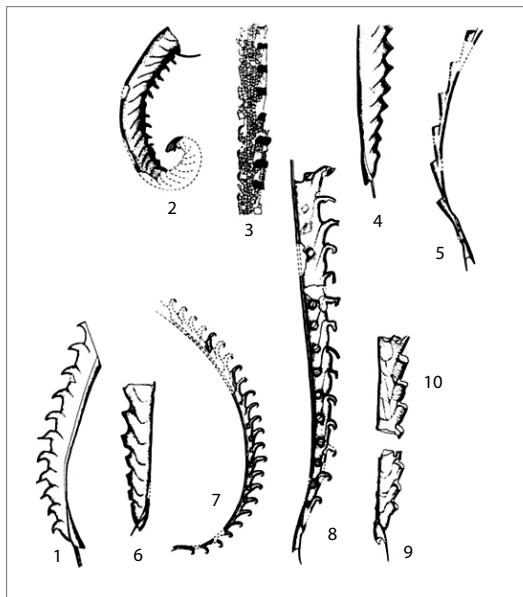
Tipas *Hemicordata* – pusiauchordiniai

Pusiauchordinių organizmų grupei priklauso trisluoksniai antraburniai pavieniai ir kolonijiniai organizmai. Dabartiniu metu gyvenantys pusiauchordiniai organizmai priklauso *Rhabdopleura* genčiai. Jie yra kolonijiniai. Koloniją sudaro maži (mažesni už 1 mm) zooidai, kurių priekinėje dalyje yra lofofora (rankos), turinti čiulptuvus. Loforos apatinėje dalyje yra burnos anga. Zooidai yra cilindrinuose organiniuose vamzdeliuose – tekose. Jos sudarytos iš pusiau žiedo formos juostelių su zigzagine siūle. Tekos dauginasi pumpuravimosi būdu. Pusiauchordinių tipas skirstomas į tris klases. Išmirusiems pusiauchordiniams priklauso graptolitų klasė – *Graptholithina*.

Klasė *Graptholithina* – graptolitai. Graptolitai yra išmirę išimtinai kolonijiniai organizmai, turintys skleroproteininį skeletą. Ši medžiaga pagal cheminę sudėtį yra baltyminis polimeras, nors išoriškai yra panašus į chitiną, t. y. angliavandenių polimerą. Skeletas ištisinis, sudaro tinklinį karkasą. Graptolitų kolonijos – rabdosomos – gana įvairios formos. Jos gali būti tinklinės (medžio formos) ir netinklinės. Pastarosios yra sudarytos iš tiesių, sulinkusių arba į spiralę susisukusių šakų. Tinklines kolonijas sudaro besišakojančios tiesios šakos, kurios tarpusavyje susijungia plonomis jungtimis arba tarpusavyje besipindamos. Šakos sudaro tarpusavyje besiliečiančių daugybę cilindrinės, kūginės, kabliukų išvaizdos ar snapo pavidalo tekų. Pirmoji kolonijos grandis – *sikula*, kuri yra kūgio formos ir atvirame gale baigiasi spygliuku. Nuo sikulos pumpuravimosi metu atsiranda antra grandis, kurios žiotys gali būti nukreiptos ta pačia kryptimi kaip ir sikulos arba priešinga.



3.3.37 PAV. Lietuvos ordoviko svarbesnės graptoloidėjos (Пашкевичюс, 1972, 1981; Gailius ir kt., 1994): 1 – *Phyllograptus angustifolius elongatus*, Šakyna-27, gylis – 1367,45 m, Volkovo regioninis aukštas, Kriukų svita (x5); 2 – *Tetragraptus cf. amii*, Kriukai-146, gylis – 1103,3 m, Volkovo regioninis aukštas, Šakynos svita (x5); 3, 4 – *Didymograptus patulus*, Kriukai-146, gylis – 1148,8 m, Latorpo regioninis aukštas, Zebrės svita (x5); 5 – *Dicelograptus divaricatus*, Kalvarija-2, gylis – 935,6 m, Uhaku regioninis aukštas, Kraštų svita (x9,3); 6 – *Eoglyptograptus dentatus dainavensis*, Kalvarija-2, gylis – 947,6 m, Lasnamagio regioninis aukštas, Vyžūnų svita, (x9,3); 7 – *Climacograptus riddelensis*, Krekenava-7, gylis 960,2 m, Kukrūsės regioninis aukštas, Kriaunų svita (x9,3); 8 – *Orthograptus calcaratus vulgatus*, Stačiūnai-8, gylis – 1365,5 m, Oandu regioninis aukštas, Moseno svita (x7,5); 9 – *Climacograptus skagensis similis*, Lygumai-52, gylis – 1519,0 m, Oandu regioninis aukštas, Moseno svita (x9,3) (Kabailienė, Radzevičius, 2011)



3.3.38 PAV. Lietuvos silūro svarbesnės graptoloidėjos (Пашкевичюс, 1979; Gailius ir kt., 1994): 1 – *Monograptus f. flexilis*, Vištytis-17, gylis – 1126,1 m, apatinis uenlokis; 2 – *Monograptus t. testis*, Parovėja-9, gylis – 577,5 m, viršutinis uenlokis; 3 – *Gothograptus nassa*, Kunkojai-12, gylis – 1224 m, viršutinis uenlokis; 4 – *Pristiograptus virbalensis*, Virbalis-5, gylis – 1026,75 m, viršutinis uenlokis; 5 – *Lobograptus progenitor*, Pajavonys-13, gylis – 994.4 m, apatinis ludlovis; 6 – *Pseudomonoclimacis tauragensis*, Gargždai-18, gylis – 1728.8 m, apatinis ludlovis; 7 – *Monograptus formosus*, Tarava, gylis – 1796–1802 m, viršutinis ludlovis; 8 – *Monograptus balticus*, Gargždai-18, gylis – 1639 m, viršutinis uenlokis; 9, 10 – *Neocolonograptus parultimus*, Pajavonys-13, gylis – 841,3 m, pržidolis, (Kabailienė, Radzevičius, 2011)

Graptolitai buvo tiek planktoniniai organizmai, tiek bentosiniai – prisitvirtinę prie jūros dugno nelygumų. Daugiausia graptolitų sandraupų randama molio skalūnuose, o apskritai jie gyveno normalaus druskingumo jūriniuose baseinuose nuo kambro iki ankstyvojo karbono. Tipiški graptolitų atstovai priklauso tokioms gentims kaip *Diplograptus* (O – S₁), *Didymograptus* (O₁₋₂), *Tetragraptus* (O₁), *Dicranograptus* (O₂₋₃), *Retiolites* (S₁), *Pristiograptus* (S), *Rastrites* (S₁), *Oktavites* (S₁), *Cyrtograptus* (S₁), *Gothograptus* (S₁), *Monoclimacis* (S₂) (3.3.37, 3.3.38 pav.).

Graptolitai yra labai svarbūs ordoviko, silūro ir devono biostratigrafijai. Minėtų sistemų bendrosios stratigrafinės skalės straigrafiniai vienetai grindžiami graptolitų fauna.

Lietuvoje graptolitų randama riedulinėje medžiagoje (retai) ir giliųjų grėžinių kerne.

4. STRATIGRAFIJA

4.1. KAS YRA STRATIGRAFIJA

Stratigrafija (lot. *stratum* – sluoksnis ir gr. *grapho* – aprašymas) yra mokslas apie uolienų sluoksnius, jų sudėtį, sandarą, padėtį, jų amžiaus nustatymą ir sugretinimą (koreliaciją) laike ir erdvėje.

Sluoksniu vadinamas plokščias, santykinai didelio ploto ir mažo storio kūnas, sudarytas vienos rūšies uolienos, susidariusios tam tikrų geologinių procesų metu tam tikroje geologinėje aplinkoje. Sluoksniais slūgso nuosėdinės ir vulkaninės uolienos – lavos ir piroklastai. Sluoksnis yra tarsi Žemės istorijos metraščio puslapis, kuriame įrašytos žinios apie tam tikrą geologinės istorijos laikotarpį – jo metu vykusius geologinius procesus, paleogeografines sąlygas, gyvenusius organizmus, jų aplinką. Tiriant sluoksnių storumę tam tikrame plote nustatoma ir jos geologinė istorija, o sugretinus sluoksnių tyrimų rezultatus atskirose vietovėse susidaro ir bendras Žemės raidos vaizdas.

Sluoksnis yra apribotas sluoksniavimosi ar ardymo paviršių. Paviršius, apribojantis sluoksnį iš viršaus, vadinamas jo kraigu, o iš apačios – padu. Sluoksniu storis paprastai matuojamas centimetrais ar metrais, o jo plotas gali siekti tūkstančius kvadratinų kilometrų. Jeigu sluoksniai klostosi nenutrūkstamai, jie sudaro vientisą storumę. Tokiu atveju sluoksniai slūgso darniai ir sudaro pilną geologinį pjūvį. Iškilus jūros dugnui žemyno sąlygomis nuosėdos nustoja klostytis ir prasideda anksčiau susiklojusių sluoksnių ardymas. Plotą vėl užliejus jūrai ant nuardyto paviršiaus vėl klostosi jaunesni sluoksniai. Tokiu atveju susidarys dalinis geologinis pjūvis. Jame nerasime tų sluoksnių, kurie buvo nuardyti iškilimo metu. Taip susidaro **stratigrafinė nedarna**.

Tiriant sluoksnius atodangoje ar kerne pirmiausiai reikia nustatyti uolienas, kurios juos sudaro, įvertinti jų kilmę, susidarymo sąlygas, aplinką (kaip tai daryti, paaiškinta 2.3 skyriuje) ir nustatyti sluoksniu amžių. Tai toli gražu ne visada galima padaryti vietoje – dažniausiai prireikia paleontologinių, geocheminių, kartais paleomagnetinių ir kitokių tyrimų. Tik nustatyto amžiaus sluoksnį galima susieti su kitose vietose esančiais vienalaikiais sluoksniais ir tik tada visos jame „įrašytos“ žinios tampa bendros geologinės istorijos dalimi.

Vienas svarbiausių sluoksniu amžiaus rodiklių, lengviausiai pritaikomas ir laukuose, yra suakmenėjusios gyvūnų ir augalijos liekanos fosilijos. Jų rūšys ir stratigrafinė reikšmė aprašyta 3 skyriuje. Pagal fosilijas galima ne tik nustatyti sluoksniu susidarymo laikotarpį, bet ir įvertinti paleogeografines sąlygas, kuriomis jis susiklojo,

nes kiekviena organizmų bendrija gyvena tam tikroje aplinkoje. Tiksliau sluoksnio amžius nustatomas radiologiniais būdais, datuojant arba pačias nuosėdines uolienas, arba su jomis sugretinamas magmines uolienas.

4.2. LAIKO SKALĖ, JOS APIBŪDINIMAS

Derinant stratigrafinius ir geochronologinius tyrimus visa Žemės istorija suskirstyta į įvairios trukmės laikotarpius – **geochronologinius padalinius**. Stambesni padaliniai yra skirstomi į smulkesnius. Stambiausi geochronologiniai padaliniai yra pripažinti Tarptautinės geologijos mokslų sąjungos ir vienodai išskiriami visame pasaulyje (4.1 lentelė). Smulkesni padaliniai išskiriami atskiruose didesniuose ir mažesniuose plotuose ir ne visada susiejami (koreliuojami) tarpusavyje. Jie vadinami regioniniais, o dar smulkesni – vietiniais stratigrafiniais padaliniais.

4.1 LENTELĖ. Tarptautinės stratigrafinės schemos padaliniai

GEOCHRONOLOGINIAI PADALINIAI	CHRONOSTRATIGRAFINIAI PADALINIAI
EONAS	EONOTEMA
ERA	ERATEMA
PERIODAS	SISTEMA
EPOCHA	SKYRIUS
AMŽIUS	AUKŠTAS

Geochronologinius laikotarpius atitinka **chronostratigrafiniai padaliniai**, tai yra uolienų stovymės, kurios susidarė per atitinkamą laikotarpį. Pavyzdžiui, eros laikotarpiu susidariusi uolienų stovymė vadinama eratema, periodo – sistema ir taip toliau (4.1 lentelė). Atitinkami geochronologiniai ir chronostratigrafiniai padaliniai turi tą patį pavadinimą. Antai periodai ir juos atitinkančios sistemos vadinami vienodai, pavyzdžiui, kambras, ordovikas, silūras.

Stambiausi stratigrafiniai padaliniai yra eonai ir eonotemos. Jų yra viso labo keturios – hadas, archėjus, proterozojus ir fanerozojaus. Eonai (eonotemos) skirstomi į eras (eratemas), kurių yra dešimt. Jų trukmė yra matuojama šimtais milijonų metų. Eros (eratemos) skirstomos į periodus (sistemas). Jų trukmė matuojama dešimtimis milijonų metų, tik proterozojuje jie yra ilgesni. Dar smulkiau skirstomi tik fanerozojaus periodai, nes jo sluoksniai geriausiai išlikę, juose gausu fosilijų ir jie nuodugniausiai ištirti. Detalesniam nagrinėjimui 1 įklijoje pateikta tarptautinė stratigrafijos skalė.

4.3. LIETUVOS NUOSĖDINĖS STORYMĖS STRATIGRAFINIS SUSKIRSTYMAS

4.3.1. Bendras apibūdinimas

Lietuvos geologinis pjūvis kaip reta pilnas. Čia randami visų erų dariniai pradedant peleoproterozojumi ir visų fanerozojaus periodų sluoksniai, nes didelę dalį fanerozojaus eono Lietuvą dengė jūra. Tai paaiškinama tuo, kad Lietuva yra senojo Rytų Europos kratono pakraštyje. Paleozojaus pradžioje tuometinio Baltikos kontinento (kurio dalimi buvo ir Lietuva) pakraštys buvo dabartinės Lenkijos viduryje, o už jo tyvuliavo vandenynas. Visa Vakarų Europos pluta prie senojo kratono priaugo palaipsniui, per pastaruosius 400 mln. metų ir vandenyno pakraščio (šelfo) jūros dažnai pasiekdavo Lietuvą. Be to, Vakarų Lietuva ilgą laiką, daugiausia paleozojuje, grimzdo. Čia susidarė įduba, vadinama Baltijos nuosėdinio baseinu, kuriame uolienų storymė viršija 2300 m (apie Klaipėdą). Į rytus ir pietryčius nuosėdinė danga plonėja, o ploniausia ji yra pietuose, po Čepkelių raistu, kur gręžiniu nustatytas jos storis tėra 211,5 m.

Nuosėdinė danga plonėja ir šiaurės link. Einant šia kryptimi palaipsniui atsidengia vis senesni sluoksniai. Šiaurės Lietuvoje – permo, karbono, devono, Latvijoje ir pietinėje Estijoje – devono, Estijos viduryje – silūro, o šiaurinėje pakrantėje – ordoviko ir kambro.

Taigi sluoksniai, senesni už devoną, Lietuvoje žemės paviršiuje neatsidengia. Jie pasiekiami tik gręžiniais ir jų uolienas galima pamatyti tik kerne. Jo pavyzdžių yra Vilniaus universiteto Geologijos muziejuje arba Lietuvos geologijos muziejuje Vievyje, kuriam priklauso ir didžiausio Lietuvos geologų (ir visos valstybės) turto – gręžinių kerno saugykla. O norint pamatyti ankstyvojo paleozojaus sluoksnius atodangose, reikia vykti į kaimynines šalis – Latviją ir Estiją arba į Švediją – Gotlando ir Elando salas.

4.3.2. Atskirų sistemų apibūdinimas

Seniausios stratifikuotos (nuosėdinės ir vulkaninės) uolienos Lietuvoje susidarė paleoproterozojaus eros orasiro periodu. Jų amžius tiksliai nenustatytas, bet, manoma, yra apie 1,9–1,88 mlrd. metų. Jos susidarė dar kalnodaros sąlygomis, yra metamorfinizuotos ir slūgso kristaliniame pamate.

Seniausios nuosėdinės uolienos, nepaveiktos metamorfizmo ir suklostytos jau ant nuardyto kristalinio pamato, yra priskiriamos (tiesa, neužtikrintai) mezoproterozojaus erai ir vadinamos Veiviržėnų storyme. Tai smiltainis ir gravelitas, vietomis su vulkaninės medžiagos priemaiša. Jos paplitusios tik atskirais lopinėliais vakarinėje Lietuvos dalyje.

Neoproterozojaus eros pabaigoje kriogeno ar (ir) ediakaro periodais susiklojo vadinamoji vendo storymė, sudaryta iš smiltainio, gravelito, konglomerato ir retesnių

molio sluoksnių. Uolienose daug geležies hidroksidų, todėl jos išsiskiria tamsiai ruda ar rusva spalva. Vendo sluoksniai dengia visą rytinę ir pietinę Lietuvos dalį, o jų storis siekia 180 metrų.

Paleozojaus eros pjūvis prasideda **kambriu**. Jo storymės apatinėje dalyje slūgso mėlynos spalvos jūrinių molių sluoksniai. Pjūvio viršuje vyrauja baltas smulkus kvarcinis smiltainis, suklostytas upių deltose, vietomis perklostytas jūros bangų ir priekrantės srovių. Šis smiltainis yra beveik visų Lietuvos naftos telkinių talpinančios uolienos (kolektoriai).

Ordoviko periode visoje Lietuvoje vyravo jūros sąlygos, tik keitėsi atstumas nuo kranto ir atitinkamai jūros gylis. Todėl šią sistemą sudaro susisluoksniuojančių smiltainio ir klinties bei mergelio storymė.

Silūro metu labiausiai grimzdo Baltijos įduba, todėl silūro sistemos storis yra didžiausias ir viršija 1000 metrų. Tai taip pat jūros nuosėdos, nes silūro pradžioje jūra buvo išplitusi visame Lietuvos plote, o vėliau pasitraukė iš Rytų Lietuvos ir jos pakrantė tęsėsi vidurio Lietuvoje, apytikriai šiaurės ir pietų kryptimi. Silūro jūroje susiklojo molių ir mergelio storymės, o atskirais laikotarpiais ir klintis. Silūro metu Baltikos kontinentas, slinkdamas iš pietinių platumų, pasiekė pusiaują, todėl šiltoje silūro jūroje gyveno daug įvairių organizmų, kurių organinės medžiagos liekanų išliko molingoje storymėje ir yra naftos bei dujų medžiagos šaltinis.

Devono laikotarpiu didelę Lietuvos dalį dengė jūra, bet labai sekli, todėl dažnai kito jos kranto linijos padėtis – vienur atsirasdavo salų ar didesnių žemyno plotų, kitur susidarydavo lagūnos. Todėl ir devono pjūvis labai margas ir tiesiogine, ir perkeltine prasme. Čia dažnai kaitaliojasi įvairių uolienų – molio, smiltainio, klinties, dolomito ir gipso sluoksniai. Dalis storymės yra marga ir todėl, kad nudažyta raudonų geležies hidroksidų sancaupų, būdingų karštam klimatui, nes devone Baltika galutinai krito pusiaują.

Devono storymės dalį galima matyti atodangose šiaurės Lietuvos upių Mūšos, Nemunėlio, Tatulos, Įstro, Lėvens, Šventosios ir jos intakų – Armonos ir Pelyšos pakrantėse. Dirbtinės atodangos yra Petrašiūnų, Klovainių ir Skaisgirio karjeruose, kur išgaunamas dolomitas. Vaizdingos margaspalvių devono smiltainių atodangos tęsiasi palei Gaujos upę gražiausiame Latvijos Gaujos nacionaliniame parke. Jų yra ir Latvijos pajūryje (Veczemju klintis) bei prie Burtniekų ežero. To paties laikotarpio rausvo smiltainio atodangų yra ir pietvakarių Estijoje palei Pijuzos ir Vychandu upes (Taevaskoda).

Karbono laikotarpio uolienų yra tik šiaurės vakariniame Lietuvos pakraštyje. Tai daugiausia smiltainis, aleurolitas, mergelis ir dolomitas, susikloję seklios jūros sąlygomis. Didelė karbono storymės dalis buvo nuardyta permo periodo pradžioje, kai Lietuvos paviršius buvo ilgesnį laiką iškeltas.

Permo periode Baltikos žemynas pasiekė platumas (~30°), kur tada (kaip, beje, ir šiuo metu) buvo išplitusios dykumos. Sauso karšto dykuminio klimato sąlygas rodo

raudonspalviai gravelito, smiltainio, molio sluoksniai. Vėliau Lietuvą pasiekė seklūs jūros pakraštys. Sparčiai garuojant vandeniui joje klostėsi evaporitai, tai yra druskos, nusėdancios iš prisotintų tirpalų. Tokiomis sąlygomis nusėdo anhidrito klodas, apimantis apie 10 tūkst. km² plotą pietvakarių Lietuvoje ir siekiantis kelių dešimčių metrų storį. Arčiausiai paviršiaus maždaug 210 metrų gylyje anhidritas yra Pakaunėje, prie Mažųjų Lapių. Ties Stoniškais ir Usėnais surasta ir keletas valgomosios druskos (halito) kupolų. Anhidritas ir druska yra vertingos naudingosios iškasenos, kurios dar laukia savo eilės. Permo pabaigoje jūra užliejo visą vakarų Lietuvą. Joje susiklojo labai švarios, baltos klinties storemės. Ją galima pamatyti Karpėnų bei Menčių karjeruose prie Naujosios Akmenės, kur ši klintis išgaunama cemento bei kalkių gamybai. Karpėnų karjeras yra didžiausias Rytų Pabaltijo šalyse.

Triase Lietuva dar buvo sauso, karšto klimato juostoje, bet ją paįvairindavo ir drėgnesni laikotarpiai. Nuosėdos klostėsi daugiausia laikinuose sekliuose ežeruose. Tai būdingos sausam klimatui rausvos spalvos molis, smiltainis. Raudoną triaso molį galima pamatyti Šaltiškių karjere, netoli Papilės, kur jis kasamas cemento gamybai. Molyje aptinkama tuo metu gyvenusių roplių, giminingų krokodilams, dantų.

Juros laikotarpio nuosėdos susiklojo jūrose, kurios laikinai užliedavo Lietuvą, daugiausia jos vakarinę dalį. Joje klostėsi smėlis, aleuritas, molis. Geriausios ir garsiausios jūros atodangos yra Ventos slėnyje ties Papile. Čia jų ypatybė yra didesnis geležies kiekis. Aptiktas net siderito (FeCO₃) sluoksnis, tiesa, vos 20 cm storio. Bet didžiausia Papilės jūros įžymybė yra fosilijos. Pirmiausia tai gausūs ir gerai išlikę amonitai, papildę daugelį pasaulio muziejų. Be jų, yra pečiakojų ir dvigeldžių moliuskų, belemnitų, dygiaodžių, žuvų, roplių liekanų.

Kreidos laikotarpio storemė aiškiai suskirstoma į dvi dalis. Apatinėje dalyje slūgso smulkutis smėlis, išsiskiriantis žalia spalva dėl didelio kiekio molio mineralo glaukonito jame. Viršutinę pjūvio dalį sudaro baltos kreidos arba kreidos mergelio klodas, būdingas šiai sistemai visame pasaulyje. Kreidos dariniai paplitę pietinėje ir pietvakarinėje Lietuvos dalyje, kur pasitaiko daugumoje gręžinių. Atodangose jų irgi būna Merkio ir jo intakų slėniuose. Pavyzdžiui, netoli Pamerkių kaimo ir kiek žemiau prie Maskaukos ir Akmens kaimų, kur baltos kreidos išėgų yra tiesiog Merkio terasoje. Tiesa, čia kreidos uolienos slūgso ne pirminėje padėtyje. Didžiuliai jų luistai buvo atplėšti ledyno ir perstumti dešimtis kilometrų.

Kainozojaus eroje **paleogeno** ir **neogeno** periodais Lietuvoje vyraavo sausuma, o nuosėdos klostėsi tik vietomis – ežeruose ir upių slėniuose. Jos užima nedidelį plotą ir jų atodangų reta. Neogeno storemėje išsiskiria gerai išrūšiuotas kvarcinis smėlis. Jo klodų yra ties Anykščiais, kur kasamas stiklo gamybai. Neogeno smėlio atodangų Šventosios slėnyje yra ir ties Daumantais bei Gyliais.

Didžiausia **kvartero** laikotarpio įpatybė yra ledynmetis. Jo metu Lietuvą kelis kartus užklojo ledynai, kurių nuogulos dengia Lietuvos paviršių. Jų vidutinis storis yra apie 100 m, o didžiausias – viršija 315 metrų. Ledyninės nuogulos labai įvairios. Tai

lemia jų susidarymo sąlygų įvairovė. Didžiausius plotus užima priemolis ir priesmėlis, suklostytas slenkančio ledyno pakraštyje ir po jo danga. Ledyno tirpsmo vandens suklostė smėlio, žvirgždo ir gargždo storymes. Didžiuliuose prieledyniniuose ežeruose nusėdo juostuotas (varvinis) molis ir aleuritas. Pietų Lietuvoje didelius plotus užima smėlio kopos, supustytos vėjo ledynmečiu ir po jo.

Reikia paminėti ir priešledynines bei terpledynmečių nuogulas. Priešledyninės nuogulos – kvartero pradžios upių suplautos smėlis – atsidengia Šventosios slėnyje, ties Vetygala, Daumantais. Tarpledynmečių nuogulos labai retos, nes jas uždengė, o daug kur ir sunaikino ledynai. Tai dažniausiai ežerų nuosėdos. Jų atodangų yra Neries slėnyje ties Buivydžiais, Nemuno slėnyje, žemiau Merkinės, ties Netiesomis ir Jonioniais.

5. STRUKTŪROS

5.1. SLUOKSNIŲ PADĖTIS IR JOS NUSTATYMAS

Sluoksnio padėtį erdvėje nusako slūgsojimo elementai: sluoksnio tįsa, jo polinkio kryptis bei polinkio kampas (5.1 pav.).

Sluoksnio **tįsa** – tai horizontali linija sluoksnio sluoksniavimosi plokštumoje. Jos padėtis nusakoma kampu į geografinį dienovidinį, kurio kryptys gali būti dvi ir tarp jų yra 180° kampas.

Sluoksnio **polinkio kryptis** (azimutas) yra linija sluoksnio paviršiuje, kurios polinkio kampas yra didžiausias. Ji visada yra statmena tįsai. Jos padėtis apibūdinama dienovidinio atžvilgiu ir gali kisti nuo 0 iki 360° .

Sluoksnio **polinkio kampas** – tai kampas tarp sluoksnio kraigo arba pado plokštumos ir horizontaliosios plokštumos. Sluoksnio polinkio kampas gali kisti nuo 0 iki 90° , t. y. gali būti nuo horizontalios iki vertikalios sluoksnio padėties.

Sluoksnio slūgsojimo elementai matuojami geologiniais kompasais. Jie įvairių rūšių, bet esminė ypatybė yra polinkio kampo matavimo įtaisas (klinometras) ir gulsčiukas, reikalingas kompasu pagrindo plokštei nustatyti horizontalioje plokštumoje.



5.1 PAV. Sluoksnio slūgsojimo elementai: sluoksnio tįsos linijos (a, a1, a2), sluoksnio polinkio linijos (b, b1, b2), polinkio kampas (β). G. Bičkausko nuotrauka

Klinometras yra kompasu viduje įtaisyta švytuoklė, kuri svyruoja palei skalę, su-skirstytą laipsniais nuo 0° iki 90° . Pridėjus kompasu pagrindo plokštės briauną prie palinkusio paviršiaus, švytuoklė rodo jo polinkio kampą.

5.2. SLŪGSOJIMO ELEMENTŲ MATAVIMAS

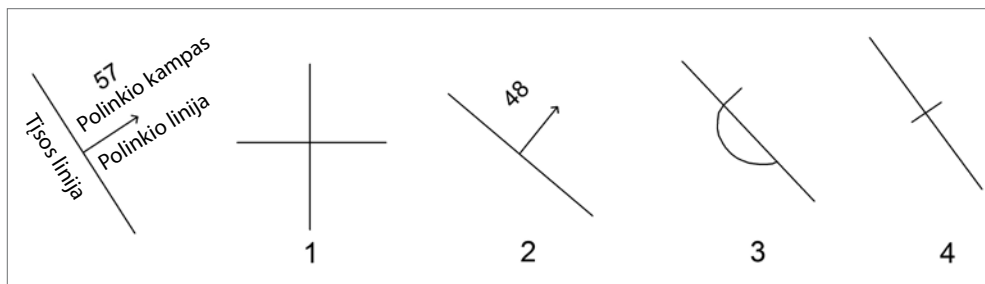
Sluoksnio slūgsojimo elementams nustatyti pirmiausia reikia pasirinkti tinkamą vietą ir nuvalyti lygų sluoksniavimosi paviršių, kad būtų patogų matuoti ir duomenys būtų patikimi.

Matuojant „Silva“ geologiniu kompasu:

Prieš pradėdant matuoti polinkio kampus kompasą reikia atitinkamai parengti darbui. Ant kompasu plokštumos ilgosios ašies turi būti orientuoti 90° ir 270° limbo rodmenys, t. y. rytų ir vakarų kryptis. Matuoti reikia ta kompasu briauna, prie kurios yra klinometro skalė. Kompasas turi būti vertikaliai orientuotas ir dedamas ant paruoštos aikštelės. Kompasą sukiojant aplink savo ašį žiūrima į klinometro rodmenis, kuriuos parodo maža raudona rodyklė. Kai klinometras rodo 0° , užfiksavus kompasą brėžiama linija, lygiagreti su kompasu ilgąja ašimi. Ši linija yra tšos linija, arba trumpiau tiesiog tšsa, ir ji yra visada horizontali. Pasinaudojus kompasu plokštumos stačiais kampais brėžiama linija statmenai tšos linijai, taip gaunama polinkio kampo linija. Toliau klinometru reikia išmatuoti polinkio kampą. Pridėjus kompasu briauną lygiagrečiai su polinkio linija, raudona rodyklė parodo polinkio kampą. Gautą rezultatą užsirašome lauko knygelėje. Paskutinis išsimatuotinas elementas – tai polinkio kampo azimutas. Kompasas laikomas horizontaliai, lygiagrečiai su polinkio linija, ir kompasu veidrodėlio galas, kur yra „taikiklis“, nukreiptas sluoksnio gelmėjimo kryptimi. Sukant limbą sutapatinama kompasu limbo šiaurinė žyma su magneto rodyklės šiauriniu galu ir nuskaitomas rodmuo ties brūkšniu, kuris yra ant kompasu plokštumos veidrodėlio gale, ties „taikikliu“. Gauti rezultatai užrašomi lauko knygelėje.

Matuojant „rusiško“ arba „amerikietiško“ tipo geologiniu kompasu:

Kompasas dedamas vertikaliai ant sluoksnio paviršiaus ta briauna, kur yra klinometro skalė. Priklausomai nuo modelio klinometro rodyklė gali būti užfiksuota arba ne. Jei ji yra užfiksuota, ją reikia atlaisvinti nuspaudus mygtuką. Kompasas sukiojamas aplink savo ašį, kol klinometro rodyklė rodo 0° . Tada kompasas užfiksuojamas ir brėžiama linija, lygiagreti su kompasu ilgąja ašimi. Ši linija yra tšos linija, arba tiesiog tšsa. Pasinaudojus kompasu pagrindo stačiais kampais ir išvedus statmeną tšsai liniją gaunama polinkio linija. Polinkio kampas yra išmatuojamas pridėjus kompasu briauną, kuri yra skirta kampams matuoti, lygiagrečiai su polinkio linija, ir klinometro rodyklė parodo polinkio kampą. Gautas rezultatas užrašomas lauko knygelėje. Laikant kompasą horizontaliai, lygiagrečiai su polinkio linija, nukreipus kompasu šiaurinį galą gelmėjimo kryptimi, šiaurinė kompasu rodyklė rodys polinkio kampo azimutą. Gautas rezultatas taip pat užrašomas lauko knygelėje.



5.2 PAV. Sluoksniu slūgsojimo elementų sutartiniai ženklai, vaizduojami geologiniame žemėlapyje: 1 – horizontalus slūgsojimas, 2 – slūgsojimas su tam tikru polinkiu, 3 – apverstas slūgsojimas, 4 – vertikalus slūgsojimas

Lauko knygelėje laipsnio ženklas po skaičiaus nerašomas, nes dėl rašto ypatumų jis gali virsti skaičiumi ir azimutas, buvęs, pavyzdžiui, 15 laipsnių, gali virsti 150.

Azimutas, išmatuotas geologiniu kompasu, yra magnetinis ir kai kuriuose regionuose gerokai skiriasi nuo tikrojo geografinio, nes magnetiniai ir geografiniai dienovidiniai nesutampa. Taip yra dėl deklinacijos, t. y. kampo tarp geografinio ir magnetinio dienovidinio. Šis kampas skirtinguose geografiniuose regionuose yra skirtingas ir kinta laike. Deklinacijos duomenys yra nurodomi topografinių žemėlapių parašėse, taip pat atskirai specialiose lentelėse arba yra internete duomenų bazėse. Todėl matuojant azimutą geologiniuose lauko darbuose reikia į tai atsižvelgti ir gautus duomenis perskaiciuoti arba pasukti kompasu limbą pagal arba prieš laikrodžio rodyklę, atsižvelgiant į deklinacijos dydį ir regioną.

Sluoksniu slūgsojimo elementai geologiniame žemėlapyje žymimi sutartiniais ženklais, nes sluoksniai Žemės plutoje gali būti nuo horizontalios iki vertikalios padėties (5.2 pav.). Tokių ženklų ilgoji ašis rodo sluoksniu tiesą, o trumpoji – polinkio kryptį. Sluoksniu slūgsojimo elementus žemėlapyje galima žymėti matlankiu arba geologiniu kompasu.

5.3. GEOLOGINĖS STRUKTŪROS

Pirminis nuosėdinių uolienų slūgsojimas paprastai yra horizontalus. Tačiau dėl įvairių geologinių procesų, sukeliančių žemės paviršiaus kilimą ar grimzdimą, plutos deformaciją, jis gal pakisti. Erdvinius darinius, susidariusius uolienų kūnams pakeitus slūgsojimo pavidalą dėl procesų, vykstančių Žemės gelmėse ar paviršiuje, bendrai vadiname struktūromis.

Dauguma struktūrų susidarė veikiant vidiniams giluminiams procesams, todėl jos vadinamos tektoninėmis struktūromis. Jos susidaro judant plutai, atskiriems jos blokams, dėl to sluoksniai ar kiti uolienų kūnai pakeičia savo padėtį ir pavidalą, todėl dar vadinamos **dislokacijomis**.

Yra ir netektoninių struktūrų, susidariusių dėl grynai paviršinių geologinių procesų. Jos irgi bus trumpai apibūdintos šiame skyriuje.

Dislokacinės struktūros būna dvejopos – raukšlinės, arba plikatyvinės, kai kūnų vientisumas nenutrūksta, ir lūžinės, arba disjunktyvinės, kurių susidarymo metu kūnų vientisumas pažeidžiamas, o atskiros jų dalys paslenka viena kitos atžvilgiu. Struktūromis apibūdinama plutos sandara, bet kartu jos atspindi ir plutos geologinę istoriją.

Jeigu sluoksniai yra palinkę viena kryptimi, o polinkio kampas mažai kinta dideliame plote, toks slūgsojimas vadinamas **monoklininiu**. Lietuvoje daugumos geologinių sistemų sluoksniai yra palinkę į pietvakarius arba į vakarus – Baltijos nuosėdinio baseino įdubos šlaitą.

Tos vietos, kur sluoksniai staigiai išsilenkia, vadinamos **fleksūra** (5.3 pav.). Flektūrose sluoksnių vientisumas nepažeidžiamas, bet jie gali suplonėti.

Raukšlė yra struktūra, kurią sudaro išlinkę arba susilankstę sluoksniai, tačiau jų vientisumas lieka nepažeistas. Nuo fleksūros ji skiriasi tuo, kad raukšlė yra daugiau ar mažiau simetriška, tai yra ją sudaro du sparnai ir skliautas (arba šarnyras) tarp jų. Per skliautą einanti plokštuma, kurioje išsidėsto visos raukšlės sudarančių sluoksnių ašinės (persilenkimo) linijos, vadinama raukšlės ašine plokštuma.

Raukšlės gali būti labai įvairaus pavidalo, dydžio, susidarymo būdo, padėties. Jos gali būti pavienės ir grupinės.

Pirmiausia išskiriamos dvi raukšlių rūšys – **antiklininės** ir **sinklininės**. Antiklininės raukšlės išlinkusios taip, kad jų vidurinėse dalyje yra senesni sluoksniai negu išorėje (5.4 pav.). Sinklininėse raukšlėse, priešingai, sluoksniai yra įlinkę taip, kad viduryje yra jaunesni sluoksniai (5.5 pav.).



5.3 PAV. Fleksūra. Nuotrauka iš: http://geografia_liceum.republika.pl/struktura/struktury.html



5.4 PAV. Antiklininės raukšlės Zagro kalnuose Irane. Nuotrauka iš: <http://www.teachingboxes.org/mountainBuilding/lessons/foldImages/index.html>



5.5 PAV. Sinklina. Belgija. G. Bičkausko nuotrauka

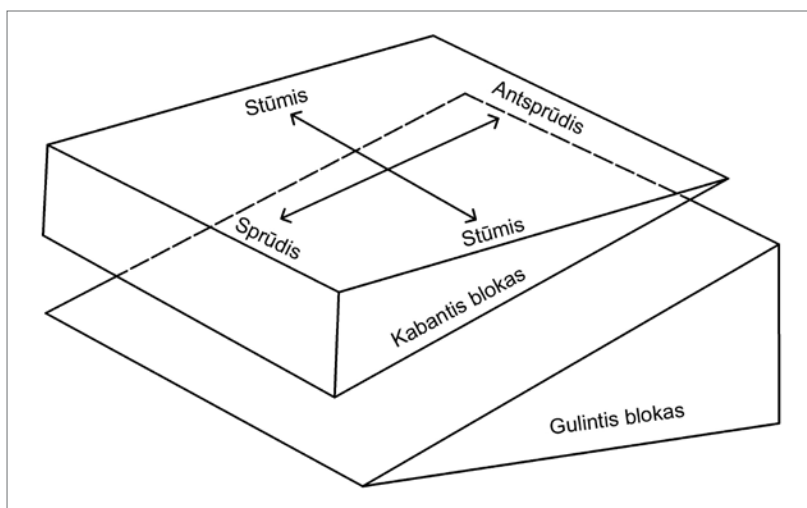
Pagal raukšlės ašies plokštumos padėtį horizontalės atžvilgiu skiriamos šios raukšlės: stačios, pasvirusios, gulsčios ir apvirtusios. Dar raukšlės skirstomos pagal skliauto pavidalą, kuris gali būti aštrus, lagamino, dėžutės, vėduoklės, izoklinos pavidalo.

Lūžis yra tektoninė struktūra, kurią sudaro įtrūkimas, plyšys Žemės plutoje, pagal kurį atskiros plutos dalys (blokai) perstumiamos viena kitos atžvilgiu, dėl to suardomas geologinių kūnų vientisumas. Gali būti, kad pluta, sluoksniai ar magminiai kūnai joje įskyla, jų dalys atsiskiria, atšlyja, bet nepersistumia viena kitos atžvilgiu. Tai vadinama tiesiog plyšiu, bet ne lūžiu. Lūžiai yra vadinami disjunktyvinėmis dislokacijomis, kas pažodžiui reiškia geologinio kūno persistūmimą ir jo dalių atsiskyrimą.

Lūžio dalys yra: lūžio plokštuma, arba dislokatorius, ir pečiai, arba sparnai. Dislokatorius yra plokštuma, pagal kurią įvyko perstūmimas (dislokacija), o pečiai – tai abipus dislokatoriaus esantys blokai. Petys gali būti kabantis, tai yra iškilęs virš kito, ir gulintis – nusileidęs žemiau už kitą.

Lūžį apibūdina jo pečių judėjimo kryptis bei amplitudė, taip pat dislokatoriaus padėtis. Pagrindinės lūžių rūšys yra: sprūdis, antsprūdis ir stūmis (5.6 pav.).

Sprūdis yra toks lūžis, kuriam susidarant vienas jo sparnų nusileidžia žemyn kito atžvilgiu. Kai įvyksta atvirkščiai, tai yra vienas sparnas pakyla kito atžvilgiu, lūžis vadinamas **antsprūdžiu** (arba antstūmiu). Na, o toks lūžis, kai blokai pajuda vienas kito atžvilgiu horizontalia kryptimi, o jų santykinis aukštis pasikeičia nedaug, vadinamas **stūmiu**. Įvairių amplitudžių lūžių pavyzdžiai pateikiami 5.7, 5.8 ir 5.9 paveiksluose.



5.6 PAV. Lūžių rūšys. Strėlės rodo kabančio bloko judėjimo kryptį



5.7 PAV. Smulkūs sprūdžiai smėlio storymėje. Lapajarvio apylinkės Suomija. G. Motuzos nuotrauka



5.8 PAV. Tektoninių lūžių sistema. Korinto kanalas Graikija. G. Bičkausko nuotrauka



5.9 PAV. Tektoninis lūžis. Monso skardis, Danija. G. Bičkausko nuotrauka



5.10 PAV. Tektoninis veidrodis. Afganistanas. G. Motuzos nuotrauka

Plokštuma, pagal kurią įvyko poslinkis, vadinama **lūžio plokštuma**, arba **dislokatoriumi**. Ji gali būti tikrai lygi plokštuma, kartais netgi nublizginta iki spindesio. Tokie paviršiai vadinami tektoniniu veidrodžiu (5.10 pav.). Neretai lūžyje būna ne viena dislokatoriaus plokštuma, o plati juosta, kurioje uolienos suskaidytos gausybės smulkių įvairios krypties lūžių ir plyšių. Taip atsitinka tada, kada lūžis pakartotinai atsinaujina, tai yra poslinkiai jame įvyksta kelis kartus.

Lūžio juostose uolienos atsiduria lyg tarp girnų ir yra stipriai deformuojamos. Čia vyksta dislokacinis metamorfizmas ir susidaro lūžių uolienos – milonitas (2.4.10 pav.), kataklazitas, brekčija (2.4.11 pav.).

Be tektoninių jėgų, uolienų sluoksnius gali veikti ir tokie veiksniai kaip litostatinis slėgis. Pavyzdžiui, akmens druskos klodas, veikiamas litostatinio slėgio ir būdamas plastiškas, juda mažesnio tankio kryptimi, paprastai – aukštin. Tokiu būdu susidaro druskų kupolai – diapirai.

Sluoksniai gali deformuotis ir nuošliaužų metu, spaudžiant slenkančiam ledynui. Dėl ledyno poveikio susidariusios struktūros vadinamos glaciadislokacijomis (5.11 ir 5.12 pav.). Glaciadislokacijų randama ir Lietuvos ledyninėse nuogulose. Dažniausiai tai raukšlės ir luistai, ledyno išjudinti ir pernešti dideli uolienų klodai, palaidoti ledyninėse nuogulose.



5.11 PAV. Glaciodislokacija. Pakalniškių karjeras. A. Bitino nuotrauka



5.12 PAV. Glaciodislokacija. Vetygalos atodanga. A. Bitino nuotrauka

6. GEOLOGINIS ŽEMĖLAPIS

6.1. KAS YRA GEOLOGINIS ŽEMĖLAPIS

Geologiniu vadinamas žemėlapis, vaizduojantis tam tikro ploto Žemės plutos paviršiaus ar atskirų lygių gilumoje geologinę sandarą. Geologiniuose žemėlapiuose rodomi keli svarbiausi dalykai – plote esančios uolienos, jų padėtis, kilmė ir amžius. Vaizduojant žemėlapyje uolienas, parodomi ir jų kūnai, kūnų slūgsojimas, įvairios struktūros – raukšlės, lūžiai, grabenai, horstai ir kitos. Uolienų kilmė ir amžius, jų kūnų padėtis kartu atspindi kartografuojamos teritorijos raidą, geologinę istoriją, įvairius čia veikusius procesus. Geologiniai žemėlapiai gali vaizduoti ne tik dabartinio žemės paviršiaus, bet ir įvairių paviršių gilumoje sandarą. Pavyzdžiui, Lietuvoje sudaryti dabartinio paviršiaus (2 įklia), pokvarterinio paviršiaus (3 įklia) ir kristalinės plutos (pamato) paviršiaus geologiniai žemėlapiai.

Geologinis žemėlapis yra sudaromas įvairaus mastelio topografinių žemėlapių pagrindu. Jame turi būti pavaizduota pagrindinė administracinė ir topografinė situacija (reljefas, vandens telkiniai, upės, miestai, keliai, valstybinės ir administracinės ribos ir kt.). Smulkiu laikomas mastelis 1:1 000 000 ir smulkesnis. Vidutiniu – 1:500 000 – 1:100 000, o stambiu – 1:50 000 – 1:25000. Stambesnio mastelio (1:10 000 – 1:1000) žemėlapiai vadinami detaliaisiais. Tokiu masteliu sudaromi statybų aikštelių, naudingųjų iškasenų telkinių žemėlapiai.

Be pagrindinio geologinio žemėlapio, sudaromi ir specialūs išvestiniai geologinio turinio žemėlapiai, kuriuose išskirti ir išryškinti įvairių rūšių duomenys, svarbūs praktiniam geologinių duomenų panaudojimui įvairiose veiklos srityse: ekspluotuojant gelmių išteklius, vystant pramonę, saugant aplinką ar reguliuojant ūkinę veiklą. Tai, pavyzdžiui:

- naudingųjų iškasenų žemėlapiai, kurie rodo, kokių naudingųjų iškasenų yra ar gali būti tiriamame plote, atskleidžia palankius jų susidarymo veiksnius ir perspektyvius jų paieškų plotus;
- struktūriniai-tektoniniai žemėlapiai, kurie rodo ploto sandaros elementus, išskiriant skirtingos sandaros ir amžiaus sritis, išryškinant atskiras struktūras – raukšles, lūžius ir kitas;
- geomorfologiniai, kurie vaizduoja įvairios kilmės ir amžiaus paviršiaus formas;
- hidrogeologiniai, kurie rodo požeminio vandens sudėtį, spaudimą, maitinimo ir iškrovos sritis, palankias jo naudojimo vietas ir plotus, kur galima jų tarša;

- inžineriniai geologiniai žemėlapiai, kurie vaizduoja uolienų fizines savybes, svarbias statyboms, taip pat vietas, kur galimos nuošliaužos, karstinės įdubos, aktyvūs ardymo procesai, galintys turėti įtakos statybos sąlygoms ar statinių saugumui;
- ekogeologiniai žemėlapiai, kurie rodo plotus, palankius ūkinei veiklai, ir plotus, kur tokia veikla negalima ar ribotina, pavyzdžiui, dėl požeminio vandens užterštumo, nuošliaužų ar žemėdrebių pavojaus.

Kaip pavyzdžiai ir nagrinėti pateikiami Lietuvos kvartero ir prekvartero paviršiaus geologiniai bei paviršiaus geomorfologinis žemėlapiai (2, 3 ir 4 įklijos) bei geologinis pjūvis V–R krypties per Lietuvą (5 įklija).

6.2. KAIP SKAITYTI GEOLOGINĮ ŽEMĖLAPĮ

Geologiniame žemėlapyje pateikiami duomenys vaizduojami sutartiniais ženklais, kurie paaiškinti žemėlapių legendoje. Nuosėdinių (taip pat ir metamorfizuotų) uolienų amžius žymimas spalvomis. Dažniausiai naudojamos spalvos tarptautiniais susitarimais priskirtos tam tikroms sistemoms. Jos pavaizduotos ir stratigrafijos lentelėje (1 įklija). Tik stambaus ir detalaus mastelio geologiniame žemėlapyje šios taisyklės gali būti nesilaikoma. Magminės, ypač intruzinės, uolienos geologiniuose žemėlapiuose paprastai spalvinamos ne pagal amžių, o pagal sudėtį.

Geologinės ribos žemėlapiuose žymimos linijomis, paprastai juodomis. Jeigu jos nustatytos tiksliai, linija yra ištisinė, o jei nepatikimai – brūkšninė.

Atskiros nuosėdinių ir magminių uolienų rūšys vaizduojamos tam tikrais litologiniais ženklais (taškais, kryželiais, varnelėmis ir pan.). Atskiri ženklai vaizduoja ir uolienų slūgsojimą, lūžius, įvairias storymių sandaros ypatybes.

Ženkais, sudarytais iš raidžių ir skaičių, yra nurodomas atskirų geologinių kūnų amžius ir stratigrafinė priklausomybė. Tarptautinės stratigrafijos skalės padalinių ženklai yra priimti tarptautiniais susitarimais, o regioniniai ir vietiniai nustatyti atskirų valstybių geologinių tarnybų.

Visų stratifikuotų uolienų storymės, nustatytos žemėlapių plote, parodomos pridamame suvestiniame stratigrafiniame stulpelyje.

Legendoje visi žemėlapyje naudojami ženklai yra paaiškinti pateikiant papildomų duomenų apie atskirų nuosėdinių storymių ar magminių kūnų sudėtį, sandaros ypatybes.

Paprastai geologinius žemėlapius papildo geologinis pjūvis, kuris padeda geriau suprasti ploto geologinę sandarą, paviršiuje nematomas jos ypatybes.

NAUDOTOS IR PAPILDOMOS LITERATŪROS ŠARAŠAS

Allwood A. C., Grotzinger J. P., Knoll A. H., Burch I. W., Anderson M. S., Coleman M. L., Kanik I. Controls on development and diversity of Early Archean stromatolites. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009, vol. 106, p. 9548–9555.

Credner H. *Elemente der Geologie*. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1891. 796 p.

Fettes D., Desmons J. (red.). *Metamorphic Rocks. A Classification and Glossary of Terms*. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks. Cambridge, 2007.

Fraas E. *Der Petrefaktensammler: ein Leitfaden zum Sammeln und Bestimmen der Versteinerungen Deutschlands*. Stuttgart: K. G. Lutz, 1910. 249 p.

Haas H. *Katechismus der Versteinerungskunde (Petrefaktenkunde, Paläontologie)*. Zweite Auflage. Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber. Leipzig, 1902. 237 p.

Hartmann C. *Grundzüge der Geologie*. Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber, Leipzig, 1843. 427 p.

Kabailienė M. *Kristalografija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2003. 147 p.

Kabailienė M., Radzevičius S. *Paleontologija*. Vilnius, 2011 (atiduota spaudai).

Kleišmantas A. Berilo grupės mineralų cheminė sudėtis, spalva ir temperatūros poveikis jiems. In: *Mokslas Gamtos mokslų fakultete*. Vilnius, 2001, p. 149–162.

Kleišmantas A. Berilo mineralo spalvų ypatumai ir nauja jo atmaina – chromakvamarinas. *Geologijos akiračiai*. 2008, Nr. 1, p. 30–36.

Le Maitre R.W. The chemical variability of some common igneous rocks. *Journal of Petrology*. 1976, vol. 17, p. 589–637.

Le Maitre (red.). *Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms*. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge, 2002.

Mergl M., Prokop J. R. 2006. Lower Ordovician cystoids (Rhombifera, Diploporita) from the Prague Basin (Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*, vol. 81(1), p. 1–15 (10 figures).

Motuza G. *Magminių ir metamorfinių uolienų petrologija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2006.

Nesse W. D. *Introduction to mineralogy*. Oxford, 2000. 442 p.

Neumayr M., Uhlig V. *Erdgeschichte*. Editorial Bibliographisches Institut, Leipzig und Wien, 1897. T. 1. 692 p.; T. 2. 700 p.

Paškevičius J., Brazauskas A., Musteikis P. *Bendrosios geologijos laboratoriniai darbai*. Vilniaus universitetas, 1989. 140 p.

Perkins D. *Mineralogy*. New Jersey: Prentic Hall, 2002. 483 p.

Zittel K. A. *Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie)*. Abteilung. Invertebrata. München und Berlin: Druck und Verlag von R. Oldenbroug, 1904. 543 p.

Бетехтин А. Г. *Минералогия*. 1950. Москва. 957 с.

Лазаренко Е. К. *Курс минералогии*. Москва: Высшая школа, 1971. 608 с.

Михайлова А. И., Бондаренко Б. О., Обручева П. О. *Общая палеонтология*. Москва: Издательство Московского университета, 1989. 384 с.

<http://skywalker.cochise.edu/.../productid1.htm>

<http://en.wikipedia.org/wiki/>

RODYKLĖ

A

Actinoceras **130**, 132
Actinocerathoidea 130
Actinopoda 109
 Aduliaras 52
 Afanitinė struktūra **77**, 86, 87, 88
 Agatas **32**, 33, 68
Agnostus 118, **119**, 120
 Akinis gneisas **99**, 100
 Akmens anglis 91
 Akvamarinas **45**, 46, 66,
 Albitas 24, 52, **53**, 96
 Aleuritas 71, 80, **82**, 84, 85, 148, 149
 Aleurito dalelė **80**
 Aleurolitas 80, **82**, 92, 147
 Aliuminingasis gneisas 97
 Aliuminio hidroksidas 23, **37** 84
 Alotromorfinė struktūra 58
Amalteus **132**, 133
 Amazonitas **52**, 53
 Ametistas 10, 16, **32**, 33
 Ametrinas **32**, 33
 Amfibolai 48
 Amfibolitas 95
Ammonoidea 131
 Amžius 145
Ancylus **123**, 124
 Andezinas 53
 Andezitas **63**, 64, 74, 75
 Andezitinis porfiritas 63
 Anhidritas (mineralas) 24, 41,
 Anhidritas (uoliena) 89, 90, **91**, 148
Animalia 110
 Anizotropija 12
 Anortitas 9, 24, 53
 Anortozitas **64**, 74, 75
Anthozoa 112, **114**
 Antiklininė raukšlė 153
 Antimonitas 23, **30**
 Anttipis 106
 Antracitas 91

Antrinis kvarcitas 100
 Antšeimis 106
 Antsprūdis **154**, 155
 Apatitas 19, 20, 24, **43**, 72, 74, 91
 Apatitolitas **72**, 74
 Apaugimo struktūra **59**, 66
 Apvalainukas 80
 Aragonitas 9, 11, 24, **39**, 108, 114, 117
 Arbūzinis turmalinas 47
Arca **125**, 126
Archaea 107
 Archėjos 106, **107**
 Archėjus 106, 107, **145**
 Argilitas 80, **84**
Arthropoda 118
Articulata **136**, 137
Asaphus **119**, 120
 Asfaltas 91, **92**
Asterozoa 138, 140, **141**
 Aštuoniaspinduliai koralai 114, **118**
Astylospongia 111
 Augitas 19, 24, **48**
 Auksas 21, 23, 24, **25**, 101,
 Auksinis berilas **45**, 46
 Aukštas 142, **145**
Aulopora 115
 Auripigmentas 23, **29**
 Avantiurinas **34**, 53
 Avantiurininis feldšpatas 53
 Azuritas 24, **41**

B

Bacteria 106
Bactrites **131**, 132
Bactritoidea 131
 Balas 27
 Balų rūda 89
 Bangų ruzgos **78**
 Baritas 24, **42**
 Bazaltas **62**, 63, 74, 75, 95, 96
 Bazaltinis pirokseninis porfiritas 62

Bazaltinis plagioklazinis porfiritas 62
 Bazaltinis porfiritas 62
 Bazinis granulitas 96
Belemnitella **133**, 134
Bellorophon 123
 Bentonitai 83
 Bentosas 108, 110, 111, 112, 133, 134, 135, 139, 143
 Berilas 13, 17, 19, 24, **45**, 46, 47, 66, 102
 Bepyniai pečiakojai **136**, 137
 Biksbitas **45**, 46
 Biocheminis procesas **22**, 26, 34, 38
 Biochemogeninės uolienos 77, **86**
 Biomitas 23, 37, **38**
 Biomorfinė struktūra 77,
 Biotitas 24, 45, **49**, 56, 63, 64, 66, 69, 72, 74, 75, 94, 95, 96, 97
 Bitovnitais 53
Bivalvia **123**, 126, 127, 128
Blastoidea **139**, 140
Blastozoa 138
 Blizgesys (mineralo) 12, **17**, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 54,
 Boksitas 37, **84**
 Bortas 27
Brachiopoda **135**, 136
 Brekčija 60, 70, 71, 72, **80**, 101, 157
 Brekčiška tekstūra 60
 Bruožo (brežio) spalva **16**, 17, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51
Bryozoa **133**, 135
 Būrys **105**, 123, 125, 135, 136, 141

C

Calcispongia 111
Cardium **125**, 126
Catenipora **115**, 116
 Cementas 55, 76, 77, 82
Cephalopoda **125**, 129, 130, 131, 132, 133, 134
Ceratites 132
Chaetetoidea 112,

Chalcedonas **32**, 59, 68, 84, 88, 91
 Chalkopiritas 23, **29**, 72, 73
Chelicerata 118, **121**
 Cheliceriniai 118, **121**
 Cheminis dūlėjimas 22
 Chemogeninės uolienos 77, **86**, 88, 89
 Chetetoidėjai 112
Chlamys **125**, 127
 Chloritas 24, **50**, 84, 88, 95, 96, 98
 Chrizolitas 44
 Chrizoprazas **32**, 33
 Chrizotilo asbestas 17, **51**, 61,
 Chromakvamarinas **45**, 46
 Chromitas **72**, 74
 Chromititas **72**, 74
 Chronostratigrafinis padalinys 145
Cidaris 140, **141**
 Ciklosilikatai 45
 Cinoberis 23, 26, **28**
 Citrinas 16, **32**, 33
Clymenia 132
Cnidaria 112, **113**, 118,
Coelenterata 113
Coleoidea **132**, 134
Conchidium 137, **138**
Cosmoceras **132**, 133
Crinoidea 139
Crinozoa 138, **139**
Crustaceomorpha 118
Cryptodonta 125
Cyanobacteria 106
Cyanophyta 106
Cyclolites 118
Cyrtograptus 143
Cystoidea **139**, 140

D

Dacitas **67**, 68, 70, 74, 75
 Daugialąsčiai 108, **110**, 113
 Degieji skalūnai 91, **92**
 Deimantas 8, 8, 13, 17, 18, 20, 22, 23, 24, **27**
 Dėmėta tekstūra 72, **78**, 87, 88, 91, 101
 Dendritas 9, **10**, 11, 25,
 Dengtaburniai 135

Desmodonta 125

Detritinė klintis 85

Detritinė organogeninė klintis 85

Detritinė struktūra 78, 85

Devonas 78, 103, 106, 111, 117, 121, 122,
131, 132, 136, 137, 138, 139, 143, 146,
147

Diabazas 62, 63, 74, 75

Diagenezė 22, 77, 104

Diasporas 19, 23, 37

Diatomitas 87, 108

Diceras 125, 126

Dicranograptus 143

Didymograptus 142, 143

Dioritas 63, 64, 74, 75, 76

Dioritoidai 63, 74

Dipiramidė 13, 15, 32

Diplograptus 143

Diplotrypa 135

Dislokacija 153, 154, 157,

Dislokatorius 154, 157

Dodekaedras 13, 34, 36

Dolomitas (mineralas) 24, 39, 40, 74, 87, 91,
98, 104

Dolomitas (uoliena) 38, 86, 87, 98, 147

Domeritas 87

Dravitas 47

Drūza 9, 10, 26, 28, 32, 38, 41, 42, 43, 45, 46

Dugneliniai koralai 114

Dūlėjimas 22, 28, 35, 39, 41, 49, 82, 83, 84

Dulsvasis kvarcas 32

Dūminis kvarcas 32

Dunitas 60, 61, 74, 75, 76

Duobagyviai 113, 114

Durpės 91

Dvigeldžiai 122, 123, 125, 126, 127, 128,
136, 141, 148

Dvigubi saliniai silikatai 24, 44

Dvyniai 9, 10, 18, 19, 27, 35, 41, 44,

Dygiaodžiai 138, 139, 140, 141, 148

Dysodanta 125

Džespilitas 88, 89

Džiūvimo plyšiai 78, 79

E

Echinocorys 140, 141

Echinodermata 138, 140

Echinoidea 141

Echinosphaerites 139, 140

Efuzinės uolienos 56, 73,

Egzogeniniai procesai 21, 22, 32

Eklogitas 27, 94, 95, 96

Elementarusis posūkio kampas 14

Encrinus 140, 141

Endoceras 130, 131

Endoceratoidea 130

Endogeniniai procesai 21, 32

Eonas 145

Eonotema 145

Eoumphalus 123

Epidotas 13, 14, 24, 44, 95, 96, 101

Epocho 103, 145

Era 145, 146

Eratema 145

Eubacteria 106

Eucaryota 108

Eukariotai 106, 108

Euripteridai 122

Eurypteroidea 122

Eurypterus 122

F

Evaporitai 89, 148

Fajalitas 44

Favosites 115

Feldšpatai 9, 18, 19, 24, 51, 52, 53, 54, 56, 60,
65, 67, 68, 69, 70, 74, 82, 83, 93, 97, 102

Feldšpatoidai 24, 54

Felziniai mineralai 56, 60, 62, 74, 75

Fenestella 135

Fenokristas 58, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 75

Filitas 96

Filosilikatai 49

Fistulipora 135

Fizinis dūlėjimas 22

Fleksūra 153

Fluoritas 20, 23, 31, 32

Fonolitas 70, 74 75

Foraminifera 109
Foraminiferos 86, 87, **109**, 110,
Forsteritas 44
Fosfatai 24, **43**, 56, 86, 91, 136
Fosforitas 43, **91**
Fosilija 77, 79, 86, **103**, 104, 105, 106, 108,
 115, 116, 118, 119, 122, 144, 145, 148
Fosilizacija 104
Fukoidai 79
Fusulina **109**, 110

G

Gabras **62**, 63, 74, 75, 76
Gabroidai **62**, 74
Galenitas 23, **28**, 104
Galvakojai 122, 123, **125**, 127, 128, 129, 130,
 131, 132, 133, 134
Gargždas **80**, 81, 85, 149
Gastropoda 122, **123**, 124
Geizeritas 88
Geležies hidroksidas 23, **37**, 77, 81, 84, 88,
 91, 147,
Geležingas kvarcitas 88
Geležingos uolienos 88 **89**
Gentis 103, **105**, 111, 112, 118, 125, 126, 130,
 132, 135, 136, 138, 139, 141, 143
Geochronologinis padalinys 145
Gigantoproductus 136
Giotitas 23, 34, **37**
Gipsas (mineralas) 9, 10, 13, 14, 17, 20, 24,
 41, 42,
Gipsas (uoliena) 78, 89, 90, **91**, 147
Glaciodydislokacija **157**, 158
Glaukonitas 24, 49, **50**, 84, 91
Globigerina **109**, 110
Gludiny 56, **60**
Glyposphaerites 139
Gneisas **94**, 95, 96, 97, **98**, 99, 100
Gneisiška tekstūra **94**, 95, 97, 98
Goniatites 132
Gošenitas **45**, 46
Gothograptus 142, **143**
Grafitas 26
Grandininiai ir juostiniai silikatai 24, **47**, 48

Granitas **64**, 65, 66, 67, 68, 69, 74, 75, 76,
 100, 101, 102
Granitoidai **64**, 74
Granodioritas **64**, 66, 74, 75
Granofelzas 94
Graptolithina 141
Graptolitai **141**, 143
Gravelitas 80, **81**, 97, 146, 147, 148
Greizenas 101, **102**
Grūdėta struktūra 57, 58, 61, 62, 65, 66, 72,
 75, **77**, 86, 87, 89, 95, 96, 97, 101, 102
Grūdėtasis agregatas **9**, 10, 18, 20, 26, 27, 28,
 30, 31, 32, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 48,
 50, 52, 57, 58, 61, 62, 65, 66, 72, 75, 77,
 86, 87, 89, 95, 96, 97, 101, 102
Grynuoliai 17, 20, 22, 23, **24**, 25, 26, 27
Gryphaea **125**, 127
Guralas 80
Gymnolaemata 135
Gyvsidabris 23, **26**, 28

H

Hadas 145
Halitas (uoliena) (akmens druska) **91**, 157
Halitas 8, 13, 17, 19, 20, 23, **31**, 91, 148
Halofilai 106
Halogenidai 31
Halysites 115
Haptophyta 108
Harpes 119
Heksaedras **13**, 27
Heliadoras **45**, 46
Heliolites **115**, 116
Hematitas 16, 23, **36**, 88, 89, 98,
Hemicordata 141
Heterodonta 125
Hexacoralla 114, **116**
Hibolites 133
Hidrargilitas 23, 37, **38**
Hidroksidai 21, 23, 24, 27, **32**
Hidroterminės sąlygos **21**, 25, 27, 28, 29, 30,
 31, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 47,
 49, 50, 68
Hidrožerutiniai moliai **83**, 84

Hipidiomorfinė struktūra 58

Hippurites 125

Hoplites **132**, 133

Hornblenditas **62**, 74

Hydrozoa 114

Hyolitha 123

I, I

Įaugimo struktūra 59

Idiomorfinė struktūra 58

Ilaenus 119

Inarticulata 136

Indigolitas 47

Inoceramus 125

Inosilikatai 47

Intruzinės uolienos **56**, 60, 73, 74, 75, 160

Inversijos centras 15

Irizacija **18**, 53, 64,

Islandiškasis špatas 38

Išsiliejusios uolienos 56

Izomorfinė eilė **9**, 44, 53

Izomorfizmas **8**, **9**, 19

J

Jaspis **87**, **88**

Jerea 111

Juostuota tekstūra **60**, 61, 72, 75, **78**, 84, 88, 96, 100, 101, 149

Juostuota tekstūra **60**, 72, 75, 78, 88, 96, 100, 101

Jura 103, 106, 110, 111, 116, 118, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 132, 133, 137, 138, 139, 141, **148**

Jūrų ežiai **138**, **141**

Jūrų lelijos **138**, **139**, 140, 141

Jūrų pumpurai **139**, 140

Jūrų pūslės 139

Jūrų žvaigždės 140, **141**

K

Kalcitas **9**, 16, 17, 18, 19, 20, 24, **38**, 39, 40, 68, 72, 74, 81, 82, 87, 91, 98, 104, 109, 114, 117, 138

Kalnų kristolas 16, 17, **32**, 66

Kalnų vaškas 92

Kalumas 20

Kambras 78, 84, 109, 114, 118, 120, 121, 123, 125, 129, 136, 137, 143, 145, 146, **147**

Kaolinitas 24, 49, **51**, 83, 84

Kaolinitiniai moliai 83

Karalystė **105**, 106, 108, 110

Karbonadas 27

Karbonas 106, 131, 132, 135, 136, 137, 140, 143, 146, **147**

Karbonatai (mineralai) 9, 11, 17, 19, 21, 24, 27, **38**, 40, 55, 56, 59, 84, 86, 87, 88, 98, 101, 108, 110, 111

Karbonatinės pintys 111

Karbonatinės uolienos 51, 85, **86**, 87, 98, 101

Karbonatitas 38, 40, **72**, 74

Karkasiniai silikatai 24, **51**

Karneolis **32**, 33

Kataklazitas **100**, 157

Katės akis 34

Kaustobiolitai 77, **91**

Kaveringa tekstūra 59, 75, 87

Keturiaspinduliai koralai 114, **116**

Kietumas 12, **19**, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54

Klasė (organinio pasaulio) **105**, 106, 109, 110, 112, 114, 118, 119, 123, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

Klintinis tufas 87

Klintis 38, 40, 78, 85, **86**, 87, 98, 108, 109, 110, 112, 135, 139, 141, 147, 148

Koesitas 22, **32**

Kokolitai 108

Kokolitoforidai 108

Konglomeratas 80, **81**, 147

Konkrecija 9, **10**, 11, 30, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 68, 91

Koraliniai polipai 114

Korėta tekstūra 68, **78**, 85, 87, 88

Korundas 19, 20, 23, 27, **35**, 36, 102

Kosmogeniniai procesai 21, **22**

Kreida (uoliena) **87**, 88

Kreida 103, 106, 108, 110, 111, 116, 118, 124, 126, 127, 128, 132, 133, 134, 140, **148**
 Kriauklainis 85
 Krinozoidai 139
 Kristalo gardelė 8, 9, 12, 15, 21, 45, 93
 Kristalo morfologiniai elementai 12
 Kristalų simetrija 12, 13, **14**, 15, 16,
 Kristalų simetrijos klasės **15**, 16
 Kryptinga tekstūra **59**, 94, 96, 101
 Kristalų šepetys 10
 Ksenolitoi 60
 Ksenolitinė tekstūra 60
 Kukersitas 92
 Kupritas 23, **34**, 35
 Kvarcas 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 30, **32**, 34, 35, 47, 55, 56, 59, 60, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 74, 75, 81, 82, 83, 84, 88, 91, 96, 97, 100, 101, 102, 104, 109
 Kvarcitas 100
 Kvarteras 106, **148**, 149, 160

L

Labradoras **53**, 54, 64
 Labradoritas **64**, 69
 Lapilinė uoliena 70, **71**
 Larvikitas **69**, 70
 Lava **55**, 56, 59, 60, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 144
Leptaena 137, **138**
 Leukosafyras 36
 Limonitas 11, 23, **37**
 Limonitinės uolienos 88
Lingula **136**, 137
 Liparitas **67**, 74
 Liuminescencija 18
 Lonsdeilitas 22
Loricata 123
 Luitas 80
 Luitų sąvartynas 80
 Lūžio plokštuma (tektonika) 154, **157**
 Lūžis (mineralo) 12, 17, **18**, 19, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 54,

Lūžis (tektonika) **154**, 155, 156, 157, 159, 160,
Lymnaea **123**, 124
Lytoceras 132

M

Mafiniai mineralai **56**, 60, 62, 74
 Magma 21, 44, **55**, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 67, 100, 102
 Magmatizmas 21
 Magminės uolienos 21, 38, 43, 48, 52, 54, **55**, 56, 57, 59, 60, 70, 72, 73, 74, 76, 80, 93, 145, 160
 Magnetitas (mineralas) 16, 23, **36**, 88
 Magnetitas (uoliena) **72**, 73, 74
 Magnezitas 24, **39**
 Malachitas 24, 35, **40**, 41
 Mandelšteinas 68
 Mangano uolienos 89
 Marijos stiklas 42
 Markazitas 9, 11, 23, **30**, 31, 104
 Marmuras 17, 38, 72, 94, **98**, 99
 Masyvi tekstūra **59**, 64, 72, 73, 86, **94**, 96
Meeltopora 135
 Meimečitas **62**, 74, 75
 Melsvabakterės 106
 Melsvadumbliai 106
 Mėnulio akmuo **52**, 53
 Mergelis 86, **87**, 147, 148
 Metagrelitas 98
 Metakonglomeratas 98
 Metamorfinės uolienos 32, 38, 43, 48, 50, 52, 54, **55**, 76, 80, **93**, 94,
 Metamorfizmas 21, 22, 27, 30, 32, 35, 50, 51, 53, 59, 88, **93**, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 146, 157
 Metasmiltainis **94**, **98**
 Metasomatitas 100
 Metasomatozė 100, 101
Metazoa 110
 Mezoproterozojus 146
Micraster 140, **141**
 Migdolinė lava 68
 Migmatitas **99**, 100

Mikroklinas 24, **52**, 53, 56, 64, 65, 66, 68, 74, 75, 97
 Mikroklininis granitas **64**, 65
 Milonitas **99**, 100, 157
 Miltelių spalva **16**, 17, 32, 34
 Mineralas **8**, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 72, 73, 74, 75, 78, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 109, 110, 114, 148
 Mineraloidas **8**, 23, 34
 Mineralų agregatai **8**, **9**, 10, 12, 17, 18, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 48, 50, 51, 52, 55, 66, 77, 91, 94
 Minkštakūniai 122
Miomera 118
 Mirabilitas 89, **91**
 Molibdenitas 23, **30**
 Molio dalelė 43, 77, **80**, 87,
 Molio skalūnas **96**, 97
 Molis 37, 54, 55, 71, 78, 79, 80, 81, **83**, 84, 85, 87, 89, 92, 94, 96, 97, 98, 143, 147, 148, 149
Mollusca 122
Monoclimacis 143
 Monoedras 13
 Monoklininis slūgsojimas 153
Monoplacophora 123
 Montmorilonitiniai moliai 83
 Morganitas **45**, 46
 Morionas 16, **32**, 33, 66
 Moso skalė **19**, 20
Murex **123**, 124
 Muskovitas 24, **49**, 50, 56, 64, 66, 74, 75, 94, 97, 101, 102
Mya **125**, 128
Mytilus **125**, 127

N

Nariuotakojai 118
Nautilus pompilius 129
Nautiloidea 129
 Nefelinas 24, **54**, 56, 69, 70, 74, 75
 Nefelininis sienitas **69**, 70 74, 76
 Nektonas 133
 Neogenas 106, 112, 114, 126, **148**
 Neoproterozojus 146
 Nesilikatinės uolienos **72**, 74
 Nevienalytė tekstūra 59, **94**
 Nezosilikatai 44
Nucula **125**, 126
Nummulites 110
 Nuogula 55, **76**, 149
 Nuolaužinė tekstūra 60
 Nuolaužinės uolienos 77, **80**, 85
 Nuolaužinės-biogeninės uolienos 80
 Nuosėda 22, 55, **76**
 Nusodinimas 22

O

Obolus 91, **136**, 137
 Obsidianas **68**, 69, 75
Octocoralla 114, **118**
 Oksidai 23, 24, 27, **32**
 Oktaedras **13**, 27, 31, 34, 36
Oktavites 105, **143**
Olenellus **119**, 120, 121
Olenoides **119**, 121
Olenus 119
 Oligoklazas 53
 Olivinas 17, 24, **44**, 56, 60, 61, 61, 74, 75, 98
 Oniksas **32**, 68
 Oolitas 9, **11**, 37, 39, 40, 77, 85, 86, 87, 88, 89
 Oolitinė struktūra 77, 87, 89
 Opalas 18, 23, **34**, 83, 84, 87, 108, 110
 Opalescencija 18
 Opoka **87**, 88
 Orbikuliarinis granitas 66
 Ordovikas 86, 91, 103, 111, 112, 114, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 130, 131, 134, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, **147**
Oreaster 140, **141**

Organinės uolienos 77, **91**

Orientuota tekstūra 59

Orthis 137, **138**

Orthoceras 130

Orthoceratoidea 129

Ortoklazas 20, 24, **52**, 53, 56, 68

Ostrea **125**, 127

Ozokeritas 91, **92**

P

Pachyodonta 125

Paleogenas 103, 106, 110, 112, 116, 124, 127, 128, **148**

Paleoproterozojus 146

Paracrinoidea 139

Paradoxides **119**, 120, 121

Pečiakojai 86, **135**, 136, 137, 138, 148

Pecten 125

Pegmatitas 21, 47, **66**, 67

Pelitinė struktūra 77, 84

Peltoceras **132**, 133

Pemza 69

Pentacrinuss 141

Pentametrus 138

Pentremites **139**, 140

Peridotitas 61, 62, 74, 75, 76

Periodas 69, 103, 106, 110, 111, 114, 116, 118, 122, 123, 125, 130, 131, 134, 135, 136, 138, 139, 141, **145**, 146, 147, 148

Perisphinctes **132**, 133

Permas 69, 103, 106, 116, 118, 122, 123, 124, 125, 131, 134, 136, 138, 139, 146, **147**, 148

Peronidella 111

Phacops **119**, 121

Phillipsia 119

Pholas **125**, 128

Phylactolaema 135

Pikritas **62**, 74, 75

Pilvakojai 122, **123**, 124

Pinakoidas **13**, 14, 19, 38

Pintiniai 110

Pintys **110**, 111

Piramidė **13**, 15, 32, 39, 47

Piritas 13, 23, **30**, 104

Pirmuonys 108

Piroklastinė brekčija 70, **71**, 73

Piroklastinės uolienos **56**, 70 73

Piroksenai 14, 24, 47, **48**, 56, 60, 61, 62, 63, 69, 70, 72, 74, 75, 96, 98, 101

Piroksenitas 60, **61**, 62, 74, 75

Piroluizitas 23, **35**, 89

Pirotinas 23, **28**, 29

Plagiogranitas 64

Plagioklazai 9, 52, **53**, 54, 56, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 74, 75, 94, 95, 96, 97

Planktonas 91, 92, 108, 122, 134, 143

Pleurotomaria **123**, 124

Plikaburniai 135

Pliomera **119**, 121

Plutoninės uolienos **56**, 93

Pneumatolitinės sąlygos **21**, 31, 32, 34, 38, 47

Poikilitinė struktūra 59

Polichrominis turmalinas 47

Polimineraliniai moliai 84

Polimorfizmas **8**, 9, 22, 32

Polinkio azimutas **150**, 151, 152

Polinkio kampas **150**, 151, 152, 153

Polinkio kryptis **150**, 151, 152

Polymera 118

Polypora 135

Pora 11, 59, **76**, 77, 78, 104

Porfyras **67**, 68,

Porfyrinė struktūra **58**, 62, 63, 75

Porfyriška struktūra 58, 63, 64, 65, 67, 73, 75, 93, 97

Poringa tekstūra 59

Poringumas **76**, 77, 88

Porūšis 105

Pošėmis 106

Potipis **106**, 109, 118, 121, 138, 139, 141

Priemolis **85**, 149

Priesmėlis **85**, 149

Pristiograptus 142, **143**

Prizmė **13**, 29, 30, 32, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 52, 53, 54, 112

Procaryota 106

Productida 136

Productus **136**, 137
 Produktidai 136
 Prokariotai 106
 Proterozojus 106, 108 **145**
Protista 108
 Protistai 108
Protozoa 108
Pterygotus 122
 Pusiauchordiniai 141

R

Ragainiai 100
 Raginukė 19, 24, **48**, 56, 60, 62, 63, 64, 66,
 74, 75, 95, 96, 97
 Rapakivis **65**, 66
Rastrites 143
 Rauchtopazas 32
 Raukšlė 153, 154, 157, 159
 Realgaras 23, **29**
Retiolites 143
Rhabdopleura 141
Rhizopoda 109
Rhynchonella 137, **138**
 Riedulynas 80
 Riedulys 60, 66, 68, **80**, 81, 85, 99, 100, 106,
 111, 115, 116, 119, 122, 123, 130, 131,
 135, 136, 138, 139, 141, 143
 Riolitas **67**, 68, 70, 74, 75
 Romboedras **13**, 19, 26, 38, 39, 40, 41
 Rozetiška drūza 10
 Rubelitas 47
 Rubinas 36
Rugosa 117
 Rūšis (organinio pasaulio) 103, **105**, 110,
 114, 118, 119, 123, 129, 133, 135, 136
 Rusvoji anglis 91
 Rutilas 23, **35**, 36
 Rutulinis granitas **66**, 67

S

Safyras 36
 Safyras padparadža 36
 Sakalo akis 34
 Saliniai silikatai 24, **44**

Samangyviai **133**, 134, 135
 Sapropelitas 91, **92**
Sarkodina 108
 Sarkodiniai **108**, 109
 Saulės akmuo 53
Scaphites 132
Scaphopoda 123
Schizodonta 125
Schlotheimia 132
Scyphozoa 114
 Sekrecija 9, **10**, 11
 Selenitas 17, 18, **42**, 91
 Serdolikas **32**, 33
 Serpentinai 24, **51**, 61, 62, 72, 75
 Serpentininitas **61**, 62
 Sfaleritas 17, 19, 23, **28**
 Sidabras 21, 23, 24, **25**
 Sideritas 24, **40**
 Sienitoidai **69**, 74
 Siera 17, 18, 23, 24, **26**
 Silicio oksido tetraedras 24, **43**, 44, 45, 48,
 49, 51
Silicispongia **110**, 111
 Silicitai **87**, 88
 Silicitinės pintys 110
 Silicitinis tufas 88
 Silikatai 17, 21, 24, 34, 37, **43**, 44, 45, 47, 48,
 49, 51, 72, 74, 98, 101, 102
 Silūras 103, 111, 112, 113, 115, 116, 119,
 120, 121, 122, 124, 130, 131, 132, 135,
 137, 138, 139, 142, 143, 145, 146, **147**
 Silvinas 23, **31**, 91
 Silvinitas (uoliena) 91
 Simetrijos ašis **14**, 15, 16, 20
 Simetrijos centras 14, **15**, 16
 Simetrijos plokštuma **14**, 15, 16
 Simplektinė struktūra 58
 Singonijos **15**, 16, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31,
 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44,
 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54
 Sinklininė raukšlė 153
Siphonia 111
 Sistema 84, 86, 103, 139, 143, **145**, 146, 147,
 148, 153, 160

Skaidrumas (mineralo) 12, 17
 Skalda 80
 Skalenoedras 13, 40
 Skalumas 12, 17, 18, 19, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53
 Skalūnas 91, 92, 94, 95, 96, 97
 Skalūnuota tekstūra 92, 94, 96,
 Skarna 94, 101
 Skirumas 19, 36,
 Skyrius 145
 Sluokniuota tekstūra 59
 Sluoksnelėta tekstūra 59, 71, 78, 84, 85, 88, 93, 98, 100, 107
 Sluoksnelėtumas 78
 Sluoksniniai silikatai 24, 49
 Sluoksniuota tekstūra 78,
 Smaragdas 45, 66
 Smėlis 55, 71, 76, 77, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 148, 149 155
 Smiltainis 55, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 91, 94, 97, 98, 146, 147, 148
 Sorosilikatai 44
 Spalva (mineralo) 9, 12, 16, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54
 Spektrolitas 54
 Spinduliuočiai 109
Spirifer 137, 138
Spiriferida 136
 Spiriferidai 136
Spongia 110
Spongiata 110
 Sprūdis 154, 155
 Spyniniai pečiakojai 136, 137, 138
 Stalagmitas 11, 12
 Stalaktitas 11, 12
 Steno dėsnis 12
 Stišovitas 22, 32
 Stratigrafija 144,
 Stratigrafinė nedarna 144
Streptelasma 116, 117
Stringocephalus 138

Stromatoporai 85, 112, 113, 114
Stromatoporata 112, 114,
 Stroncianitas 24, 40
Strophomena 137, 138
 Struktūra (uolienų) 55, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 67, 73, 75, 77, 78, 82, 86, 87, 88, 91, 93, 95, 96, 97, 98
 Stūmis 154, 157
 Suaugimo struktūra 58
 Sulfatai 21, 24, 27, 41, 84, 86, 89, 91
 Sulfidai 23, 27
 Sulfidinės uolienos 72, 74
 Sunkusis špatas 42
 Superkaralystė 105
Syringopora 115

Š

Šakniakojai 109
 Šarminiai feldšpatai 52
 Šeima 105
 Šerlas 47
 Šešiaspinduliai koralai 114, 116
 Šlifas 56, 60
 Šlyras 60
 Šlyrinė tekstūra 60

T

Tabulatomorpha 114
 Taksitinė tekstūra 59 94
 Taksitinė tekstūra 59, 94
 Talkas 17, 19, 20, 24, 50, 61, 62
 Tankis (mineralo) 9, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54
 Taurusis opalas 34
Taxodonta 125
 Tefra 71
 Tekstūra (uolienų) 55, 57, 59, 60, 68, 72, 73, 77, 78, 84, 86, 87, 88, 91, 92, 94, 95, 96
 Tektosilikatai 51
Tentaculita 123
Terebratula 137, 138
Teredo 125, 128
Termofilai 106

Tetracoralla 114, **116**, 117
Tetraedras 8, **13**, 27, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51
Tetragraptus 142, **143**
Tigro akis 34
Tipas **105**, 108, 110, 113, 118, 122, 133, 135, 136, 137, 138, 140, 141
Tįsa **150**, 151, 152
Titnagdumblis
Tolygi tekstūra 57, 58, 62, 65, 75, **78**, 84, 87, 88, 92, 94
Tonalitas **64**, 65, 66, 74, 75
Tracheata 118
Trachėjiniai 118
Trachitas **70**, 74, 75
Trapeceoidas 13
Trepelas 87
Triasas 103, 106, 116, 124, 126, 127, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 140, **148**
Triba 105
Trigonia **125**, 126
Trilobita 118
Trilobitai **118**, 119
Trilobitiniai 118
Trilobitomorpha 118
Trinucleus 119
Tufas 70, **71**, 74, 87, 88
Tufitas 71
Turmalinas 17, 24, **47**, 66, 102,
Turritella 123

U

Ugninis opalas 34
Ultramafinės uolienos **60**, 74, 75
Unio 125

Uoliena 7, 8, 10, 21, 22, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 54, **55**, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 111, 112, 118, 119, 125, 130, 133, 135, 136, 138, 139, 141, 144, 145, 146, 147, 148, 152, 157, 159, 160

V

Vainikinė struktūra 59
Varis 23, 24, **25**, 29, 34, 41, 72, 101
Varveklis 9, **11**, 12, 29, 34, 37, 38, 39, 40
Ventriculites 111
Verdelitas 47,
Vėžiagyviai 118
Vorobjevitas **45**, 46
Vulkaninės uolienos **56**, 62, 67, 73, 75, 144, 146

X

Xenoconchia 123

Ž

Žabaras 80
Žaliasis berilas **45**, 46
Žaliasis skalūnas 95
Zaphrentis **116**, 117
Žėručiai 24, 97
Žėručio skalūnas 97
Žiediniai silikatai 24, **45**
Žvirgždas 80
Žydrasis skalūnas 96

Giedrius Bičkauskas, Antanas Brazauskas, Arūnas Kleišmantas, Gediminas Motuza

Be-193 Bendrosios geologijos pratybos. – Vilnius: Vilniaus universitetas, – 2011. 174 p.

ISBN 978-609-459-047-4

Bendrosios geologijos pratybų ir praktikos tikslas – įtvirtinti geologijos žinias, gautas bendrosios geologijos paskaitose, ir įgyti praktinių įgūdžių, reikalingų geologiniams objektams stebėti, pažinti ir apibūdinti, supažindinti studentus su bendriausiais Lietuvos geologinės sandaros bruožais aplankant būdingas vietas. Pirmojoje knygos dalyje pateikiamos bendrosios žinios apie kristalų sandarą ir pavidalą, mineralus, jų skirstymą, fizines savybes, jų nustatymo ir mineralų atpažinimo būdus. Toliau apibūdinamos magminės, nuosėdinės ir metamorfinės uolienos, jų skirstymas, mineralinės sudėties bei sandaros bruožai (struktūra ir tekstūra). Atskiras skyrius skirtas rieduliuose ir atodangose dažnai aptinkamoms fosilijoms apibūdinti. Paskutinėje dalyje susipažįstama su Lietuvos stratigrafija, išvardijama, kokių geologinės istorijos laikotarpių ir kokios uolienos sudaro Lietuvos nuosėdinę dangą, kokiomis sąlygomis jos susidarė, kur galima rasti jų atodangų. Atskirame skyriuje aprašytas geologinis žemėlapis, kaip svarbiausias geologinės aplinkos apibūdinimo ir geologinės informacijos perdavimo būdas. Ši knyga skiriama ne tik geologijos, bet ir geografijos krypties specialybių studentams.

UDK 551(076.5)

Mineralus fotografavo IRZHI KORN ir
ARŪNAS KLEIŠMANTAS
Fotografuoti mineralai paimti
iš Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos muziejaus
ir A. Kleišmanto „Brangakmenių muziejaus“

Redaktorė JOLANTA STORPIRŠTIENĖ
Maketuotoja VIDA VAIDAKAVIČIENĖ
Išleido Vilniaus universitetas
Universiteto g. 3, LT-01315 Vilnius