



TARPDALYKINIŲ RYŠIŲ REALIZAVIMO DIDAKTINĖS GALIMYBĖS: TEMA ŠILUMOS MAINŲ FIZIKINIS MODELIS

**Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė, Vincentas
Lamanauskas**

*Šiaulių universitetas, Gamtamokslinio ugdymo tyrimų
centras, Lietuva*

Anotacija

Vienas esminių gamtamokslinio ugdymo tikslų yra padėti moksleiviams suprasti, kas, kaip ir kodėl gamtoje vyksta. Kitaip sakant, kaip veikia gamtos reiškiniai. Neretai gilindamiesi į gamtos reiškinius, siekdami juos pažinti, patį pažinimo procesą suskaidome į atskiras sritis ar dalis. Šiuo atveju turime atskirus mokymo(si) dalykus, kaip biologija, fizika, chemija ir kt. Tai savaime suprantama, norint pakankamai išsamiai suvokti ir suprasti nagrinėjamas sritis. Kita vertus, lygiai taip pat svarbu integraliai suvokti gamtoje vykstančius reiškinius ir/ar procesus. XX amžiaus antroje pusėje besiplėtojanti sinergetika teigia, kad gamtoje viskas yra integraliai tarpusavyje susiję.

Ugdymo mokslas ir praktika nuolat ieško būdų, kaip realizuoti tarpdiscipliniškumą gamtamokslinio ugdymo procese. Kuriamos ir tobulinamos integruoto ugdymo programos, kitos mokymo(si) priemonės. Tačiau integruotas gamtamokslinio ugdymo turinys tėra vienas iš sistemos elementų. Integralus ir tarpdiscipliniškas turėtų būti ir pats procesas. Vienas iš kelių tokiam procesui realizuoti yra gamtos mokslų dalykų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas. Šioje analizėje atskleidžiamos gamtos mokslų (fizikos, chemijos, biologijos) ir matematikos dalykų ryšių realizavimo didaktinės galimybės, analizuojant šilumos mainų modelį.

Pagrindiniai žodžiai: *gamtamokslinis ugdymas, mokytojų bendradarbiavimas, tarpdalykiniai ryšiai, šilumos mainų modelis.*

Įvadas

Integralus gamtos mokslų supratimas ir gebėjimas naudotis technologijomis yra ypatingai svarbūs kiekvienam jaunuoliui pasiruošti gyventi modernioje visuomenėje. Labai svarbu, kad mokinys turėdamas pakankamai žinių iš atskirų gamtos mokslų, gebėtų atrasti jungtis tarp jų, atpažintų gamtamokslines problemas, mokėtų moksliskai paaiškinti gamtos reiškinius. Kita vertus, gamtamokslinį ugdymą integruojant su kitais mokomaisiais dalykais moksleiviams būtų pateikiamos ne tik gamtos mokslų žinios, bet medžiaga pateikta vadovėliuose, pratybų sąsiuvinuose būtų siejama su mokyklos ir jos aplinkos aktualijomis, moksleivių bei jiems artimų žmonių gyvenamąja vietoje, papročiais ir tradicijomis (Lamanauskas, 2003).

Tam tikslui panaudojamas integralumo ir sistemingumo principas. Tai tarpusavyje susiję ir vienas kitą papildantys edukaciniai principai, sudarantys prielaidas minimaliomis darbo sąnaudomis, neišplečiant ir negilinant mokymo turinio, bet panaudojant vidinius mokymo turinio rezervus, pasiekti geresnį mokymo(si) rezultatą. Tarpdalykiniai ryšiai plėtojami daugiausia tarp tradiciškai gamtos mokslams priskiriamų mokomųjų dalykų: chemijos, biologijos ir fizikos. Nesunkiai į gamtos mokslų mokymą integruojasi ir šiuolaikinės informacinės technologijos. Kiek mažiau atskleistos gamtos mokslų ir

matematikos tarpdalykinių ryšių realizavimo didaktinės galimybės. Ne visi ryšiai tarp gamtos mokslų ir matematikos lengvai pastebimi, kitus atsekti gana sunku. Mokytojui, o juo labiau mokiniui, nelengva suvokti visą mokykloje įgyjamų žinių, mokėjimų aibę, rasti ryšius tarp giminingų žinių, mokėjimų ir juos jungti į vieningą sistemą. Įgytų žinių sisteminimas, gebėjimų formavimasis yra sudėtingi procesai. Pastaruoju metu jaučiamas gamtos mokslų mokymo lygio kritimas ir intereso šiems mokslams mažėjimas. Interesas mažėja, iš dalies, dėl atsirandančių sunkumų įsisavinant mokomąją medžiagą, kas, savo ruožtu, neretai gali būti paaiškinta matematikos žinių trūkumu bei nemokėjimu jų taikyti gamtos mokslų pamokose. Kita vertus, egzistuoja įvairūs skirtumai lyčių, klasės tipo, gebėjimų lygmens ir kitais aspektais (Debacker, Nelson, 2000). Siekiant stiprinti motyvaciją ir didinti interesą gamtos mokslams taikomi įvairūs būdai, pvz., žaidimais grįstas mokymas(is) (angl. game-based learning). Tikimasi, kad tokia prieiga yra efektyvi nagrinėjant sudėtingas gamtamokslines temas, o taip pat laiduojant holistinį mokymo(si) pobūdį (Foster, 2008). Atliekami tyrimai įvairiose šalyse rodo, kad būtini esminiai pokyčiai mokant gamtos mokslų ir matematikos. Pvz., Malaizijoje siekiama, kad mokytojai plėtotų bendradarbiaujančią mokymą bei patys bendradarbiautų siekdami geresnių rezultatų (Zakaria, Iksan, 2007). Gamtos dalykų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas suteikia daug edukacinių galimybių prasingam gamtamoksliniam ugdymui (Frykholm, Glasson, 2005).

Taigi, sprendžiant tarpdalykinės integracijos problemas turi vykti aktyvus bendravimas ir bendradarbiavimas tarp atskirų gamtos mokslų dalykų mokytojų. Tarpdalykinės integracijos realizacija negali vykti pati savaime. Tam būtina specialiai organizuoti patį mokymo procesą, parengti medžiagą. Pirmiausia, reikia išskirti medžiagą, kuri atspindi tarpdalykinius ryšius, parinkti mokymo formas, metodus ir būdus. Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras kartu su kitomis Europos šalimis įgyvendina projektą „Gamtos dalykų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas siekiant geresnių rezultatų“ (MaT²SMc), kurio tikslas – bendradarbiaujant su projekto partneriais gerinti gamtos mokslų dalykų ir matematikos mokytojų praktinį bendradarbiavimą. Plačiau projektas yra pristatytas ankstesnėse publikacijose (Lamanauskas, Šlekienė, Ragulienė, 2014). Vykdamas projekto veiklas yra parengtos penkios temos skirtos tarpdalykiniams ryšiams realizuoti. Temos „Vandens druskingumas“ ir „Fulerenai“ yra aprašytos ir publikuotos (Šlekienė, Ragulienė, Lamanauskas, 2015a, 2015b).

Analizės tikslas: atskleisti gamtos mokslų (fizikos, chemijos, biologijos) ir matematikos dalykų ryšių realizavimo didaktines galimybes, analizuojant *šilumos mainų modelį*.

Apie šilumos perdavimo būdus, mainus mokomasi per visas gamtos mokslų pamokas (fizikos, chemijos, biologijos). Analizuojamos medžiagos pagal gebėjimą praleisti šilumą, mokomą nustatyti kūno ar sistemos temperatūrą, apibūdinti ją, kaip vidinės energijos matą, nustatyti ir nusakyti drėgmę, braižyti grafikus iš jų nusakyti vykstančius procesus. Šiame mokymose etape būtina prisiminti, ką mokiniai mokosi matematikos pamokose. Pagrindinėje bendrojo lavinimo mokykloje per matematikos pamokas mokiniai mokydami skyrių *Sąryšiai ir funkcijos* (Matematika/ Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos, 2008), mokomi aprašyti lentelėmis, grafikais, formulėmis įvairius dėsningumus, sąryšius, priklausomybes ir funkcijas. Jie turi gebėti apibūdinti nepriklausomojo kintamojo (argumento) ir priklausomojo kintamojo (funkcijos) sąvokas, užrašyti jų žymenis, mokėti iš grafiko nustatyti, ar dviejų dydžių priklausomybė yra funkcinė, gebėti rasti funkcijos apibrėžimo bei reikšmių sritis, funkcijos reikšmių

didėjimo, mažėjimo, pastovumo intervalus, didžiausią ar mažiausią funkcijos reikšmę. Funkcijų, jų savybių ir naudojimosi jomis principų suvokimas padeda mokiniams suprasti, kad dauguma aplinkos reiškinių aprašomi funkcijomis ir kodėl kiti mokslai plačiai taiko matematiką. Siekiant realizuoti tarpdalykinius gamtos mokslų dalykų ir matematikos ryšius siūloma pamokoje atlikti eksperimentą tema *Vandens, esančio moliniame ąsotyje, šilumos kitimo tyrimas*.

Pamokos organizavimo ir tyrimo atlikimo metodika

Pamoka gali būti vedama 7–9 klasėje, priklausomai nuo to, per kokio dalyko (fizikos, chemijos, biologijos) pamokas vyks eksperimentas. Mokiniai, žinodami iš fizikos ir biologijos, kas yra temperatūra, drėgmė, kaip vyksta šiluminė apykaita, atlieka matavimus, nubraižo temperatūros ir drėgmės grafikus ir nustato vandens šilumos kitimą moliniame ąsotyje. Taip pat mokiniai prisimena ir aptaria iš matematikos, kaip analizuoti grafikais išreikštas priklausomybes tarp dviejų dydžių, įvertinti proceso kitimo spartą. Diskutuojuama apie energijos tvermės dėsnį įvairių fizikinių energijos virsmų atveju, apie temperatūros ir oro drėgmės reikšmę žmogui ir jo aplinkai.

Prieš pradėdant darbą numatomi pamokos rezultatai, kad atlikę eksperimentą ir baigę temos analizę:

visi mokiniai

- mokės apibūdinti temperatūrą;
- mokės apibūdinti garavimo procesą;
- gebės pagal instrukciją parengti priemonės darbui;

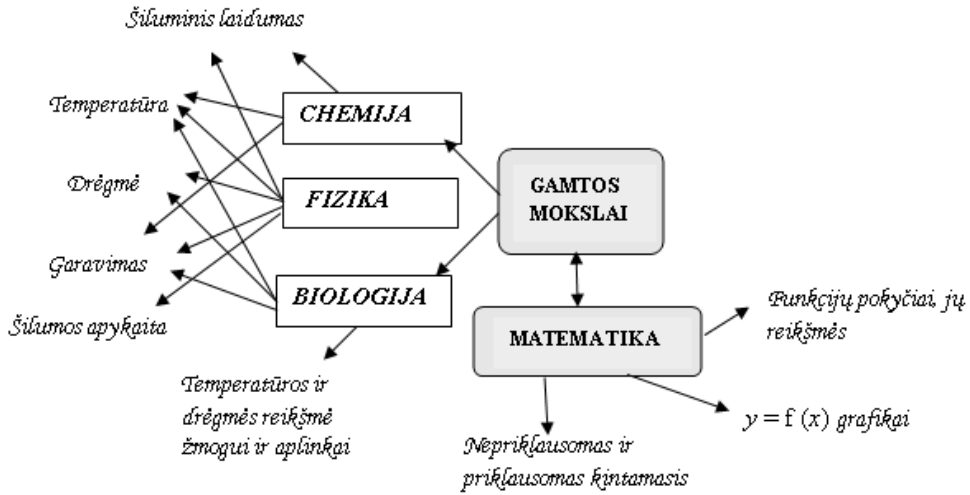
dauguma mokinių

- mokės nusakyti temperatūrą, kaip vidinės kūno energijos matą;
- mokės apibūdinti parametrus, nusakančius fazinius virsmus;
- mokės nubrėžti drėgmės ir temperatūros kitimo grafikus;
- mokės iš grafikų paaiškinti šilumos kitimo procesus;

kai kurie mokiniai

- gebės rasti sąsajų tarp šilumos apykaitos, vykstančios moliniame ąsotyje ir žmogaus kūne jam prakaituojant;
- mokės nusakyti oro drėgmės reikšmę žmogui ir jo aplinkai.

Pamokoje galėtų dalyvauti keli skirtingų dalykų (fizikos, chemijos, biologijos, matematikos) mokytojai. Fizikos mokytojas primintų mokiniams ar pagilintu jų žinias apie temperatūrą, drėgmę, garavimą, šilumos apykaitą, chemijos mokytojas – apie šiluminį laidumą, biologijos mokytojas – apie temperatūros ir drėgmės poveikį žmogui ir jį supančiai aplinkai, matematikos mokytojas – prisimintų funkcijas, jų pokyčius, grafikų braižymą (1 pav.).



1 pav. Tarpdalykiniai ryšiai atliekant eksperimentą *Vandens, esančio moliniame ąsotyje, šilumos kitimo tyrimas.*

Rezultatų analizė ir aptarimas yra efektyvus, kai darbas atliekamas poromis arba grupelėmis po 3–5 mokinius. Šio eksperimento rezultatai mokiniams nėra iš anksto žinomi, todėl atsiranda galimybė diskutuoti grupėse.

Pamokos struktūrinės dalys:

- teorinės medžiagos aptarimas,
- praktinio darbo esmės ir eksperimento eigos paaiškinimas,
- eksperimento ir užduočių atlikimas,
- gautų rezultatų ir jų prasingumo aptarimas.

Šilumos kitimas ir perdavimas

Šilumos perdavimo būdas, kai šiluma sklinda iš vieno besiliečiančio kūno į kitą kūną arba kūno viduje, vadinamas šiluminiu laidumu. Medžiagos, kurios šilumą praleidžia labai gerai, vadinamos šilumos laidininkais (pvz.: sidabras, varis, auksas ir kt. metalai), medžiagos, kuriomis šiluma beveik nesklinda, vadinamos šilumos izoliatoriais (pvz.: plastikai, mediena, stiklas, oras ir kt.). Antikos laikais klajojančios gentys, gyvenusios karštosiose ir sausose vietovėse, vandenį laikydavo moliniuose ąsočiuose. Nepaisant aplinkos karščio vanduo išlikdavo šaltas. Molis yra poringa medžiaga, todėl vanduo gali prasiskverbti per jį.

Kūnų temperatūra matuojama įvairių tipų termometrais. Matavimo taisyklė paprasta: termometras tam tikrą laiką turi būti sąlytyje su kūnu, kad kūno ir termometro temperatūra susilygintų, kol nusistovi *šiluminė pusiausvyra*. Tada termometro rodmenys nekinta. Kūną pašildžius, tarp jo ir termometro susidaro kita šiluminė pusiausvyra, termometras rodo kitą temperatūrą. Vadinasi, *temperatūra apibūdina kūnų šiluminės pusiausvyros būseną*. Kalbant apie šiluminę būseną, sumaišius skirtingos temperatūros dujas, molekulių netvarkingo slenkamojo judėjimo vidutinė kinetinė energija susilygina, nusistovi bendra

temperatūra. Sakoma, kad *temperatūra yra molekulių netvarkingo judėjimo vidutinės kinetinės energijos matas*.

Skysčio molekulių greitis toje pačioje temperatūroje nevienodas. Didžiausių greičių molekulės nugali kitų molekulių trauką, išlekia iš skysčio, sakome, *skystis garuoja*. Netekęs molekulių su didesne kinetine energija, garuodamas *skystis aušta*.

Iš skysčio išlėkusios molekulės juda netvarkingai, susitelkia prie skysčio paviršiaus. Kai kurios grįžta atgal į skystį, *garai kondensuojasi*. Uždarame inde gali susidaryti sąlygos – kiek skysčio molekulių išlekia, tiek garų molekulių per tą patį laiką atgal grįžta į skystį. Tokie garai, kurie yra dinaminėje pusiausvyroje su skysčiu, vadinami *sočiaisiais garais*.

Žemė vienintelė planeta, kurios paviršiuje daug vandens. Atmosferoje yra vandens garų, kurie turi įtakos procesams, vykstantiems Žemės paviršiuje. Vandens garų kiekis atmosferoje vadinamas *oro drėgme*, kuri nuolat kinta. Drėgmė svarbi augmenijai, turi įtakos gyvūnams. Nuo jos priklauso žmogaus savijauta. Oro drėgmė veikia pastatus, meno kūrinius. Svarbu tinkamą drėgmę palaikyti gyvenamosiose patalpose, ypač saugant vaisius, daržoves, maisto produktus.

Gera savijautai reikalinga santykinė drėgmė nuo 40% iki 60%. Žiemą šildomose gyvenamosiose patalpose santykinė drėgmė nesiekia 20%. Greitai išdžiūsta nosies, gerklės gleivinė, plaučiai, lauke galima peršalti ir susirgti. Žiemą gyvenamąsias patalpas reikia drėkinti.

Aukšta aplinkos temperatūra gali pakelti žmogaus kūno temperatūrą. Nors oda jaučia ir išorės temperatūros pokytį, tačiau temperatūros valdymo centras, esantis tarpinėse smegenyse, jautrus tik kraujo temperatūros pokyčiams. Kai kūno temperatūra yra aukštesnė už normalią, valdymo centras siunčia signalus, kurie priverčia odos paviršiuje esančias arterioles išsiplesti, į jas priplaukia daugiau šilto kraujo, oda įrausta. Taip pat suaktyvinamos prakaito liaukos, kurios padidina gaminamo prakaito kiekį. Prakaitui išsiliejus į odos paviršių vyksta garavimo procesas. Garai sumažina šilumos kiekį odos paviršiuje, nes vanduo virstant garais šilumą naudoja vandenilinių ryšių nutraukimui. Odos paviršius vėsta atvėsindamas tekantį kraują. Mažėjant aplinkos temperatūrai valdymo centras įjungia šilumos taupymo mechanizmą. Tuomet odos paviršinės arteriolės susitraukia, o giluminės išsiplečia. Taip išsaugoma normali kūno temperatūra.

Praktinio darbo esmė ir eksperimento eiga

Aptarus teorinę dalį, suformuluojama tyrimo problema, iškeliami hipotezė ir eksperimento tikslas, mokiniai supažindinami su priemonėmis ir aptariama eksperimento eiga.

Tyrimo problema: kaip vyksta vandens šilumos kitimas moliniame ąsotyje.

Tyrimo hipotezė: išsiskiriant šilumai iš molinio ąsočio į aplinką vandens temperatūra mažėja, o aplinkos drėgmė didėja.

Eksperimento tikslas: ištirti vandens temperatūros ir aplinkos drėgmės kitimą šilumai išsiskiriant iš molinio ąsočio į aplinką.

Priemonės:

- 2 moliniai ąsočiai;
- 2 dangteliai ąsočiams uždengti. Dangteliai su skylėmis temperatūros jutikliams įdėti;
- karštas vanduo (apie 70 °C);
- 2 temperatūros jutikliai (nuo -25 °C iki 110 °C) arba termometrai;

- 2 drėgmės jutikliai;
- plastikinis maišelis;
- raištelis plastikiniam maišeliui užrišti;
- kompiuterizuota mokymo sistema (*Nova5000*, *Xplorer GLX* arba kt.).

Eksperimento eiga

Priemonės parengiamos, kaip parodyta 2 paveiksle:



- Į ąsočius įpilamas vienodas kiekis, vienodos temperatūros karšto vandens (maždaug 2/3 ąsočio tūrio).
- 1 molinis ąsotis įdedamas į plastikinį maišelį.
- Temperatūros jutikliai įkišami į kiekvieno dangtelio skylės.
- Vienas drėgmės jutiklis įdedamas į plastikinį maišelį, kitas – paliekamas prie 2 ąsočio.
- Plastikinis maišelis, kuriame yra ąsotis, užrišamas.
- Fiksuojami temperatūros pokyčiai abiejuose ąsočiuose apie 10 minučių.
- Fiksuojami drėgmės pokyčiai aplinkoje ir plastikiniame maišelyje apie 10 minučių.
- Po 10 min. išimamas 1 ąsotis ir drėgmės jutiklis iš maišelio.
- Stebimi drėgmės ir temperatūros pokyčiai dar 10–15 minučių.
- Pokyčius galima stebėti ir ilgiau, palikus *Nova5000* veikti net keletą valandų.
- Nubraižomi temperatūros $t = f(\tau)$ grafikai.
- Nubraižomi drėgmės $\rho = f(\tau)$ grafikai.

Užduočių atlikimas

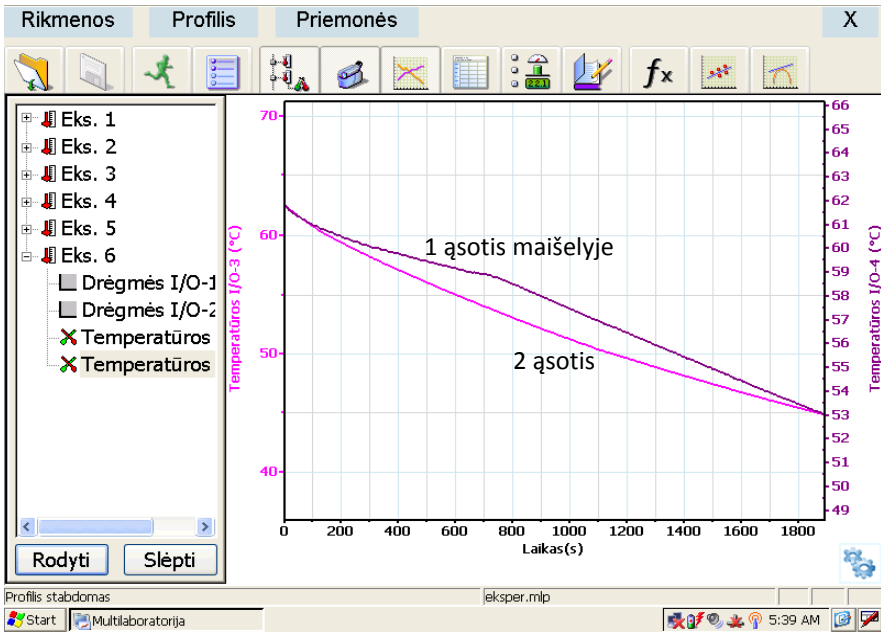
Mokiniai pildo užduočių lapą.

- Užpildo temperatūros (t) ir drėgmės (ρ) duomenų lenteles (1 lentelė).

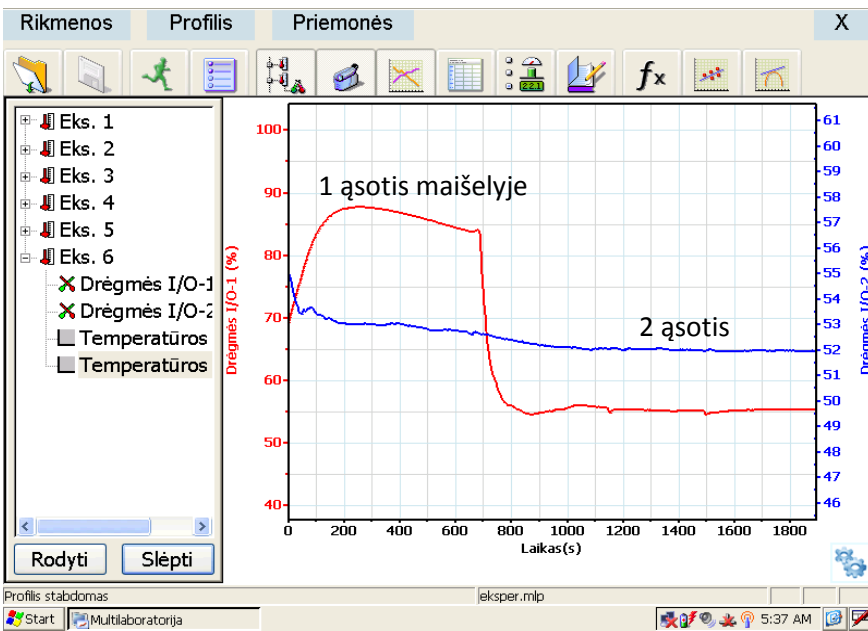
1 lentelė. Temperatūros ir drėgmės kitimas

Eksperimento laikas τ (min)	1 ąsotyje temperatūra, t (°C)	2 ąsotyje temperatūra, t (°C)	Prie 1 ąsočio drėgmė, ρ (%)	Prie 2 ąsočio drėgmė, ρ (%)
1 ąsotis plastikiniame maišelyje				
Išėjimus 1 ąsotį iš plastikinio maišelio				

- Iš lentelės duomenų perbraižo $t = f(\tau)$ ir $\rho = f(\tau)$ grafikus, kuriuos mato kompiuterizuotos mokymo sistemos *Nova5000* arba *Xplorer GLX* ekrane (3 pav., 4 pav.).
- Iš grafikų nustato ir užrašo temperatūros ir drėgmės pradinę ir galinę vertę pirmame ir antrame ąsotyje.
- Palygina gautus rezultatus.
- Apskaičiuoja temperatūros ir drėgmės pokyčius per vienodą laiką (pvz., per 200s) kiekviename ąsotyje skirtinguose laiko intervaluose (pvz., nuo 200s iki 400s ir nuo 1000s iki 1200s).
- Palygina temperatūros ir drėgmės pokyčius pirmame ir antrame ąsotyje bei paaiškina gautus skirtumus.
- Nustato ir paaiškina vandens vėsimą spartą kiekviename tirtame laiko intervale.

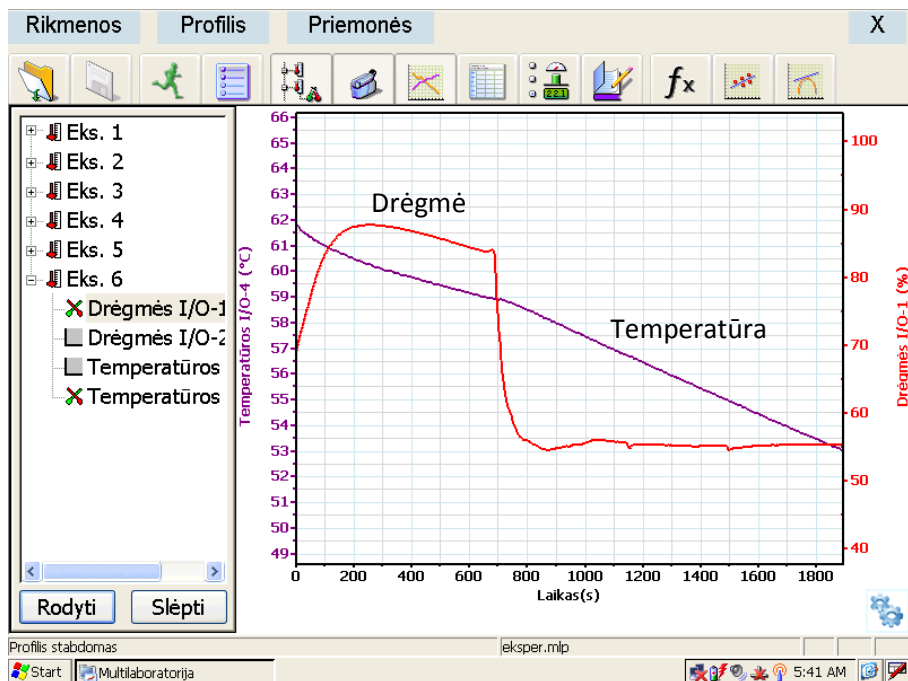


3. pav. Temperatūros $t = f(\tau)$

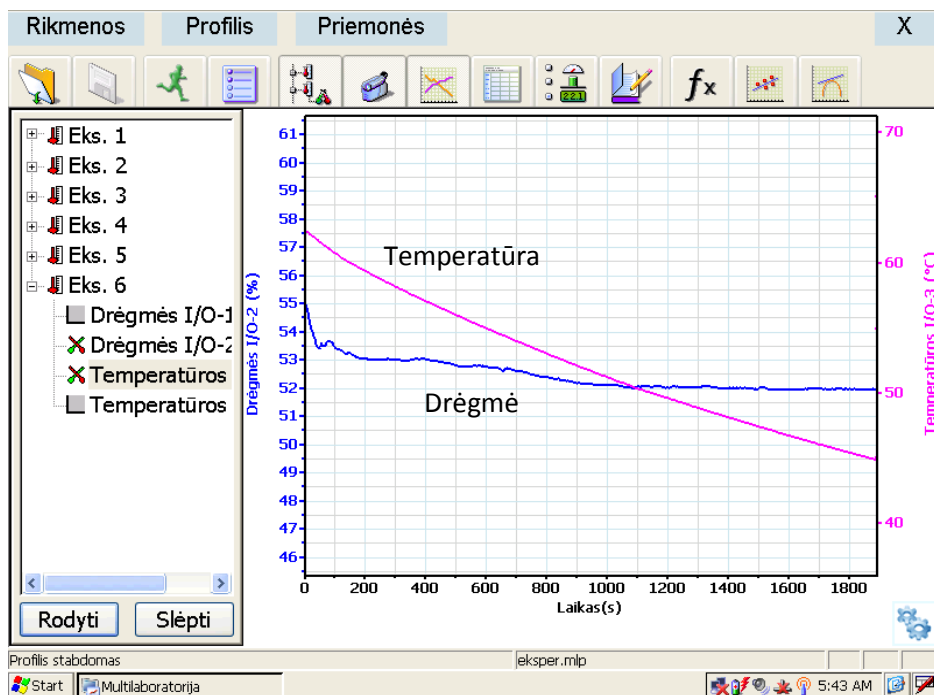


4. pav. Drėgmės $\rho = f(\tau)$ grafikas

Gabesniųjų mokinių prašoma viename grafike pavaizduoti 1 ąsočio temperatūros ir drėgmės kitimo priklausomybę nuo laiko (5 pav.), kitame – 2 ąsočio (6 pav.). Paaiškinti šių parametų kitimus.



5 pav. 1 šoċio temperatūros ir drēgmēs grafikai



6 pav. 2 šoċio temperatūros ir drēgmēs grafikas

Rezultatų aptarimas

Mokiniai aptaria eksperimento eigą, gautus rezultatus, rezultatų prasmingumą.

Mokiniai prašomi padaryti išvadą apie temperatūros pokyčius abiejuose ąsočiuose, paaiškinti skirtumus. Padaryti išvadą apie drėgmės pokyčius eksperimento metu, paaiškinti, kodėl išėmus ąsotį iš maišelio, drėgmė staigiai sumažėja. Aptariama sąvoka *vėsimo sparta*. Akcentuojamas vėsimo proceso netiesiškumas. Aiškinamasi, kodėl pirmame ąsotyje vanduo pradžioje vėso lėčiau, o išėmus ąsotį iš maišelio – sparčiau, o antrame ąsotyje – atvirkščiai.

Su mokiniais aptariamos sąsajos tarp šilumos apykaitos, vykstančios moliniame ąsotyje ir žmogaus kūne jam prakaituojant bei oro drėgmės reikšmė žmogui ir jo aplinkai.

Papildoma veikla

Pamokos įtvirtinimui arba namų darbams siūloma atlikti papildomą užduotį „Vandens vėsimo sparta“.

Į indą, įpiltą verdančio vandens, įdėtas termometras ir kas 2 minutes matuojama vandens temperatūra. Lentelėje pateikti eksperimento duomenys.



Laikas, min.	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Temperatūra, °C	100	88	80	74	68	64	60	58	56	54	52	50	48	47	46

- Nubrėškite vėstančio vandens temperatūros priklausomybę nuo laiko grafiką.
- Apskaičiuokite vandens temperatūros vėsimo spartą kas 4 minutes.
- Kada vanduo sparčiau vėso ir kodėl?

Apibendrinimas

Pateiktoje analizėje vienos pamokos pavyzdžiu atskleistos gamtos mokslų (fizikos, chemijos, biologijos) ir matematikos dalykų ryšių realizavimo didaktinės galimybės. Pristatytas eksperimento *Vandens, esančio moliniame ąsotyje, šilumos kitimo tyrimas* pavyzdinis scenarijus. Mokiniai, gamtos mokslų pamokose atlikę eksperimentą, braižo temperatūros ir drėgmės kitimo laike grafikus, integraliai analizuoja eksperimento metu gautus rezultatus. Jų analizei pritaiko matematikos žinias apie priklausomus ir nepriklausomus kintamuosius, prisimena, kaip grafikais išreiškiamos priklausomybės tarp dviejų dydžių. Pateiktos pamokos struktūrinės dalys: teorinės medžiagos aptarimas, praktinio darbo esmės ir eksperimento eigos paaiškinimas, eksperimento ir užduočių atlikimas, gautų rezultatų ir jų prasmingumo aptarimas leis gamtos mokslų mokytojams praveisti pamoką apie šilumos mainus, panaudojant integravimo galimybes.

Literatūra

- Debacker, T. K., Nelson, R. M. (2000). Motivation to learn science: Differences related to gender, class type, and ability. *The Journal of Educational Research*, 93 (4), 245–254.
- Foster, A. (2008). Games and motivation to learn science: Personal identity, applicability, relevance and meaningfulness. *Journal of Interactive Learning Research*, 19 (4), 597–614.
- Frykholm, J., Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105 (3), 127–141. doi: 10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x.
- Lamanauskas, V. (2003). *Natural science education in contemporary school*. Siauliai: Siauliai University Press, 514 p.
- Lamanauskas, V., Šlekienė, V., Ragulienė, L. (2014). Gamtos mokslų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas: „MaT²SMc“ projektas [Natural Science and Mathematics Teachers Collaboration: Project „MaT²SMc“]. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje - 2014 / Natural Science Education in a Comprehensive School - 2014*, XX, 88–95.
- Šlekienė, V., Ragulienė, L., Lamanauskas, V. (2015). Gamtos mokslų ir matematikos dalykų integravimo galimybės tyrinėjant vandens druskingumą [Natural Science and Mathematics Integration Possibilities Researching Water Salinity]. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje - 2015 / Natural Science Education in a Comprehensive School - 2015*, 21, 60–67.
- Šlekienė, V., Ragulienė, L., Lamanauskas, V. (2015). Tarpdalykinių ryšių realizavimo didaktinės galimybės: tema *Nanotechnologijų pradžia – fulerenai* [Interdisciplinary Relation Realisation Didactic Possibilities: Subject *Nanotechnology Beginning – Fullerenes*]. *Gamtamokslinis ugdymas / Natural Science Education*, 12 (1), 20–31.
- Matematika/ Pagrindinio ugdymo bendrosios programos: matematika (2008). Lietuvos Švietimo ir mokslo ministerija. Prieiga per internetą: http://www.smm.lt/uploads/documents/svietimas/ugdymo-programos/5_Matematika.pdf [žiūrėta 2015-09-03].
- Zakaria, E., Iksan, Z. (2007). Promoting cooperative learning in science and mathematics education: A Malaysian perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (1), 35–39.

Summary

INTERDISCIPLINARY RELATION REALISATION DIDACTIC POSSIBILITIES: SUBJECT *HEAT TRANSFER PHYSICAL MODEL*

Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė, Vincentas Lamanauskas
Siauliai University, Lithuania

One of the natural science education aims is to help students understand what is going on in nature, how and why? In other words, how natural phenomena function. Quite often, going deeper into natural phenomena, seeking to cognise them, we split the cognition process itself into separate spheres or parts. In this case we have separate teaching/learning subjects, such as Biology, Physics, Chemistry and other. It is understandable in itself, in order to sufficiently exhaustively perceive and understand the analysed spheres. On the other hand, it is equally important to integrally perceive the phenomena and/ or processes going on in nature. In the second part of the 20th century, the developing synergetics states, that everything in nature is integrally interrelated. Education science and practice constantly search for the ways how to realise transdisciplinarity in natural science education process.

Integrated education programmes are created and improved and the other teaching/learning devices. However, integrated natural science education content is the only one from the system elements. Integral and transdisciplinary should be the process itself. One of the ways to realise such process is Natural science and Maths teachers' cooperation. In this analysis, relationship realisation didactic possibilities between the subjects of Natural science (Physics, Chemistry, Biology) and Maths are analysed, analysing heat transfer model.

Giving one lesson example, Natural science (Physics, Chemistry, Biology) and Maths subject relationship realisation didactic possibilities are revealed in the presented analysis. Specimen scenario of *the heat exchange research Water containing a clay jug* is presented. The pupils, having performed the experiment in Natural science lessons, draw the graphs of temperature and humidity change in time, integrally analyse the results obtained during the experiment. For the result analysis they apply Mathematics knowledge about dependent and independent variables, remember how the relationship between two variables is expressed by graphs. The lesson's structural parts are presented: discussion of theoretical material, explanation of practical work meaning and experiment procedure, the experiment and the task performance, discussion of the obtained results and their meaningfulness will enable natural science teachers to give a lesson about heat transfer, using integration possibilities.

The research is carried out during implementation of the international project „Materials for Teaching Together: Science and Mathematics Teachers collaborating for better results“. Number of the contract: 539242-LLP-1-2013-1-AT-COMENIUS-CMP/.

Key words: integrated education programmes, heat transfer, science education, science teachers, transdisciplinarity in science education.

Received 22 June 2015; Accepted 15 August 2015

	<p>Violeta Šlekienė PhD., Senior Researcher, Natural Science Education Research Centre, Siauliai University, P. Visinskio Street 25-119, LT-76351 Siauliai, Lithuania E-mail: violeta@fm.su.lt Website: http://www.gutc.su.lt</p>
	<p>Loreta Ragulienė PhD., Senior Researcher, Natural Science Education Research Centre, Siauliai University, P. Visinskio Street 25-119, LT-76351 Siauliai, Lithuania E-mail: loretar@gmail.com Website: http://www.gutc.su.lt</p>
	<p>Vincentas Lamanuskas PhD., Professor, Department of Education & Psychology, University of Šiauliai, Lithuania. E-mail: v.lamanuskas@ef.su.lt Website: https://projektas.academia.edu/VincentasLamanuskas</p>