

2019, Vol. 16, No. 1

ISSN 1648-939X

**G**amtamokslinis  
U G D Y M A S

**N**atural Science  
E D U C A T I O N

**Е**стествонаучное  
О Б Р А З О В А Н И Е

Scientific Methodical Center „Scientia Educologica“, Lithuania,  
*the Associated Member of Lithuanian Scientific Society, European Society for the  
History of Science (ESHS) and ICASE (International Council of Associations for  
Science Education)*

**2019**

This journal is indexed in a list of *Science Education Journals* (USA), Copernicus Index (Poland), Open Academic Journals Index (OAJI), *Directory of Research Journals Indexing* (DRJI), WebQualis (QUALIS/CAPES), Directory of Abstract Indexing for Journals (DAIJ), European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS), Academic Resource Index (ResearchBib)



## SISTEMINIS „JUDĖJIMO“ SĄVOKOS TURINIO INTEGRAVIMAS, KAIP VIENA IŠ VISUMINIO GAMTAMOKSLINIO UGDYMO PRIEIGŲ

Violeta Šlekienė, Vincentas Lamanuskas  
Šiaulių universitetas, Edukologijos institutas, Lietuva

### Santrauka

*Kiekvieno mokomojo dalyko pagrindas – tarpusavyje susietų mokslinių sąvokų sistema, nuo kurios įsisavinimo priklauso mokslievių žinių ir to dalyko supratimo kokybė. Gamtamoksliniame ugdyme neįmanoma pasiekti supratimo lygmens, jeigu nebuvo mokomasi sistemingai. Daugelio gamtamokslinių sąvokų turinys yra toks sudėtingas, jog atskleisti jį per vieną kartą, vienoje pamokoje ar net mokantis vieną temą yra neįmanoma. Sąvokos turinys yra atskleidžiamas palaipsniui, dalimis, nustatant santykius ir ryšius su kitomis sąvokomis, jungiant jas į vieną gamtamokslinių sąvokų sistemą. Sudėtingos sąvokos yra plėtojamos per visą gamtos mokslų mokymosi laiką. Tokiu būdu formuojama visuminė pasaulio samprata. Siekiant suformuoti vieningą gamtamokslinių sąvokų sistemą, būtina tinkamai išnaudoti vidinės ir tarpdalykinės integracijos galimybes, nagrinėti bendrus sąlyčio taškus. Formuojant visuminę gamtos mokslų sampratą reikia taikyti žinių sisteminimo ir integracinių ryšių principus. Tam tikslinga taikyti grafų-medžio metodą. Šiame straipsnyje pristatomas sisteminis judėjimo sąvokos turinio integravimas, kaip viena iš visuminio gamtamokslinio ugdymo prieigų. Atskleidžiamas judėjimo sąvokos turinio integralumas pagrindiniame ugdyme panaudojant grafų – medžio metodą. Judėjimo sąvoka pasirinkta, kaip viena iš svarbiausių gamtos mokslų sąvokų, skirtingai žinoma ir suprantama visų mokinių. Judėjimą biologiniuose, cheminiuose ar fizikiniuose procesuose skirtingais lygiais ir skirtingais aspektais mokiniai analizuoja visuose bendrojo ugdymo centruose.*

**Pagrindiniai žodžiai:** gamtamokslinis ugdymas, vidinė dalykinė ir tarpdalykinė integracija, grafų medžio metodas, judėjimas.

### Įvadas

Mokinių visuminės pasaulio sampratos formavimas – vienas iš pagrindinių gamtos mokslų mokytojų uždavinių. Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosiose programose pažymima, kad gamtos pasaulis vientisas, todėl ugdant mokinius negalima apsiriboti atskirų gamtos mokslų dalykų dėstymu. Reikia nagrinėti bendrus sąlyčio taškus: bendras gamtamokslines temas, glaudžiai susijusias su kasdieniu mokinių gyvenimu, universalias sąvokas ir dėsningumus, remiantis bendrais gyvosios ir negyvosios gamtos pažinimo metodais (Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos, 2008). V. Lamanuskas (2005) akcentuoja, kad gamtamokslinis ugdymas – integralus fenomenas, įmanomas suvokti tik nesuskaidžius jo dalimis, nors ir pačiomis stambiausiomis. Bet kurio vieneto dalys tobulėja ir galutinai susiformuoja organizuotoje visumoje. Vadinasi, siekiant suprasti gamtamokslinio ugdymo problematiką, reikia ją tyrinėti kompleksiskai, apimant pačias įvairiausias sritis ir lygmenis (Lamanuskas, 2005).

Šiuolaikinis gamtamokslinis ugdymas yra projektuojamas taip, kad dabartiniai mokiniai, išėję į darbo rinką, turėtų atitinkamas žinias ir kompetencijas ir galėtų joje varžytis. Viena iš pagrindinių šiuolaikinio gamtamokslinio ugdymo tendencijų yra integruotas, tarpdiscipliniskasis ugdymas, kuriame nepaisoma dalykų ribų. Mokiniai pateikiamos tarpdalykinės koncepcijos, siekiant sukurti holistinį pasaulio vaizdą. Gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika persipina, tam, kad ugdytų mokinių visapusiškai.

Kiekvieno mokomojo dalyko pagrindas – tarpusavyje susietų mokslinių sąvokų sistema, nuo kurios įsisavinimo priklauso moksleivių žinių ir to dalyko supratimo kokybė. Gamtamoksliniame ugdyme neįmanoma pasiekti supratimo lygmens, jeigu neįsisavinta visa medžiaga, t.y. jeigu nebuvo mokomasi sistemingai. Tai sąlygoja metodinių klaidų atsiradimą. Ne visi mokytojai susimąsto apie tai, kokią vietą naujai analizuojama tema užima visoje gamtamokslinių sąvokų (žinių) sistemoje ir kaip tai įsilieja į mokinio sąvokų (žinių) sistemą. A. Broks savo moksliniuose darbuose, nagrinėdamas sisteminio mąstymo teoriją, teigia, kad visi reiškiniai žmogaus mąstymo pasaulyje yra atspindimi kaip SISTEMOS, kurios yra sisteminio mąstymo organizaciniai vienetai. Kiekviena sistema turi vidiniais ryšiais susietas dalis ir kaip visuma yra dalis išorinės medijos, sudarytos iš kitų sistemų. Toks hierarchinis integralus žmogaus proto supratimas ir įsisavinimas šiandien tampa pagrindine Sistemų teorijos, kaip Sisteminio mąstymo teorijos verte (Broks, 2016).

Siekiant, kad moksleiviai sąmoningai įsisavintų mokslines sąvokas, gebėtų jas taikyti konkrečioje situacijoje, būtina teisingai organizuoti jų formavimo procesą ir mokėti jį valdyti. Tam labai svarbu pažinti mokinius ir jų mokymosi patirtį. R. Osborne (1991) pabrėžia, kad, jeigu klaida nebuvo aptikta pačioje jos atsiradimo pradžioje, vėliau ją labai sunku įveikti. Lengviau apsaugoti nuo jos atsiradimo, negu ją ištaisyti. Apsaugoti nuo vieno ar kitų klaidų atsiradimo galima tik tuomet, jei mokytojas žino tipines klaidas ir jų kilmės priežastis. Viena iš pagrindinių klaidų atsiradimo priežasčių - moksleivių pažintinės veiklos organizavimo, mokant sąvokų, nepakankamas vertinimas.

Mokyklinėje praktikoje didelis dėmesys skiriamas apibrėžimų, taisyklių išmokimui. Tai aiškinama tuo, kad sąvokų įsisavinimo procesas dažnai suprantamas neteisingai. Teigiama, jog sąvoka yra įsisavinama tik išmokus jos apibrėžimą.

Kartais mokytojai teigia, jog pakanka moksleiviams duoti vienos ar kitos sąvokos apibrėžimą ir sąvoka bus įsisavinta, ir moksleiviai mokės ją taikyti. Deja, sąvokos apibrėžimas tėra vienas iš sąvokos formavimo etapų.

Daugelio gamtamokslinių sąvokų turinys yra toks sudėtingas, jog atskleisti jį per vieną kartą, vienoje pamokoje ar net mokantis vieną temą yra neįmanoma. Sąvokos turinys turi būti atskleistas palaipsniui, dalimis, nustatant santykius ir ryšius su kitomis sąvokomis, jungiant jas į vieną gamtamokslinių sąvokų sistemą. Sudėtingos sąvokos yra plėtojamos per visą gamtos mokslų mokymosi laiką. Tokiu būdu formuojama visuminė pasaulio samprata.

Siekiant suformuoti vieningą gamtamokslinių sąvokų sistemą, būtina tinkamai išnaudoti vidinės ir tarpdalykinės integracijos galimybes. Tarpdalykinis gamtamokslinis ugdymas akcentuojamas pagrindinio bei vidurinio ugdymo bendrosiose programose. Gamtamokslinis mokinių ugdymas remiasi gamtos mokslų dalykų: biologijos, chemijos, fizikos, astronomijos – žiniomis. Gamtos pasaulis vientisas, todėl ugdant mokinius negalima apsiriboti atskirų gamtos mokslų dalykų dėstymu. Reikia nagrinėti bendrus sąlyčio taškus (Pagrindinio ugdymo bendrosios programos: gamtamokslinis ugdymas, 2008). Nors vidurinėje mokykloje biologija, chemija ir fizika dėstomi kaip atskiri dalykai, šiuos gamtos mokslus sieja panašūs metodologiniai principai, bendros sąvokos ir sampratos, būtinybė spręsti praktines problemas ir pan. Todėl būtina siekti nuodugnesnės gamtos mokslų ugdymo turinio integracijos (Vidurinio ugdymo bendrosios programos: gamtamokslinis ugdymas, 2011).

Ugdymo praktika rodo, kad ne visų gamtos mokslų dalykų mokytojai vienodai pasirengę naudoti tarpdalykinius ryšius savo pamokose. Tai įrodo ir atlikti tyrimai. Pavyzdžiui, N. Cibulskaitė, A. Kurienė (2015), atlikusios būsimųjų gamtos mokslų ir

matematikos mokytojų integracinių ryšių taikymo gebėjimų ugdymo(si) tyrimą, teigia, kad studentai akcentuoja integracinių ryšių taikymo svarbą sudominant mokinius gamtamoksliniais dalykais, padedant ugdytis gebėjimus taikyti žinias praktiškai, tačiau jaučia dalykinio ir metodinio pasirengimo gamtamokslinių dalykų integraciją taikyti praktiniame darbe stygių. Integruoto gamtos mokslų kurso įgyvendinimo galimybių Lietuvos mokyklose tyrimas (2010) parodė, kad tik šiek tiek daugiau nei dešimtadalis (11,9 %) gamtos mokslų dalykų mokytojų yra pasirengę pagrindinėje mokykloje mokyti visų gamtos mokslų dalykų (biologijos, fizikos, chemijos bei integruoto gamtos mokslų kurso). Daugiausia tarp tokių mokytojų buvo biologijos specialistų – 19,8 %, o fizikos ir chemijos mokytojų – vos 7–8 %. Vertinant, kaip mokytojai yra pasirengę dėstyti kitus dalykus nei dėsto, biologijos mokytojai nurodė, kad geriausiai pasirengę mokyti chemijos (58,9 %), o chemijos mokytojai – biologijos kursą (55,7 %). Fizikos mokytojai lyginant su kitų gamtos mokslų dalykų specialistais yra mažiausiai pasirengę mokyti tiek biologijos, tiek chemijos dalykų (Balevičienė, Dargytė, Puidokienė, 2010).

Holistinės pasaulio sampratos formavimo, panaudojant vidinę ir tarpdalykinę integraciją, problema tampa ypač aktuali, kai pradedama mokyti atskirų gamtos mokslų dalykų. Todėl analizuojant gyvosios ir negyvosios gamtos reiškinius ar dėsningumus, svarbu atrasti bendruosius sąlyčio taškus, panaudojant jau turimas žinias ir jas apjungiant su naujomis tiek dalyko viduje, tiek su žiniomis iš kitų dalykų. Atskleidžiant tarpdalykinius ryšius aktualu aprėpti visą nagrinėjamo turinio struktūrą, nustatyti atskirų turinio struktūrinių komponentų tarpusavio priklausomybę. Tam tikslinga taikyti grafų-medžio metodą. Matematikas D. Kionigas (König D.) (1936) pirmasis pasiūlė naudoti vieną terminą „grafas“ vietoje įvairiuose moksluose naudojamų skirtingų schemų pavadinimų: simpleksai (topologija), grandinės (fizika), diagramos (ekonomika), sociogramos (psichologija) ir t.t. Bet kokios rūšies grafą sudaro keli taškai, vadinami viršūnėmis, ir kelios taškus jungiančios atkarpos, vadinamos grafo briaunomis. Grafų teorijoje medis – jungus neorientuotas grafas be ciklų (Helman, et al., 1991). Grafai-medžiai leidžia visapusiškai pamatyti struktūrą to dalyko, kurį analizuojame, atskleisti jo struktūrinių komponentų tarpusavio priklausomybę, jų tarpusavio hierarchiją. Ypač jis tinkamas vidinės ir tarpdalykinės integracijos prielaidų, glūdinčių mokymo turinyje, analizei. Pagal grafo-medžio formą galima spręsti apie ugdymo turinio integralumą. Kuo didesnis yra turinio integralumo laipsnis, tuo grafas yra šakotesnis ir sudėtingesnis.

Formuojant visuminę gamtos mokslų sampratą būtina taikyti žinių sisteminimo ir integracinių ryšių principus. Šiame straipsnyje pristatomas sisteminis *judėjimo* sąvokos turinio integravimas, kaip viena iš visuminio gamtamokslinio ugdymo priedų.

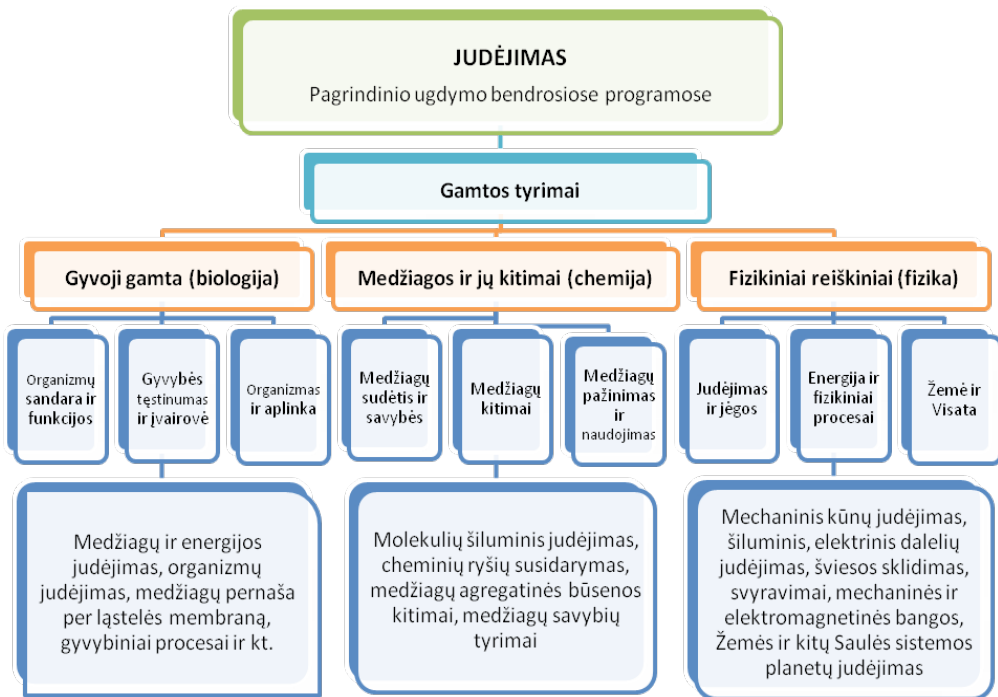
Judėjimo sąvoka pasirinkta, kaip viena iš svarbiausių gamtos mokslų sąvokų, skirtingai žinoma ir suprantama visų mokinių. Judėjimą skirtingais lygiais ir skirtingais aspektais mokiniai analizuoja visuose bendrojo ugdymo centruose, pradedant pradiniam ugdymu per „Pasaulio pažinimo“, tęsiant per „Gamtos ir žmogaus“ pamokas (V-VI kl.), pagrindiniame (VII-X kl.) bei viduriniame (XI-XII kl.) ugdyme per fizikos, chemijos ir biologijos pamokas.

Analizės tikslas: atskleisti *judėjimo* sąvokos turinio integralumą pagrindiniame ugdyme panaudojant grafų – medžio metodą.

## Judėjimo sąvoka pagrindinio gamtamokslinio ugdymo bendrosiose programose

Pats judėjimo procesas iš vienos pusės yra tarsi labai paprastas ir visiems suprantamas iš gyvenimiškos patirties (mechaninis judėjimas), iš kitos pusės – gana sudėtingas, kai norima suprasti ir paaiškinti judėjimą biologiniuose, cheminiuose ar fizikiniuose procesuose. Tam reikia atsakyti į klausimus „kas juda?“, „kaip juda?“ ir „kodėl juda?“. Todėl per vieno dalyko pamokas neįmanoma susidaryti visuminio judėjimo sąvokos supratimo.

Gamtos mokslų kursą pagrindinio ugdymo bendrosiose programose sudaro keturi dėmenys ir devynios veiklos sritys. Nors tik viena veiklos sritis formaliai yra skirta judėjimui analizuoti (*Judėjimo ir jėgų pažinimas*), tačiau ši sąvoka daugiau ar mažiau naudojama visose veiklos srityse (1 pav.).



1 pav. Judėjimo sąvoka pagrindinio gamtamokslinio ugdymo bendrosiose programose.

Analizuojant organizmų sandarą ir funkcijas bei gyvūnų ir augalų gyvybinę veiklą, akcentuojama medžiagų pernašos per ląstelės membraną svarba. Mokiniai turi apibūdinti osmosą kaip puslaidės membranos funkciją reguliuoti medžiagų judėjimą į ląstelę ir iš jos. Sugretinamas difuzijos ir osmoso reiškinys, atskleidžiami esminiai jų panašumai ir skirtumai. Svarbu suprasti ir paaiškinti organizmų judėjimą, kaip vieną iš svarbiausių gyvybinių procesų, medžiagų ir energijos judėjimą ekosistemos mitybos grandinėse.

Analizuojant medžiagų sudėtį ir agregatinę būseną, būtina žinoti, kaip ir kodėl juda medžiagą sudarančios dalelės (molekulės ir atomai). Svarbu suprasti, kad nuo medžiagų sudarančių dalelių judėjimo pobūdžio priklauso jos agregatinė būseną, medžiagų savybės. Agregatinė būsenos kitimas taip pat apibūdinamas per dalelių judėjimo kitimą. Aiškinantis cheminių ryšių susidarymą, neapsieinama be dalelių judėjimo supratimo.

Nagrinėjant fizikinius reiškinius, svarbu suprasti mechaninio, šiluminio, elektrinio judėjimo prigimtį. Apibūdinant judėjimą, būtina tinkamai naudotis trajektorijos, kelio, laiko, greičio, vidutinio greičio, pagreičio sąvokomis. Analizuojant garso ar šviesos sklidimą, būtina išmanyti svyruojamąjį judėjimą, mechaninių ir elektromagnetinių bangų sklidimą. Susipažįstant su Žeme ir Visata, reikia apibūdinti Žemės ir kitų planetų padėtį ir judėjimą Saulės sistemoje.

### Sąvokos „Judėjimas“ grafų medis

Didaktiniu požiūriu sąvoką galima apibūdinti kaip objektų ir reiškinių esminių savybių bei ryšių ir santykių tarp jų žinojimą. Moksleiviai sąvokas įsisavina ne iš karto, bet palaipsniui susipažįsta su jos turiniu, ryšiais ir santykiais su kitomis sąvokomis. Mokantis vieno ar kito dalyko, moksleiviams iš pradžių formuojamos pavienės sąvokos, o po to sąvokų sistema (atskiros temos arba kurso dalies sąvokos). Vienos sąvokos įsisavinimas vyksta per jų ryšį su kitomis sąvokomis. *Pavyzdžiui*, šiluminio ar elektrinio judėjimo sąvoka, remiasi mechaninio judėjimo sąvoka, parodant esminius panašumus ir skirtumus tarp jų.

Atskleidžiant integralią judėjimo sąvokos prieigą aktualu išanalizuoti jos turinio struktūrą, nustatyti esminių savybių tarpusavio ryšius ir priklausomybę. Tam naudojame grafų-medžio metodą. Tinkamai nubraižytas grafų-medis atskleidžia atskirų dalykų turinio sąsajas, padeda išvelgti plačius ir gilius tarpdalykinius ryšius, atskleidžia, ką iš kiekvieno mokomojo dalyko būtina žinoti, norint tinkamai suprasti ir įsisavinti judėjimo procesą, išskiria pagrindinius proceso komponentus, numato sąvokos plėtojimo aspektus. Tačiau, kaip parodė ankstesnis tyrimas (Šlekienė, Ragulienė, 2014), norint nubraižyti tarpdalykinį grafų-medį ir atskleisti sąsajas tarp atskirų dalykų, reikia gerai išmanyti visų gamtamokslinių dalykų turinį. Tam reikia papildomų laiko sąnaudų ir būtinas mokytojų dalykininkų glaudus bendradarbiavimas. Mokytojų nuomone, integruotas ugdymas motyvuoja mokinius, padeda jiems geriau įsisavinti naujas žinias, žinios tampa mažiau fragmentiškos, formuojamos sisteminės žinios.

Terminas „judėjimas“ yra nevienareikšmis. Bendru atveju judėjimas – objekto padėties ar formos kitimas. Analizuojant *judėjimo* sąvoką, pirmiausia yra susistemintos judėjimo rūšys, apibūdinama kas juda ir kaip juda (2 pav.).

Mechaninis judėjimas – kūnų padėties kitimas kitų kūnų atžvilgiu. Judėjimas tiesia linija vadinamas tiesiaiegiu, o kreive – kreivaeigi. Tolyginiu tiesiaiegiu judėjimu vadinamas kūno judėjimas tiesiu keliu pastoviu greičiu. Netolyginiu tiesiaiegiu judėjimu vadinamas kūno judėjimas tiesiu keliu nepastoviu greičiu. Tolygiai kintamas judėjimas – netolyginis judėjimas, kurio metu kūno greitis per vienetinį laiką pakinta vienodai. Kai judančio kūno greitis didėja – kūnas juda greitėdamas, kai mažėja – lėtėdamas. Mechaninio judėjimo atmaina yra savasis judėjimas – šviesulio (paprastai žvaigždės) kampinis poslinkis dangaus sferoje per vienerius metus, sąlygotas to šviesulio ir Saulės tarpusavio judėjimo. Į savąjį judėjimą neįskaitoma Žemės metinio judėjimo įtaka (paralaksas).

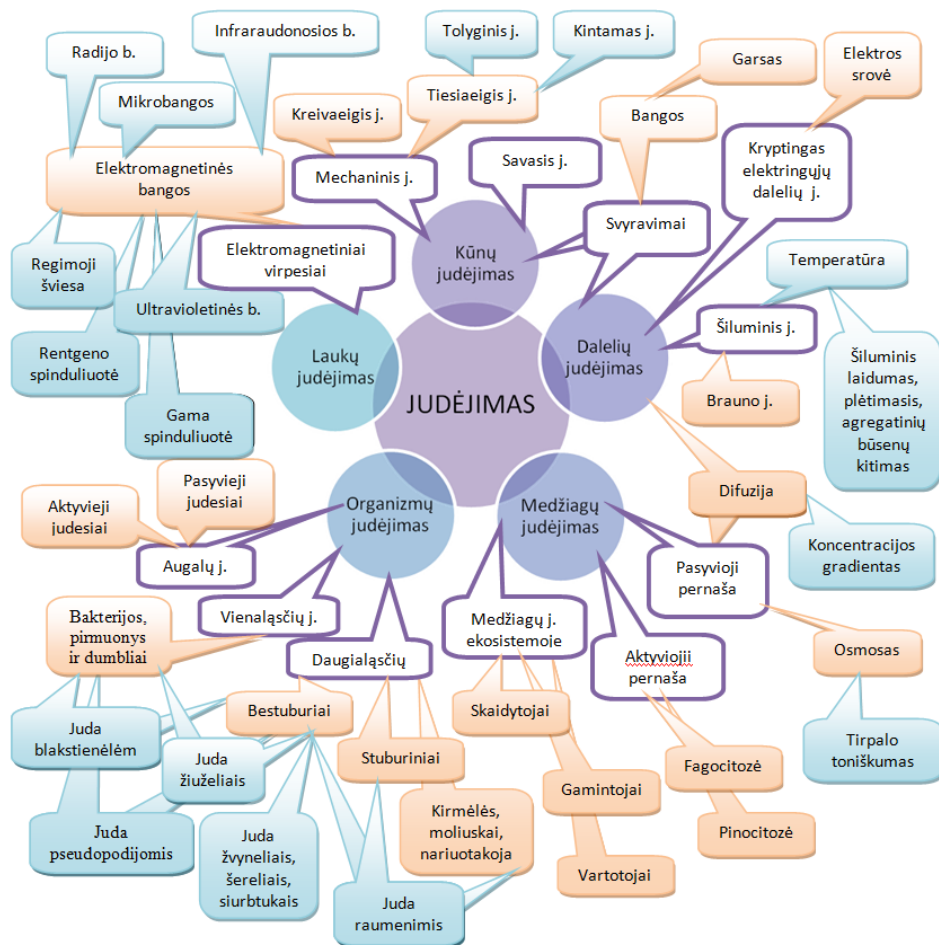
Kūnai sudaryti iš dalelių (molekulių, atomų), kurios juda ir sąveikauja tarpusavyje. Kiekviena dujų dalelė juda labai sudėtinga trajektorija. Kietųjų kūnų ir skysčių dalelės įvairiai svyruoja apie savo pusiausvyros padėtis, be to, skysčių dalelės nuolat peršoka iš vienos padėties į kitą. Dalelių judėjimo greitis yra kūno temperatūros matas, o kūną sudarančių dalelių betvarkis (slenkamasis, sukamasis) judėjimas vadinamas šiluminiu judėjimu. Šiluminis judėjimas iš esmės skiriasi nuo mechaninio judėjimo, kai visos kūno dalys juda tam tikra tvarka. Šiluminis judėjimas yra intensyvesnis (dalelės juda greičiau)

kylant temperatūrai. Šiuo judėjimu paaiškinama daugelį šiluminių reiškinių, tarp jų ir šiluminį laidumą, kūnų plėtimąsi, agregatinių būsenų kitimus. Vienas akivaizdžiausių molekulių šiluminio judėjimo įrodymų yra Brauno judėjimas. Brauno judėjimas – skysčiuose arba dujose esančių kitos medžiagos dalelių šiluminis judėjimas. Šiluminį dalelių judėjimą stebėjo anglų botanikas R. Braunas. Stebėdamas pro mikroskopą vandenyje plaukiojančias augalų sporas ir dažų daleles, pamatė, kad jos nuolat nesustodamos chaotiškai juda. Taip ore juda dūmų ir dulkių dalelės. Brauno judėjimą galima paaiškinti, tik remiantis molekuline kinetine teorija. Dalelės juda, nes skysčio (ar dujų) molekulių smūgiai į ją nekompensuoja vienas kito. Netvarkingai judančios molekulės perduoda Brauno dalelei iš kairės ir iš dešinės nevienodą impulsą. Todėl slėgimo jėgų atstojamoji nėra lygi nuliui, taip keičiasi dalelės judėjimo kryptis ir trajektorija.

Netvarkingas molekulių judėjimas iš didesnės koncentracijos vietų link mažesnės koncentracijos, pagal koncentracijos gradientą, vadinamas difuzija. Procesas yra negrįžtamasis, jis vyksta, kol pasiekiamas termodinaminė pusiausvyra. Savoji difuzija vyksta toje pačioje medžiagoje, abipusė difuzija – susiliečiančiose medžiagose. Difuzija vyksta dujose, skysčiuose ir kietuosiuose kūnuose.

Kai kurių atomų branduoliai silpnai traukia išorinius elektronus, todėl jie atitrūksta nuo atomų ir laisvai juda po visą medžiagą. Laisvi elektronai juda chaotiškai – panašiai kaip dujų dalelės (atomai ar molekulės). Patalpinus tokią medžiagą į elektrinį lauką, krūvininkus (elektronus) pradeda veikti elektrinė jėga ir jie, papildomai prie chaotinio šiluminio judėjimo, pradeda judėti kryptingai. Kryptingas laisvųjų elektringųjų dalelių (krūvininkų) judėjimas vadinamas elektros srove.

Mus supančiame pasaulyje plačiai paplitęs judėjimas vadinamas virpesiais arba svyravimais. Svyruoja medžių šakos vėjyje, atlenktos ir paleistos laisvai judėti sūpuoklės ar prie siūlo pririštas kūnas, judantys ant lingių vagonai, atomų virpesiai apie pusiausvyros padėtį. Svyravimu vadinamas toks judėjimas kai kūnas pakaitomis nukrypsta tai į vieną, tai į kitą pusę.



2 pav. Judėjimo sąvokos grafų medis.

Pagrindinė tokio judėjimo savybė yra jo periodiškumas. Bet koks per vienodus laikus pasikartojantis judėjimas vadinamas periodiniu judėjimu. Mechaniniu svyravimu vadinamas periodiškai pasikartojantis materialiojo taško (ar kūno) judėjimas ta pačia trajektorija pakaitomis į priešingas puses pusiausvyros padėties atžvilgiu. Kūną sudarančios dalelės susietos tarp savęs, ir vienos kurios nors dalelės svyravimai laipsniškai persiduoda kitoms dalelėms. Svyravimų plitimas aplinka vadinamas banga. Bangos gali būti skersinės ir išilginės. Skersinės bangos yra tokios, kur dalelės svyruoja kryptimi, statmena bangos sklidimo kryptčiai, pavyzdžiui, bangos, sklindančios vandens paviršiumi. Bangas, kai dalelių svyravimai vyksta išilgai bangos sklidimo kryptties, vadinamos išilginėmis. Išilginės bangos gali plisti tiek kietose, tiek dujinėse, tiek skystose terpėse, nes kintant tūriui visose šiose terpėse atsiranda tamprumo jėgos. Tarp visų gamtoje ir technikoje vykstančių vyravimų ir bangų svarbią reikšmę žmogui turi akustiniai svyravimai ir bangos arba garsas. Žmogus girdi nuo 16 iki 20000 Hz dažnio virpesius. Garso bangos, kurių dažnis mažesnis už 16 Hz, vadinamos infragarso. Garso bangos, kurių dažnis didesnis už 20 000 Hz, vadinamos ultragarso.

Kita svyravimų ir bangų rūšis yra elektromagnetiniai virpesiai ir bangos. Tai elektromagnetinio lauko virpesiai ir jų sklidimas erdvėje. Elektromagnetinis laukas



yra ypatinga judančios materijos forma. Prie elektromagnetinių bangų priskiriamos radijo bangos, mikrobangos, infraraudonosios bangos, regimoji šviesa, ultravioletinės bangos, Rentgeno spinduliuotės bangos ir gama spinduliuotės bangos. Svarbu, kas elektromagnetinėms bangoms sklisti nėra reikalinga materialinė terpė. Skirtingai nuo akustinių (garso) bangų elektromagnetinės bangos (pvz. šviesa) sklinda ir vakuume (tuščioje erdvėje).

Be materialių objektų ar laukų judėjimo svarbi judėjimo rūšis yra medžiagų pernaša, t. y. medžiagų keliavimas į ląstelės vidų ir iš ląstelės. Pagal energijos sąnaudas medžiagų pernaša gali būti aktyvioji (kai ląstelė naudoja savo energiją, dalelės keliauja iš mažesnės koncentracijos į didesnę) ir pasyvioji (molekulės juda dėl tarp aplinkos ir ląstelės vidaus esantį koncentracijų ar elektrocheminį gradientą, dalelės keliauja iš didesnės koncentracijos į mažesnės koncentracijos sritį). Difuzija ir osmosas yra pasyviosios pernašos rūšys. Medžiagoms judant dėl koncentracijos skirtumo (vyksta pasyvi difuzija) dalelės juda netvarkingai, tačiau kryptingai – iš didesnės koncentracijos į mažesnės koncentracijos sritį. Nusistovėjus pusiausvyrai medžiagos pasiskirsto tolygiai. Difuzija turi didelę įtaką augalų mitybai. Vandens gyvūnams reikalingas deguonis dėl difuzijos prasiskverbia iš oro į vandenį. Dėl difuzijos deguonis prasiskverbia į žmogaus ir gyvūnų kraują, o iš žarnyno – maistinės medžiagos. Osmosas – tirpiklio (paprastai - vandens) molekulių difuzija pro puslaidę membraną iš mažos koncentracijos tirpalo į didelės koncentracijos tirpalą. Osmosinis slėgis susidaro toje membranos pusėje, kur būna didesnė ištirpusių medžiagų koncentracija. Dviejų tirpalų osmosinių slėgių skirtumą atspindi toniškumas. Tirpalai gali būti izotoniniai, hipertotoniniai ir hipotoniniai. Dėl osmoso vanduo organizmuose juda iš ląstelės į ląstelę, iš dirvožemio į augalo šaknies ląsteles. Osmosometu vanduo juda į ląstelę, nes joje vandens mažiau (tirpinio koncentracija didesnė).

Pagal mechanizmus pernaša skirstoma į tą, kurią atlieka membranoje esantys nešikliai (dažniausiai baltymai) ir endocitozinę/egzoctozinę pernašą, kai pagrindinis pernašos komponentas yra ląstelės viduje susidarančios pūslelės (vakuolės). Fagocitozė – tai aktyviosios pernašos procesas, kuriam vykstant didelė dalelė (maisto dalelė ar visa ląstelė) yra apgaubiamą didesnės ląstelės membranos ir lieka šios ląstelės viduje kaip „maisto vakuolė“ (vadinama fagosoma). Fagocitozė būdinga tokiems vienaląsčiams organizmams kaip amebos, taip pat į amebas panašioms ląstelėms – makrofagams (tai pakankamai didelės ląstelės, galinčios praryti bakterijas ar susidėvėjusias raudonąsias kraujo ląsteles žinduolių organizme). Fagocitozę naudoja baltieji kraujo kūneliai tam, kad sunaikintų į organizmą patekusias bakterijas ar kitas svetimias daleles. Pinocitozės metu plazminė membrana įlinksta ir vėliau įtraukia visas daleles, kurios yra aplink ląstelę esančiame skystyje. Skirtingai nei fagocitozės, pinocitozės metu įnešamos labai mažos dalelės. Audinio ląstelėse, vykstant fotosintezei, gaminamos organinės medžiagos. Sacharozė, aminorūgštys, hormonai aktyvios pernašos būdu patenka į karnienos rėtinių indų ląsteles (gyslos). Organinės medžiagos kartu su vandeniu iš lapų rėtiniais indais juda į visus augalo organus (stiebą, pumpurus, žiedus, vaisius, šaknis). Ten šios medžiagos naudojamos viduląstelinio kvėpavimo reakcijose, o nesuskaidytos kaupiamos kaip atsarginės maisto medžiagos (krakmolos).

Medžiagų judėjimas ekosistemoje yra gana uždaras. Ekosistema yra dinamiška ir sudėtinga visuma, veikianti kaip ekologinis vienetas. Ekosistemą palaiko nuolat gamtoje vykstantys procesai. Medžiagos ekosistemoje juda ratu, energiją gauna iš saulės. Medžiagų judėjimą gyvieji organizmai veikia kaip vartotojai (maitinasi gamintojais arba kitais vartotojais), gamintojai (gamina organines medžiagas iš neorganinių medžiagų ir saulės bei

cheminės energijos), skaidytojai (mirusius gamintojus ir vartotojus suskaido į neorganines daleles). Esant visoms trimis grupėms ekosistema gali išlikti gana autonomiška.

Judėjimas – vienas iš septynių visoms gyvoms būtybėms būdingų gyvybinių procesų. Daugelis vienaląsčių bakterijų (monerų karalystė), pirmuonių ir dumblių (protistų karalystė) prisitaikę judėti žiuželiais arba blakstienėlėmis, dalis jų gyvena prisitvirtinę, žiuželius ar blakstienėles naudodami maisto dalelėms iš vandens košti. Žiuželių neturintys protistai neretai juda ameboidiškai (pseudopodijomis), keisdami ląstelės pavidalą. Grybai yra nejudrūs. Augalai auga toje pačioje vietoje, tačiau gali judinti atskiras dalis, pavyzdžiui išskleisti ir suglausti žiedus, pakelti ir nuleisti lapus ir pan. Aktyviusius augalų judesius dažniausia sukelia aplinkos dirgikliai (šviesa, žemės trauka, cheminiai junginiai), pasyviuosius – mechaniniai veiksniai (vėjas, lietus, audros). Daugeliui augalų tai padeda išbarstyti sėklas, sporas, žiedadulkes. Bestuburiams (daugialąsčiai organizmai) judėti padeda pseudopodijos, blakstienėlės, žiuželiai, žvyneliai, šereliai, siurbtukai, raumenys. Raumenys juda išilgai susitraukiant ir ilgėjant miofibrilėms. Kirmėlių lygieji raumenys suaugę su jų oda ir sudaro odos bei raumenų maišelį. Kai kurios kirmėlės ir moliuskai turi ir lygiųjų ir skersaruožių raumenų. Nariuotakojų raumenys skersaruožiai. Jų kūno ir galūnių nareliai gali atlikti sudėtingus ir skirtingus judesius. Stuburinių gyvūnų judesius sąlygoja tarpusavyje suderinta raumenų veikla, kurią kontroliuoja centrinė nervų sistema. Jų raumenys yra geriausiai išsivystę. Judėjimas gyvūnams padeda migruoti iš vienos vietos į kitą, plisti plačiai Žemėje, ieškoti geresnių palankesnių sąlygų.

## Apibendrinimas

Siekiant, kad gamtoje vykstantys biologiniai, cheminiai ir fizikiniai reiškiniai ir procesai būtų suvokiami integraliai, judėjimo sąvoka buvo analizuojama skirtingais aspektais, susisteminant ir struktūruojant esmines savybes, išvelgiant vidinius dalykinius ir tarpdalykinius integracinius ryšius. Atskleidžiant integralią judėjimo sąvokos prieigą išanalizuota jos turinio struktūra pagrindinio gamtamokslinio ugdymo bendrosiose programose. Nustatyti judėjimo sąvokos esminių savybių tarpusavio ryšiai ir priklausomybės sistemiskai perteikti ir pavaizduoti grafų-medžiu. Parodoma, kad terminas „judėjimas“ yra nevienareikšmis. Analizuojant *judėjimo* sąvoką, pirmiausia buvo susistemintos judėjimo rūšys, apibūdinta, kas juda ir kaip juda. Gyvojoje ir negyvojoje gamtoje, pagal tai kas juda, išskirtas kūnų, dalelių, laukų, medžiagų ir organizmų judėjimas. Toliau apibūdinamas kiekvieno objekto judėjimo pobūdis, jo savybės. Akcentuojama, kad vienos sąvokos įsisavinimas vyksta per jų ryšį su kitomis sąvokomis, kaip antai, šiluminio ar elektrinio judėjimo sąvoka, remiasi mechaninio judėjimo sąvoka, parodant esminius panašumus ir skirtumus tarp jų. Nubraižytas grafų-medis atskleidžia vidines bei tarpdalykines (fizikos, chemijos ir biologijos) turinio sąsajas, padeda išvelgti plačius ir gilius vidinius dalykinius ir tarpdalykinius ryšius, išskiria pagrindinius judėjimo proceso komponentus, numato sąvokos plėtojimo aspektus. Parodoma, kad judėjimo proceso, kaip ir kitų gamtamokslinių reiškinių, negalima įsisavinti vieno dalyko rėmuose ir kad sisteminis, visuminis požiūris į gamtos mokslus reikalauja integralios prieigos. Tam realizuoti ugdymo procese gerai tinka grafų-medžio metodas.

## Literatūra

- Balevičienė, S., Dargytė, J., & Puidokienė A. (2010). Integruoto gamtos mokslų kurso 7–8 klasėms įgyvendinimo galimybių Lietuvos mokyklose tyrimas. Projekto *Pagrindinio ugdymo pirmojo koncentro (5–8 kl.) mokinių esminių kompetencijų ugdymas* tyrimo ataskaita. Vilnius.
- Broks, A. (2016). Systems theory of systems thinking: General and particular within modern science and technology education. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 408–410.
- Cibulskaitė, N., & Kurienė, A. (2015). Būsimųjų gamtos mokslų ir matematikos mokytojų integracinių ryšių taikymo gebėjimų ugdymas(is). *Pedagogy Studies/Pedagogika*, 117(1), 133-142.
- Helman P., Veroff, R., & Carrano, F. R. (1991). *Intermediate problem solving and data structures. Walls and mirrors*. San Francisco: The Benjamin/Cummings Publishing Company.
- König, D. (1936). *Theorie der Endlichen und Unendlichen Graphen* [Theory of the finite and infinite graphs], Leipzig.
- Lamanauskas, V. (2005). Kai kurios metodologinės gamtamokslinio ugdymo tyrimų kryptys [Some methodological trends of scientific studies of the natural science education]. *Gamtamokslinis ugdymas / Natural Science Education*, 1(12), 11-25.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1991). *Learning in science. The implications of childrens science*. Heinemann.
- Pagrindinio ugdymo bendrosios programos: gamtamokslinis ugdymas* [General programs of basic education: natural science education] (2008). Lietuvos Švietimo ir mokslo ministerija. Prieiga per internetą: [http://www.smm.lt/uploads/documents/svietimas/ugdymo-programos/5\\_Gamtamokslinis-ugdymas.pdf](http://www.smm.lt/uploads/documents/svietimas/ugdymo-programos/5_Gamtamokslinis-ugdymas.pdf) [žiūrėta 2019-03-04].
- Šlekienė, V., & Ragulienė, L. (2014). Tarpdalykinių ryšių paieška tyrinėjant fotosintezės procesą [Searching of interdisciplinary relations by exploring the process of photosynthesis]. *Gamtamokslinis ugdymas / Natural Science Education*, 3(41), 23-34.
- Vidurinio ugdymo bendrosios programos: gamtamokslinis ugdymas* [General programs of secondary education: Natural science education] (2011). Lietuvos Švietimo ir mokslo ministerija. Prieiga per internetą: [http://www.smm.lt/web/lt/pedagogams/ugdymas/ugdymo\\_prog](http://www.smm.lt/web/lt/pedagogams/ugdymas/ugdymo_prog) [žiūrėta 2019-03-04].

## Summary

### SYSTEMATIC INTEGRATION OF THE CONTENT OF „MOVEMENT“ CONCEPT AS ONE OF THE APPROACHES TO COMPREHENSIVE NATURAL SCIENCES EDUCATION

Violeta Šlekienė, Vincentas Lamanauskas

*Siauliai University, Lithuania*

The basis of each subject is a system of interrelated scientific concepts, from which the quality of the students' knowledge and understanding of the subject matter depends. It is not possible to achieve a level of understanding in natural science education if learning was not systematic. The content of many natural science concepts is so complex that it is impossible to disclose it in one lesson or even in one topic. The content of the concept is disclosed gradually, in parts, by establishing relationships with other concepts, linking them to a system of scientific concepts. Such concepts are being developed throughout the learning period. In this way, a holistic concept of the world is formed. In order to form a system of natural science concepts, it is necessary to make appropriate usage of internal and interdisciplinary integration, to analyse common points of interaction. The principles of systematization and integration of knowledge must be applied. For this purpose, it is appropriate to apply the graph-tree method. This article deals with a systematic integration of the content of „movement“ concept as one of the approaches to comprehensive natural science

education. The graph-tree method is used to reveal the integrity of “movement” concept in basic education. The concept of movement is chosen as one of the most important concepts of science, differently known and understood by all students. Movement in biological, chemical or physical processes at different levels and in different aspects is analysed by learners at all stages of general education.

**Keywords:** natural science education, internal and interdisciplinary integration, graph tree method, movement.

*Received 20 April 2019; Accepted 12 June 2019*



**Violeta Šlekienė**

PhD., Researcher, Institute of Education, University of Šiauliai, Lithuania.

E-mail: [Violeta@fm.su.lt](mailto:Violeta@fm.su.lt)



**Vincentas Lamanaukas**

PhD., Professor, Institute of Education, University of Šiauliai, Lithuania.

E-mail: [vincentas.lamanaukas@su.lt](mailto:vincentas.lamanaukas@su.lt)

Website: <https://projektas.academia.edu/VincentasLamanaukas>

[https://www.researchgate.net/profile/Vincentas\\_Lamanaukas](https://www.researchgate.net/profile/Vincentas_Lamanaukas)