

ŠIAULIŲ VALSTYBINĖ KOLEGIJA

# INŽINERINĖ GEOLOGIJA

Mokymo(si) priemonė



ŠIAULIŲ  
VALSTYBINĖ  
KOLEGIJA

Šiauliai, 2015

Aprobuota Šiaulių valstybinės kolegijos Verslo ir technologijų fakulteto tarybos posėdyje, vykusiame 2015 m. kovo 12 d. (protokolas Nr. VT4-3).

**Sudarytoja Sigita Karosienė**

**Recenzantai:**

Edita Mockienė (Šiaulių valstybinė kolegija)

Prof. dr. Ričardas Viktoras Ulozas (Šiaulių universitetas)

## TURINYS

PRATARMĖ .....	4
1. BENDROSIOS ŽINIOS APIE GEOLOGIJĄ .....	5
1.1. GEOLOGIJOS ŠAKOS .....	5
1.2. GEOLOGIJOS TYRIMO METODAI .....	5
1.3. MINERALŲ IR UOLIENŲ SUSIDARYMO BŪDAI .....	7
1.4. BENDROSIOS ŽINIOS APIE MINERALUS IR UOLIENAS .....	7
1.5. MINERALŲ FIZINĖS SAVYBĖS .....	11
<i>1 laboratorinis darbas.</i> Mineralų fizinės savybės .....	16
1.6. UOLIENAS SUDARANTYS MINERALAI .....	17
<i>2 laboratorinis darbas.</i> Uolienas sudarantys mineralai .....	23
1.7. NUOSĖDINĖS UOLIENOS .....	24
<i>3 laboratorinis darbas.</i> Nuosėdinės uolienos .....	33
1.8. MAGMINĖS UOLIENOS .....	34
<i>4 laboratorinis darbas.</i> Magminės uolienos .....	39
1.9. METAMORFINĖS UOLIENOS .....	40
<i>5 laboratorinis darbas.</i> Metamorfinės uolienos .....	44
2. GEOLOGINIAI PROCESAI .....	46
2.1. GEOLOGINIŲ PROCESŲ KLASIFIKACIJA .....	46
2.2. UOLIENŲ DŪLĖJIMAS .....	47
2.3. KARSTINIAI REIŠKINIAI .....	48
2.4. EOLINIAI PROCESAI .....	51
3. HIDROGEOLOGIJOS PAGRINDAI .....	54
3.1. HIDROGEOLOGIJOS TYRIMO OBJEKTAS IR REIKŠMĖ .....	54
3.2. VANDENS APYTAKA GAMTOJE .....	55
3.3. POŽEMINIO VANDENS KILMĖ .....	56
3.4. UOLIENOSE ESANČIO VANDENS RŪŠYS .....	58
3.5. POŽEMINIŲ VANDENŲ MINERALIZACIJA .....	61
3.6. POŽEMINIO VANDENS IŠTEKLIAI IR GAVYBA .....	64
3.7. POŽEMINIO VANDENS FIZIKINĖS SAVYBĖS .....	65
3.8. POŽEMINIO VANDENS CHEMINĖS SAVYBĖS .....	66
3.9. POŽEMINIO VANDENS SLŪGSOJIMO SĄLYGOS .....	67
LITERATŪRA .....	72
PRIEDAI .....	73
1 priedas. Lietuvos Žemės gelmių geologinė sandara .....	74
2 priedas. Inžinerinės geologijos laboratorinių darbų ataskaitos antraštinis lapas .....	75

## PRATARMĖ

Geologija yra platus daugiašakis mokslas, tiriantis Žemės kilbę, sandarą, sudėtį ir raidą. Geologiją sudaro daugiau kaip 20 siauresnių mokslų – šakų.

Inžinerinė geologija kaip savarankiškas mokslas susiformavo XX amžiaus pradžioje ir yra viena naujausių geologijos mokslo šakų. Inžinerinė geologija tiria Žemės plutos naudojimo žmogaus inžineriniams tikslams galimybes ir būdus. Ji glaudžiai susijusi su kitomis geologijos šakomis.

Mokymo(si) priemonė skirta *aplinkos apsaugos* ir *statybos* studijų programų studentams, studijuojantiems inžinerinės geologijos dalyką. Šiame leidinyje pateikiamos bendrosios žinios apie mineralus ir iš jų susidarančias uolienas, apie svarbius geologinius procesus ir geologijos tyrimo metodus, supažindinama su požeminių vandenų kilme, jų savybėmis, rūšimis ir slūgsojimo sąlygomis. Mokymo(si) priemonėje pateikiami penkių laboratorinių darbų metodiniai nurodymai: tikslas ir atlikimo tvarka.

Pabaigoje nurodyta rekomenduojama literatūra, tinkama savarankiškoms studijoms.

# 1. BENDROSIOS ŽINIOS APIE GEOLOGIJĄ

## 1.1. GEOLOGIJOS ŠAKOS

Geologija tiria Žemės kilmę, sandarą, sudėtį ir raidą. Tai – graikų kilmės žodis, reiškiantis mokslą apie Žemę. Geologiją sudaro daugiau kaip 20 siauresnių mokslų – šakų. Iš jų svarbiausios yra šios:

***Dinaminė geologija*** tiria Žemėje vykstančius geologinius procesus.

***Geomorfologija*** tiria Žemės paviršiaus reljefą, jo formų susidarymą ir kitimą sausumoje ir vandenynų dugne.

***Geotektonika*** – mokslas apie Žemės plutos ir viršutinės mantijos judesius ir deformacijas.

***Hidrogeologija*** – mokslas apie požeminius vandenis, jų kilmę, rūšis, savybes, pasiskirstymą ir tekėjimą.

***Inžinerinė geologija*** – mokslas apie Žemės plutos naudojimą žmonių inžinerinei veiklai.

***Istorinė geologija*** – mokslas apie Žemės istoriją ir jos raidos dėsnius.

***Kalnakasyba*** – mokslas apie naudingųjų iškasenų paiešką ir gavybą.

***Mineralogija*** – mokslas apie mineralus, jų struktūrą, savybes, susidarymo bei kitimo procesus ir sąlygas.

***Paleontologija*** – mokslas apie ankstesnių geologinių laikotarpių augalus ir gyvūnus bei jų liekanas.

***Petrografija*** tiria uolienas, jų mineralinę ir cheminę sudėtį, struktūrą ir tekstūrą, savybes, susidarymą, kitimą ir paplitimą.

***Stratigrafija*** tiria uolienu sluksniavimąsi Žemės plutoje.

## 1.2. GEOLOGIJOS TYRIMO METODAI

Geologiniams procesams būdingi du ypatumai:

1. Dideli proceso mastai, kurie vyksta dideliame tūryje ir plote.

2. Jie vyksta arba labai greitai (pavyzdžiui, vulkanų išsiveržimai, žemės drebėjimai), arba labai lėtai (pavyzdžiui, lėti Žemės plutos judesiai, kurių greitis matuojamas milimetrais per metus, kai kurių uolienuų dūlėjimas ir kt.).

Nuo to priklauso ir geologijos tyrimo metodai. Svarbiausi iš jų pagal apytikslę naudojimo chronologiją yra šie:

***Stebėjimo ir aprašymo metodas.*** Tai pats seniausias metodas.

***Natūriniai (lauko) tyrimai.*** Pavyzdžiui, taip gana tiksliai nustatomos nesuardytos struktūros grunto fizinės ir mechaninės savybės, gruntinių vandenų dinamika ir kt.

***Eksperimentiniai (laboratoriniai) tyrimai.*** Ypač sėkmingai jie taikomi tiriant mineralus, kristalus, uolienas, vandens filtraciją gruntuose. Gruntų savybių laboratorinio tyrimo rezultatai yra apytiksliai dėl suardytos ir pakitusios natūralių gruntų struktūros.

***Sisteminis metodas.*** Mineralų ir uolienuų yra tūkstančiai. Geologinių procesų įvairovė irgi labai didelė. Todėl mineralai, kristalai, uolienos, procesai, geologiniai laikotarpiai ir kt. skirstomi į klases, grupes, pogrupius ir t. t. pagal įvairius požymius.

***Paleontologinis metodas.*** Jis taikomas santykiniam uolienuų amžiui nustatyti pagal juose randamas suakmenėjusias augalų ir gyvūnų liekanas – fosilijas.

***Geologinės nuotraukos sudarymas ir kartografavimas*** (geologinių žemėlapių sudarymas).

***Seisminis metodas.*** Žemės drebėjimų arba sprogimų metu susidaro seisminės bangos. Jų sklidimo greitis priklauso nuo medžiagos tankio ir kitų savybių. Tuo būdu nustatyta Žemės planetos sandara (geosferos).

***Matematinis metodas.*** Jis taikomas, pavyzdžiui, gruntų fizinėms ir mechaninėms charakteristikoms nustatyti, vandens filtraciniam debitui gruntuose skaičiuoti, uolienuų absoliučiam amžiui nustatyti ir kt.

***Magnetometrinis metodas.*** Jis remiasi Žemės magnetinio lauko savybėmis ir jų pokyčiais. Pavyzdžiui, pagal Kursko magnetinę anomaliją čia atrasti didžiuliai magnetito telkiniai.

***Elektrinis metodas.*** Šiuo atveju pasinaudojama įvairių gruntų ir kitų uolienuų skirtinga elektros srovės varža ir kitomis charakteristikomis. Pastebėta, kad skysčių ir elektros srovės tekėjimo dėsniai yra analogiški, todėl vandens filtracijai gruntuose tirti dažnai naudojama elektrohidrodinaminė analogija, kai vietoje vandens leidžiama elektros srovė.

***Gravimetrinis metodas.*** Jis taikomas analizuojant Žemės traukos (laisvojo kritimo pagreičio) skirtumus įvairiose mūsų planetos vietose [19].

### 1.3. MINERALŲ IR UOLIENŲ SUSIDARYMO BŪDAI

Mineralai ir uolienos susidaro geologinių procesų metu. Žinomi trys jų susidarymo būdai, vadinami taip pat kaip ir geologiniai procesai: *endogeninis*, *egzogeninis* ir *metamorfinis*.

*Endogeniniu* vadinamas toks būdas, kai mineralai susidaro iš cheminių elementų auštant magmai. Magma yra klampus silikatinis lydinys, prisotintas vandens garų ir dujų. Jo yra po Žemės pluta. Kartais magma įsiterpia į Žemės plutą, kurios temperatūra yra žemesnė. Čia magmos temperatūra mažėja, ji darosi vis klampesnė, ir prasideda labai sudėtingas mineralų kristalizacijos procesas. Mineralai susidaro tam tikra tvarka pagal jų lydymosi temperatūrą. Pirmiausia iš magmos išsiskiria mineralai, kurių lydymosi temperatūra yra aukščiausia. Toks yra magnetitas. Toliau, auštant magmai, kristalizuojasi silikatų klasės mineralai: raginukė, olivinas, augitas, biotitas ir kt. Kai temperatūra nukrinta iki 900...800 °C, susidaro lauko špatų grupės mineralai: anortitas, labradoras, albitas, ortoklazas, mikroklinas ir kt. Jei magmoje dar yra likę silicio dioksido, kristalizuojasi kvarcas. Mineralai jungiasi vienas su kitu, sudarydami uolienas.

Kartais magma praplėšia visą Žemės plutą ir išsiveržia į jos paviršių vulkanais. Čia iš jos į atmosferą išsiveržia vandens garai ir dujos. Magma be šių dujinių komponentų vadinama *lava*. Ji greitai vėsta atmosferos slėgio sąlygomis, kietėja, susidaro mineralai, o iš jų – uolienos.

Endogeniniu būdu susidariusios uolienos vadinamos magminėmis, bet šiuo būdu susidaro ir *metamorfinės* uolienos. Žemės plutoje susidariusios magminės uolienos vadinamos *intruzinėmis* (giluminėmis), o susidariusios Žemės paviršiuje – *efuzinėmis* (paviršinėmis).

*Egzogeniniu* būdu mineralai ir uolienos susidaro Žemės paviršiuje bei jos viršutiniuose sluoksniuose sausumoje ir vandenyje. Sausumoje, yrant kietoms uolienoms, susidaro kaolinitas ir kiti molio mineralai, kai kurie geležies junginiai, pavyzdžiui, limonitas ir kt. Vandens telkiniuose iš nuosėdų susidaro kalcitas, dolomitas, gipsas ir kiti mineralai. Šiuo būdu susidariusios uolienos vadinamos *nuosėdinėmis*.

*Metamorfizmo* proceso metu vieni mineralai virsta kitais, pavyzdžiui, opalas virsta kvarcu arba chalcedonu, limonitas – hematitu. Metamorfinės uolienos susidaro iš magminių ir nuosėdinių uolienų dideliame slėgyje ir aukštoje temperatūroje.

### 1.4. BENDROSIOS ŽINIOS APIE MINERALUS IR UOLIENAS

*Mineralai* yra gamtiniai cheminiai elementų junginiai arba atskiri elementai, vienodos cheminės sudėties ir sandaros visame tūryje. Jie susidaro Žemėje ar jos paviršiuje geologinių

procesų metu. Mineralų sudėtį, sandarą, savybes, susidarymo sąlygas tiria geologijos šaka – **mineralogija**.

Žemėje rasta apie 7000 mineralų ir jų atmainų. Neskaitant atmainų, jų yra apie 2000. Mineralų junginiai sudaro uolienas. Uolienomis vadinami ir dideli vieno mineralo telkiniai. Dauguma mineralų yra labai reti. Žemės plutoje labiau paplitę tik keliasdešimt mineralų, kurie ir sudaro uolienas.

Dauguma mineralų yra labai kieti, bet jų būna ir skystų (vanduo, nafta, gyvsidabris) bei dujinių (metanas, sieros vandenilis).

Mineralą gali sudaryti tik vienas cheminis elementas, pavyzdžiui, siera, grafitas, deimantas, varis, auksas. Jie vadinami **monomineralais** arba grynuoliais, bet tokių mineralų nėra daug. Daugumą mineralų sudaro dviejų ar daugiau cheminių elementų junginys, pavyzdžiui, halitas NaCl, kalcitas CaCO<sub>3</sub>. Jie vadinami **polimineralais**.

Dauguma kietųjų mineralų yra **kristaliniai**, bet jų būna ir **amorfinių**, pavyzdžiui, opalas, gintaras, limonitas. Amorfiniai mineralai yra beformiai, neturi tvarkingos vidinės struktūros. Jie yra izotropiniai, t. y. jų savybės visomis kryptimis yra vienodos.

Kristaliniai mineralai yra anizotropiniai: jų savybės įvairiomis kryptimis yra skirtingos. Kristalai susidaro iš jonų, atomų ir kartais iš molekulių, kai šios sudedamosios dalys išsidėsto dėsningai pagal tam tikrą griežtą erdvinio išsidėstymo tvarką, sudarydamos vadinamąją erdvinę gardelę. Kiekvieno mineralo kristalai susidaro iš skystosios, rečiau iš dujinės ar kietosios medžiagos ir palankiomis sąlygomis įgyja tam tikrą taisyklingą geometrinę briaunainių daugiasienę formą, kuri vadinama habitu (išvaizda). Jų sienos yra plokščios, briaunos tiesios, sienos, kampai tarp jų, viršūnės ir briaunos išsidėsčiusios simetriškai. Kristalų dydis labai įvairus: nuo miligramo dalių, pavyzdžiui, deimanto, iki kelių tonų masės, pavyzdžiui, kvarco. Halito, galenito, piritto kristalai yra kubo formos, ortoklazo – piramidės formos, kvarco – šešiakampės prizmės, kurių pagrindai baigiasi šešiakampėmis piramidėmis, formos, magnetito – oktaedro formos ir pan.

Pagal simetriją kristalai grupuojami į 32 klases, o pastarosios – į 7 sistemas: kubinę, tetragoninę, rombinę, triklininę, monoklininę, trigoninę (romboedrinę) ir heksagoninę. Daugiasienių formų yra labai daug: vien paprastųjų formų su vienodomis, simetriškai išsidėsčiusiomis sienomis yra 47; dar būna ir šių formų kombinacijų. Pasikeitus kristalizacijos sąlygoms, tas pats mineralas gali sudaryti ir kitokių formų kristalus. Pavyzdžiui, fluorito kristalai gali būti kubo, oktaedro, dodekaedro pavidalų.

Galime išskirti tris bendrąsias kristalų formas (1 pav.):

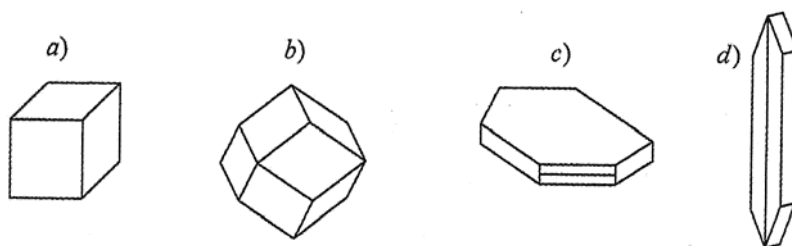
1. **Erdvinę (izometrinę)**, kai kristalas formavosi visomis trimis statmenomis kryptimis. Tokie yra daugumos mineralų kristalai.



2. **Plokščiąją**, kai kristalai yra plokštelių, žvynelių, lapelių, lentelių formos (žėručiai, chloritas).

3. **Linijinę**, kai kristalai yra ištišę viena kryptimi: stulpeliai, prizmės, adatėlės, pluoštai, siūlai (asbestas, selenitas).

Nuo kristalų formos priklauso mineralų ir iš jų sudarytų uolienuų savybės. Kristalai yra labai įvairūs ir sudėtingi, todėl juos tiria atskira geologijos šaka – **kristalografija**.



**1 pav.** Bendrosios kristalų formos: a, b – erdvinė (izometrinė); c – plokščioji; d – linijinė [19]

Mineralų kristalai dažnai suauga vienas su kitu, sudarydami jų sąaugas, agregatus arba sanaukas (2 pav.).

Gamtoje dideli taisyklingi kristalai išauga retai, nes tam reikia pakankamai vietos ir palankių sąlygų kristalizacijai. Dažniausiai iš tirpalo ar lydalo vienu metu pradeda formotis daugybė kristalų. Dėl vietos stokos jie trukdo vienas kitam augti, tampa netaisyklingi, suauga vienas su kitu: susidaro kristalų **grūduotieji agregatai** – netaisyklingos formos grūdelių sanaukas. Iš vieno mineralo grūdelių sudarytas agregatas vadinamas **monomineraliniu**, o iš kelių – **polimineraliniu**. Gamtoje mineralai ir uolienos dažniausiai ir randamos kaip grūduotos sanaukos. Tai yra labiausiai paplitusi kristalų agregatų forma.

Kitas kristalų agregatas yra **drūza**. Ši forma susidaro, kai kristalai iš lydalo auga statmenai kietam uolos paviršiui tuštomose arba atviruose plyšiuose. Randamos kvarco, ametisto, epidoto, gipso ir kitų mineralų drūzos. Lygiagretūs, vieni su kitais susiję, pailgi drūzos kristalai vadinami **šepečiais**.

Apvalūs agregatai yra konkretijos, sekretijos ir oolitai.

**Konkrecijos** – ovalinės, apvalios ar rutulio formos agregatai, kai mineralų kristalai koncentruojasi į kraštus nuo kristalizacijos centro. Pjūvyje tokie spinduliniai agregatai atrodo kaip rato stipiniai. Jie būdingi fosforitui. Tokia rutulinė konkretija dar vadinama spinduliniu gniutulu.

**Sekretijos** yra mineralų sanaukos, susidariusios uolienuų tuštomose, ant jų sienelių iš tirpalų nusėdus kitos mineralinės sudėties medžiagai. Nusėdant vis naujiems sluoksniams, susidaro koncentriškai sluoksniuotas agregatas. Sluoksniai dažnai skiriasi spalva, o kartais ir sudėtimi.

Mažos sekrecijos (iki 1 cm. skersmens) vadinamos **migdolinėmis**, stambios – **žeodomis**. Sekrecijos būdingos kvarcui, chalcedonui, agatui, kalcitui. Jų vidurys gali būti tuščias.

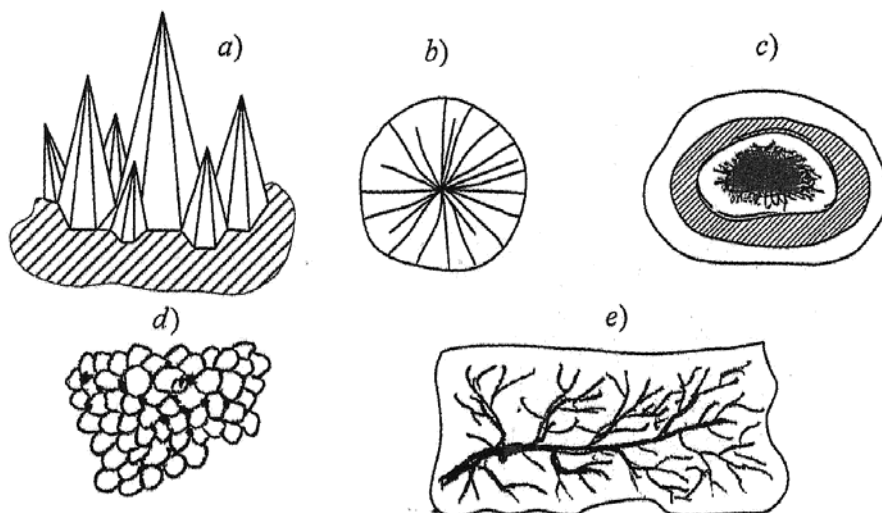
**Oolitai** yra mažų (iki 1 cm skersmens) apvalių kristalų sankaupos.

**Dendritai** yra plokšti šakelių formos agregatai, panašūs į šakotus samanų ūglius. Jie susidaro mineralo medžiagai užpildžius siaurus išsišakojusius plyšius.

Suaugę du vienodi kristalai sudaro **dvynių agregatą**. Gali suaugti 3, 4 ar daugiau kristalų, kaip riešuto kekės. Pavyzdžiui, gipsas dažnai sudaro dvynius, vadinamus „kregždės uodega“.

Iš lėtai garuojančių ir varvančių klampių tirpalų ant skliautų paviršiaus susidaro kabantys varvekliai, vadinami **stalaktitais**, o olos apačioje augantys į viršų – **stalagmitai**. Jie būdingi ledui, kalcitui, kartais limonitui.

Kompaktiškos rutuliškos kristalų sąaugos vadinamos **gniutulais**. Tokią formą gali įgyti kalcitas, piritas, apatitas, fosforitas. Giliai jūrų dugne yra daug geležies ir mangano gniutulų. Juose būna titano, chromo, kobalto, vario, cinko. Gniutuluose pasitaiko ir fosilijų.



**2 pav.** Pagrindinės mineralų kristalų sąaugų (agregatų) formos: a – drūza; b – konkretija; c – sekrecija; d – oolitai; e – dendritai [19]

**Uolienos** yra gamtiniai mineralų junginiai, agregatai arba jų telkiniai. Geologijos šaka, nagrinėjanti uolienas, vadinama **petrografija**. Kai kurios uolienos sudarytos tik iš vieno mineralo. Jos vadinamos **monomineralinėmis**, pavyzdžiui, gipsas, dolomitas, limonitas, labradoritas (iš labradoro), marmuras (iš kalcito). Didžioji uolienuų dalis sudaryta iš kelių ar dar daugiau mineralų. Tai yra **polimineralinės** uolienos. Pavyzdžiui, granitas yra kvarco, lauko špatų, žėručių ir kitų mineralų junginys. Pagal kilmę ir susidarymo būdą uolienos skirstomos į tris pagrindinius tipus: **magmines, nuosėdines ir metamorfines**. Didžiąją Žemės plutos dalį (apie 95 % jos masės) sudaro magminės ir metamorfinės uolienos. Nuosėdinės uolienos sudaro tik apie 5 % Žemės plutos masės, bet slūgso Žemės paviršiuje ir jos viršutiniuose sluoksniuose.

Uolienu sandara apibūdinama jų *struktūra* ir *tekstūra*.

*Struktūrą* rodo uolienos požymiai, susiję su jos fizine sandara, t. y. kristalų ar grūdelių didumas, jų forma, kiekis, kristalizacijos laipsnis. Struktūrų tipų yra daug. Pavyzdžiui, jei uoliena sudaryta iš grūdelių, jos struktūra yra kristalinė-grūduota, smulkiagrūdė, kai grūdeliai iki 1 mm, vidutiniagrūdė – grūdeliai nuo 1 mm iki 5mm ir stambiagrūdė – grūdeliai didesni kaip 5 mm. Jei pagrindinėje smulkiagrūdėje masėje yra įsiterpusių kitų atskirų stambesnių kristalų, struktūra vadinama porfyryne. Kai uoliena atrodo kaip vientisa sulydyta masė, jos struktūra yra stikliška.

*Tekstūra* apibūdina kristalų arba grūdelių pasiskirstymą uolienoje, jų išsidėstymo būdą. Kai grūdeliai išsidėstę vienodai visame uolienos tūryje, tokia tekstūra vadinama masyviąja. Kai uoliena yra vienalytės masės formos, sakoma, kad jos tekstūra yra kompaktiška. Jei uoliena yra sluoksniuota, jos tekstūra yra juostuota. Uolienos struktūra rodo, iš kokių elementų sudaryta uoliena, o tekstūra – kaip tie elementai išsidėstę [19].

## 1.5. MINERALŲ FIZINĖS SAVYBĖS

*Mineralais* vadinami gamtiniai cheminiai junginiai arba atskiri elementai, susidarantys Žemėje ir jos paviršiuje įvairių geologinių procesų metu. Kiekvienas mineralas yra tam tikros cheminės sudėties ir vidinės sandaros, nuo kurios priklauso jo išorinė forma ir fizinės savybės. Paprasčiausias mineralų tyrimo metodas yra *makroskopinis* arba vizualusis. Taikant šį metodą, konkretų mineralų pavyzdį galima identifikuoti ir jį atskirti nuo kitų mineralų pagal fizines savybes: kristalų formą, spalvą, bruožo spalvą, skaidrumą, blizgesį, skalumą, lūžį, tankį, kietumą ir kt.

*Mineralų spalvos* labai įvairios. Yra ir bespalvių mineralų, pavyzdžiui, kvarco atmaina – kalnų kristalas. Mineralų spalva priklauso nuo jo cheminės sudėties, pavyzdžiui, piritas  $\text{FeS}_2$  yra geltonas, magnetitas ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) – juodas. Ši nuosava („igimta“) mineralo spalva vadinama idiochromatine. Tačiau dauguma mineralų turi priemaišų arba pigmentų, kurie nudažo juos įvairiausiomis spalvomis. Pavyzdžiui, kvarcas gali būti ne tik bespalvis, bet ir baltas, pilkšvas, gelsvas, rusvas, rausvas, violetinis, net juodas. Spalva, kuria mineralą nudažo priemaišos, vadinama alochromatine.

Mineralo miltelių spalva vadinama jo *bruožo spalva*. Ji nustatoma tiriamuoju mineralu brėžiant neglazūruotą porceliano paviršiu, ant kurio lieka pėdsakas, vadinamas bruožu. Kartais mineralų ir jo bruožo spalva yra vienoda. Pavyzdžiui, magnetitas yra juodas, jo bruožo spalva taip pat juoda. Tačiau kai kurių mineralų spalva ir jų bruožo spalva yra skirtingos, pavyzdžiui, hematitas yra juodas, o jo bruožas rusvai raudonas. Bruožo spalva yra daug ryškesnė už paties mineralo spalvą. Pavyzdžiui, kalcitas būna bespalvis, baltas, geltonas, žalias, žydras, mėlynas, violetinis,

juodas, o jo bruožo spalva vienoda – visada balta. Pagal bruožo spalvą lengviau atpažinti tamsesnės spalvos mineralus.

Paprastai šviesių mineralų bruožas būna irgi šviesus arba bespalvis. Sunku nustatyti kietų mineralų bruožą.

Medžiagos savybė praleisti šviesos spindulius vadinama **skaidrumu**. Mineralai būna skaidrūs, kai pro juos matyti aplinkiniai daiktai (kalnų kristalas, Islandijos špatas, halitas); pusiau skaidrūs, kai pro juos matyti tik aplinkinių daiktų kontūrai (gipsas, chalcedonas, opalas); neskaidrūs, kai pro juos šviesos spinduliai visai nepraeina. Dauguma mineralų ir uolienu yra neskaidrūs.

Savybė atspindėti šviesos spindulius vadinama **blizgesiu**. Blizgesio intensyvumas priklauso nuo atšokusios šviesos kiekio. Pagal blizgesį mineralai skirstomi į dvi dideles grupes: metalinio blizgesio ir nemetalinio. Metaliskai blizga piritas, galenitas. Nemetalinis blizgesys būna labai įvairus:

- a) deimantiškas – intensyviausias blizgesys (deimantas, sfaleritas);
- b) stikliškas (taip blizga skaidrūs mineralai: kalnų kristalas, kalcitas);
- c) riebus (taip blizga riebaluotas popierius, siera);
- d) vaškinis (chalcedonas);
- e) perlamutrinis (žėrutis, gipsas);
- f) šilkinis (selenitas, asbestas);
- g) matinis (kai mineralai sugeria šviesą ir neblizga, pavyzdžiui, kaolinitas).

**Skalumas** – tai mineralo savybė nuo smūgio suskilti į gabalus, kurių paviršiai yra plokšti. Jie vadinami skilimo plokštumomis. Skalumas būdingas tik kristalinei medžiagai. Skilimo plokštumos lygiagrečios bent vienai kristalo briaunai. Yra 3 skalumo tipai:

- a) labai tobulas skalumas, būdingas viena kryptimi skylantiems į lapelius ar plokšteles mineralams (žėrutis, chloritas);
- b) tobulas skalumas, kai mineralai suskyla į gabalus, kurių paviršiai yra lygiagretės skilimo plokštumos (kalcitas, halitas, ortoklazas);
- c) netobulas skalumas, kai mineralas subyra į netaisyklingus gabalus, neturinčius plokščių paviršių (kvarcas, piritas).

**Lūžis** yra mineralo savybė lūžti nuo smūgio arba laužimo statmenai skilimo plokštumoms.

Mineralų lūžio paviršiai būna tokie:

- a) lygus. Taip lūžta skalieji mineralai: kalcitas, halitas;
- b) kriauklėtas (opalas, chalcedonas, kvarcas);
- c) žambuotas. Jis primena medienos lūžį. Būdingas pluoštiniam mineralams: asbestui, selenitui;
- d) laiptuotas. Taip lūžta tobulo skalumo mineralai: ortoklazas, albitas, galenitas;
- e) žemėtas-šiuirkštus, dulkėmis padengtas lūžis, būdingas minkšties mineralams, pavyzdžiui, kaolinitui;
- f) grūduotas. Jis būdingas grūduotos-kristalinės struktūros mineralams; nuo žemėto skiriasi tuo, kad šiuo atveju grūdėliai yra didesni (apatitas, magnetitas).

**Tankis**  $\rho$  – tai medžiagos tūrio vieneto masė. Tiksliai tankis nustatomas laboratorijoje. Mineralų tankis svyruoja labai plačiose ribose: nuo 0,5 iki 23 g/cm<sup>3</sup>. Labiausiai paplitusių mineralų tankis yra nuo 2,5 iki 4,0 g/cm<sup>3</sup>. Mineralai skirstomi į lengvuosius ( $\rho \leq 2,5$  g/cm<sup>3</sup>), vidutinius ( $2,5 < \rho \leq 4,0$  g/cm<sup>3</sup>) ir sunkiuosius ( $\rho > 4$  g/cm<sup>3</sup>). Kilnodami mineralus ant delno, galime apytiksliai palyginti jų tankį. Sunkūs yra rūdiniai mineralai – sulfidai: piritas, chalkopiritas, galenitas, markazitas.

**Kietumas** – medžiagos paviršiaus atsparumas raizymui. Tai labai svarbi savybė mineralams atpažinti. Apytiksliai mineralo kietumas nustatomas pagal **Moso** skalę (1 lentelė). Ją sudaro 10 skirtingo kietumo mineralų, kurių kietumas reiškiamas balais nuo 1 (minkščiausias mineralas – talkas) iki 10 (kiečiausias mineralas – deimantas). Rinkinio kiekvienas mineralas savo aštria briauna raižo visus prieš jį esančius mineralus.

Nustatant kietumą pagal **Moso** skalę, joje reikia rasti du gretimus mineralus: vienas iš jų turi rėžti tiriamąjį mineralą, o kitą turi rėžti pats tiriamasis mineralas. Pavyzdžiui, jei tiriamąjį mineralą rėžia kvarcas, o jis pats įbrėžia ortoklazą, jo kietumas yra 6,5. Jei tiriamasis ir etaloninis mineralai rėžia vienas kitą, tai jų kietumas vienodas.

Mineralų kietumui nustatyti galima naudoti ir kitus parankius daiktus, kurių kietumas yra žinomas: grafitinio pieštuko kietumas – 1, nago – 2, bronzinės monetos – 3, geležinės vinies – 4, stiklo – 5, kišeninio peiliuko – 6.

1 lentelė

**Moso kietumo skalė [18]**

Kietumas	Mineralas	Kietumo charakteristika
1	Talkas	Lengva krapštyti nagu
2	Gipsas	Galima raižyti nagu

## INŽINERINĖ GEOLOGIJA

Kietumas	Mineralas	Kietumo charakteristika
3	Kalcitas	Lengva raižyti peiliu
4	Fluoritas	Sunku raižyti peiliu
5	Apatitas	Peilis nepalieka rėžio
6	Ortoklazas	Įrėžia plieną ir stiklą
7	Kvarcas	Lengvai raižo plieną ir įrėžia stiklą
8	Topazas	Raižo stiklą ir kalnų kristalą
9	Korundas	Lengvai raižo stiklą, plieną ir visus mineralus, išskyrus deimantą
10	Deimantas	Pjausto stiklą

Deimantas yra pats kietiausias mineralas. Jis ne 10, o daugiau kaip 4000 kartų kietesnis už talką. Vadinasi, mineralų kietumas Moso skalės balais yra ne absoliutus, o santykinis.

Yra ir kitų *retų savybių*, kurios būdingos tik vienam arba keliems mineralams. Pagal jas lengva atpažinti tuos mineralus. Karbonatų klasės mineralai reaguoja su silpnu druskos rūgšties skiediniu, pavyzdžiui, kalcitas, dolomito milteliai; magnezitas reaguoja su pašildyta praskiesta druskos rūgštimi. Magnetitas veikia magnetinę rodyklę. Islandijos špato lūžis yra dvigubas, halitas yra sūrus. Trinant fosforito gabalus vieną į kitą, atsiranda nemalonus degančio kaulo ar svylančios mėsos kvapas. Grafitas tepa rankas, popierių, juo galima rašyti.

Pagal cheminę sudėtį mineralai skirstomi į 8 pagrindines klases, pateikiamas 2-oje lentelėje. Joje surašyti tik pagrindiniai, dažniausiai sutinkami mineralai. Daugiausia yra silikatų klasės mineralų – apie 800, sulfatų ir fosfatų yra maždaug po 250, sulfidų ir oksidų – po 200, halogenidų – apie 100, ir jų atmainų skaičius – nuo 2500 iki 7000. Bet dauguma iš jų yra labai reti. Labiausiai paplitusių ir dažnai sutinkamų uolienose yra tik apie 50 mineralų. Patogumo dėlei panašūs mineralai jungiami į grupes. Literatūroje dažnai minimi lauko špatai, plagioklazai, žėručiai.

2 lentelė

### Mineralų klasifikacija pagal cheminę sudėtį [18]

Eil. nr.	Klasė pagal cheminę sudėtį	Mineralai
1.	Grynuoliai	Grafitas, deimantas, siera, gryni metalai
2.	Sulfidai	Piritas, chalkopiritas, markazitas, galenitas
3.	Halogenidai	Halitas, fluoritas
4.	Oksidai	Kvarcas (kvarco atmainos: chalcedonas, titnagas, agatas), opalas, limonitas, magnetitas, hematitas, korundas

## INŽINERINĖ GEOLOGIJA

Eil. nr.	Klasė pagal cheminę sudėtį	Mineralai
5.	Karbonatai	Kalcitas, magnezitas, dolomitas
6.	Sulfatai	Anhidritas, gipsas (gipso atmainos: selenitas, alebastras)
7.	Fosfatai	Apatitas, fosforitas
8.	Silikatai	Olivinas, granatai (granatų atmainos: piropas, almandinas, grosuliaras), topazas, augitas, raginukė, talkas, serpentinas, kaolinitas, chloritas, glaukonitas, muskovitas, biotitas, ortoklazas, mikroklinas, albitas, anortitas, labradoras

**Lauko špatai** (*feldšpatai*) yra ištisa mineralų grupė (natrio, kalio, kalcio, rečiau bario aliumosilikatai), sudaranti apie 50 % Žemės plutos masės. Šiai grupei priklauso albitas, anortitas, ortoklazas, mikroklinas, labradoras ir kiti mineralai. Lauko špatai skirstomi į 3 pogrupius: 1) natrio ir kalcio (plagioklazai); 2) kalio ir natrio (ortoklazo pogrupis, kuriam priklauso ortoklazas, mikroklinas, sanidinas ir kiti mineralai); 3) kalio ir bario lauko špatai (gialofanai) gamtoje randami rečiau.

**Plagioklazai** – tai mineralų aliumosilikatų grupė, natrio ir kalcio lauko špatai, sudarantys izomorfinę eilę nuo grynos lauko špatų atmainos (albito) iki kalcito lauko špatų atmainos (anortito). Tai dviejų mineralų (albito ir anortito) izomorfiniai mišiniai: albitas, oligoklazas, andezinas, labradoras, bitovnitas, anortitas. Plagioklazai žymimi numeriais nuo 0 iki 100, rodančiais anortito procentus minerale. Pavyzdžiui, plagioklazas Nr. 12 reiškia, kad jame yra 12 % anortito ir 88 % albito. Toks mišinys vadinamas oligoklazų. Plagioklazų spalvos: balta, pilkšvai balta, kartais žalsvo, melsvo, rečiau rausvo atspalvio. Blizgesys stikliškas, skalumas tobulas dviem kryptimis, kietumas 6,0...6,5.

**Žėručiai** – silikatų klasės sluoksniuotų mineralų grupė. Svarbiausieji žėručiai: biotitas, muskovitas, lepidolitas, cinvalditas, flagopitas, paragonitas [18].

*1 laboratorinis darbas. Mineralų fizinės savybės*

**Darbo tikslas:**

- 1) susipažinti su mineralų fizinėmis savybėmis ir jų nustatymo metodika;
- 2) susipažinti su įvairiais mineralų agregatų tipais.

Atlikdami šį darbą, atidžiai perskaitykite 1.4. ir 1.5. poskyrius apie mineralų fizines savybes. Studentui duodama dėžutė su penkių mineralų pavyzdžiais (jų skaičius gali būti ir kitoks). Juos reikia vizualiai ištirti ir nustatyti pateiktų mineralų fizines savybes. Atlikdami darbą, naudokite pateiktą mineralų klasifikaciją pagal cheminę sudėtį (žr. 2 lentelę). Savo tyrimo rezultatus surašykite į 3 lentelę.

3 lentelė

**Mineralų fizinės savybės**

Mineralų eil. nr.	1	2	3	4	5
Savybės					
Mineralų kristalų forma					
Spalva					
Bruožo spalva					
Blizgesys					
Skalumas					
Lūžis					
Tankis					
Kietumas					
Kitos savybės					
Mineralo pavadinimas					
Klasė pagal cheminę sudėtį (žr. 2 lentelę)					

Darbo atlikimo data: .....

Darbo įvertinimas: .....



## 1.6. UOLIENAS SUDARANTYS MINERALAI

Mineralų savybių santrumpos: K – kietumas;  $\rho$  – tankis ( $\text{g/cm}^3$ ); Sp – spalva; Br – bruožo spalva; Bl – blizgesys; Sk – skalumas; Lž – lūžis; Kt – kitos savybės.

### 1 grupė. Mineralai, kurių kietumas $K \leq 2$

**Talkas.** Plokštelių, žvynelių, lapelių ar smulkių grūdelių formos kristalai.

K = 1;  $\rho = 2,5 \dots 2,8$ ; Sp – dažniausiai bespalvis, žalsvas, būna ir baltas, gelsvas, rusvas, melšvas; Br – baltas; Bl – riebus, perlamutrinis; Sk – labai tobulas (skyla į lapelius); Kt – čiupiant panašus į muilą, atrodo riebus.

**Kaolinitas.** Labai smulkių žvynelių, plokštelių kristalai.

K = 1;  $\rho = 2,5 \dots 2,6$ ; Sp – bespalvis arba baltas, pilkšvas, gelsvas, rusvas; Br – baltas; Bl – matinis, riebus; Sk – labai tobulas (viena kryptimi); Lž – žemėtas; Kt – galima trupinti pirštais. Kaolinitas – pagrindinė kaolino uolienos sudedamoji dalis.

**Grafitas.** Žvynelių, pluoštelių, labai smulkių grūdelių kristalai. Gali būti ir vienalytis.

K = 1...2;  $\rho = 2,1 \dots 2,3$ ; Sp – tamsiai pilkas, juodas; Br – pilkai juodas, blizgantis; Bl – metalinis (kristalinės struktūros), matinis (kriptokristalinės struktūros); Sk – labai tobulas (viena kryptimi); Lž – smulkiai grūduotas; Kt – yra tepus, tepa rankas, juo galima rašyti, riebus čiupinėjant, laidus elektrai.

**Gipsas.** Grūdelių, stulpelių, plokštelių, pluošto ar adatelių formos kristalai, dažnai suaugę grupėmis. Gali būti vienalytis. Pluoštinė atmaina vadinama selenitu, o balta smulkiakristalė atmaina – alebastru arba statybiniu gipsu, skaidri bespalvė plokštėta atmaina – Marijos stiklu.

K = 1,5...2,0;  $\rho = 2,2 \dots 2,4$ ; Sp – bespalvis, baltas, gelsvas, pilkas, rudas, rečiau raudonas, juodas; Br – baltas; Bl – stikliškas, perlamutrinis, šilkinis; Sk – labai tobulas; Lž – žambuotas (selenito); Kt – trapus, šiek tiek tirpsta vandenyje.

**Chloritas.** Plokštelių, žvynų, lapelių arba grūdelių formos kristalai.

K = 2;  $\rho = 2,6 \dots 2,8$ ; Sp – žalias (įvairių atspalvių), bet būna ir baltas, rudai raudonas, rožinis, violetinis, juodas; Br – žalsvas; Bl – stikliškas, perlamutrinis; Sk – labai tobulas (viena kryptimi); Kt – sudaro chlorito skalūnus.

**Halitas.** Sudarytas iš kubo formos kristalų, dažnai sudaro grūduotus ir pluoštinius agregatus, kartais būna ir vienalytis.

$K = 2$ ;  $\rho = 2,1...2,2$ ; Sp – grynasis halitas yra bespalvis ir skaidrus, dar būna baltas, gelsvas, pilkas, melšvas, rausvas; Br – baltas; Bl – stikliškas; Sk – tobulas; Kt – tirpsta vandenyje, sūrus, su priemaišomis sudaro akmens druską.

### **2 grupė. Mineralai, kurių kietumas $2 < K \leq 4$**

**Biotitas.** Sudaro plonų lapelių, plokštelių, žvynų formos kristalus, iš jų sulipusius plokštelių agregatus.

$K = 2...3$ ;  $\rho = 2,9...3,2$ ; Sp – juodas, žalsvai juodas, rudas, gelsvas, žalias; Br – baltas, žalsvas; Bl – stikliškas, skilimo plokštumose kartais perlamutrinis; Sk – labai tobulas (išilgai lapelių).

**Muskovitas.** Kristalai lapelių, plokštelių, žvynų formos (kaip ir biotito).

$K = 2...3$ ;  $\rho = 2,8...3,1$ ; Sp – bespalvis, rausvas, šviesiai žalias, gelsvas, rečiau ryškiai raudonas; Br – baltas; Bl – stikliškas arba perlamutrinis; Sk – labai tobulas (išilgai lapelių); Kt – skaidrus.

**Glaukonitas.** Sudarytas iš smulkių birių arba sucementuotų grūdelių.

$K = 2...3$ ;  $\rho = 2,2...2,8$ ; Sp – žalias, žalsvai juodas; Br – žalias; Bl – matinis, blausus, stikliškas, riebus; Sk – netobulas; Lž – grūduotas.

**Serpentinas.** Sudarytas iš labai smulkių grūdelių, lapelių ar pluoštelių. Dūlėdamas virsta pluoštine atmaina, vadinama asbestu.

$K = 2,5...3,0$ ;  $\rho = 2,5...3,0$ ; Sp – nuo šviesiai iki tamsiai žalios spalvos su geltonomis dėmėmis; Br – baltas arba žalsvas; Bl – riebus, vaškinis, (asbesto – šilkinis); Sk – netobulas (asbesto – labai tobulas išilgai pluoštų); Lž – kriauklėtas, žambuotas.

**Kalcitas.** Prizmių, romboedrų formos kristalai, randama ir grūduoto, pluoštinio ar vienalyčio, pasitaiko stalaktitų ir stalagmitų agregatų.

$K = 3$ ;  $\rho = 2,7...2,8$ ; Sp – baltas, bespalvis (skaidri atmaina vadinama Islandijos špatu), nuo priemaišų – gelsvas, rusvas, pilkas, žalsvas, melšvas, net juodas; Br – baltas; Bl – stikliškas; Sk – tobulas; Kt – reaguoja su rūgštimis (druskos rūgšties HCl skiediniu), trapus.

**Anhidritas.** Tai bevandenio gipso atmaina. Sudarytas iš plokštelių formos kristalų, bet dažniausiai būna smulkiagrūdis arba vienalytis. Kartais sudaro adatiškus ir pluoštinius agregatus.

$K = 3...3,5$ ;  $\rho = 2,8...3,0$ ; Sp – baltas, pilkšvas, melšvas, rausvas; Br – baltas; Bl – stikliškas, skilimo plokštumose perlamutrinis; Sk – tobulas; Lž – grūduotas.

**Chalkopiritas**, vario rūda. Pavienių kristalų pasitaiko labai retai, dažniausiai aptinkamas kaip vientisos smulkiai grūduotos arba gniutulų formos masė.

$K = 3...4$ ;  $\rho = 4,1...4,3$ ; Sp – geltonas, kartais žalvario arba aukso spalvos su vaivorykštės atspalviais. Ore nusidažo violetinėmis ar juodomis dėmėmis; Br – žalsvai juodas; Bl – metalinis; Sk – neskalus; Lž – nelygus.

**Dolomitas**. Dažniausiai sudarytas iš grūdelių arba vienalytis, kartais – iš kristalų romboedro arba daugiakampio formos.

$K = 3,5...4,0$ ;  $\rho = 2,8...2,9$ ; Sp – baltas, pilkas su gelsvu, rusvu, rausvu, kartais žalsvu atspalviu, pasitaiko ir bespalvio; Br – baltas; Bl – stikliškas, kartais perlamutrinis arba matinis; Sk – tobulas; Kt – šildomas arba sutrintas į miltelius reaguoja su druskos rūgšties HCl tirpalu, trapus.

**Fluoritas**. Kristalai kubo, rečiau oktaedro, dodekaedro pavidalo. Dažnai būna kaip smulkiai grūduota, vientisa beformė masė.

$K = 4$ ;  $\rho = 3,2$ ; Sp – labai įvairi: geltona, žalia, žydra, mėlyna, violetinė, violetiškai juoda, rusva, rečiau būna bespalvis arba skaidrus; Br – baltas; Bl – stikliškas; Sk – tobulas (keturių kryptų); Kt – trapus, šiek tiek tirpsta vandenyje.

**Magnezitas**. Kristalinis arba amorfinis. Kristalai romboedru, rečiau prizmių, pluoštelių pavidalo. Dažniausiai būna įvairaus dydžio grūdelių ar vientisos amorfinės masės formos.

$K = 3,5...4,5$ ;  $\rho = 3$  (amorfinio  $\approx 2,65$ ); Sp – baltas, gelsvas, gelsvai pilkas, rusvas; Br – baltas; Bl – stikliškas, matinis, kartais šilkinis; Sk – kristalinis magnezitas skykla tobulai, amorfinis – neskalus; Lž – kriauklėtas (amorfinio); Kt – reaguoja su pašildytu HCl skiediniu, trapus.

### 3 grupė. Mineralai, kurių kietumas $4 < K \leq 6$

**Apatitas**. Sudarytas iš stulpelių, adatėlių, pluoštelių formos kristalų, grūdelių arba vientisos masės.

$K = 5$ ;  $\rho = 3,1...3,2$ ; Sp – žalias (dažniausiai), melsvai žalias, pilkas, baltas, rausvas, geltonas, rudas, violetinis. Būna ir bespalvis; Br – baltas; Bl – stikliškas, stambiagrūdžio – riebus; Sk – netobulus; Lž – kriauklėtas, nelygus.

**Fosforitas** – amorfinė apatito atmaina. Cheminė sudėtis panaši į apatito, tik dar yra molinių, smėlio, glaukonito, titnaginių, karbonatinių ir kitų medžiagų. Tai tanki, smulkiagrūdė masė. Dažnai sudaro įvairios formos kongrecijas.

$K = 4,5...5,0$ ;  $\rho = 3,2$ ; Sp – tamsiai pilkas, rudas, geltonas; Br – pilkas; Bl – matinis arba pusiau riebus; Lž – žemėtas, nelygus; Kt – trinant vieną gabalą į kitą, sklinda degančio kaulo arba svylančios odos kvapas.

**Augitas.** Sudarytas iš aštuonsienių prizmių arba smulkių stulpelių formos kristalų.

$K = 5 \dots 6$ ;  $\rho = 3,2 \dots 3,6$ ; Sp – žalias, rusvas, rudas arba juodas; Br – šviesus, pilkai žalsvas; Bl – stikliškas; Sk – tobulas dviem kryptimis  $87^\circ$  kampu; Lž – kriauklėtas.

**Limonitas.** Amorfinis arba slaptai kristalinis mineralas, sudarytas iš vientisos masės apvalių gniutulų arba iš smulkiagrūdės masės. Sudaro stalaktitus ir stalagmitus.

$K = 5,5$ ;  $\rho = 2,7 \dots 4,3$ ; Sp – rūdžių spalvos, rusvai geltonas, rudas, tamsiai rudas, net juodas; Br – gelsvai rudas; Bl – pusmetalinis, matinis; Sk – neskalus; Lž – žemėtas.

**Hematitas.** Sudarytas iš plokštelių, grūdelių, stulpelių, žvynelių arba miltelių formos masės. Kristalinė atmaina vadinama geležies blizgučiu.

$K = 5,0 \dots 6,5$ ;  $\rho = 4,9 \dots 5,3$ ; Sp – rausvas, raudonas, pilkas, juodos geležies; Br – rusvai raudonas; Bl – pusmetalinis, metalinis, kartais matinis; Sk – neskalus; Lž – kriauklėtas, žemėtas.

**Magnetitas.** Tai magminė geležies rūda. Kristalai – kubinės, oktaedro, rečiau dodekaedro formos, bet būna ir grūduoto ar vientiso.

$K = 5,5 \dots 6,0$ ;  $\rho = 4,8 \dots 5,3$ ; Sp – juodas su melsvu atspalviu; Br – juodas; Bl – metalinis, kartais matinis; Sk – neskalus; Lž – kriauklėtas, žemėtas; Kt – trapus, turi magnetinių savybių, geras elektros laidininkas.

**Opalas.** Amorfinis (kristalų nesudaro). Opalo vientisos masės gniutulai dažnai užpildo uolienu poras, plyšius, sudaro įvairias nutekėjusias formas, cementuoja uolienas.

$K = 5,0 \dots 6,5$ ;  $\rho = 1,8 \dots 2,3$ ; Sp – baltas, geltonas, žalias, pilkas, melsvas, mėlynas, rudas, oranžiškai raudonas, juodas, rečiau bespalvis; Br – baltas; Bl – riebus, vaškinis, perlamutrinis, kai kurioms atmainoms būdingas spalvų žaismas; plonos briaunelės persišviečia; Lž – kriauklėtas, kevalinis.

**Raginukė.** Sudaryta iš prizmiškų, stulpiškų, adatiškų kristalų.

$K = 5 \dots 6$ ;  $\rho = 3,0 \dots 3,5$ ; Sp – pilkai žalia, tamsiai žalia, ruda, juoda; Br – žalsvas arba rusvas; Bl – stikliškas, skilimo plokštumose – šilkiškas; Sk – tobulas dviem kryptimis; Lž – žambuotas.

**Ortoklazas.** Sudarytas iš prizmių ar lentelių formos kristalų, pasitaiko ir grūduoto ar vientiso.

$K = 6$ ;  $\rho = 2,5 \dots 2,6$ ; Sp – baltas, pilkšvas, pilkas, gelsvas, rausvas, šviesiai rožinis, raudonas, melsvas, rusvai geltonas; Br – baltas; Bl – stikliškas; Sk – tobulas dviem statmenomis kryptimis; Lž – laiptuotas.

**Mikroklinas**, cheminė sudėtis kaip ortoklazo. Grūduotos masės pavidalo. Žalios spalvos mikroklinas atmaina vadinama amazonitu.

$K = 6$ ;  $\rho = 2,5...2,6$ ; Sp – kaip ortoklazo; Br – baltas; Bl – stikliškas, rečiau perlamutrinis; Sk – tobulas dviem beveik statmenomis kryptimis; Lž – laiptuotas.

**Albitas**. Sudarytas iš lentelių ar stulpelių formos kristalų, bet gali būti ir grūduotas ar vientisas.

$K = 6$ ;  $\rho = 2,6$ ; Sp – baltas, kartais gelsvas ar rausvas; Br – baltas ar bespalvis; Bl – stikliškas; Sk – tobulas dviem kryptimis, mažesniu kaip  $90^\circ$  kampų; Lž – laiptuotas, nelygus.

**Anortitas**. Sandara kaip ir albito.

$K = 6$ ;  $\rho = 2,7$ ; Sp – baltas, pilkas, šviesiai pilkas, gelsvas, gelsvai pilkas, kartais bespalvis; Br – baltas, bespalvis; Bl – stikliškas; Sk – tobulas dviem kryptimis; Lž – laiptuotas.

**Labradoras**, izomorfinis mišinys iš 50–70 % anortito ir 50–30 % albito. Sandara kaip ir albito.

$K = 6$ ;  $\rho = 2,7$ ; Sp – pilkas, tamsiai pilkas su melsvu ir žalsvu atspalviu. Vartant prieš šviesą, matoma gelsvai melsva, melsva, žalsva ir mėlyna spalva; Br – baltas, pilkšvas, bespalvis; Bl – stikliškas, perlamutrinis; Sk – tobulas dviem kryptimis; Lž – laiptuotas.

#### 4 grupė. Mineralai, kurių kietumas $K > 6$

**Piritas**. Sudarytas iš kubo arba į jį panašios formos daugiasienių kristalų; jų sienelių paviršius rievėtas; dažnai sudarytas iš grūduotų agregatų masės arba konglomeratų.

$K = 6,0...6,5$ ;  $\rho = 4,9...5,2$ ; Sp – aukso ar žalvario geltona, blyškiai gelsva; Br – žalsvai juodas, juodas, rausvai juodas; Bl – metalinis; Sk – neskalus; Lž – kriauklėtas, nelygus.

**Kvarcas**. Sudarytas iš šešiasienių prizmių, besibaigiančių šešibriaunėmis piramidėmis, formos kristalų; jų sienelių paviršius rievėtas. Kvarcas dažnai sudarytas iš grūdelių ar vientisos masės. Dažni įvairūs kristalų agregatai.

Kvarcas – labiausiai paplitęs mineralas Žemės plutoje.

$K = 7$ ;  $\rho = 2,6$ ; Sp – labai įvairių spalvų: baltas, pilkšvas, gelsvas, rusvas, violetinis, rausvas, juodas, bespalvis. Gražių spalvų kvarco atmainos turi savo atskirus pavadinimus: gelsvas kvarcas – citrinas; juodas – morionas; juosvai pilkas – dūminis kvarcas; bespalvis, skaidrus – kalnų kristalas; baltas – pieno kvarcas; Br – neturi; Bl – stikliškas; Sk – neskalus; Lž – kriauklėtas.

**Chalcedonas.** Slaptai kristalinė kvarco atmaina. Sudarytas iš vienalytės sluoksniuotos masės, dažnai spindulinės sferolitinės struktūros.

$K = 6,5$ ;  $\rho = 2,6$ ; Sp – baltas, pilkas, melšvas, geltonas, oranžinis, žalias, raudonas, net juodas; Br – bespalvis; Bl – riebus, vaškinis arba matinis; Sk – neskalus; Lž – kriauklėtas.

Koncentriškai sluoksniuota chalcedono atmaina vadinama agatu. Jo sluoksniai yra įvairių spalvų: melšvos, mėlynos, gelsvos, baltos, juodos, raudonos, raudonai rudos.

Chalcedonas su molio, smėlio priemaišomis vadinamas titnagu.

Tanki chalcedono atmaina su įvairiaspalvėmis juostomis vadinama jaspiu.

**Olivinas.** Sudarytas iš trumpų stulpelių kristalų, dažniausiai būna smulkių grūdelių ar vientisos masės formos.

$K = 6,5...7,0$ ;  $\rho = 3,3...4,0$ ; Sp – gelsvai žalias, tamsiai žalias; kartais rusvas, rausvas ar juodas; Br – baltas; Bl – stikliškas; Sk – neskalus (trapus); Lž – nelygus.

**Granatai** – tai didelė mineralų grupė, įvairūs aliumosilikatai. Kristalai kubo formos, dažnai sudaro grūduotus agregatus.

$K = 6,5...7,5$ ;  $\rho = 3,1...4,3$ ; Br – neturi; Bl – stikliškas; Sk – neskalus; Lž – nelygus, kriauklėtas.

**Topazas.** Sudarytas iš prizmės formos kristalų, dažniausiai grūduotas ar vientisos masės pavidalo.

$K = 8$ ;  $\rho = 3,4...3,6$ ; Sp – melšvas, gelsvas, pilkas, gelsvai pilkas, rožinis, būna ir bespalvis; Br – neturi; Bl – stikliškas; Sk – tobulas viena kryptimi; Lž – nelygus.

**Korundas.** Sudarytas iš šešiasienių cilindrinų kristalų su smailėjančiais galais. Pasitaiko ir grūdelių ar smulkiai grūduotos masės pavidalo.

$K = 9$ ;  $\rho = 3,9...4,4$ ; Sp – paprastai esti pilkas. Raudonas korundas vadinamas rubinu, melšvas – safyru, geltonas – Rytų topazu, violetinis – Rytų ametistu; žalias – Rytų smaragdu, bespalvis – leukosafyru; Br – neturi; Bl – stikliškas; Sk – neskalus; Lž – nelygus.

**Deimantas.** Kristalai kubo, oktaedro, rombododekaedrų formos. Dažni dvyniai, grūduoti agregatai.

$K = 10$ ;  $\rho = 3,5$ ; Sp – grynas yra bespalvis, su priemaišomis – geltonas, mėlynas, žalsvas, rusvas, juodas; Bl – deimantiškas; Sk – tobulas; Kt – labai blizga, skaidrus, trapus, atsparus rūgštims ir šarmams. Kaitinamas ore, sudega ir virsta pelenais. Kaitinamas be oro, virsta grafitu. Veikiamas saulės šviesos, švyti žydrai, žalsvai arba geltonai [18].

*2 laboratorinis darbas. Uolienas sudarantys mineralai*

**Darbo tikslas:**

- 1) susipažinti su pagrindiniais, labiausiai paplitusiais mineralais, iš kurių susidaro uolienos;
- 2) makroskopiškai (vizualiai) ištirti pateiktų mineralų pavyzdžius ir juos atpažinti: nustatyti jų pavadinimą ir kilmę.

Studentui duodama dėžutė su penkių mineralų pavyzdžiais (jų skaičius gali būti ir kitoks). Remdamasis pirmojo laboratorinio darbo aprašymu (mineralų fizinėmis savybėmis), studentas privalo atpažinti mineralus, nustatyti jų pavadinimą ir klasę iš 2 lentelės. Tyrimo rezultatus reikia surašyti į žemiau pateiktą 4 lentelę.

Šiam laboratoriniam darbui palengvinti visi tiriamieji mineralai suskirstyti į 4 grupes pagal kietumą (žr. 1.6. poskyrį).

4 lentelė

**Mineralų makroskopinis tyrimas**

Mineralų eil. nr.	1	2	3	4	5
Savybės					
Mineralų kristalų forma					
Spalva					
Bruožo spalva					
Blizgesys					
Skalumas					
Lūžis					
Tankis					
Kietumas					
Kitos savybės					
Mineralo pavadinimas					
Klasė pagal cheminę sudėtį (žr. 2 lentelę)					

Darbo atlikimo data: .....

Darbo įvertinimas: .....

## 1.7. NUOSĖDINĖS UOLIENOS

Nuosėdinės uolienos susidaro fiziškai ir chemiškai yrant magminėms ir metamorfinėms uolienoms. Šiame procese aktyviai dalyvauja ir gyvi organizmai, iš kurių vieni ardo uolienas, kiti kaupia savyje reikalingas medžiagas. Nuosėdinės uolienos yra įvairių spalvų. Šviesios (baltos ir šviesiai pilkos) uolienos sudarytos iš kvarco, kaolinito, kalcio, dolomito, magnezito ir kt. Pilkos, tamsiai pilkos ir juodos uolienos tampa nuo organinių, anglingų medžiagų, rečiau nuo mangano oksidų ir geležies sulfidų priemaišų. Geltonai, rudai, rusvai uolieną nudažo geležies oksidai.

Beveik visos mechaninės kilmės uolienos yra polimineralinės, žemėtos išvaizdos. Organogeninės uolienos skirstomos į dvi grupes: biochemines ir biogenines. Dauguma chemogeninių ir biocheminių uolienų yra monomineralinės.

Nuosėdinių uolienų mineralinė sudėtis labai įvairi. Be pirminių mineralų (kvarco, lauko špatų, žėručio) jose yra ir antrinių mineralų (gipso, kalcito, dolomito, limonito, opalo).

Pagrindiniai nuosėdinių uolienų *struktūros tipai* yra šie:

- 1) nuotrupinė, būdinga birioms uolienoms (gruntams);
- 2) grūduota (smulkiagrūdė, vidutiniagrūdė, stambiagrūdė), būdinga chemogeninėms uolienoms;
- 3) afanitinė, kai uoliena sudaryta iš labai mažų, akiai nematomų grūdelių (kristalų). Ji būdinga chemogeninėms ir organogeninėms uolienoms;
- 4) oolitinė, kai uoliena sudaryta iš apvalių iki kelių milimetrų skersmens apskritimų arba spindulinės formos kristalų agregatų. Ji būdinga chemogeninėms uolienoms;
- 5) biomorfine, kai uoliena sudaryta iš suakmenėjusių augalų ar gyvūnų liekanų (organogeninės uolienos);
- 6) pluoštinė arba adatinė;
- 7) brekčinė arba konglomeratinė. Pirmuoju atveju uoliena sudaryta iš sucementuotų aštriabriaunių, o antruoju atveju – iš apzulintų (apvalių) nuotrupų.



Nuosėdinių uolienuų klasifikacinė schema [18]

Nuotrupinės (mechaninės)	Stambios (psefitai)	Daugumos dalelių skersmuo, mm	200–10	Birios	Apzulintos	Gargždas	Sucementuotos	Konglomeratas			
			10–2			Žvyras		Gravelitas			
			200–10		Aštriabriaunės	Skalda		Brekčija			
			10–2			Žvirgždas					
	Vidutinės (psamitai)		2–0,5		Smėlis			Smiltainis			
	Smulkios (aleuritai)		0,05–0,005		Dulkės			Aleurolitas			
	Labai smulkios (pelitai)		< 0,005		Molis			Argilitas			
	Chemogeninės		Karbonatinės		Klintinis tufas, klintys, dolomitas						
			Sulfatinės		Anhidritas, gipsas						
			Halogeninės		Akmens druska (halitas), silvinitas						
Geležingos		Limonitas									
Biocheminės	Karbonatinės	Kriauklinės klintys, koralinės klintys, kreida, mergelis									
	Titnaginės	Diatomitas, trepelis, opoka									
Biogeninės	Kaustobiolitai	Durpės, durpingi gruntai, rudoji anglis, akmens anglis, degieji skalūnai, nafta, asfaltas, degiosios dujos									

Beveik visų nuosėdinių uolienuų **tekstūra** yra sluoksniuota (horizontali – kai nuosėdos kaupiasi stovinčiame vandenyje, banguota – kai nuosėdos kaupiasi sekliose jūrų ar ežerų vietose, veikiant silpnam bangavimui, ir įstrižai sluoksniuota, kai nuosėdas veikia kintančios krypties ir greičio vandens tėkmė arba vėjas). Dar gali būti ir masyvioji tekstūra, kai dalelės išsidėsto tolygiai, dėmėta, kai skirtingos spalvos mineralai išsidėsto sankaupomis, korėta, kai uolienoje esti porų ir tuštumų.

Sucementuotų nuosėdinių uolienuų rišamoji medžiaga yra gamtiniai cementai, kurie skirstomi į molingus, karbonatinius, geležingus, silicinius (titnaginius), sulfatinius ir kt.

Toliau pateikiama trumpa konkrečių nuosėdinių uolienuų charakteristika.

**Gargždas ir žvyras.** Spalva įvairi. Ji priklauso nuo uolienuų nuolaužų spalvos. Gargždą sudaro birios apzulintos dalelės, kurių ne mažiau 50 % yra didesnės už 10 mm. Žvyrą sudaro tokios pat sudėties apzulintos dalelės, tik smulkesnės – ne mažiau 50 % yra didesnės už 2 mm.

Gargždas ir žvyras susidarė dūlėjant magminėms ir metamorfinėms uolienoms, daugiausia iš granito, gneiso, klinčių, dolomito, smiltainio nuotrupų, kvarco ir lauko špatų grūdelių.

Slūgso klodais ar lėšiais upių slėniuose, ežerų ir jūrų pakrantėse, moreniniuose gruntuose.

Naudojami statybinių medžiagų pramonėje, betono užpildui, kelių dangai, pagrindams, drenažui.

Lietuvoje žvyro telkinių yra beveik visuose rajonuose. Didžiausi telkiniai yra šie: Rizgonių (Jonavos raj.), Serapiniškių (Trakų raj.), Kalnėnų (Jurbarko raj.).

**Skalda ir žvirgždas.** Skalda ir žvirgždas labai panašūs į gargždą ir žvyrą, tik yra sudaryti iš aštriabriaunių nuolaužų ir dalelių. Kaupiasi daugiausia kalnuotose vietose. Naudojami taip pat, kaip gargždas ir žvyras.

**Smėlis.** Daugiausiai būna balkšvas (ši spalva priklauso nuo kvarco kiekio). Kitas spalvas lemia priemaišos: geltoną, rudą, rausvą – geležies oksidai; gelsvai rudą – žėručiai; žalią – glaukonitas; violetinę – granatai; pilką, juosvą – ilmenitas, anglingos organinės priemaišos.

Susideda iš 0,5...2 mm dydžio įvairios formos (kampuotų ir apzulintų) mineralų grūdelių. Be kvarco dar gali būti lauko špatų, žėručių, glaukonito, kalcito, dolomito ir kitų mineralų.

Pagal vyraujančią mineralą arba svarbiausią priemaišą skiriamas kvarcinis, karbonatingasis, žėrutinis, granatinis, magnetitinis, gipsinis, geležingasis, molingasis, auksingasis ir kt. smėlis. Karbonatingasis smėlis, sudarytas iš kriauklainių nuolaužų, reaguoja su druskos rūgštimi.

Smėlį suklosto vėjas, vanduo, ledas, todėl pagal susidarymo sąlygas gali būti upės (aliuvinis), ežero (limninis), jūros, vėjo (eolinis), ledyninės kilmės (fliuvioglacialinis, limnoglacialinis) ir kt. smėlis.

Naudojamas statyboje, statybinių medžiagų pramonėje, plieno ir ketaus liejyklose formavimo mišiniam gaminti. Kvarcinis smėlis tinka stiklui gaminti.

Smėliu padengta bemaž trečdalis Lietuvos teritorijos. Didžiausi pramoniniai telkiniai: Sandrupio (Varėnos raj.) ir Nemakščių (Raseinių raj.). Anykščių rajone yra kvarcinio smėlio. Šis telkinys yra pats didžiausias Baltijos valstybėse ir unikalus puikia smėlio kokybe.

**Molis.** Spalva įvairi. Ji priklauso nuo priemaišų. Sudarytas tik iš kaolinito yra baltas, turintis organinių priemaišų – pilkas ar net juodas, su geležies ar mangano oksidu – gelsvai rudas, raudonas, rudai raudonas, su glaukonitu arba chloritu – melsvas, žalias.

Sudarytas iš labai smulkių, mažesnių už 0,005 mm dalelių, ne mažiau 50 % visos masės

sudaro molio mineralai (kaolinitas, hidrožerutis, montmorilonitas ir kt.), kitą dalį –priemaišos: kvarcas, lauko špatai, dolomitas, kalcitas, geležies oksidas, glaukonitas, chloritas, organinės medžiagos ir kt.

Slūgso vientisais, sluoksniuotais klodais arba lėšiais. Išdžiūvęs yra kietas, drėkinamas – plastiškas ar net takus.

Naudojamas keramikos pramonėje, plytų, keramzito, čerpių, drenažo vamzdžių gamyboje ir kt. Lietuvoje yra 92 didesni molio telkiniai: Dysnoje, Daugėliuose, Tauragės rajone, Kertupyje ir kt.

**Konglomeratas ir gravelitas.** Spalva įvairi, priklauso nuo sudedamųjų dalių ir cemento spalvos, dažniausiai ruda, rusva.

Konglomeratas sudarytas iš sucementuoto gargždo, gravelitas – iš sucementuoto žvyro. Cementai gali būti įvairūs. Jei cementas karbonatinis, uoliena reaguoja su druskos rūgštis tirpalu. Siliciniai (titnaginiai) cementai yra stipriausi, geležingi cementai nudažo uolieną rusva arba ruda spalva.

Konglomeratas ir gravelitas gali būti vienalyčiai ir sluoksniuoti. Randami jūrų, ežerų, upių pakrantėse, kalnų papėdėse.

Spalvotos atmainos naudojamos kaip apdailos akmuo.

**Brekčija.** Spalva įvairi, priklauso nuo sudedamųjų dalių ir cemento spalvos.

Tai gamtiniais cementais sucementuota skalda arba žvirgždas. Brekčija gali būti vienalytė arba sluoksniuota. Susidaro kalnų šlaitų papėdėse susicementavus nuobiroms.

**Smiltainis.** Spalva įvairi, priklauso nuo sudarančių mineralų ir cemento spalvos. Tai susicementavęs smėlis. Gali būti sudarytas iš kvarco grūdelių (kvarcinis smiltainis), iš žėručio lapelių (žėrutinis smiltainis), glaukonito grūdelių (glaukonitinis smiltainis), lauko špatų grūdelių (ortoklazinis smiltainis) ir kt. Smulkiagrūdės struktūros, masyviosios ar juostuotos tekstūros. Slūgso storais klodais ar lėšiais.

Naudojamas kaip statybinė medžiaga ir abrazyvas. Grynas kvarcinis smiltainis tinka kaip fliusas variui, nikeliui lydyti, stiklui, kaitrai atsparioms medžiagoms (dinasui) gaminti.

**Aleuolitas.** Spalva įvairi: pilka, tamsiai pilka, ruda, raudona, žalsvai pilka, marga.

Sudėtis – kvarcas, lauko špatai, žėrutis, kalcitas su molio priemaiša.

Tai gamtiniais cementais sucementuotos dulkinės dalelės, tanki uoliena, dažniausiai sluoksniuota, kartais vienalytė. Dažnai sluoksniuojasi su smėlinėmis ir molinėmis uolienomis.

Tankios stiprios atmainos naudojamos kaip statybinis akmuo.

**Argilitas.** Spalva įvairi, priklauso nuo priemaišų.

Tai sutankėjęs ir susicementavęs molis. Jį sudaro molio mineralai ir priemaišos (kvarcas, žėrutis, chloritas, geležies oksidas ir kt.). Yra netekęs plastiškumo, netyžta vandenyje ir tuo skiriasi nuo molio. Tanki, sucementuota uoliena iš vientisų sluoksnių.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, statybinių medžiagų pramonėje (stogų dangai, laiptų pakopoms, palangėms, grindų plytelėms ir kt.).

**Klintonis tufas.** Baltas, gelsvas, pilkas, rusvas, rausvas.

Sudėtis – kalcio karbonatas, dažnai su organinių medžiagų (augalų liekanų) priemaiša. Tai koringa, lengva, nesluoksniuota uoliena. Reaguoja su druskos rūgšties tirpalu.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, cemento, kalkių gamyboje, laukams kalkinti.

**Klintys.** Spalva įvairi, priklauso nuo priemaišų. Dažniausiai šviesi: balta, pilkšva, pilka, gelsva, rusva, kartais raudona, net juoda.

Sudėtis – iš kalcito mineralo (apie 95 % tūrio) su dolomito, aleurito, molio, smėlio, limonito, organinių liekanų ir kitomis priemaišomis.

Nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės struktūros. Tekstūra masyvioji, sluoksniuota ar kaverninė. Slūgso sluoksniais.

Dauguma klinčių susidaro iš jūros dugne nusėdusių gyvūnų ar augalų liekanų (kaulų skeletų, kiautelių ir šarvų). Tokios klintys vadinamos organinėmis. Jose dažnai matomos suakmenėjusios gyvūnų ar augalų liekanos. Pagal jas skiriamos kriauklinės, koralinės, oolitinės ir kitokios klintys. Šiek tiek klinčių susidaro iš cheminių nuosėdų vandenyje.

Klintys reaguoja su druskos rūgšties tirpalu.

Kietos atmainos, ypač **kriauklainis**, naudojamos kaip statybinis bei apdailos akmuo. Kitos klintys naudojamos cementui ir statybinėms kalkėms gaminti, metalurgijoje, chemijos, stiklo, popieriaus pramonėje, cukraus sirupui valyti, dirvožemiui kalkinti. Klinčių dedama į gyvulių ir paukščių pašarą.

Lietuvoje daug klinčių yra Akmenės rajone. Iš Karpėnų karjero klinčių Naujojoje Akmenėje gaminamas portlandcementis.

**Dolomitas** (žr. dolomito mineralą). Baltas, pilkas, gelsvas. Priemaišos suteikia rusvą, rausvą, violetinį, melsvą, žalsvą, tamsiai pilką ar juosvą atspalvį.

Sudarytas iš dolomito mineralo. Gali būti molio, smėlio, geležies oksido, bitumo ir kitokių priemaišų. Tai vientisa ar smulkiagrūdė masė, sudaranti sluoksnius ir netaisyklingos formos intarpus. Dolomitas tankus, dažnai su kavernomis, poringas, supleišėjęs. Tekstūra masyvi, sluoksniuota, brekčiška, dėmėta. Dolomito milteliai reaguoja su druskos rūgšties tirpalu.

Naudojamas skaldai, kalkėms gaminti, apdailai ir kt.

Didžiausi telkiniai yra Pakruojo, Joniškio, Kupiškio ir Biržų rajonuose.

**Anhidritas** (žr. anhidrito mineralą). Melsvas, baltas, rausvas. Sudarytas iš anhidrito mineralo. Grūduota, kartais pluoštinė ar vientisos masės uoliena.

Naudojamas cemento, sieros, rūgšties, trąšų gamyboje, kaip apdailos akmuo. Anhidritas ir gipsas labai paplitę Lietuvos pietvakariuose. Didžiausias geros kokybės anhidrito telkinys slūgso Kauno rajone 145 m gylyje.

**Gipsas** (žr. gipso mineralą). Baltas, gelsvas, rusvas, rausvas, pilkšvas, kartais tamsiai pilkas, šilkinio arba stikliško blizgesio.

Sudarytas iš gipso mineralo pluoštelių, grūdelių ar pluoštelių formos kristalų, kartais vientisos masės pavidalo. Gipsas dažnai sluoksniuojasi su kitomis uolienomis (dažniausiai dolomitu). Balta smulkiagrūdė gipso atmaina vadinama **alebastru**, pluoštinė atmaina – **selenitu**.

Naudojamas rišamosioms medžiagoms, trąšoms gaminti, skulptūroms, medicinoje ir kt. Dėl sudėtingų kalnakasybos sąlygų šiuo metu Lietuvoje gipsas neeksploatuojamas (eksportuojamas iš Latvijos).

**Akmens druska** (žr. halito mineralą). Gryna yra bespalvė, bet nuo priemaišų būna balta, žydra, mėlyna, rausva, raudona, pilka, net juoda.

Sudaryta iš halito mineralo ir šiek tiek priemaišų: karbonatų, anhidrito, kvarco, molio mineralų. Nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės struktūros, bet būna ir vienalytė. Slūgso sluoksniais, lėšiais, susidaro daugiausia sūriuose ežeruose ir lagūnose.

Išvalius akmens druską, gaunama valgomoji druska, naudojama maisto, chemijos pramonėje ir technikoje. Yra Baltarusijoje, Ukrainoje, Urale, Vidurinėje Azijoje, Lenkijoje (Velička), Šveicarijoje, Italijoje, JAV, Indijoje. Lietuvoje yra prie Šilutės (70 m storio klodas apie 0,5 km gylyje).

**Limonitas** (žr. limonito mineralą). Rūdžių rusvai geltonos spalvos, tamsiai rudas, gelsvai rudas, kartais juodas.

Sudarytas iš limonito mineralo, dažnai su molio priemaiša.

Sudarytas iš tankios ar žemėtos masės, bet būna ir sferolitinės, oolitinės formos.

Naudojamas kaip geležies rūda.

**Kreida.** Balta, gelsva. Tai menkai susicementavusi nuosėdinė karbonatinė uoliena, susidariusi iš labai smulkių kalcito mineralo dalelių (90...99 %). Pradinė medžiaga – 0,002...0,005 mm skersmens vienaląsčių klintinių mikroorganizmų skeletai (70...90 %), kiek stambesnių foraminiferų kiauteliai (1...20 %) ir kitų jūros gyvūnų kietųjų dalių liekanos. Be to, gamtinėje kreidoje būna smėlio, molio priemaišų, titnago, opokos, piritro, fosforo koncentracijų. Kreida būna žemėtos, tankios masės pavidalo, slūgso daugiausia klodais. Ji yra minkšta, tepli, reaguoja su druskos rūgšties tirpalu.

Naudojama cementui, kalkėms gaminti, statyboje (dažymui, baltinimui), chemijos (lakui, dažams, gumai, plastikui gaminti), maisto, popieriaus, statybinių medžiagų pramonėje. Ja kalkinamos dirvos, taip pat naudojama rašyti ant lentos. Dirbtinė kreida naudojama parfumerijoje, maisto pramonėje.

Lietuvoje kreidos telkinių yra Kauno, Jurbarko, Šakių, Varėnos, Šalčininkų, Vilniaus rajonuose. Grynos kreidos yra nedideli tarpsluoksniai.

**Mergelis.** Spalva labai įvairi – balta, pilka, rausva, raudona, žalsva, melsva, kartais ruda, violetinė.

Susideda iš 25...75 % karbonatų (kalcito, rečiau dolomito) ir 75...25 % molio mineralų. Susidaro jūrų, lagūnų, ežerų dugne, vienu metu kaupiantis karbonatingoms ir molingoms nuosėdoms. Struktūra smulkiagrūdė. Tekstūra dažniausiai sluoksniuota, panašus į molį, jame dažnai pasitaiko gyvūnų ar augalų liekanų. Mergelis reaguoja su druskos rūgšties tirpalu. Susidaręs ežeruose vadinamas gėlavandeniu.

Naudojamas cementui, kalkėms gaminti, rūgščioms dirvoms kalkinti. Apie 10 stambesnių kreidos ir kreidos mergelių telkinių yra Lietuvos pietvakarių ir pietryčių dalyje (ypač Jurbarko ir Varėnos rajonuose).

**Diatomitas.** Baltas, pilkšvas, gelsvas.

Silpnai cementuota, labai poringa, lengva uoliena. 90...95 % masės sudaro diatominių dumblių skeletai, susimaišę su moliu. Susiklostė jūrose ir ežeruose.

Smulkiagrūdė uoliena, tarp pirštų galima sutrinti į miltelius. Sugeria vandenį. Nereaguoja su druskos rūgštimi ir tuo skiriasi nuo kreidos.

Naudojamas garso ir šilumos izoliacijai, naftai ir kitoms medžiagoms gryninti, cemento, lengvų plytų gamybai ir kt.

**Trepelis.** Baltas, pilkšvas, rudas, raudonas, juodas.

Sudarytas iš labai smulkių 0,01...0,02 mm dydžio opalo, rečiau chalcedono grūdelių su

smėlio, molio ar glaukonito priemaiša. Labai panašus į diatomitą, nuo jo skiriasi tuo, kad neturi organinių medžiagų. Be to, jis kietesnis ir tankesnis už diatomitą. Minkštas, lengvas, poringas, birus arba šiek tiek sukietėjęs.

Naudojamas kaip ir diatomitas.

**Opoka.** Balta, pilka, gelsva, gelsvai ruda, žalsva, juoda.

Tai siliciniu cementu sucementuotas trepelis. Lengva, kieta, poringa vienalytė masė. Struktūra – smulkiagrūdė, tekstūra – masyvioji, sluoksniuota.

Naudojama kaip adsorbentas, aktyvus mineralinis priedas, termoizoliacinė medžiaga. Iš opokos gaminamos statybinės medžiagos.

Lietuvoje opoka slūgso 9...20 m gylyje Stoniškių telkinyje (Šilutės rajone).

**Durpės.** Gelsvai rudos, rudos, tamsiai rudos, juodos.

Susidarė iš suirusių augalų liekanų, dažnai susimaišiusių su humusu.

Tai organinė degioji uoliena, susimineralizavusi iš augalų liekanų aplinkoje, kur yra daug drėgmės, bet trūksta oro.

Struktūra pluoštinė, labai poringa ar koringa su matomomis augalų liekanomis. Išdžiovinta būna trapi, lengva, kartais suyra ir pavirsta dulkių ir augalų likučių mišiniu.

Naudojamos kaip kuras, trąšos, žaliava chemijos pramonei. Lietuvoje yra apie 415 tūkst. ha durpynų. Didesni durpynai – Didysis Tyrulys, Rėkyvos, Ežerėlio ir kt.

**Rudoji anglis.** Ruda iki rudai juodos. Paviršius blizgantis, matinis ar žemėtas, bruožas rudas.

Susidaro iš durpių pakilus didesniai slėgiui ir temperatūrai.

Apytikslė cheminė sudėtis – 69 % C, 5,5 % H<sub>2</sub>, 25 % O<sub>2</sub>, 0,5 % N. Kartais būna dulkių, smėlio priemaišų. Gali būti gabalinė, vientisa, žemėta ar pluoštinė masė. Dažnai matyti suirusių augalų liekanos. Rudosios anglies atmaina, kurioje aiškiai matyti suanglėjęs medžio pluoštas, vadinamas **lignitu**.

Naudojama kurui, chemijos pramonėje.

Lietuvoje rudosios anglies rasta Ventos atodangose prie Papilės ir Danės upės krantuose prie Klaipėdos, bet šie telkiniai yra maži ir neturi pramoninės reikšmės.

**Juodoji anglis.** Rusvai juoda, juoda. Blizgesys – riebus arba stikliškas, bruožas – juodas.

Susidaro iš rudosios anglies dar labiau pakilus slėgiui ir temperatūrai. Ji turi daug anglies C (> 75 %) ir mažiau deguonies. Apytikslė cheminė sudėtis – 82 % C, 5% H<sub>2</sub>, 13% O<sub>2</sub>.

Masyvi, sluoksniuota degioji uoliena sudaryta iš gabalų ar vientisos masės.

Naudojama kurui, chemijos pramonėje.

Juodosios anglies telkinių Lietuvoje nėra. Jos įsivežama iš Ukrainos, Rusijos, Lenkijos.

**Antracitas.** Juodas, pilko atspalvio, blizgesys – metališkas, lūžis – kriauklėtas, bruožas – juodas, kietumas – 2...2,5, tankis  $\rho \approx 1600 \text{ kg/m}^3$ . Laidus elektrai, dega be suodžių. Tai aukščiausio augalų liekanų metamorfizavimo laipsnio darinys grandinėje: durpės → juodoji anglis → antracitas. Apytikslė sudėtis: 95 % C, 2,5% H<sub>2</sub>, 2,5% O<sub>2</sub>. Tai vientisa, tanki uoliena. Slūgso klodais.

Naudojamas kurui, chemijos pramonėje, metalurgijoje, generatorinėms dujoms gauti, elektrodams ir puslaidininkiams gaminti [18].



*3 laboratorinis darbas. Nuosėdinės uolienos*

**Darbo tikslas:**

- 1) susipažinti su dažniausiai pasitaikančiomis nuosėdinėmis uolienomis;
- 2) makroskopiškai (vizualiai) ištirti pateiktų uolienų pavyzdžius ir juos atpažinti.

Studentui pateikiami penki uolienų pavyzdžiai (jų skaičius gali būti ir kitoks), kuriuos reikia vizualiai ištirti ir nustatyti jų pavadinimą.

Atlikdami šį darbą, remkitės nuosėdinių uolienų klasifikacine schema (žr. 5 lentelę). Atidžiai perskaitykite 1.7. poskyrį apie nuosėdines uolienas ir savo tyrimo rezultatus surašykite į žemiau pateiktą 6 lentelę.

6 lentelė

**Nuosėdinių uolienų makroskopinis tyrimas**

Eil. nr.	Ar reaguoja su HCl?	Spalva	Mineralinė sudėtis	Struktūra	Tekstūra	Kilmė	Pavadinimas
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Darbo atlikimo data: .....

Darbo įvertinimas: .....

## 1.8. MAGMINĖS UOLIENOS

Uolienos, kurios susidaro iš auštančios ir stingstančios magmos arba lavos, vadinamos *magminėmis*. Rūgščiosios uolienos yra šviesios (jose daug kvarco), neutraliosios – pilkos spalvos, bazinės – tamsiai pilkos, o ultrabazinės – juodos, labai tamsiai žalios (jose nėra kvarco). Uolienos, surašytos 7-os lentelės viršutinėje dalyje, yra šviesios, o, einant žemyn, jos tamsėja.

Uolienu *struktūrą* apibūdina ją sudarančių mineralų didumas, forma, kiekis, kristalizacijos laipsnis. Jei struktūra kristalinė-grūduota, reikia nurodyti ir grūdelių dydį (smulkiagrūdė, kai grūdeliai iki 1 mm, vidutiniagrūdė – nuo 1 iki 5 mm, stambiagrūdė – virš 5 mm).

Uolienos, susidariusios iš magmos ir sustingusios litosferos gelmėse, būna kristalinės ir vadinamos *intruzinėmis*. Magma, išsiliejusi į Žemės paviršių, stingsta greitai ir taip susidariusios uolienos vadinamos *efuzinėmis*. Jos skirstomos į *kainotipines* ir *paleotipines*. Kainotipinės – neseniai susidariusios ir dar nespėjusios pasikeisti efuzinės uolienos. Paleotipinės – tai pakitusios kainotipinės uolienos, kai į jas įsiterpia kiti gretimi mineralai.

Intruzinėms uolienoms būdinga *kristalinė-grūduota* struktūra, o efuzinėmis – *porfyrinė* ir *stikliška*. Porfyrine vadinama tokia uolienos struktūra, kai pagrindinėje smulkiakristalinėje masėje yra įsiterpusių kitų atskirų stambesnių mineralų kristalų.

*Tekstūra* apibūdina mineralų pasiskirstymą uolienoje, jų išsidėstymą. Magminių uolienu pagrindiniai tekstūros tipai yra šie: *masyvioji*, *kompaktiška*, *juostuota* (sluoksninė) ir *šlakiška* (poringa, su tuštumomis). Intruzinėms uolienoms būdinga masyvioji (kai mineralai joje išsidėstę padrikai) arba kompaktiška (vienalytė masė) tekstūros. Efuzinės uolienos dažnai būna sluoksniuotos, šlakiškos (poringos) tekstūros.

Toliau pateikiama trumpa konkrečių magminių uolienu charakteristika.

**Pegmatitas.** Visada šviesus: baltas, pilkšvas, gelsvas, rožinis.

Sudėtis – kvarcas, lauko špatai (dažniausiai ortoklazas) ir žėrutis.

Pegmatite dažnai būna retųjų mineralų – berilio, topazo, turmalino ir kt.

Pegmatitas – stambiagrūdė, masyvi uoliena, mineralai joje dažnai išsidėsto atskiromis grupėmis. Stambius vieno mineralo kristalus dažnai perauga kito mineralo kristalai, pavyzdžiui, kvarco kristalus – ortoklazo kristalai. Tokie susipynę kristalai kartais panašūs į arabų raštą (hieroglifus). Pegmatitas naudojamas kaip žaliava ortoklazui, žėručiui, retiesiems mineralams gauti.

**Granitas.** Visada šviesus: balkšvas, pilkas, gelsvas, rožinis iki raudono.

Sudėtis – kvarcas, lauko špatai (dažniausiai ortoklazas), žėrutis, rečiau raginukė. Nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės struktūros, masyvios tekstūros.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, apdailai, skulptūroms. Iš granito gaminama skalda, daromi laiptai, tiltų atramos, paminklai.

Granito yra visuose žemynuose (Karelijoje, Ukrainoje, Kolos pusiasalyje ir kt.). Lietuvoje randama granito riedulių.

**Liparitas.** Baltas, pilkas, šviesiai žalias, geltonas, rausvas iki raudono. Liparitą dar vadina **riolitu**.

Sudėtis – kaip ir granito. Tai vienalytė arba smulkiagrūdė su stambesniais lauko špatų arba kvarco grūdais uoliena, masyviosios ar juostuotos tekstūros. Lūžis – nelygus, šiurkštus. Susidaro stingstant lavai. Tai efuzinis granito analogas.

Naudojamas kaip statybinis akmuo.

**Kvarcinis porfyras.** Raudonas, rudas, gelsvai rudas, gelsvai žalias.

Sudėtis – kaip ir granito. Būna vienalytis arba smulkiagrūdis su stambesniais ortoklazo arba kvarco grūdais, porfyrinis, masyvus, labai tankus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo. Lietuvoje randamas riedulynuose.

**Sienitas.** Baltas, pilkas, gelsvas, rausvas, raudonas (tamsesnis už granitą).

Sudėtis – lauko špatai (dažniausiai ortoklazas), raginukė, biotitas, kartais augitas. Nėra kvarco. Nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės struktūros, masyviosios tekstūros.

Naudojamas kaip statybinis akmuo.

**Trachitas.** Baltas, pilkšvas, gelsvas, rusvas, rožinis.

Sudėtis – kaip sienito. Smulkiagrūdis arba vienalytis su stambesniais lauko špatų kristalais, masyvus. Lūžio paviršius – šiurkštus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo.

**Bekvarcis porfyras.** Rausvas, rudas, rusvas, gelsvas, žalsvas.

Sudėtis – kaip ir sienito. Smulkiagrūdis arba vienalytis su stambesniais lauko špatų kristalais, porfyrinis, masyvus. Lūžio paviršius – lygus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo.

**Dioritas.** Pilkas, tamsiai pilkas, žalsvai pilkas, rudai žalias, tamsiai žalias.

Sudėtis – lauko špatai (plagioklazai, rečiau ortoklazas), raginukė, gali būti biotito, augito, net kvarco. Smulkiagrūdis arba vidutiniagrūdis, masyvus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo.

**Andezitas.** Tamsiai pilkas, žalias, rudas, raudonas iki juodo.

Sudėtis – kaip diorito. Smulkiagrūdis arba vienalytis su kiek stambesniais lauko špatų, raginukės, biotito ar augito kristalais, masyvus arba poringas (koringas).

Naudojamas kaip statybinis akmuo, kaip rūgštims atspari medžiaga pramonėje.

**Porfyritas.** Pilkas, tamsiai pilkas, pilkai žalias, tamsiai žalias, juodas.

Sudėtis – kaip diorito. Smulkiagrūdis arba vienalytis su stambesniais lauko špatų, kartais augito, raginukės ar biotito kristalais, porfyrinis, masyvus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo. Randamas Lietuvos riedulynuose.

**Gabras.** Nuo tamsiai pilkos iki juodos spalvos, kartais žalsvo atspalvio, būna ir dėmėto.

Sudėtis – lauko špatai (plagioklazai, labradoras, bitovnitai, anortitas), augitas, raginukė, rečiau olivinas. Vidutiniagrūdis arba smulkiagrūdis, masyvus.

Iš labradora sudaryta gabro atmaina vadinama **labradoritu**. Vartomas prieš šviesą, jis žvilga melsvai.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, apdailai, paminklams. Iš gabro gaminama skalda, plytelės.

**Bazaltas.** Pilkas, tamsiai pilkas iki juodo.

Sudėtis – kaip gabro. Smulkiagrūdis, masyvus, korėtas. Uolienos masėje išsiskiria augito, kartais raginukės, olivino ar lauko špatų grūdėliai. Lūžio paviršius – šiurkštus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, apdailai, skaldai, grindiniams, palangėms, laiptų pakopoms, izoliatoriams, indams gaminti, skulptūroms ir kt.

**Diabazas.** Tamsiai pilkas, gelsvai pilkas, pilkai žalias, tamsiai žalias, juodas.

Sudėtis – kaip ir gabro.

Nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės struktūros, kartais porfyrinis (būna atskirų augito arba raginukės kristalų), masyvus.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, akmenis keramikoje.

**Peridotitas.** Tamsiai žalias, žalsvai pilkas, gelsvai žalias iki juodo.

Sudėtis – olivinas ir augitas, dar gali būti raginukės arba biotito. Nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės struktūros, masyvus.

Naudojamas kaip apdailos akmuo.

**Piroksenitas.** Tamsiai žalias iki juodo.

Susideda iš piroksenų grupės mineralo augito, kartais dar būna raginukės ar rūdinių mineralų. Vidutiniagrūdis, stambiagrūdis, masyvus.

Naudojamas kaip apdailos akmuo.

**Dunitas.** Žalias, tamsiai žalias, juodas.

Sudėtis – olivinas ir priemaišos: magnetitas, chromitas, kartais platina. Smulkiagrūdis, vidutiniagrūdis, masyvus. Kai kurios atmainos naudojamos ugniai atsparių medžiagų gamyboje.

**Obsidianas** (vulkaninis stiklas). Juodas, žalsvas, žalias, gelsvas, rudas, rausvas, pilkas. Sudėtis – žr. 7 lentelę. Susidaro staiga vėstant lavai. Tai stikliška, neišsikristalizavusi, dažnai juostuota vulkaninė uoliena. Tankis  $\rho = 2,2...2,6 \text{ g/cm}^3$ , trapus, lūžis – kriauklėtas.

Naudojamas apdailai, kaip betono užpildas. Akmens ir žalvario amžiais iš obsidiano buvo daromi strėlių, iečių antgaliai, peiliai, gremžtukai.

**Pemza.** Balta, pilkšva, gelsva, kartais juoda.

Sudėtis – kaip ir obsidiano. Vienalytė, lengva, labai poringa, šiurkšti masė. Susidaro staiga auštant lavos putoms. Neskęsta vandenyje.

Naudojama kaip abrazyvas, iš jos gaminamos lengvos statybinės medžiagos.

**Vulkaninis tufas.** Baltas, šviesiai pilkas, violetiškai rožinis, geltonas, oranžinis, violetinis, rudas, raudonas iki juodo.

Tai vulkaninių kritulių (pelenuų, lapilių ir kt.), smėlio, molio, karbonatinių nuosėdų mišinys. Poringas, dažnai sluoksniuotas.

Naudojamas kaip statybinis akmuo, betono užpildas, apdailai.

Magminių uolienu klasifikacinė schema [18]

Rūgštumas (SiO <sub>2</sub> kiekis %)	Spalva	Mineralinė sudėtis		Uolienu kilmė ir struktūra			
		Tamsūs mineralai (kiekis %)	Lauko špatai	Intruzinės	Efuzinės		Vulkaninės
				Kristalinė-grūduota	Porfyrinė, smulkiai ir slaptai kristalinė		Amorfinė, stikliška
	Kainotipinės	Paleotipinės					
Ultrarūgščios, SiO <sub>2</sub> > 75 %, kvarco > 50 %	Šviesi: balta, pilkšva, gelsva, rožinė	Biotitas (5...10)	Ortoklazas, kvarcas	Pegmatitas			
Rūgščios, SiO <sub>2</sub> 75...65 %, kvarco 30...50 %	Pilka, pilkšva, gelsva, rožinė, raudona	Biotitas, raginukė (5...15)	Ortoklazas, plagioklazai	Granitas	Liparitas	Kvarcinis porfyras	Obsidianas, pemza, vulkaninis tufas
Neutralios, SiO <sub>2</sub> 65...52 %, kvarco nėra	Balta, pilkšva, rausva, pilka, raudona	Raginukė, biotitas, augitas (15...25)	Ortoklazas, plagioklazai	Sienitas	Trachitas	Bekvarcis porfyras	

Rūgštumas (SiO <sub>2</sub> kiekis %)	Spalva	Mineralinė sudėtis		Uolienu kilmė ir struktūra		
		Tamsūs mineralai	Lauko špatai	Intruzinės	Efuzinės	
				Kristalinė-grūduota	Porfyrinė, smulkiai ir slaptai kristalinė	
	Kainotipinės	Paleotipinės				
Neutralios, kvarco pasitaiko tik pavieniai grūdėliai	Pilkšva, pilka, žalsva, tamsiai žalia	Augitas, raginukė, biotitas	Plagioklazai, kartais ortoklazas	Dioritas	Andezitas	Porfyritas
Bazinės, SiO <sub>2</sub> 52...40 %, kvarco nėra	Juoda, tamsiai pilka su žalsvu atspalviu	Augitas, raginukė, biotitas	Plagioklazai	Gabras	Bazaltas	Diabazas
Ultrabazinės, SiO <sub>2</sub> < 40 %, kvarco nėra	Juoda, žaliai juoda	Augitas ir olivinas, augitas, olivinas	Nėra	Peridotitas, piroksenitas, dunitas		

*4 laboratorinis darbas. Magminės uolienos*

**Darbo tikslas:**

- 1) susipažinti su pagrindinėmis magminėmis uolienomis;
- 2) makroskopiškai (vizualiai) ištirti pateiktų uolienų pavyzdžius ir juos atpažinti.

Studentui pateikiami penki uolienų pavyzdžiai (jų skaičius gali būti ir kitoks), kuriuos reikia ištirti vizualiai ir atpažinti. Atlikdami darbą, naudokite magminių uolienų klasifikacinę schemą (žr. 7 lentelę). Atidžiai perskaitykite 1.8. poskyrį apie magmines uolienas. Schemoje minimi lauko špatai, plagioklazai, žėručiai. Šios mineralų grupės paaiškintos 1-ojo laboratorinio darbo teorinėje dalyje.

Savo tyrimo rezultatus surašykite į žemiau pateiktą 8 lentelę. Pradėkite nuo uolienų spalvos, struktūros ir tekstūros.

8 lentelė

**Magminių uolienų makroskopinis tyrimas**

Eil. nr.	Spalva	Mineralinė sudėtis	Struktūra	Tekstūra	Kilmė	Pavadinimas
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Darbo atlikimo data: .....

Darbo įvertinimas: .....

## 1.9. METAMORFINĖS UOLIENOS

*Metamorfinės* uolienos susidaro iš magminių arba nuosėdinių uolienų, patekusių į didelio slėgio ir temperatūros aplinką. Čia uolienos neišsilydo, o tik metamorfizuojasi: persikristalizuoja, t. y. pasikeičia jų struktūra ir tekstūra.

Metamorfinės uolienos būna kristalinės-grūduotos struktūros (gali būti smulkiagrūdės, vidutiniagrūdės ir stambiagrūdės). Tekstūra labai įvairi:

1) skalūninė, kai uolieną sudarantys žvynelių formos mineralai išsidėstę lygiagrečiai. Uoliena atrodo tarsi iš vieno ant kito sudėtų ir sulipdytų sluoksnelių. Kristalai taip išsidėstę, kai juos statmenai veikė didelis slėgis (pavyzdžiui, taip susidarė molio, talko, chlorito skalūnai);

2) gneisinė. Ji panaši į skalūninę, tik šiuo atveju lygiagrečiai yra išsidėstę uolieną sudarantys plokštelių formos mineralai (pavyzdžiui, gneisas);

3) juostuota, panaši į skalūninę ir gneisinę, tik šiuo atveju mineralai išsidėstę įvairaus storio juostelėmis;

4) raukšlėta – tai deformuota (banguota) juostiška tekstūra;

5) masyvioji, kai uolieną sudarantys mineralai išsidėstę tolygiai visame tūryje. Tokia tekstūra susiformuoja, kai uoliena buvo slegiama vienodai iš visų pusių;

6) dėmėta, kai mineralai išsidėstę sankaupomis.

Metamorfinių uolienų spalva priklauso nuo jų mineralinės sudėties. Jos būna pilkos, geltonos, raudonos, žalsvos ir beveik juodos spalvos.

Metamorfines uolienas sudaro šie mineralai: kvarcas, plagioklazai, muskovitas, biotitas, raginukė, augitas, magnetitas, hematitas, kalcitas. Be to, šiose uolienose randama tik joms būdingų mineralų: sericito (muskovito atmainos), talko, serpentino, granatų, grafito ir kt.



Metamorfinių uolienuų klasifikacinė schema [18]

Eil. nr.	Uolienos pavadinimas	Tekstūra	Mineralinė sudėtis	Pirminė uoliena	Susidarymo temperatūra
1.	Gneisas	gneisinė, juostuota, raukšlėta	kvarcas, žėrutis, lauko špatai (ortoklazas, plagioklazai), raginukė	molis, smėlis arba magminės rūgščiosios uolienos	aukšta
2.	Amfibolitas	masyvioji, skalūninė, dėmėta, raukšlėta	raginukė, plagioklazai, lauko špatai	magminės neutralios ir bazinės uolienos arba klintys bei mergeliai	aukšta
3.	Raginukės skalūnas	skalūninė, juostuota	raginukė	magminės neutralios arba bazinės uolienos	vidutinė
4.	Žėručio skalūnas	skalūninė	kvarcas, žėrutis, plagioklazai	molis arba magminės rūgščiosios uolienos	vidutinė
5.	Chlorito skalūnas	skalūninė	chloritas	magminės, neutralios arba bazinės uolienos	žema
6.	Talko skalūnas	skalūninė	talkas	magminės ultrabazinės uolienos	žema
7.	Molio skalūnas	skalūninė	molio mineralai, kvarcas	molis	žema
8.	Filitas	skalūninė	žėrutis (sericitas) ir kvarcas su chlorito priemaiša	molis	žema
9.	Serpentinaitas	masyvioji, juostuota, skalūninė	serpentinaitas	magminės ultrabazinės uolienos	žema
10.	Marmuras	masyvioji, juostuota, raukšlėta, skalūninė	kalцитas, dolomitas	klintys ir mergeliai	vidutinė arba aukšta
11.	Kvarcitas	masyvioji, juostuota	kvarcas	smėlis	žema arba vidutinė
12.	Ragainis	masyvioji	kvarcas, lauko špatai, piroksenai, amfibolai, žėrutis	magminės uolienos (išskyrus ultrabazines), molis arba klintys bei mergeliai	kontaktinis metamorfizmas
13.	Jaspis	masyvioji, juostuota, dėmėta	kvarcas, žėrutis	molis	kontaktinis, metamorfizmas

Pateikiama dažniausiai pasitaikančių metamorfinių uolienuų charakteristika.

**Gneisas.** Būna įvairiausių spalvų: šviesiai pilkas, pilkas, tamsiai pilkas, gelsvas, rudas, rausvas. Metamorfizuojantis magminėms rūgščiosioms uolienoms, susidarė ortogneisai, o metamorfizuojantis nuosėdinėms uolienoms – paragneisai. Struktūra kristalinė-grūduota: nuo smulkiagrūdės iki stambiagrūdės.

Naudojamas statyboje apdailos darbams, iš gneiso gaminama skalda, šaligatvio plytelės. Lietuvoje kvartero sluoksniuose randama gneiso riedulių, o giliuose gręžiniuose – gneiso masyvų.

**Amfibolitas.** Tamsiai žalias, labai tamsiai žalias, tamsiai pilkas, juodas. Pagrindinis mineralas – raginukė. Jo sudėtyje dar būna plagioklazų (nuo oligoklazo iki anortito) ir lauko špatų.

Naudojamas geros kokybės skaldai gaminti, pastatų apdailai, paminklams. Lietuvoje amfibolito yra kristaliniame pamate.

**Raginukės skalūnas.** Juodas arba labai tamsiai žalias. Kristalinės-grūduotos struktūros. Grūdėliai vidutiniai arba stambūs. Aiškiai išsiskiria pailgi pluoštiniai raginukės kristalai.

Naudojamas skaldai gaminti.

**Žėručio skalūnas.** Spalva šviesi (nuo muskovito) arba tamsi (nuo biotito). Jo sudėtyje be kvarco ir žėručio dar būna albito bei kitų plagioklazų.

Naudojamas žėručiui gauti, abrazyvams gaminti, kaip keramikos žaliava.

**Chlorito skalūnas.** Žalias, tamsiai žalias. Pagrindinis mineralas – chloritas, bet kartais jame dar būna magnetito kristalų.

**Molio skalūnas.** Rudas, tamsiai rudas, kartais juodas. Susideda iš molio mineralų (daugiausia iš hidrožėručių, chloritų, rečiau kaolinito), kvarco, lauko špatų ir kt. mineralų. Kartais jame būna ir organinių medžiagų. Tankus, vandenyje netyžta, nedega (tuo skiriasi nuo degių skalūnų). Molio skalūno yra Kaukaze, Urale ir kt.

**Filitas.** Spalva priklauso nuo mineralinės sudėties: šviesi alyvos (nuo muskovito), žalsvai pilka (nuo chlorito), tamsiai pilka (nuo grafito). Susideda iš smulkaus kvarco ir muskovito atmainos – sericito. Be to, jame būna chlorito, biotito, albito priemaišų. Šilkinio blizgesio. Pagal metamorfizmo laipsnį filitas yra tarpinė uoliena tarp molio ir žėručio skalūnų.

**Serpintinitas.** Spalva dažniausiai tamsiai žalia iki žalsvai juodos, dėmėtas. Kartais būna juodas su mėlynu ar violetiniu atspalviu. Susideda iš serpentino žvynelių arba chrizolito pluoštelių, bet jame būna ir karbonatų, magnetito, rečiau chromito, talko, kvarco, chalcedono priemaišų.

Pluoštinė atmaina naudojama asbocementinių dangų gamybai. Gražių spalvų atmainos naudojamos apdailai, kaip dekoratyvinis akmuo.

**Marmuras.** Spalva labai įvairi. Ji priklauso nuo priemaišų. Grynas marmuras būna baltas; su grafito ir bitumingųjų medžiagų priemaišomis – pilkas, tamsiai pilkas; su chlorito ir amfibolų priemaišomis – žalsvas; su hematito ir limonito priemaišomis – rausvas, raudonas, geltonas, kreminis. Dažniausiai būna margas, dėmėtas. Pagrindinis sudedamasis mineralas – kalcitas (95 %), dar būna dolomito, molio, limonito, grafito, hematito, organinių medžiagų priemaišų. Nuo stambiagrūdės iki vienalytės masės. Reaguoja su druskos rūgšties skiediniu.

Marmurą lengva poliruoti, todėl jis naudojamas apdailai, skulptūroms, iš jo daromos mozaikos. Marmuro yra visame pasaulyje. Artimiausi telkiniai yra Karelijoje, Norvegijoje, Ukrainoje. Marmuras laužiamas karjeruose, rečiau – požemiuose.

**Kvarcitas.** Spalva nuo baltos iki pilkai juodos: balta, gelsva, pilka, tamsiai pilka, kartais žalsva, rusva. Susideda iš kvarco grūdelių arba jo mišinio su opalu ir chalcedonu bei kvarcinio cemento. Susidaro metamorfizmo metu iš kvarcinių smiltainių ir magminių uolienų arba iš vulkaninių uolienų, veikiant karšties tirpalams ir dūlėjant uolienoms.

Naudojamas kaip ugniai atspari ir statybinė medžiaga, kaip apdailos, dekoratyvinis akmuo, abrazyvas, kaip flisas metalurgijoje, dinaso (kaitrai atsparios medžiagos) gamyboje.

**Ragainis.** Spalva įvairi. Ji priklauso nuo mineralinės sudėties. Dažniausiai tamsi. Susideda daugiausia iš kvarco, žėručio; be to, jame dažnai būna lauko špatų, granatų ir kt. mineralų. Tai masyvi, tarytum suragėjusi uoliena, smulkiakristalinės struktūros. Susidaro magmos ir molingų, karbonatingų ar vulkaninių uolienų kontakto vietoje.

**Jaspis.** Margaspalvis, vyrauja įvairaus raudonumo jaspiai: tamsiai raudoni, kraujo ir šokolado spalvos, vyšniniai, raudonai rudi, rožiniai ir rausvai geltoni. Be to, dažnai randama žalių, geltonų, oranžinių, juodų, pilkų, pilkai violetinių, žydrai žalių jaspų. Tik jie niekada nebūna grynos mėlynos spalvos. Susideda iš kvarco, chalcedono, žėručio. Priemaišos margina jaspį daugiaspalvėmis juostelėmis, gyslomis, dėmėmis, taškais.

Labai kietas, smulkiagrūdis, neskaidrus, turi kriauklėtą lūžį.

Naudojamas kaip abrazyvinė medžiaga, dekoratyvinis akmuo, apdailai. Jaspis – vienas iš labiausiai paplitusių juvelyrinių dailės akmenų.

Gamtoje jaspio palyginti daug. Ypač jo gausu Pietų Urale. Be to, jo yra Lenkijoje, Sicilijoje, Čekijoje ir kt. [18].

*5 laboratorinis darbas. Metamorfinės uolienos*

***Darbo tikslas:***

- 1) susipažinti su dažniausiai pasitaikančiomis metamorfinėmis uolienomis;
- 2) makroskopiškai (vizualiai) ištirti pateiktų uolienų pavyzdžius ir juos atpažinti.

Studentui pateikiami penki uolienų pavyzdžiai (jų skaičius gali būti ir kitoks), kuriuos reikia vizualiai ištirti, nustatyti jų pavadinimą ir kilmę.

Atlikdami šį darbą, atidžiai perskaitykite 1.9. poskyrį apie metamorfines uolienas, naudokitės metamorfinių uolienų klasifikacine schema (žr. 9 lentelę), savo tyrimo rezultatus surašykite į 10 lentelę.

10 lentelė

**Metamorfinių uolienų makroskopinis tyrimas**

Eil. nr.	Uolienos spalva	Mineralinė struktūra	Struktūra	Tekstūra	Pavadinimas
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Darbo atlikimo data: .....

Darbo įvertinimas: .....

### Savikontrolės klausimai

---

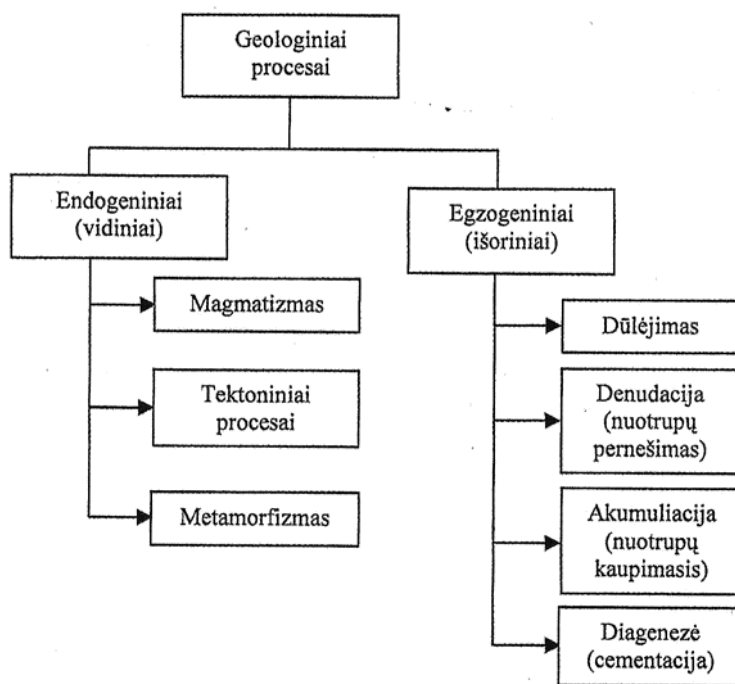
1. Kokios yra geologijos mokslo šakos?
2. Ką tiria inžinerinė geologija?
3. Apibūdinkite geologijos tyrimo metodus.
4. Kokie yra mineralų ir uolienu susidarymo būdai?
5. Apibūdinkite mineralų kristalų formas.
6. Kokie yra mineralų kristalų agregatai?
7. Apibūdinkite mineralų fizines savybes, pateikite pavyzdžių.
8. Kaip skirstomos uolienos pagal kilmę ir susidarymo būdą?
9. Kuo apibūdinama uolienu sandara?
10. Kaip susidaro nuosėdinės uolienos?
11. Apibūdinkite nuosėdinių uolienu klasifikaciją.
12. Kokiomis savybėmis pasižymi nuosėdinės uolienos?
13. Kaip skirstomos magminės uolienos pagal susidarymo sąlygas?
14. Kokios savybės būdingos magminėms uolienoms?
15. Sudarykite magminių uolienu klasifikacinę schemą.
16. Kas yra metamorfizmas?
17. Apibūdinkite metamorfizmo tipus.
18. Kokiomis savybėmis pasižymi metamorfinės uolienos?
19. Kokia geologijos šaka nagrinėja uolienu savybes, susidarymą ir jų paplitimą?
20. Kaip skirstomi mineralai pagal cheminę sudėtį?
21. Kas yra monomineralai ir polimineralai?
22. Kokia gali būti mineralų struktūra? Pateikite pavyzdžių.
23. Apibūdinkite magminių ir metamorfinių uolienu panaudojimą.
24. Kiek procentų Žemės plutos masės sudaro nuosėdinės uolienos?
25. Kaip vadinamos birios nuosėdinės uolienos?
26. Kur naudojamos nuosėdinės uolienos Lietuvoje? Pateikite pavyzdžių.

## 2. GEOLOGINIAI PROCESAI

### 2.1. GEOLOGINIŲ PROCESŲ KLASIFIKACIJA

Procesai, kurių metu keičiasi Žemės geosferų sudėtis ir sandara, susidaro, kinta ir yra uolienos, keičiasi jų sudėtis, struktūra, tekstūra, slūgsojimo sąlygos, keičiasi ir Žemės reljefas, vadinami **geologiniais**. Jie būna labai įvairūs. Geologiniai procesai yra dvejopos trukmės. Vieni iš jų vyksta labai greitai, atsitiktinai, netikėtai. Tai – žemės drebėjimai, vulkanų išsiveržimai. Kiti procesai vyksta labai lėtai, bet nuolatos, nepertraukiamai. Pavyzdžiui, Žemės reljefas daugelyje vietovių kinta milimetrais per metus. Jų negali pastebėti net kelios žmonių kartos.

Geologiniai procesai pagal energijos šaltinius ir juos sukeliančias priežastis skirstomi į dvi dideles grupes: **endogeninius** (vidinius) ir **egzogeninius** (išorinius). Šios grupės dar skirstomos į pogrupius (3 pav.).



3 pav. Geologinių procesų klasifikacijos schema [19]

**Endogeniniai** arba vidiniais vadinami tokie procesai, kuriuos sukelia Žemės vidinės jėgos. Magmatizmo procesai susiję su magma, kuri yra mantijoje. Tai – žemės drebėjimai, vulkanų išsiveržimai, kalnodara. Tektoniniai procesai susiję su Žemės plutos judėjimu ir deformacija. Kartais viršutinių litosferos sluoksnių magminės ir nuosėdinės uolienos patenka į jos gilius sluoksnius, kur būna didelis slėgis ir aukšta temperatūra. Tokiomis sąlygomis pradinės uolienos dar lieka kietos, neišsilydo, bet persikristalizuoja, pasikeičia jų struktūra ir tekstūra, į jas patenka aplinkinių mineralų. Tokios pasikeitusios uolienos vadinamos metamorfinėmis, o jų susidarymo procesas – **metamorfizmu**.

*Egzogeninius* arba išorinius procesus sukelia išoriniai veiksniai. Uolienuų dūlėjimą sukelia temperatūros svyravimas, ledas, vanduo, vėjas, kai kurių medžiagų cheminės reakcijos, veikia ir augalai, ir gyvi organizmai. Vandens srovė ir vėjas susidariusias nuotrupas sunėša į sankaupas. Didėjant nuotrupų storiui, apatiniai sluoksniai vis labiau slegiami. Veikiamos didelio slėgio ir gamtinių cementų, nuotrupos gali susicementuoti ir virsti vėl kietomis uolienomis.

## 2.2. UOLIENŲ DŪLĖJIMAS

*Dūlėjimu* vadinamas uolienuų irimo procesas veikiant išorės veiksniams: temperatūrų pokyčiams, ledui, vandeniui, vėjui, cheminėms medžiagoms, gyviems organizmams ir augalams. Uolienuų dūlėjimo greitis priklauso nuo jų mineralinės sudėties. Atsparūs dūlėjimui yra kvarcas, mikroklinas, albitas, greitai dūlėja gipsas, calcitas, halitas, žėručiai ir kt. Atspariausios dūlėjimui smulkiagrūdės masyviosios tekstūros uolienos. Dūlėjimą greitina uolienoje esantys plyšiai, nes į juos patenka vanduo, oras ir kt. Uolienos sparčiai ardomos šlaituose ir drėgnuose kraštuose. Dūlėjimas vyksta Žemės paviršiuje ir jos negiliuose sluoksniuose maždaug iki 5–10 m gylio.

Pagal uolienos irimą sukeliančius veiksnius skiriami trys dūlėjimo tipai: *fizinis* (mechaninis), *cheminis* ir *organinis* (biologinis) dūlėjimas.

*Fiziniu* vadinamas toks uolienuų irimas, kai jos trupa, smulkėja, bet jų cheminė sudėtis nesikeičia. Didžiausią įtaką tokiam dūlėjimui turi temperatūros ir slėgio pokyčiai. Pleišėti uolienos pradeda dar giliai žemėje aušdamos, o vėliau aižėja kildamos į paviršių, nes dėl mažėjančio slėgio jos plečiasi. Paviršiuje labiausiai uolienos dūlėja dėl temperatūros svyravimų. Šalto klimato sąlygomis uolienas skaldo ledas. Kai paros temperatūra svyruoja apie nulį, vanduo daug kartų sušąla, o ledas ištirpsta, uolienos intensyviai plėšomos ir ardomos. Jas ardo ir tekantis vanduo, bangos. Fizinio dūlėjimo metu uolienos sutrupa į nuolaužas, gabalus, kurie ilgainiui smulkėja, o jų paviršius vis dūlėja.

Fiziškai dūlėjančios uolienos nuotrupos, esančios jų susidarymo vietoje, vadinamos *eliuviu*.

*Cheminio dūlėjimo* metu susidaro nauji antriniai mineralai ir uolienos. Uolienas ardo cheminės reakcijos tarp vandens, deguonies, organinių rūgščių. Akmens druska, gipsas tirpsta vandenyje. Hidratacijos reakcijose mineralai prisijungia vandenį. Tuo būdu anhidritas virsta gipsu, kurio tūris apie 30 % didesnis. Daugelyje uolienuų esantys geležingi mineralai oksiduojasi virsdami rūdžių spalvos geležies oksidais.

Klintyse ir dolomite esantis calcito mineralas tirpsta rūgščių turinčiame lietaus vandenyje, dėl to žemėje susidaro tuštumos, didelės ertmės, urvai, smegduobės. Šis procesas vadinamas karstiniais reiškiniiais.

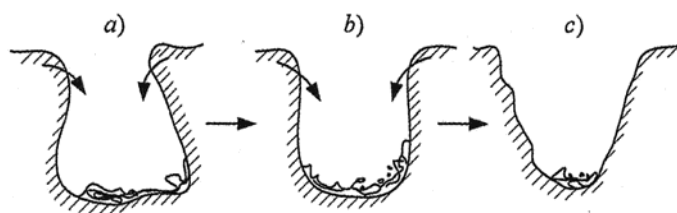
Palankiausios cheminiam dūlėjimui yra šilto ir drėgno klimato sąlygos.

Uolienu *organinį dūlėjimą* sukelia gyvi organizmai ir augalai. Augalai fiziškai plėšo uolienas savo šaknimis, o gyvi organizmai veikia ir fiziškai, ir chemiškai. Kerpės, skruzdėlės išskiria rūgštis, kurios tirpina kai kuriuos mineralus. Gyvūnai (sliškai, kurmiai, graužikai ir kt.) nuolat fiziškai ardo uolienas. Dūlėjimą skatina ir žmonių veikla.

Organinio dūlėjimo galutinis produktas yra *dirvožemis*, kuris plonu sluoksniu dengia beveik visą sausumos paviršių [19].

## 2.3. KARSTINIAI REIŠKINIAI

Geologiniai reiškiniai, susiję su uolienu cheminiu tirpimu ir tuštumų susidarymu Žemės plutoje, vadinami *karstiniais*. Šis terminas kilęs nuo Slovėnijoje, netoli Adrijos jūros, esančios Karsto klintinės plynaukštės pavadinimo. Paviršinis ir lietaus vanduo paprastai būna šiek tiek rūgštus. Tokiame vandenyje tirpsta karbonatinės ir kai kurios kitos uolienos: klintys, dolomitas, kreida, gipsas, anhidritas, akmens druska, mergelis. Kad šios uolienos nuolat būtų tirpinamos, pro jas turi cirkuliuoti vanduo. Priešingu atveju, tuoj susidarytų prisotintas tirpalas, ir uolienos daugiau nebetirptų. Uolienose dažniausiai būna plyšių, kuriais ir teka vanduo jas tirpindamas. Plyšiai ir kanalai nuolat didėja, karstiniai reiškiniai intensyvėja. Žemėje susidaro tuštumos, urvai, galerijos, šachtos, grotos (požeminės salės), požeminės upės ir ežerai. Negiliai susidariusios tuštumos dažnai įgriūva, atsiranda smegduobių. Pradinė jų forma panaši į žemyn plėtėjantį nupjautinį kūgį, vėliau, apgriuvus šlaitams, ji virsta šuliniu arba šachta su vertikaliomis sienomis, dar vėliau šlaitų viršutinė dalis įgriūva, ir smegduobės įgyja piltuvo formą (4 pav.). Dažniausiai įgriuvos rikiuojasi grupėmis pagal požeminių vandenių judėjimo kryptį. Kartais jos susijungia, sudarydamos dideles pailgas daubas, karstinius ežerus. Jei tirpios uolienos yra Žemės paviršiuje, jame susidaro vagelės, grioveliai, vadinami karėmis. Karstiniai reiškiniai dažni upių slėniuose ir arti jų, nes čia požeminis vanduo nuolat filtruojamas į upės vagą. Karstinėse srityse paviršinių upių tinklas menkas, nes jos dažnai prasmenga plyšiuose, teka po žeme, o toliau, žemumoje, vėl gali prasimušti į paviršių, sudarydamos gausias versmes. Urvų ir grotų lubose susidaro kalcito stalaktitai, o asloje – stalagmitai. Jiems susijungus, susidaro kolonos. Intensyviausi karstiniai reiškiniai vyksta karšto ir drėgno klimato srityse.



**4 pav.** Smegduobės formos kitimas:  
a – plėtėjančio nupjautinio kūgio forma; b – šulinio forma; c – piltuvo forma [19]



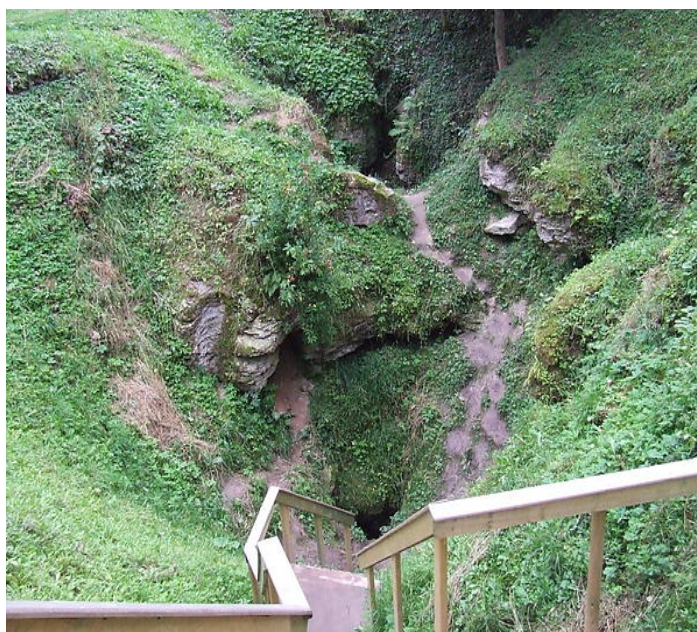
Karstinių reiškinių yra ir Lietuvoje. Jie vyksta Biržų ir Pasvalio rajonuose, maždaug 100 km<sup>2</sup> plote. Čia paviršių dengia moliniai gruntai, kurių storis siekia iki 10 m (kai kur jų visai nėra). Po šiuo moliniu sluoksniu slūgso gipso, dolomito, mergelio klodai, kurie ilgainiui tirpsta rūgščiame vandenyje. Susidariusios tuštumos dažnai įgriūva, atsiranda smegduobių. Jų skersmuo siekia 8–20 m, gylis – 3–15 m. Pasitaiko ir karstinių ežerėlių, požeminių upelių. Likėnų kurorte į paviršių išsiveržę sulfatinio kalcinio vandens šaltiniai naudojami gydymui.

Aktyvaus karsto ruožų yra Mūšos, Lėvens, Tatulos, Apasčios ir Nemunėlio upių slėniuose.

Karstiniuose rajonuose sunku rasti tinkamą geriamąjį vandenį, nes požeminiai vandenys dažniausiai mineralizuoti arba jie yra giliai [19].

Biržai – unikalus kraštas, kuriame Žemės paviršius aktyviai formuojasi, nuolat keisdamas kraštovaizdį. Gruntiniam vandeniui išplovus gelmėje esančius gipso klodus, įgriūva žemė. Susidaro paslaptingos smegduobės (šiuo metu jų yra virš 9000, kas metai aptinkama 5–20 naujų įgriuvų): vienos – sausos (garsioji Karvės ola, jose galima stebėti Žemės klodų sandarą), kitos – virtusios ežerėliais su plika akimi matomomis sieros bakterijomis (Kirkilų ežerėliai). Biržų regioniniame parke į vieną darnią visumą susipina unikalūs kraštovaizdis, išskirtiniai gamtos reiškiniai.

Karvės ola (5 pav.) – karstinė smegduobė su ola, esanti Karajimiškio kaime (Biržų rajonas), Biržų regioniniame parke. Tai žinomiausias ir geriausiai ištirtas geologinis gamtos paminklas Šiaurės Lietuvoje. Paminklu paskelbtas 1964 m. Speleologai mano, kad jai – apie 200 metų. Jos skersmuo yra 10–12 metrų, gylis – apie 12,6 m. Duobės dugne yra atvira kiaurymė. Olos sienose matyti viršutinio devono sistemos uolienos – dolomitas, gipsas, mergelis. 9 m gylio karstinės įgriuvos dugne yra 5 atšakos (Šlapioji ola, Siauroji landa, Šikšnosparnių landa, Rupūžės ola) ir 1,5 m gylio požeminis ežeriukas.



**5 pav.** Karvės ola [4]

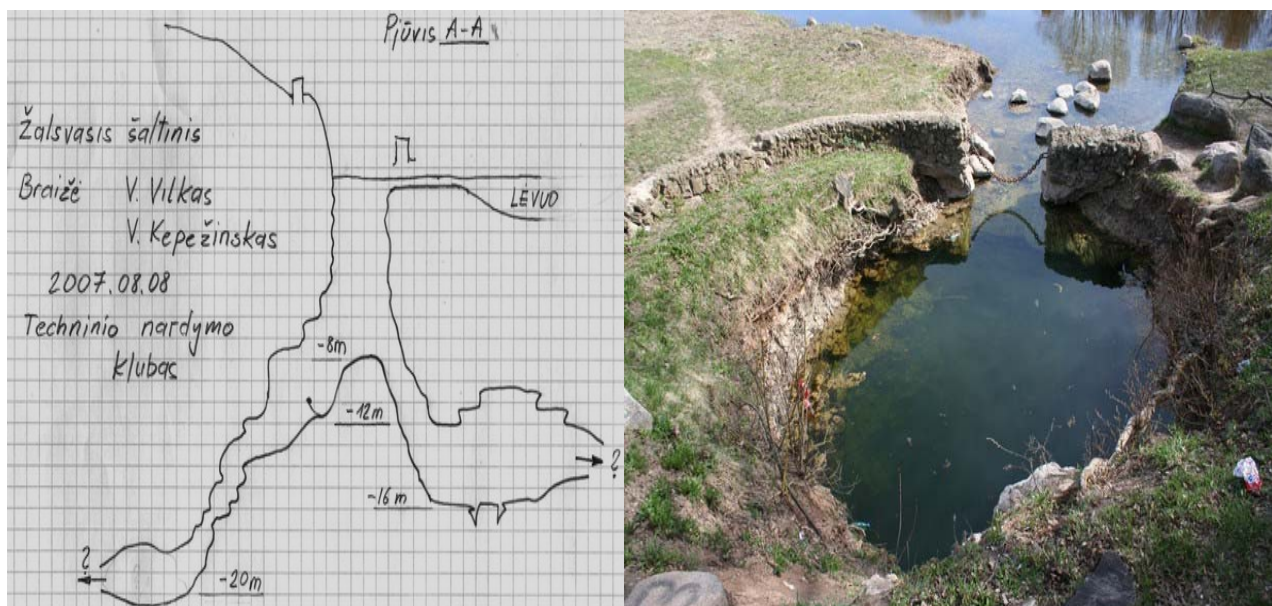
Biržų rajone unikalių karstinių ežerėlių priskaičiuojama per 300. Ežerėliai formuojasi, kai negiliai Žemės paviršiaus esantis gipsas išplaunamas ir, įgriuvus paviršiniams Žemės sluoksniams, atsivėrusios smegduobės pamažu prisipildo vandens. Kirkilų apylinkėse daug nedidelių, dažniausiai apvalios formos ežerėlių. Didžiausias karstinis ežeras yra Kirkilų gyvenvietėje, vadinamas tuo pačiu vardu. Jis yra sudarytas iš kelių smegduobių (6 pav.). Šiam unikaliai gamtiniam kompleksui saugoti įsteigtas Kirkilų kraštovaizdžio draustinis, jam suteiktas NATURA 2000 buveinės statusas.



**6 pav.** Kirkilų karstiniai ežerėliai [4]

Būdingiausias karstinių ežerų bruožas – kietas, kalcio ir sulfatų prisotintas vanduo. Ežerėlių vandenyje gausu sieros bakterijų ir dumblių, auga smulkūs žiediniai augalai – plūdenos. Susiformuoja savita flora.

Kai smegduobės pataiko ant vandens gyslų, jose ištrykšta šaltiniai. Įspūdingiausias yra Pasvalio mieste – kairiajame Lėvens krante, šalia Kalno gatvės esantis Žalsvasis šaltinis (7 pav.), smegduobėje ištrykšęs apie 1960-uosius. Iš apačios besiveržiantis požeminis vanduo išrėžė kelių metrų ilgio vagą, kurios dugnas padengtas šviesiai pilkomis, vos žalsvomis nuosėdomis, suteikiančiomis vandeniui žalsvą atspalvį. Vanduo – skaidrus, šaltas, sieros kvapo. Tai didžiausias šaltinis Pasvalio rajone ir giliausias urvas Lietuvoje.



7 pav. Žalsvasis šaltinis [16]

Šiltuoju metų laiku (vasarą, pavasarį) iš šaltinio sklinda gamtinių dujų kvapas, tai byloja apie Žemės gelmėse slūgsančius skalūnus.

Jau antrą dešimtmetį sistemingai registruojant naujus karstinius reiškinius, pastebėtas dėsningumas. Dauguma jų atsiranda pavasario ir rudens mėnesiais [4].

## 2.4. EOLINIAI PROCESAI

*Eoliniais* vadinami geologiniai procesai, kuriuos sukelia vėjas. Jo poveikis ypač didelis, kur nėra augalijos ir kitų kliūčių: dykumose, vandens platybėse.

Vėjas išpusto smulkias daleles, jas nuneša tolyn, atsiranda įdubų. Šis reiškinys vadinamas *defliacija*. Vėjas pusto ir sausas dirvožemio daleles, šis reiškinys vadinamas *dirvos erozija*. Vėjo griauamoji jėga yra didžiulė. Kai jo greitis didesnis kaip 20 m/s, raunami ir laužomi medžiai, ardomi ir draskomi namų stogai. Be to, vėjas slegia pastatus, sudarydamas šoninį slėgį ypač į aukštus pastatus: kaminus, televizijos bokštus, dangoraižius. Šį slėgį ir jo pavojų reikia prognozuoti projektuojant pastatus.

Išpustytas kietas daleles vėjas neša tolyn. Pakeliui jos atsimuša į kietus paviršius ir juos ardo: šlifuoja, zulina, trina, braižo ir trupina. Paviršiuose atsiranda griovelėlių, įdubimų. Trupinamos ne tik paviršiuje esančios kietos uolienos, bet ardomos ir pastatų sienos, atramos, stulpai. Stiklas pasidaro nepermatomas (matinis). Toks vėjo poveikis vadinamas *korazija*.

Smėlio ir dulkių dalelės kartais nunešamos šimtus ir net tūkstančius kilometrų. Bet anksčiau ar vėliau jos nukrenta ant žemės paviršiaus prie kliūtis sumažėjus vėjo greičiui, sudrėkus

nešamoms dalelėms, pavyzdžiui, pradėjus lyti. Dažniausiai tai yra smulkūs arba vidutiniai smėliai, kartais – dulkingi. Šiuos gruntus vėjas labai gerai surūšiuoja pagal dalelių didumą: iš vienos vietos paėmus tokio grunto, jo dalelės yra maždaug vienodos. Iš eolinių gruntų prie jūros ir ežerų susidaro **kopos**, dykumose supustomi **barchanai**. Kartais supustomos lioso grunto ir vulkaninių pelenų sankaupos.

Pustomas smėlis padaro daug žalos: užnešami laukai, oazės, kanalai, keliai, pastatai, gyvenvietės. Kuršių nerijoje yra smėlio užpiltų ir palaidotų kaimų. Geriausias būdas sulaikyti smėlį – apželdinti žemę žole, krūmais, medžiais. Sodinamos apsauginės medžių juostos, kartais smėlio paviršius stiprinamas jį padengiant bitumu, emulsijomis, cementu, skystu stiklu, molio skiediniu, bet tai brangu [19].

### Savikontrolės klausimai

---

1. Kas tai yra geologiniai procesai?
2. Kaip skirstomi geologiniai procesai pagal juos sukeliančias priežastis?
3. Apibūdinkite endogeninius geologinius procesus, pateikite pavyzdžių.
4. Kas sukelia endogeninius procesus?
5. Kokie veiksniai sukelia egzogeninius procesus?
6. Apibūdinkite egzogeninius geologinius procesus, pateikite pavyzdžių.
7. Ką vadiname uolienu dūlėjimu?
8. Kokie išorės veiksniai sukelia uolienu dūlėjimą?
9. Apibūdinkite uolienu dūlėjimo tipus.
10. Kas yra eliuvis?
11. Kaip vadiname organinio dūlėjimo galutinį produktą?
12. Kokius geologinius reiškinius vadiname karstiniais?
13. Nuo ko priklauso smegduobių forma?
14. Kokie karstiniai procesai vyksta Šiaurės Lietuvoje?
15. Apibūdinkite Biržų ir Pasvalio krašto žymiausias karstines įgriavas.
16. Kokie geologiniai procesai vadinami eoliniais?
17. Kas yra defliacija?
18. Koks reiškinys vadinamas dirvos erozija?
19. Kas yra korazija?
20. Kada ir kaip susidaro kopos?
21. Kur susidaro barchanai?
22. Kokią žalą padaro pustomas smėlis?
23. Kas geriausiai sulauko smėlio plitimą? Pateikite pavyzdžių.

### 3. HIDROGEOLOGIJOS PAGRINDAI

#### 3.1 HIDROGEOLOGIJOS TYRIMO OBJEKTAS IR REIKŠMĖ

**Hidrogeologija** – mokslas apie požeminę hidrosferą. Tiria jos kilmę, struktūrą, medžiaginę sudėtį, raidą, ryšį su kitomis Žemės sferomis bei cheminės ir dujinės požeminio vandens sudėties formavimosi procesus, jo praktinio panaudojimo ir apsaugos problemas [6].

**Požeminiais** vadinami visi Žemės plutos vandenys, kurie būna jos porose, plyšiuose, požeminiuose ežeruose ir upėse. Jų svarba žmonijai milžiniška. Požeminiai vandenys naudojami įvairiausiems žmonių ir pramonės įmonių poreikiams. Tai yra didžiausias žmonijos turtas. Geriamajam vandeniui tiekti vartojamas tiek požeminis, tiek paviršinis vanduo. Pirmenybė skiriama požeminiam vandeniui, nes jis yra geresnės kokybės ir geriau apsaugotas nuo cheminės ir bakteriologinės taršos. Iš Europos valstybių tik Lietuvoje, Danijoje, Slovėnijoje, Italijoje ir Vengrijoje gėrimui ir buičiai vartojamas beveik vien tik požeminis vanduo (> 90 %). Kitose Europos šalyse požeminio vandens dalis visame vartojamo vandens balanse yra mažesnė (50... 75 %), o Airijoje, Švedijoje, Norvegijoje didžiausią vartojamo vandens dalį sudaro paviršinis vanduo (net iki 85 %). Taigi Lietuva yra viena iš nedaugelio valstybių, kurios gyventojų ir didžioji pramonės įmonių poreikių dalis tenkinama iš požeminių vandenų išteklių.

Gėlo vandens išteklių Žemėje pasiskirstę labai netolygiai. Daugelyje pasaulio vietų kokybiško vandens labai trūksta. Net 35 % Žemės gyventojų gyvena teritorijose (Šiaurės Afrikos, Arabijos pusiasalio šalyse ir kt.), kur gėlo vandens kiekis yra katastrofiškai mažas [19].

Požeminis vanduo pagal savybes ir naudojimą yra kelių rūšių. Lietuvos Respublikos žemės gelmių įstatyme priimtas toks požeminio vandens skirstymas:

**Geriamasis gėlas** – vanduo, kuris atitinka valstybės nustatytus kokybės reikalavimus (standartą) arba tinka tokiam vandeniui paruošti.

**Mineralinis** – vanduo, turintis įvairesnių mineralinių medžiagų negu įprastas geriamasis gėlas vanduo ir pasižymintis tam tikru fiziologiniu poveikiu.

**Pramoninis** – sūrymai ir mineralizuoti vandenys, iš kurių įmanoma ir ekonomiškai naudinga išgauti cheminius elementus ar jų junginius.

**Gamybinis** – vanduo, nepriskirtas anksčiau išvardytoms rūšims ir tinkamas naudoti pramonėje, žemės ūkio, gyvulininkystės, žuvininkystės ar kitoms reikmėms. Paprastai tai nelabai švarus ar silpnai mineralizuotas vanduo.

**Gėlas** geriamasis vanduo, kurio tik dalį sudaro požeminis, yra žmonėms gyvybiškai reikalinga medžiaga, todėl jo turi būti visur, kur gyvena žmonės. Šio vandens išteklių Žemėje pasiskirstę netolygiai, tai priklauso nuo klimato ir kitų veiksnių.

Pasaulyje vandens suvartojimas didėja tiek pagal bendrą kiekį, tiek pagal dalį, tenkančią vienam žmogui. Vandens išteklių atsinaujina, bet daug kur, ypač požeminio vandens, tas atsinaujinimas yra lėtas, palyginti su žmogaus gyvenimo trukme ir visuomenės poreikių augimo sparta. Tačiau didžiausias stygiaus pavojus kyla ne dėl vandens kiekio, o dėl jo kokybės ir blogo išteklių valdymo – netikslingo, nesaikingo vartojimo, užterštumo.

Lietuva vandens atžvilgiu yra išskirtinė, nes turi daug geros kokybės požeminio vandens. Lietuva yra viena iš nedaugelio valstybių, kurioje gėrimui naudojamas vien požeminis vanduo.

Pagal požeminio vandens naudojimą Europos valstybės išsidėsto taip (proc.): Lietuva – 100, Danija – 98, Italija – 93, Vengrija – 90, Lenkija – 70, Estija – 65, Rumunija – 43, Jungtinė Karalystė – 35, Skandinavijos šalys, Airija – 15.

Bene didžiausia Lietuvos geriamojo požeminio vandens „bėda“ – kiek per didelis geležies kiekis. Jis nekenkia sveikatai, bet sukelia nepatogumų naudojant, nes iškėlus vandenį į paviršių geležies hidroksidai išsiskiria rudų nuosėdų pavidalu. Todėl didelėse vandenvietėse vanduo nugeležinamas, tai yra iš jo pašalinami geležies junginiai [13].

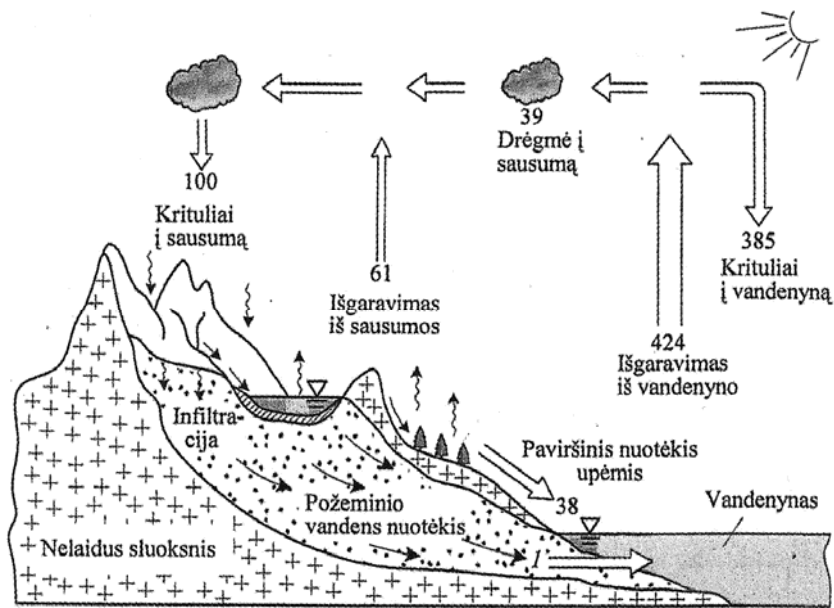
Hidrogeologijos žinios reikalingos statybos inžinieriams, nes nuo požeminių vandenų labai priklauso pastatų pamatų pagrindų, t. y. gruntų, fizinės ir mechaninės, savybės. Požeminiai vandenys apsunkina statybos darbus, be to, jie gali sukelti grunto nuošliaužas, sufoziją, karstinius reiškinius.

### 3.2. VANDENS APYTAKA GAMTOJE

Požeminiai vandenys labai susiję su atmosferiniais ir paviršiniaisiais vandenimis: juos maitina kritulių, jūrų, ežerų, upių vandenys.

Jūros ir vandenynai sudaro milžinišką pasaulinį vandenyną, kuris skalauja apie 71 % Žemės rutulio paviršiaus. Šiame vandenynuose yra 1338 mln. km<sup>3</sup> vandens, o tai sudaro 96,5 % visų mūsų planetos vandens išteklių. Vidutinis vandenyno gylis – apie 3,8 km. Jei galėtume paskleisti visą vandens tūrį vienodai visame Žemės paviršiuje, gautume apie 2,4 km gylio vandens sluoksnį. Be to, ledynuose ir sniegynuose dar yra apie 22 mln. km<sup>3</sup> vandens. Jiems ištirpus, dabartinis vandens lygis pakiltų apie 50 m.

Lietuvoje vidutiniškai per metus iškrinta 48,8 km<sup>3</sup> kritulių vandens. Iš jų išgaruoja 33,4 km<sup>3</sup>, o 15,4 km<sup>3</sup> vandens nuteka į Baltijos jūrą.



8 pav. Žemės rutulio vandens apytakos schema [19]

Veikiant Saulės energijai, vanduo nuolat juda. Iš jūrų ir vandenynų paviršiaus bei sausumos jis visą laiką garuoja. Oro srovės garus išnešioja po visą Žemės rutulį. Viršutiniuose atmosferos sluoksniuose oro temperatūra yra žemesnė, todėl čia garai kondensuojasi, ir vanduo lietaus arba sniego pavidalu vėl grįžta į sausumą arba vandenyną. Dalis sausumos kritulių vandens susigeria į žemę, dalis išgaruoja, nemaža jo išgarina augalai (tai vadinama *transpiracija*) ir gyvūnai, prakaituodami ir iškvėpdami orą, o likusi dalis nuteka upėmis į jūras. Susidaro didysis vandens apytakos ratas: *vandenynas – sausuma – vandenynas* (8 pav.). Vanduo cirkuliuoja ir mažaisiais apytakos ratais: *sausuma – sausuma* ir *vandenynas – vandenynas*. Šie apytakos ratai nuolat kinta, bet ilgą laikotarpį vandens kiekiai jūrose ir sausumoje yra maždaug pastovūs, nes išgaravusio ir kritulių vandens kiekiai yra apylygiai. Apytakoje dalyvauja vos 0,04 % viso Žemės vandens tūrio – 518 tūkst. km<sup>3</sup> [19].

### 3.3. POŽEMINIO VANDENS KILMĖ

1. *Atmosferinės kilmės požeminio vandens* susidarymas aiškinamas infiltracijos ir kondensacijos teorijomis. Atmosferinės kilmės vanduo labai paplitęs Žemės plutoje. Jis dažniausiai susidaro infiltruojantis kritulių ir jūrų, ežerų ir upių vandeniui į uolienas ir tik iš dalies kondensuojantis uolienu porose esantiems vandens garams.

Priklausomai nuo vietovės geologinės sandaros Žemės paviršiuje gali būti išplitusios daugiau ar mažiau vandeniui laidžios uolienos. Geras sąlygas vandeniui infiltruojantis sudaro smėlingų, žvyringų ir plyšiuotų uolienu masyvai, blogas – molingų uolienu klodai.



Daug įtakos infiltracijai turi reljefas. Vandenskyrinėse lygumose infiltracija visuomet didesnė, nei raižyto reljefo vietovėse, kuriose kritulių vanduo gausiai nuteka Žemės paviršiumi.

Augalijos įtaka infiltracijai irgi nevienoda, nes įvairūs augalai nevienodai išgarina vandenį. Augalija sulaiko sniegą, sumažina išalo gylį, sulėtina paviršinį nuotėkį – visa tai pagerina infiltraciją.

Visi šitie gamtiniai veiksniai yra sudėtingi, laikui bėgant kinta ir nulemia kritulių nutekėjimo ir infiltracijos sąlygas. Žmonės, statydami miestus, tiesdami kelius, dirbdami žemę ir pan., taip pat prisideda prie infiltracinių procesų kitimo.

Tačiau požeminio vandens atmosferinę kilmę ne visada galima paaiškinti tik infiltracija. Smėlynuose, dykumose, stepėse, kur kritulių iškrenta nedaug, o garavimas didelis, požeminis vanduo slūgso palyginti negiliai. Tokiais atvejais, požeminis vanduo susidaro kondensuojantis į uolienuų poras ir plyšius prasiskverbęs iš atmosferos vandens garams.

Vandens garų kondensacijai Žemės plutoje didžiausios įtakos turi oro ir grunto šiluminis režimas. Vandens garai visuomet juda iš zonos su aukštesne aplinkos temperatūra į zoną su žemesne oro arba uolienuų temperatūra. Vasarą atmosferos oro temperatūra yra didesnė nei oro, kuris užpildo uolienuų poras ir plyšius, vandens garai gali judėti gilyn į sluoksnius, ten ataušti ir kondensuotis rasos pavidalu. Žiemą atmosferos temperatūra būna žemesnė nei oro, užpildančio uolienuų poras ir plyšius, todėl vandens garai iš atmosferos negali patekti į uolienas. Tada vandens garai kondensuojasi, prasiskverbę iš gilesnių sluoksnių uolienuų Žemės paviršiaus link. Kondensacijai turi įtakos geologinės, klimatinės sąlygos ir kt. veiksniai.

Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje, kurioje kasmet iškrinta gana daug kritulių (540–930 mm). Viena dalis išgaruoja, kita nuteka Žemės paviršiumi į upes, ežerus ir sudaro paviršinį vandenį (paviršinį nuotėkį), dar kita dalis infiltruojasi į žemę ir sudaro požeminį vandenį (požeminį nuotėkį). Kritulių vandens infiltraciją nulemia vietovės geologinės ir geomorfologinės sąlygos, biosferos ypatumai ir ūkinė žmonių veikla.

**2. Sedimentacinis (reliktinis) požeminis vanduo.** Giliai platformų sineklizėse, slūgstančių uolienuų porose ir plyšiuose, vanduo gali būti išlikęs iš praėjusių geologinių epochų, kai šios uolienos susidarė jūrų ar ežerų dugne. Vanduo, kuris yra tokio pat amžiaus, kaip ir nuosėdos, kuriose jis susidarė, vadinamojo elizinio proceso metu, dideliame slėgyje ir temperatūroje, vadinamas sedimentaciniu arba reliktiniu. Toks buvusių jūrų baseinų vanduo kaupėsi laidesniuose, didesnio poringumo sluoksniuose. Sedimentacinis vanduo labai mineralizuotas, aukštos temperatūros ir slūgso giliausiose hidrogeologinių struktūrų dalyse.

**3. Termometamorfinis požeminis vanduo** susidaro kondensuojantis iš magmos išsiskyrusiems vandens garams. Skverbdamasis iš Žemės plutos gelmių į paviršinius sluoksnius, šis vanduo susimaišo su gėlu atmosferinės kilmės vandeniu, praturtina jį druskomis bei dujomis ir

pakelia temperatūrą. Tai patvirtina reiškiniai, vykstantys magminės veiklos srityse, kai į Žemės paviršių išsiveržia karštos mineralinės versmės.

**4. Mišrios kilmės požeminis vanduo.** Šios kilmės vandens Žemės plutoje daugiausia, nes, vykstant įvairiems geologiniams procesams, susidaro palankios sąlygos susimaišyti įvairios kilmės požeminiam vandeniui.

### 3.4. UOLIENOSE ESANČIO VANDENS RŪŠYS

Uolienose pasitaiko įvairių rūšių vandens. Jo yra uolienas sudarančių mineralų sudėtyje, taip pat uolienų porose ir plyšiuose. Uolienas sudarančių mineralų sudėtyje yra higroskopinio vandens, kuris dar vadinamas chemiškai surištu vandeniu. Uolienų porose ir plyšiuose vanduo yra garų pavidalo, skystas ir kietas (ledo pavidalo). Skystas vanduo, esantis birių uolienų porose, gali būti surištas fiziškai (plėvelinis) ir laisvas. Fiziškai surištą vandenį sudaro absorbcinis ir difuzinis vanduo, laisvąjį vandenį – kapiliarinis ir gravitacinis vanduo.

#### ***Chemiškai surištas vanduo:***

*Ceolitinis vanduo.* Jį sudaro įvairus vandens molekulių kiekis kai kurių mineralų (ceolito, opalo ir kt.) kristalinių gardelių tuštumose. Kaitinant jis išgaruoja, bet mineralo struktūra nepasikeičia.

*Kristalizacinis vanduo.* Jį sudaro nuolatinis vandens molekulių, esančių mineralų (gipso, boksito, limonito ir kt.) sudėtyje, skaičius. Šis vanduo iš mineralų išskiriamas jį kaitinant. Iš mineralų pašalinus kristalizacinį vandenį, suyra jų struktūra.

*Konstitucinis vanduo* – tai vanduo, kuris jonų pavidalu yra mineralų (muskovito ir kt.) kristalinėse struktūrinėse gardelėse. Šis vanduo iš mineralų pašalinamas tik juos kaitinant. Pašalinus iš mineralų konstitucinį vandenį, mineralo struktūra suyra.

***Garų pavidalo vanduo.*** Nepripildytose vandens uolienų porose esančiame ore yra vandens garų. Jų kiekis priklauso nuo temperatūros, drėgnumo ir vandens garų tamprumo. Vandens garai uolienų porose esančiame ore dažniausiai yra prisotinti, t. y. turi maksimalų tamprumą esant tam tikrai temperatūrai, todėl jų judėjimas priklauso tik nuo temperatūros, nes vandens garų tamprumas didėja kylant temperatūrai. Taigi uolienose vandens garai juda ta kryptimi, kuria krinta temperatūra – kur yra mažesnis garų tamprumas. Žiemą jie juda nuo vandeningojo horizonto įšalusio Žemės paviršiaus link, iš apačios į viršų, o vasarą – priešingai.

Vandens garai, patekę į zoną, kurioje yra žemesnė temperatūra, aušta ir kondensuojasi, pereina į lašelinę skystą būklę. Kondensuojantis ore esantiems vandens garams, susidaro palankios sąlygos drėgmei susikaupti grunte.

**Skystas vanduo uolienu porose.** Skystas vanduo, esantis uolienu porose, gali būti fiziškai surištas arba laisvas.

**Fiziškai surištas vanduo.** Smulkios mineralinės dalelės vandenyje turi neigiamą krūvį. Vandens molekulės, būdamos neutralios, yra dipoliai, kurių vienas galas turi teigiamą krūvį, kitas – neigiamą. Taigi vandens molekulės, esančios arčiau kietųjų mineralinių dalelių, veikiant elektromagnetinėms tarpusavio sąveikos jėgoms, atitinkamai orientuojamos – teigiami dipolių galai nukreipti dalelių paviršiaus link. Vandens dipoliai, esantys toliau nuo mineralinių dalelių, yra chaotiškai išsibarstę.

Paprastai arčiausiai mineralinės dalelės esančios vandens molekulės milžiniška jėga pritraukiamos prie jos paviršiaus. Taip dalelių paviršiumi absorbuotų vandens molekulių plėvelės ir sudaro **adsorbcinio** vandens sluoksnį. Pirmasis fiziškai surišto vandens sluoksnis, juosiantis smulkias mineralines daleles, dėl stiprių ryšių su dalelių paviršiumi vadinamas stipriai fiziškai surištu arba **higroskopiniu** vandeniu. Sausas gruntas visuomet yra higroskopiškas, t. y. jis turi savybę sugerti vandens garus iš atmosferos.

Virš adsorbcinio (hidratinio) sluoksnio susidaro vadinamasis **difuzinis** vandens sluoksnis. Šis sluoksnis susidaro veikiant susilpnėjusioms elektromolekulinėms sąveikos jėgoms tarp mineralinės dalelės, jos adsorbcinio vandens sluoksnio ir vandenyje esančių katijonų bei vandens dipolių. Aplink mineralinę dalelę ir jos adsorbcinį vandens sluoksnį veikiant sąveikos jėgoms grupuojasi vandens dipoliai. Todėl difuzinio sluoksnio katijonai (vandenilio, kalio, natrio, kalcio ir kt.) pritraukia prie savęs vandens dipolius. Aplink juos susidaro hidratinio vandens apvaskalėliai. Paprastai arčiau kietosios dalelės yra daugiau orientuotų katijonų su hidratinio vandens apvaskalėliais, nes prie kietosios dalelės yra stipresnės sąveikos jėgos, o toliau nuo katijonų sąveikos jėga susilpnėja, kol galiausiai visai išnyksta. Mineralinės dalelės ir jos adsorbcinio vandens sluoksnio atžvilgiu atitinkamai orientuotos vandens molekulės bei katijonų hidratinių apvaskalėlių vanduo ir sudaro aplink dalelę antrąjį difuzinio vandens sluoksnį. Difuzinio sluoksnio vanduo yra silpniau surištas su uolienu dalele nei adsorbcinis, jis vadinamas silpnai fiziškai surištu vandeniu.

Fiziškai surišto vandens kiekis įvairiuose gruntuose nevienodas. Jis priklauso nuo mineralinės sudėties, dalelių dydžio ir formos, adsorbuotų katijonų sudėties ir išorinių sąlygų (uolienu drėgnumo, atmosferinio slėgio, temperatūros). Mineralinių dalelių drėgmės imlumas, kartu ir fiziškai surišto vandens kiekis uolienoje, kai yra vienodos kitos sąlygos, auga didėjant uolienos dalelių lyginamajam paviršiui. Molingose uolienose, kuriose gausu smulkių dispersinių ir

koloidinių dalelių, o lyginamasis paviršius yra didelis, susikaupia daugiau fiziškai surišto vandens. Molingose uolienose didžiausią dalį sudaro fiziškai surištas vanduo, nes kitokiam vandeniui (laisvajam) šios uolienos nelaidžios.

Fiziškai surištas vanduo negali judėti veikiant sunkio jėgai ir neperduoda hidrostatinio slėgio. Stipriai fiziškai surištas vanduo gali judėti žemesnės temperatūros kryptimi tik virtęs garais. Likęs fiziškai surištas vanduo bet kuria kryptimi juda labai lėtai mažesnio drėgnumo link, kol gretimi uolienos grūdeliai pasidaro vienodo drėgnumo. Smulkiagrūdžiai gruntai atima drėgmę iš šalia esančių stambiagrūdžių, nepaisant to, ar jie yra aukščiau ar žemiau. Fiziškai surištas vanduo iš uolienos gali būti pašalintas tik ją išdžiovinus.

Žiemą šis vanduo, esant žemesnei jo užšalimo temperatūrai, juda Žemės paviršiaus link. Todėl viršutiniuose dirvos horizontuose susikaupia daugiau drėgmės.

**Laisvasis vanduo.** Vandens perteklius prisisotinusių vandens birių uolienų dalelių difuziniame sluoksnyje sudaro laisvąjį vandenį. Laisvajam vandeniui įtakos neturi mineralinių dalelių ir vandens elektromolekulinės tarpusavio sąveikos jėgos. Jis laisvai juda veikiant sunkio jėgai, esant slėgių skirtumui arba vandens paviršiaus įtempimui. Laisvasis vanduo skirstomas į *kapiliarinį* ir *gravitacinį*.

**Kapiliarinis vanduo.** Kapiliarinis vanduo visiškai užpildo arba iš dalies pripildo kapiliarines poras ir plyšius, užsilaiko juose dėl vandens paviršiaus įtempimo (kapiliarinių) jėgų. Paprastai kapiliarinis vanduo susidaro kylant vandeniui kapiliarais aukštyje nuo gruntinio vandens lygio. Kapiliarinio vandens pakilimo aukštis, matuojamas nuo požeminio vandens lygio, priklauso nuo kapiliarų. Kuo mažesni kapiliarai, tuo didesnis kapiliarinio vandens pakilimo aukštis. Todėl įvairiose uolienose, priklausomai nuo jų mechaninės sudėties ir struktūros, kapiliarinio pakilimo aukštis yra skirtingas. Smėliuose kapiliarinis vanduo pakyla nuo 2 iki 60 cm, priemėliuose – nuo 60 iki 120 cm, priemoliuose – nuo 120 iki 150 cm, moliuose – nuo 300 iki 400 cm.

Kapiliarinis vanduo perduoda hidrostatinį slėgį ir suteikia smėliniams gruntams rišlumo. Molingų gruntų rišlumui kapiliarinis vanduo praktinės reikšmės neturi.

**Gravitacinis vanduo.** Gravitacinis vanduo pripildo uolienų poras bei plyšius ir, veikiant sunkio jėgai ir esant slėgių skirtumui, jais laisvai cirkuliuoja. Jis perduoda hidrostatinį slėgį, bet jam neturi įtakos molekulinės ir kapiliarinės jėgos. Gravitacinis vanduo skirstomas į *krintantįjį* ir *požeminio srauto* vandenį. Krintantysis vanduo paprastai susidaro uolienoje (aeracijos zonoje), infiltruojantis kritulių vandeniui ir kondensuojantis vandens garams. Jis lašų pavidalu, veikiant sunkio jėgai, sunkiasi uolienų poromis ir plyšiais, kol pasiekia požeminio vandens horizonto paviršių arba vandeniui nelaidų sluoksnį. Pirmuoju atveju krintantysis vanduo maitina požeminio vandens horizontą, antruoju – padeda jam susidaryti. Virš vandensparinio sluoksnio cirkuliuojantis

vanduo požeminio vandens srauto pavidalu, esant slėgių skirtumui, laikomas gravitaciniu požeminio srauto vandeniu.

Gravitacinio vandens kiekis priklauso nuo uolienų mechaninės sudėties ir jų poringumo pobūdžio. Vanduo laisvai ir lengvai juda uolienose su stambiomis poromis. Tačiau moliniuose gruntuose, kur nedaug makroporų, mažai ir gravitacinio vandens. Moliniuose gruntuose gravitacinio vandens gali ir nebūti, nes poras pripildo fiziškai surištas vanduo. Todėl pagrindiniai gravitacinio vandens kolektoriai yra aliuviniai ir fliuvioglacialiniai smėliai, žvyrai ir gargždai, poringos ir plyšiuotos klintys, dolomitai bei kitų kristalinių plyšiuotų uolienų masyvai. Kaip tik šiose uolienose aptinkami požeminio vandens horizontai. Molingi sluoksniai, kurie praktiškai nelaidūs vandeniui, sudaro vandeningiesiems horizontams vandensparinius sluoksnius.

**Vanduo kietame būvyje.** Esant žemesnei nei nulio laipsnių temperatūrai, vanduo užšąla ir sudaro uolienose ledo kristalus, lęšius arba sluoksnelius. Ledas keičia uolienų fizines savybes jam užšąlant, dėl vandens kristalizacijos padidėja uolienų tūris, susidaro šalčio iškilos ir pan. [21].

### 3.5. POŽEMINIŲ VANDENŲ MINERALIZACIJA

Požeminiuose vandenyse visada yra ištirpusių cheminių medžiagų ir dujų. Gamtoje visiškai netirpstančių medžiagų nėra, todėl požeminiuose vandenyse galima rasti beveik visus cheminius elementus, kurių yra Žemės plutoje. Suprantama, labiau tirpių elementų vandenyje yra daugiau negu mažai tirpstančių. Vandenyje ištirpusių druskų, organinių nelakiųjų medžiagų ir kaloidų masė sudaro jo bendrąją mineralizaciją, reiškiamą mg/l arba g/l. Ji nustatoma pagal sausąją liekaną išgarinus vandenį 105–110 °C temperatūroje. Bendroji mineralizacija yra vienas iš svarbiausių rodiklių vandens kokybei vertinti. Požeminių vandenų mineralizacija svyruoja nuo kelių mg/l iki kelių šimtų g/l.

Pagal mineralizacijos laipsnį požeminiai vandenys skirstomi į šiuos keturis tipus [6]:

- 1) **gėli vandenys**, kurių mineralizacija ne didesnė kaip 1 g/l;
- 2) **sūroki vandenys**, kurių bendroji mineralizacija yra nuo 1 iki 10 g/l;
- 3) **sūrūs vandenys**, kurių bendroji mineralizacija yra 10–35 g/l;
- 4) **sūrymai**, kai bendroji mineralizacija didesnė kaip 35 g/l.

Lietuvoje, kasantis gilyn, požeminių vandenų mineralizacija didėja. Pavyzdžiui, Stoniškių grėžinyje (Šilutės raj.), 2012 m gylyje, ordoviko periodo plyšiuose, klintyse rasto vandens bendroji mineralizacija siekė 194 g/l. Ją sudarė NaCl – 51 %, CaCl<sub>2</sub> – 40,3 %, MgCl<sub>2</sub> – 8,4 %, kitų druskų – 0,1 %.

Požeminiuose vandenyse dažniausiai randama šių cheminių komponentų: chloro  $\text{Cl}^-$ , sulfato  $\text{SO}_4^-$ , hidrokarbonato  $\text{HCO}_3^-$ , rečiau karbonato  $\text{CO}_3^-$  jonų ir šarminių elementų: natrio  $\text{Na}^+$ , kalio  $\text{K}^+$ , kalcio  $\text{Ca}^{++}$ , magnio  $\text{Mg}^{+++}$  jonų. Kartais vandenyje pasitaiko geležies ir mangano. Be to, dar jame yra ištirpusių dujų: deguonies  $\text{O}_2$ , anglies dvideginio  $\text{CO}_2$ , sieros vandenilio  $\text{H}_2\text{S}$  ir kitų. Žemės paviršinių sluoksnių vandenyje dar būna azoto junginių jonų: nitritų  $\text{NO}_2^-$ , nitratų  $\text{NO}_3^-$  ir amoniako  $\text{NH}_4^+$ .

Pagal vandenilio jonų koncentraciją pH nustatomas vandens reakcijos tipas: neutrali reakcija, kai  $\text{pH} = 7$ ; rūgšti, kai  $\text{pH} < 7$ ; šarminė, kai  $\text{pH} > 7$ .

Vandens cheminės savybės ir jame ištirpę komponentai nustatomi laboratorijoje atliekant požeminio vandens ėminio cheminę analizę.

Pagal pagrindinį anijoną požeminiai vandenys skirstomi į šias tris dideles klases:

- 1) **hidrokarbonatinius ir karbonatinius** ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$ );
- 2) **sulfatinius** ( $\text{SO}_4^-$ );
- 3) **chloridinius** ( $\text{Cl}^-$ ).

Kiekviena klasė pagal pagrindinį katijoną skirstoma į tris grupes:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  ir  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ .

Pagal jonų santykį kiekviena grupė dar skirstoma į tris tipus:

- I.  $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ ;
- II.  $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^-$ ;
- III.  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^- < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ .

Patogumo dėlei vandens cheminė sudėtis užrašoma kompaktiškais simboliais. Klasė pažymima pagrindinio anijono elemento simboliu: C, S arba Cl; toliau viršuje rašomas vandens grupės simbolis, o apačioje romėnišku skaitmeniu pažymimas vandens tipas. Pavyzdžiui, natrio hidrokarbonatinis II grupės vanduo žymimas taip:  $\text{C}_{II}^{\text{Na}}$ .

Požeminiai vandenys, turintys gydomųjų savybių, vadinami **mineraliniais**. Jie būna angliarūgštiniai, sieros vandeniliniai, radoniniai, geležingi ir kt. Mineraliniuose vandenyse dažnai būna bromo, jodo ir kitų žmogui labai reikalingų mikroelementų. Pavyzdžiui, Stoniškių grėžinyje (Šilutės raj.), 903 m gylyje, vandens bendroji mineralizacija siekė 58,7 g/l; jame rasta 201 mg/l bromo ir 0,72 mg/l jodo [19].

Lietuvoje mineralinis vanduo yra išgaunamas iš požeminių, nuo taršos gerai apsaugotų vandens telkinių. Iš Žemės gelmių galima siurbti ir sūrymus, kurių sudėtyje ištirpusių druskų kiekis viršija 200 g/l, tačiau daugiausia Lietuvoje eksploatuojamas mažos ir vidutinės mineralizacijos, sulfato, chloro ir kalcio bei natrio jonų turintis vanduo, kur ištirpusių druskų kiekis sudaro 2–4 g/l. Šiuo metu žinomas aštuoniolikos tipų (pagal vyraujančius jonus ir specifinius komponentus) mineralinis vanduo.

Mineralinis gydomasis vanduo Lietuvos balneologiniuose kurortuose – Druskininkuose, Birštone ir Likėnuose – gydymo tikslais pradėtas naudoti XIX amžiuje. Tai vietovės, kuriose nuo seno buvo žinomos natūralios mineralinio vandens versmės. Regioniniai mineralinio vandens tyrimai pradėti tik po Antrojo pasaulinio karo, pradėjus gręžti gilius gręžinius ir nustačius Lietuvos teritorijos Žemės gelmių hidrogeochemines zonas. Tyrimai parodė, kad Lietuvoje plačiai paplitęs mineralinis vanduo, neturintis specifinių komponentų, tačiau anijonų ir katijonų sudėtis bei mineralizacija yra labai įvairi. Ilgą laiką Likėnų kurorte buvo naudojamas sieros vandenilio vanduo, kuris formavosi arti Žemės paviršiaus slūgsančiame Įstro–Tatulos vandeningajame sluoksnyje.

Šiuo metu dėl sutrikusių natūralių sieros vandenilio susidarymo sąlygų šios sudėties vanduo nėra išgaunamas. Giliau slūgsančiame didesnės negu 10–20 g/l mineralizacijos vandenyje dėl padidėjusio bromo kiekio ( $> 25$  mg/l) vanduo gali būti naudojamas kaip gydomasis. Pietvakarinėje Lietuvos dalyje (apie Vištytį), jūros sistemos vandeninguosiuose sluoksniuose yra mineralinio vandens, turinčio jodo.

Kurortiniam gydymui naudojamos įvairios mineralizacijos ir sudėties mineralinis vanduo. Lietuvos kurortuose daugiausiai naudojamas natrio ir kalcio chloridinis sulfatinis bei kalcio sulfatinis vanduo be specifinių balneologinių komponentų. Kurortų biuветėse gerti dažniausiai skiriama mineralinį vandenį iki 5 g/l, vonioms – iki 15 g/l, o įvairioms procedūroms – ir gerokai didesnės koncentracijos vandenį, turintį taip pat nemažai bromo (nuo 30 mg/l iki 110–270 mg/l).

Lietuvos kurortų išžvalgyti ir faktine gavyba patvirtinti mineralinio vandens ištekliai yra 4476 m<sup>3</sup>/d, dabar išsiurbiami tik apie 6–10 procentų.

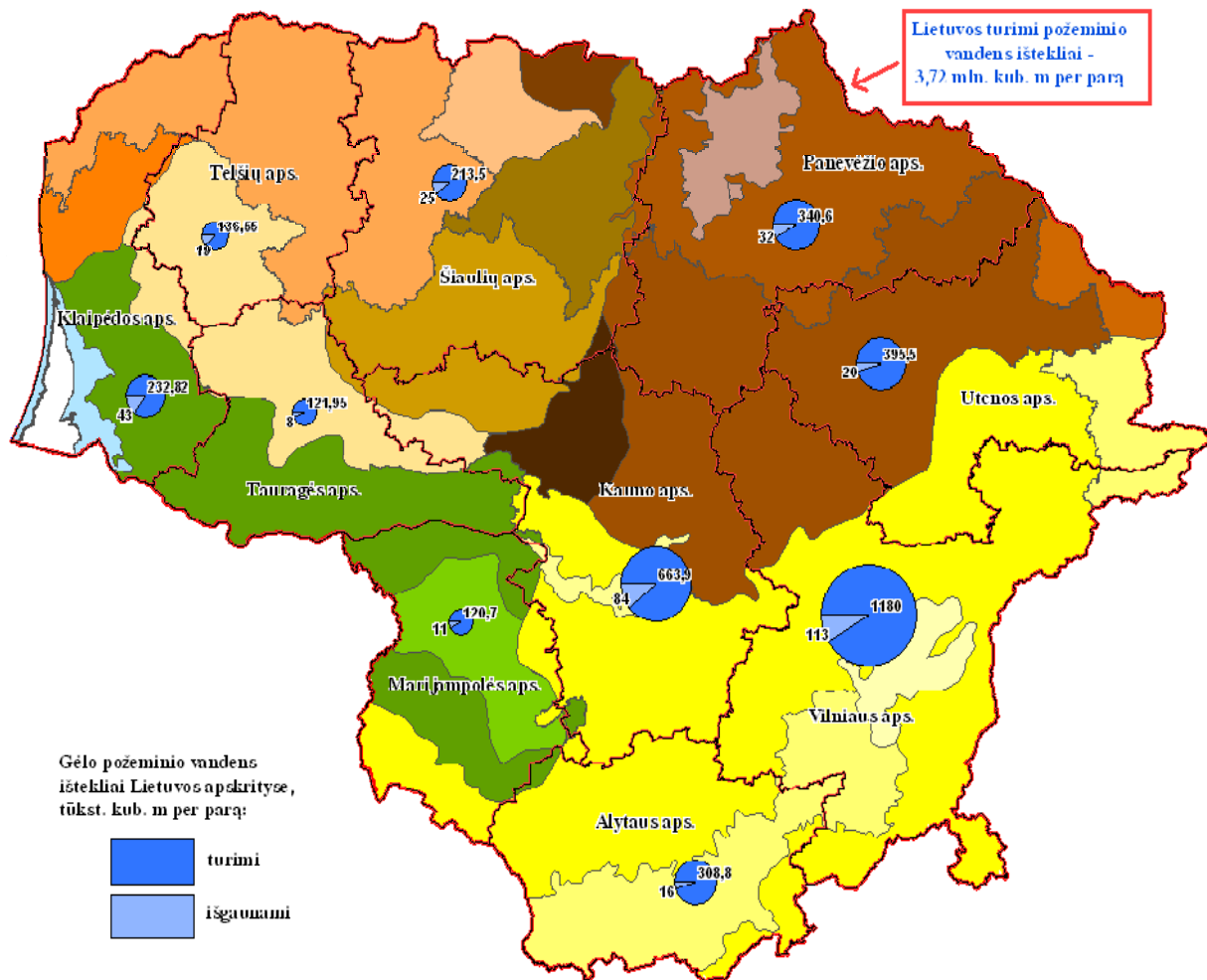
Leidimus mineraliniam vandeniui išduoda ir mineralinio vandens gavybos apskaitą vykdo Lietuvos geologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, o natūralaus mineralinio vandens pripažinimą vykdo Valstybinė visuomenės sveikatos priežiūros tarnyba prie Sveikatos apsaugos ministerijos.

Lietuvoje yra užregistruoti 22 mineralinio vandens telkiniai. Iš jų pagal galiojančius leidimus eksploatuojama 15 mineralinio vandens vandenviečių. Mineralinio vandens pripažinimo protokolus, išduotus Valstybinės visuomenės sveikatos priežiūros tarnybos, turi 8 mineralinio vandens telkiniai, kurie į rinką tiekia dešimties pavadinimų natūralų mineralinį vandenį. Gydyklos mineralinio vandens procedūroms eksploatuoja du, kitoms reikmėms – šešis telkinius [9].

Mineralinio vandens suvartojimas kasmet didėja. Lietuvos geologijos tarnybos duomenimis, 2013 metais buvo išgauta 194 tūkst./m<sup>3</sup> požeminio mineralinio vandens.

### 3.6. POŽEMINIO VANDENS IŠTEKLIAI IR GAVYBA

Vykdamant Požeminio vandens išteklių įvertinimo ir naudojimo geriamajam vandeniui tiekti 2007–2025 m. programoje numatytas priemones, buvo nustatyta, kad šalies turimi požeminio vandens išteklių sudaro 3,72 mln. m<sup>3</sup>/parą.



9 pav. Lietuvos turimi požeminio vandens išteklių [11]

Vadovaujantis Žemės gelmių įstatymu, Žemės gelmių išteklius galima naudoti tik nustatyta tvarka juos ištyrus, aprobavus ir įvertinus jų gavybos poveikį aplinkai. Požeminio vandens išteklius apribuoja Lietuvos geologijos tarnyba jos nustatyta tvarka. Lietuvos geologijos tarnybos duomenimis, šiuo metu Lietuvoje yra 1780 vandenviečių, įregistruotų Žemės gelmių registre, o ištirtus ir aprobuotus išteklius naudoja 39 % vandenviečių (9 pav.).

Požeminio vandens gavybos apskaitą vykdo ir gavybos ataskaitas Lietuvos geologijos tarnybai teikia apie 77 % vandenviečių. Šiuo metu Lietuvoje išgaunama apie 50 tūkst. m<sup>3</sup>/parą neaprobuetų išteklių, t. y. apie 13 % viso išgaunamo gėlo požeminio vandens kiekio.



### 3.7. POŽEMINIO VANDENS FIZIKINĖS SAVYBĖS

Vanduo, slūgsantis Žemės pluta sudarančiose uolienose, veikiamas aplinkos, per laiką keičia savo savybes ir sudėtį. Vykstant kritulių infiltracijai ir tolesnei požeminio vandens filtracijai uolienose, didėja vandenyje ištirpusių druskų kiekis. Be ištirpusių druskų požeminiame vandenyje paprastai dar yra dujų, koloidų, mikroorganizmų ir mechaninių priemaišų. Iš požeminio vandens sudėties sprendžiama apie jo geologines formavimosi sąlygas, geologinių ir klimatinių sąlygų sąveiką.

**Požeminio vandens fizikinės savybės.** Pagrindinės požeminio vandens fizikinės savybės yra temperatūra, skaidrumas, spalva, kvapas, skonis ir tankis.

**Temperatūra.** Požeminio vandens temperatūra labai svyruoja nuo vandeningųjų horizontų maitinimo, termodinaminių, geologinių, klimatinių sąlygų. Vulkanų, gilių tektoninių lūžių srityse aptinkamas aukštesnės temperatūros požeminis vanduo. Vidutinio klimato juostoje negilių vandeningųjų horizontų vandens temperatūra daugiausia priklauso nuo klimatinių sąlygų ir svyruoja nuo 5 iki 20 °C. Virš nuolatinės temperatūros zonos slūgsančių vandeningųjų horizontų vandens temperatūra lieka pastovi laiko atžvilgiu ir kyla einant gilyn.

Pagal temperatūrą gali būti išskirtas šaltas (temperatūra iki 20 °C), šiltas (temperatūra nuo 20 iki 37 °C) ir karštas (temperatūra aukštesnė negu 37 °C) vanduo.

**Skaidrumas.** Švarus požeminis vanduo dažniausiai yra skaidrus, nes jame nėra iškritusių mineralinių, organinių ir koloidinių dalelių bei įvairių cheminių junginių. Vandens drumstumas rodo, kad vandenyje yra vienokių ar kitokių priemaišų.

**Spalva.** Švarus vanduo yra bespalvis ir dažniausiai jis turi melsvą atspalvį. Vandens spalva taip pat rodo jame esant priemaišų ir iš dalies jo cheminę sudėtį. Pavyzdžiui, vanduo, kuriame yra geležies, turi rusvą atspalvį, sieros vandenilio dujų – žydrą. Pelkių vandenyje gausu humusinių rūgščių, todėl jis yra gelsvo arba rusvo atspalvio.

**Kvapas.** Dažniausiai požeminis vanduo kvapo neturi. Kvapas rodo esant biocheminės kilmės priemaišų arba vykstantį puvinimo procesą. Pavyzdžiui, jei vandenyje ištirpo sieros vandenilis, jis turi supuvusio kiaušinio kvapą, o jei humusinės rūgštys – specifinį pelkių kvapą.

**Skonis.** Švarus požeminis vanduo skonio neturi. Jis atsiranda tada, kai jame yra vienokių ar kitokių priemaišų. Ištirpęs didesnis kiekis chloridų suteikia vandeniui sūroką skonį, sulfatai – karčiai sūrų, organinės kilmės junginiai – saldoką.

**Tankis.** Požeminio vandens tankis priklauso nuo jame ištirpusių druskų kiekio ir temperatūros. Gėlo vandens didžiausias tankis yra tada, kai temperatūra +4 °C, o jūros vandens, kuriame yra apie 2 proc. ištirpusių druskų, kai temperatūra 0 °C.

### 3.8. POŽEMINIO VANDENS CHEMINĖS SAVYBĖS

Įvairių cheminių komponentų (cheminių elementų ir jų junginių) kiekis vandenyje priklauso nuo vandeningų uolienu mineralinės ir cheminės sudėties, geologinių ir klimatinų jų slūgsojimo sąlygų. Požeminio infiltracinio vandens cheminė sudėtis veikiant aplinkai paprastai per laiką kinta. Tik giliųjų vandeningųjų horizontų vandens cheminė sudėtis yra gana stabili. Cheminės sudėties atžvilgiu požeminis vanduo klasifikuojamas įvairiai. Daugelis tyrinėtojų pateikia savas klasifikacijas.

Požeminio vandens hidrocheminės klasifikacijos remiasi mineralizacijos laipsniu, vyraujančių komponentų koncentracija, dujine ir specifinių mineralinių komponentų sudėtimi. Hidrocheminės klasifikacijos būna *bendros* ir *regioninės*.

*Bendros* klasifikacijos sudaromos atsižvelgiant į vyraujančius hidrokarbonatų, sulfatų ir chloridų anijonus. Metamorfizacijos metu vandenyje sumažėja tirpių, greitai nuosėdomis iškrentančių junginių koncentracija (pirmiausia – hidrokarbonatų, sulfatų, galiausiai – chloridų), todėl karbonatinio tipo vanduo virsta sulfatiniu, o šis – chloridinio tipo vandeniu. Giliuosiuose artezinių baseinų vandeninguosiuose horizontuose vandens cheminę sudėtį lemia junginių tirpumas, kiek mažiau – uolienu litologinė sudėtis.

*Regioninės* klasifikacijos remiasi specifiniais regionų požeminio vandens sudėties formavimosi ypatumais. Šalia visų požeminio vandens geocheminių klasifikacijų, pagrįstų makrokomponentų pasiskirstymu, pastaruoju metu sukurta unifikuota hidrocheminė požeminio vandens regioninė klasifikacija.

Vandenyje ištirpusių druskų (jonų suma), organinių nelakiųjų medžiagų ir koloidų kiekis paprastai išreiškiamas bendrąja vandens mineralizacija. Bendroji vandens mineralizacija apibūdinama sausąja liekana, kuri gaunama išgarinus vandenį esant 105–110 °C temperatūrai ir išreiškiama perskaičiuojant ją mg/l arba g/l (miligramai / litre arba gramai / litre vandens).

Požeminio vandens cheminė sudėtis, atskirų cheminių komponentų buvimas, fizikinės savybės nustatomos atliekant cheminę vandens analizę laboratorijose.

Tiriant laboratorijose vandens pavyzdžius, nustatomas **vandens kietumas**. Jis yra trijų rūšių: **bendrasis**, **laikinasis**, **pastovusis**. Bendrasis vandens kietumas priklauso nuo kalcio ir magnio druskų kiekio vandenyje, laikinasis – nuo kalcio ir magnio bikarbonatų, kurie verdant nusėda, kiekio vandenyje. Todėl jis dažnai vadinamas karbonatiniu kietumu. Pastovusis kietumas priklauso nuo visų kitų komponentų, kurie, verdant vandenį, neiškrinta. Dažniausiai yra nustatomas bendrasis vandens kietumas. Jis yra matuojamas miligramekvivalentais viename litre vandens. 1 mg ekv vandens kietumą sudaro 20,04 mg/l Ca<sup>++</sup> arba 12,16 mg/l Mg<sup>++</sup> kiekis vandenyje. Priklausomai nuo kietumo vanduo gali būti klasifikuojamas. Skirtingi autoriai pateikia įvairias vandens kietumo

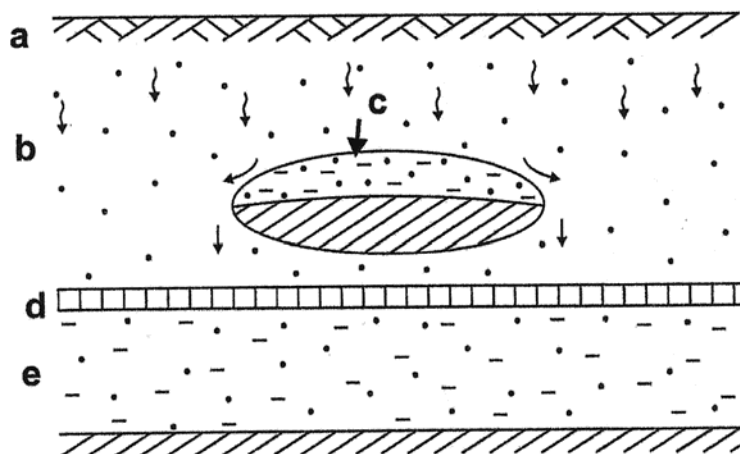
klasifikacijas. Pavyzdžiui, O. Aliokinas vandenį skirsto į: 1) labai minkštą (iki 1,5 mg ekv.); 2) minkštą (1,5–3 mg ekv.); 3) vidutiniškai kietą (3–6 mg ekv.); 4) kietą (6–9 mg ekv.); 5) labai kietą (daugiau kaip 9 mg ekv.).

Kietas vanduo gali būti minkštinamas cheminiu būdu, kai pridedama gesintų kalkių ir kalcionuotos sodos. Kalcionuota soda kalcio ir magnio sulfatus paverčia netirpstančiais karbonatais, o gesintos kalkės netirpstančiais paverčia kalcio ir magnio bikarbonatus ir prijungia laisvą angliarūgštę [21].

### 3.9. POŽEMINIO VANDENS SLŪGSOJIMO SĄLYGOS

Hidrogeologiniu požiūriu viršutinė Žemės plutos dalis dalijama į dvi zonas: *aeracijos* ir *vandens prisotinimo zoną*. *Aeracijos zona* – zona, esanti nuo Žemės paviršiaus iki gruntinio vandens paviršiaus, sudaryta iš birių, plyšiuotų, kaveringų, poringų uolienuų sluoksnių, pripildytų oro ir jame esančių vandens garų, fiziškai surišto, kapiliarinio vandens. Per šią zoną į vandeninguosius horizontus vyksta kritulių arba paviršinio vandens infiltracija ir ore esančių garų kondensacija. Aeracijos zona Lietuvoje dažniausiai yra 1–20 m storio. Užpelkėjusiose vietovėse, kuriose požeminis vanduo slūgso labai arti Žemės paviršiaus ir dažniausiai jį siekia, požeminio ir paviršinio vandens ribos susilieja ir aeracijos zonos nėra.

Žemiau aeracijos zonos slūgso vandens prisotinimo zona, prasidedanti *gruntinio vandens horizontu* (10 pav.).



**10 pav.** Aeracijos ir gruntinio vandens zonos:

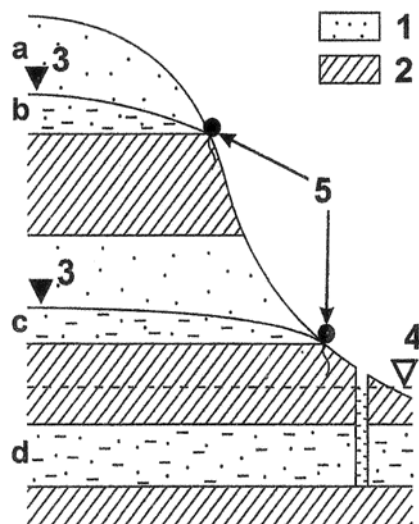
a – dirvožemio drėgmės pozonis; b – prasisunkimo pozonis; c – podirvio vandens horizontas;  
d – kapiliarinis vanduo; e – gruntinis vanduo [17]

*Gruntinis vanduo* sudaro pirmąjį nuo Žemės paviršiaus vandeningąjį horizontą, kuris slūgso virš pirmojo vandeniui nelaidaus sluoksnio. Vandeningos nuogulos iš viršaus nepadengtos mažai laidžiu sluoksniu ir jų vanduo neturi spūdzio. Lietuvoje gruntinis vandeningasis sluoksnis yra

neištisinis. Jį suskaldo nelabai laidus vandeniui moreninis priemolis, kuris daug kur slūgso tiesiog Žemės paviršiuje. Vietomis paviršiuje slūgso nevandeningi ledyninių ežerų moliai, taip pat sudarantys hidraulinį barjerą ištisiniam gruntiniam srautui. Mūsų šalyje gruntinis vanduo paplitęs įvairios kilmės smėlinguose ir priesmėlinguose kvartero sistemos dariniuose. Iš jų, palyginti nedideliais plotais, paplitusios holoceninės pelkių ir ežerų pakrančių nuosėdos, siaurus upių slėnių ruožus apklojęs šiuolaikinis ir senasis aliuvis, taip pat įvairių Baltijos jūros raidos stadijų smėlis, siaura juosta dengiantis Lietuvos pajūrį. Didesnius plotus dengia viršutinio pleistoceno ledynų tirpsmo vandens suklostytos ir ledyninių ežerų smėlingos nuosėdos, susiformavusios tirpstant paskutiniam ledynui. Virš jų daug aptinkama eolinio smėlio, vėjo supustyto į kopas. Lietuvos teritorijos gruntinis vanduo gėlas (iki 1g/l), išskyrus kai kuriuos atvejus, kada vandens mineralizacija padidėja dėl hidrogeocheminių anomalijų Druskininkų, Birštono, Stakliškių ir kt. apylinkėse. Vandens tiekimui gruntinis vanduo naudojamas mažai (daugiausiai kaimo vietovėse, kur nėra centralizuoto vandentiekio). Gruntinis vanduo turi didžiausią antropogeninio užteršimo pavojų.

Po gruntinio vandens zona yra išplitęs **tarpfluoksninis požeminis vanduo**. Tarpfluoksninis požeminis vanduo suprantamas kaip vanduo, slūgsantis laidžiose uolienose, iš viršaus ir apačios apribotose nelaidžiais sluoksniais.

Tarpfluoksninis požeminis vanduo gali būti *nepūdinis* (be slėgio) ir *spūdinis* (artezinis). *Nespūdinis* požeminis vanduo susidaro tada, kai vandeningieji sluoksniai yra nevisai pripildyti vandens. Slėgio gali nebūti, kai vandeningasis sluoksnis visiškai užpildytas vandeniui, tačiau jo vandens lygis sutampa su jį dengiančio vandensparinio sluoksnio padu.



**11 pav.** Požeminio vandens slūgsojimas:

a – aeracijos zona; b – gruntinio vandens horizontas; c – tarpfluoksninis nespūdinis vanduo; d – tarpfluoksninis spūdinis (artezinis) vanduo; 1 – vandeningi sluoksniai; 2 – vandeniui nelaidūs (vandenspariniai) sluoksniai; 3 – vandens horizonto lygis; 4 – artezinio vandeningo horizonto pjezometrinis lygis gręžinyje; 5 – versmės [17]

Gręžiant gręžinius į nespūdinį vandens sluoksnį, vanduo nusistovi tame pačiame lygyje, kuriame jis sutinkamas. Pagal dinamines sąlygas nespūdinis tarpstuoksninis vanduo yra analogiškas gruntiniam vandeniui, tačiau neturi tiesioginio ryšio su atmosfera. Šis vanduo gali būti maitinamas kritulių, upių, ežerų ar spūdinio tarpstuoksniniu vandeniui.

Tarpstuoksninis nespūdinis vanduo yra sutinkamas gana retai upių slėnių, griovų, raguvų šlaituose, kuriuose susiformuoja versmės. Nespūdinis vanduo dažniausiai paplitęs spūdinio vandeningųjų sluoksnių maitinimo srityse, ypač ten, kur spūdiniai vandeningieji sluoksniai leidžiasi gilyn nedideliu kampu ir vanduo nevisiškai užpildo vandeniui laidų sluoksnį. Esant tokiai situacijai, nespūdinio vandens lygis sutampa su gruntinio vandens lygiu.

**Tarpstuoksniniu spūdinio (arteziniu)** vandeniui vadinamas toks vanduo, kuris slūgso laidžiuose sluoksniuose tarp dviejų nelaidžių uolienų sluoksnių. Pragręžus viršutinį vandensparinį sluoksnį, tokio vandens lygis pakyla aukščiau vandeningojo sluoksnio kraigo.

Nuo seno toks spūdinis vanduo vadinamas arteziniu. 1126 metais Prancūzijoje, Artua provincijoje (senasis pavadinimas Artezija), buvo įrengtas šulinys, iš kurio tryško vanduo virš Žemės paviršiaus. Turint galvoje tą reiškinį, visas spūdinis vanduo vadinamas arteziniu, nors kartais vanduo gali ir neišsilioti į Žemės paviršių.

Spūdinio vandens slūgsojimo sąlygos gali būti labai įvairios. Vandeningieji horizontai dažniausiai sutinkami monoklinose, raukšlėtose arba sprūdinėse geologinėse struktūrose, kuriose pakaitomis susisluoksniavę vandeniui laidžių ir nelaidžių uolienų sluoksniai. Palankiausios sąlygos spūdinio vandens vandeningiesiems sluoksniams susidaryti yra platformų kristalinio pamato grimzdimo vietose, įdubose, vadinamose sineklizėmis. Paprastai čia susidaro didelė jūrinės kilmės, pakaitomis besisluoksniuojančių, vandeniui laidžių ir nelaidžių nuosėdinųjų uolienų storumė. Tokios geologinės sandaros sistema yra vadinama arteziniu baseinu.

Arteziniame baseine paprastai išskiriamos spūdinio vandens horizontų maitinimo, tranzito ir drenavimo sritys.

Vandeningojo sluoksnio išėjimo į Žemės paviršių ruožai, esantys aukščiau negu visa likusioji vandeningojo sluoksnio dalis, sudaro artezinio baseino maitinimo sritį. Tai yra plotas, kur vyksta kritulių infiltracija į gruntą ir artezinis vanduo formuojasi iš gruntinio. Maitinimo sričiai priskirti ir tie ruožai, kur dengiantieji vandenspariniai sluoksniai yra ploni ir gali vyksti paviršiaus ar gruntinio vandens infiltracija.

Vandeningojo sluoksninio išėjimo į Žemės paviršių ruožai, esantys žemiau maitinimo srities, kuriose artezinis vanduo išsilieja į kitus vandeninguosius horizontus arba pro uolienose esančius plyšius, išsiveržia į Žemės paviršių, sudaro artezinio vandens drenavimo sritį. Drenavimo srityje, esant plonam dengiančiam vandenspariniam sluoksniui ar plyšiams uolienose, spūdinis

mineralizuotas vanduo dažnai prasiveržia kylančiu srautu į gruntinį ar upių vandenį ir juos mineralizuoja. Tokiu atveju, turime mineralinio vandens šaltinį.

Vandeningojo horizonto dalis tarp maitinimo ir drenavimo sričių sudaro artezinio vandens tranzito sritį. Paprastai artezinio vandeningojo horizonto maitinimo sritis yra toli nuo drenavimo srities ir tranzito sritis užima didžiąją dalį artezinio vandeningojo horizonto išplitimo arealo.

Artezinio vandeningojo horizonto maitinimo sritis visada yra aukščiau negu drenavimo, todėl vanduo, veikiamas slėgio, juda drenavimo srities link. Linija, jungianti maitinimo ir drenavimo sritis, yra vadinama pjezometrinio vandens lygio linija. Artezinio vandens išplitimo srityje pjezometrinis vandens lygis visada yra aukščiau už vandeningojo sluoksnio kraigą.

Vandeningieji sluoksniai su arteziniu vandeniu maitinimo ir drenavimo srityse išeina į Žemės paviršių tiesiog arba neretai yra padengti nestoru daugiau ar mažiau vandeniui laidžių uolienų sluoksniu, pro kurį vanduo filtruojasi tiek maitinant, tiek drenuojant spūdinį vandenį [21].

### Savikontrolės klausimai

---

1. Ką tiria hidrogeologija?
2. Kokie vandenys vadinami požeminiais?
3. Kaip skirstomas požeminis vanduo pagal Žemės gelmių įstatymą?
4. Apibūdinkite vandens apytaką gamtoje.
5. Kokios kilmės gali būti požeminiai vandenys?
6. Apibūdinkite uolienose esančio vandens rūšis.
7. Kaip skirstomi požeminiai vandenys pagal mineralizacijos laipsnį?
8. Kaip vadinami požeminiai vandenys, turintys gydomųjų savybių?
9. Apibūdinkite mineralinio vandens panaudojimą Lietuvoje.
10. Kokie yra požeminio vandens išteklių Lietuvoje?
11. Apibūdinkite požeminio vandens fizikines savybes.
12. Kokios cheminės savybės būdingos požeminiam vandeniui?
13. Kas tai yra vandens kietumas?
14. Kaip minkštinamas kietas vanduo?
15. Apibūdinkite aeracijos ir vandens prisotinimo zoną.
16. Apibūdinkite gruntinio vandens horizontą.
17. Koks gali būti tarpsluoksninis požeminis vanduo? Pateikite pavyzdžių.
18. Kaip skirstomas požeminis vanduo pagal geologines slūgsojimo sąlygas?
19. Kokios kilmės požeminio vandens Žemės plutoje yra daugiausia?
20. Apibūdinkite požeminio vandens gavybą Lietuvoje.

## LITERATŪRA

1. Baltrūnas P., Butkus D., Oškinius V. ir kt. Aplinkos apsauga. Vilnius: Technika, 2008.
2. Basalykas A. Žemė – žmonijos buveinė. Kaunas: Šviesa, 2008.
3. Bičkauskas G., Brazauskas A., Kleišmantas A. ir kt. Bendrosios geologijos pratybos. Vilnius: VU leidykla, 2011.
4. Biržų regioninis parkas. Prieiga per internetą (žiūrėta 2014-12-18): <http://www.birzuparkas.lt/lt/apie-parka/>.
5. Česnulevičius V. Geomorfologija. Vilnius: VPU leidykla, 2010.
6. Enciklopedinis hidrogeologijos terminų žodynas. Ats. red. V. Juodkasis. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba, 2003.
7. Gedžiūnas P., Gregorauskienė V., Kanopienė R. ir kt. Šiaulių krašto geologija. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba, 2006.
8. Giedraitis V. Vandens išteklių ir kokybė. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba, 2011.
9. Ignatavičius G. Už žemės ir vandens švarą. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba, 2011.
10. Juodkasis V. Požeminio vandens išteklių įvertinimo metodikos pagrindai. Vilnius: Mokslas, 1992.
11. Lietuvos geologijos tarnyba. Naudingosios iškasenos. Prieiga per internetą (žiūrėta 2014-12-19): [http://www.lgt.lt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=166&Itemid=1261&lang=lt](http://www.lgt.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=166&Itemid=1261&lang=lt).
12. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Racionalus žemės gelmių išteklių naudojimas. Prieiga per internetą (žiūrėta 2014-12-22): <http://www.am.lt/VI/index.php#a/6810>.
13. Motuza G. Kaip veikia Žemė: geologijos pagrindai. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras, 2013.
14. Motuza G. Magminių ir metamorfinių uolienuų petrologija. Vilnius: VU leidykla, 2006.
15. Norkus F. Inžinerinės geologijos laboratoriniai darbai. Kaunas: Technologija, 1993.
16. Pasvalys. Prieiga per internetą (žiūrėta 2014-12-18): [http://www.pasvalys.lt/lt/turistams/zalsvasis-saltinis-video\\_.html](http://www.pasvalys.lt/lt/turistams/zalsvasis-saltinis-video_.html).
17. Pranaitis V., Sidauga V. Inžinerinė geologija. Vilnius: Mokslas, 1979.
18. Staponkus V. Geologijos laboratoriniai darbai. Kaunas: Technologija, 2009.
19. Staponkus V. Inžinerinė geologija. Vilnius: Kultūra, 2010.
20. Taylor B. Uolienos, mineralai ir fosilijos. Kaunas: Dargenis, 2001.
21. Vainorius J. Hidrogeologijos pagrindai. Šiauliai: ŠU leidykla, 2007.



**PRIEDAI**

LIETUVOS ŽEMĖS GELMIŲ GEOLOGINĖ SANDARA

Era	Periodas	Trukmė, mln. m	Indeksas	Būdingos uolienos ir jų numeris	
Kainozojus	Kvarteras	0-2,6	Q	1	Durpės
				2	Statybinis smėlis
				3	Žvyras
				4	Moreninis priemolis
				5	Molis
				6	Priesmėlis
	Neogenas	2,6-23	N	7	Kvarcinis smėlis
Paleogenas	23-65,5	P	8	Glaukonitinis smėlis	
Mezozojus	Kreida	65,5-145,5	K	9	Opoka
				10	Kreida
				11	Titnagas
				12	Glaukonitinis smėlis
	Jura	145,5-201,6	J	13	Smiltainis
	Triasas	201,6-251	T	14	Molis
				15	Molis
16				Oolitinė klintis	
Paleozojus	Permas	251-299	P	17	Mergelis
				18	Gipsas
				19	Klintis
	Karbonas	299-359	C	20	Anhidritas
	Devonas	359-416	D	21	Karbonatingas smiltainis
				22	Smiltainis
				23	Dolomitas
				24	Mergelis su gipsu
				25	Klintis
	Silūras	416-444	S	26	Mergelis
				27	Afanitinė klintis
28				Detritinė klintis	
29				Gniutulinė klintis	
Ordovikas	444-488	O	30	Brekčiška klintis	
			31	Dolomitizuota klintis	
			32	Argilitas	
Kambras	488-542	ε	33	Nafta	
			34	Kvarcinis smiltainis	
			35	Glaukonitinis smiltainis	
Neoproterozojus	Ediakaras (Vendas)	542-630	NP <sub>3</sub>	36	Gravelitas
Mezoproterozojus- paleoproterozojus		542-2500	MP-PP	37	Smiltainis
				38	Granitas
				39	Gneisas
				40	Magnetitas (geležies rūda)

**ŠIAULIŲ VALSTYBINĖS KOLEGIJOS  
VERSLO IR TECHNOLOGIJŲ FAKULTETO  
APLINKOS IR STATYBOS INŽINERIJOS KATEDRA**

**INŽINERINĖS GEOLOGIJOS LABORATORINIŲ DARBŲ ATASKAITA**

Darbus atliko:.....gr. stud. ....

Darbus priėmė:.....

Įvertinimas.....

**Šiauliai, 2015**

# INŽINERINĖ GEOLOGIJA

Mokymo(si) priemonė

**Sudarytoja Sigita Karosienė**

**Recenzantai:**

Edita Mockienė (Šiaulių valstybinė kolegija)

Prof. dr. Ričardas Viktoras Ulozas (Šiaulių universitetas)

Kalbos redaktorė – Egidija Masevičienė

Meninė redaktorė – Lina Liesienė

2015-03-23. 3,50 leidyb. apsk. l.

Išleido Šiaulių valstybinė kolegija, Aušros al. 40, Šiauliai

[www.svako.lt](http://www.svako.lt)

El. p. leidyba@svako.lt