

**MOKSLINIS METODINIS CENTRAS  
„SCIENTIA EDUCOLOGICA“**



**GAMTAMOKSLINIS UGDYMAS BENDROJO  
LAVINIMO MOKYKLOJE-2014**

*XX nacionalinės mokslinės praktinės konferencijos straipsnių rinkinys,  
Panevėžys, 2014 m. balandžio mėn. 25–26 d.*

**NATURAL SCIENCE EDUCATION  
IN A COMPREHENSIVE SCHOOL-2014**

*Proceedings of the Twentieth National Scientific-Practical Conference,  
Panevėžys, 25–26 April, 2014*

## **Konferencijos rengėjas / Conference Organizer**

Visuomeninė organizacija mokslinis metodinis centras „Scientia Educologica“  
/ Scientific Methodical Center „Scientia Educologica“

## **Organizacinis komitetas / Organizing Committee**

### **Pirmininkas**

Prof. dr. Vincentas Lamanauskas, MMC „Scientia Educologica“

### **Nariai**

Dr. Renata Bilbokaitė, *Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras*  
Regina Kliminskienė, *Panevėžio gamtos mokykla*

Dr. Laima Railienė, *MMC „Scientia Educologica“*

Doc. dr. Violeta Šlekienė, *Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras*

Doc. dr. Loreta Ragulienė, *Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras*

Augustas Uktveris, *VšĮ Ekologinio švietimo centras, savaitraštis „Žalioji pasaulis“*

## **Redakcinė kolegija / Editorial Board**

Prof. dr. Andris Broks, *Latvijos universitetas, Latvija*

Prof. dr. Janis Gedrovics, *Rygos mokytojų rengimo ir švietimo vadybos akademija, Latvija*

Prof. dr. Vincentas Lamanauskas, *Šiaulių universitetas, Lietuva*

Dr. Naglis Švickus, *Mokslinis metodinis centras „Scientia Educologica“, Lietuva*

Dr. Laima Railienė, *Šiaulių universitetas, Lietuva*

Doc. dr. Loreta Ragulienė, *Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras, Lietuva*

Doc. dr. Violeta Šlekienė, *Šiaulių universiteto Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras, Lietuva*

Dr. Elena Vasilevskaja, *Baltarusijos valstybinis universitetas, Baltarusija*

## **Konferencijos partneriai / Conference Partners**

Viešoji įstaiga „Ekologinio švietimo centras“ ir savaitraštis „Žalioji pasaulis“  
Panevėžio gamtos mokykla

## **Konferencijos rėmėjai / Conference Sponsors**

Scientia Socialis

ISSN 2335-8408

© Mokslinis metodinis centras „Scientia Educologica“, 2014

The authors of the reports are responsible for the scientific content and novelty of the conference materials

“Forest” festivals are organized using the principle of thematic stations. The amount of stations depends on the number of classes (teams). Students can practise different activities in a particular station. Recognition of trees, herbs, nature sights, games, mushroom picking and various other thematic stations are organized.

Elder children prepare the stations. Thus, students from primary school familiarize with the closest environment.

**Key words:** nontraditional lessons, environmental surroundings, primary classes.

## **GAMTOS MOKSLŲ MOKYTOJŲ EKSPERIMENTINĖS VEIKLOS KOMPETENCIJOS TOBULINIMAS**

**Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė**

Šiaulių universitetas, Gamtamokslinio ugdymo tyrimų centras, Lietuva

El. paštas *Violeta@fm.su.lt*, *loretar@gmail.com*

### Įvadas

Šiuolaikinių ugdymo paradigmų kaita ir technologinės galimybės tobulinti gamtamokslinių dalykų edukacinę praktiką skatina ieškoti kelių, kaip stiprinti gamtos mokslų (biologijos, chemijos, fizikos) mokytojų kompetencijas, o kartu ir mokyimo kokybę bendrojo ugdymo vidurinėse mokyklose ir gimnazijose. Svarbų žingsnį šiai problemai spręsti padarė projektas „Technologijų, menų ir gamtos mokslų infrastruktūra“. Šio projekto tikslas – plėsti galimybes mokiniams renkantisi mokymosi kryptį, atitinkančią įvairius jų polinkius bei poreikius, todėl šalies bendrojo ugdymo vidurinėse mokyklose buvo atnaujinta gamtos mokslų mokymo materialinė bazė. Vykdamas šį projektą nuo 2009 m. 404 šalies mokyklų technologijų, menų ir gamtos mokslų kabinetai aprūpinti įranga ir šiuolaikinėmis mokymo priemonėmis už 77 mln. litų (Projektas „Technologijų, menų ir gamtos mokslų infrastruktūra“. Švietimo ir mokslo ministerijos švietimo aprūpinimo centras; <http://www.sac.smm.lt/index.php?id=26e>). Tačiau vien infrastruktūros nepakan-ka. Kai mokymo priemonės atnaujintos, reikia ir naujų metodinių rekomendacijų. Siekiant stiprinti gamtos mokslų mokymo kokybę, būtina nuosekli sisteminė mokymosi aplinkos plėtra, t. y. nauji mokymo(si) išteklių ir sistemingas mokytojų kvalifikacijos tobulinimas. Šiai problemai spręsti buvo skirtas projektas „Gamtos mokslų mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijos tobulinimas atnaujintų mokymo priemonių ir 9–12 klasių bendrųjų programų pagrindu“ (GAMEK).

Šiame **straipsnyje pristatoma** projekto „Gamtos mokslų mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijos tobulinimas atnaujintų mokymo priemonių ir 9–12 klasių bendrųjų programų pagrindu“ veikla, aptariamai kompiuterizuoti eksperimentai gamtos mokslų dalykams mokyti.

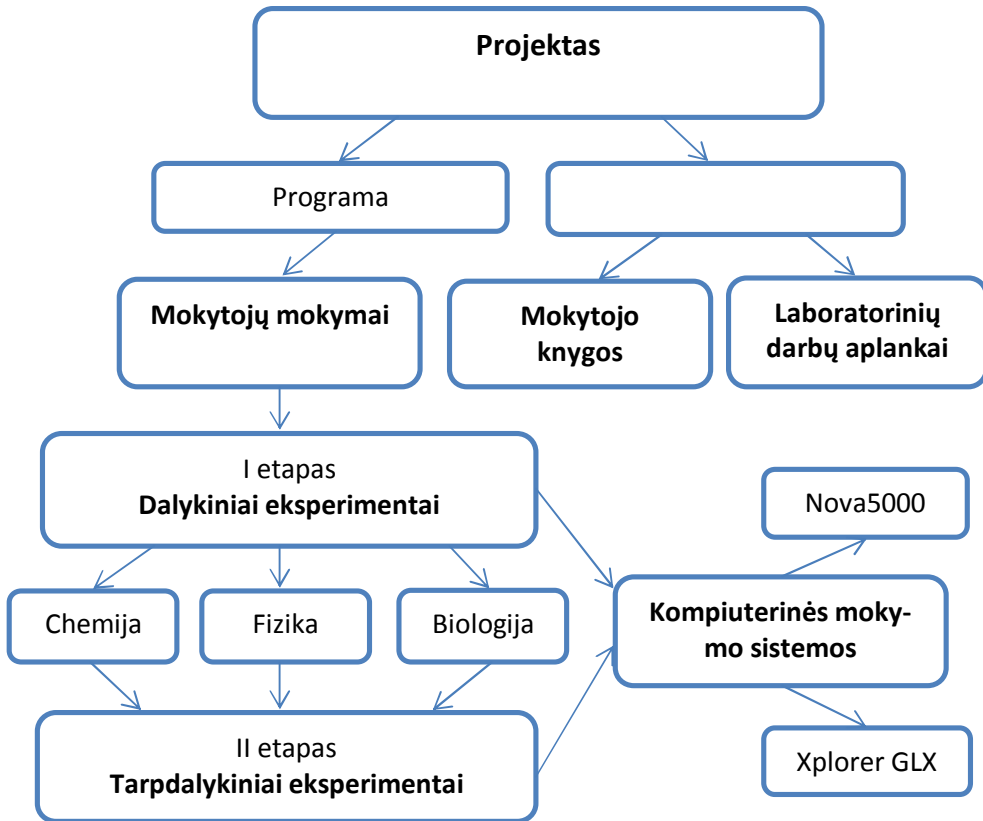
### **Projekto GAMEK apibūdinimas**

Projektas skirtas fizikos, chemijos, biologijos mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijoms tobulinti. Projekto įgyvendinimo laikotarpis – nuo 2012-04-01 iki 2014-03-31. Projekto koordinatorius – Lietuvos edukologijos universitetas, partneriai – Šiaulių universitetas ir Vytauto Didžiojo universitetas. Visų trijų universitetų veikla buvo vienoda (1 pav.):

- gamtos mokslų mokytojų kvalifikacijos tobulinimo programos parengimas;
- gamtos mokslų dalykų mokytojų mokymai;
- atskirų gamtos mokslų dalykų (fizikos, chemijos ir biologijos) knygų mokytojams parengimas;
- gamtos mokslų dalykų laboratorinių darbų aplankų mokytojams parengimas.

### **Mokytojų mokymai**

Buvo parengta gamtos mokslų mokytojų kvalifikacijos tobulinimo programa. Pagal sudarytą programą per 300 fizikos, chemijos ir biologijos mokytojų iš įvairių Lietuvos mokyklų buvo mokomi atlikti eksperimentinius darbus, įvaldant naują mokymo techniką ir metodiką. Mokymai pagal tą pačią programą vyko dviem etapais po 1 savaitę (iš viso 2 savaitės, 60 akademinių valandų) trijuose universitetuose: Lietuvos edukologijos, Šiaulių ir Vytauto Didžiojo. Tarp mokymo etapų buvo kelių mėnesių pertrauka, kad mokytojai savo darbo vietoje galėtų giliau išmokti tai, ką sužinojo. Mokytojams, dalyvavusiems projekte, buvo išduoti kvalifikacijos kėlimo pažymėjimai.



1 pav. Projekto GAMEK veikla

### Mokytojo knyga. Laboratorinių darbų aplankai

Parengtos elektroninės fizikos, chemijos ir biologijos mokytojo knygos ir laboratorinių darbų aplankai, kurių paskirtis – padėti mokytojui pasirengti ir vesti laboratorinio darbo pamoką, naudojant skaitmenines laboratorinių darbų priemones. Mokytojo knygose aprašoma metodika, kaip organizuoti laboratorinio darbo pamoką, atsižvelgiant į šiuolaikines ugdymo paradigmas, grindžiamas konstruktyvizmu ir humanizmu.

Kiekvieną mokytojo knygą sudaro trys skyriai. Knygos turinys suderintas su laboratorinių darbų sąsiuvinų turiniu. Kiekvieno praktinio pobūdžio temoje paaiškinama, kaip mokytojas turėtų naudoti laboratorinių darbų sąsiuvinį.

Pirmasis knygos skyrius yra teorinio pobūdžio, jame apžvelgiami kūrybinės visuomenės bruožai, bendrųjų kompetencijų ugdymo aktualijos ir realijos, išryškintas pažinimo kompetencijos vaidmuo eksperimentinėje veikloje, pažinimo kompetencijos ir kitų bendrųjų kompetencijų dermė, nagrinėjamas tyrinėjimu

grindžiamas mokymasis, aktyvieji mokymosi metodai, kurie galėtų pajvairinti edukacinę praktiką laboratorinio darbo pamokoje.

Antrasis mokytojo knygos skyrius yra praktinio pobūdžio, susijęs su dalyko (fizikos, chemijos arba biologijos) laboratorinių darbų atlikimu. Čia pristatomi biologijos, chemijos ir fizikos dalykų mokytojams skirti dalykiniai eksperimentai (tiriamieji darbai), kurie parengti panaudojant naujas mokymo priemones. Dalykinių eksperimentų ugdymo sritys ir tiriamojo darbo temos atitinka LR vidurinio ugdymo bendrąsias programas (Vidurinio ugdymo bendrosios programos. [http://portlas.emokykla.lt/bup/Puslapiai/vidurinis\\_ugdymas\\_bendras.aspx](http://portlas.emokykla.lt/bup/Puslapiai/vidurinis_ugdymas_bendras.aspx).) ir apima 9–12 klasių mokymo turinio pirmąjį ir antrąjį koncentrus. Kiekvieno laboratorinio darbo tema išdėstoma tokiu nuoseklumu: temos pavadinimas, laboratorinio darbo sąsaja su bendrosiomis programomis, teorinis pagrindimas, eksperimento metodika, darbo problema, tyrimo hipotezė, tikslas, laukiami ugdymo rezultatai, eksperimento eiga, kontrolinės užduotys ir jų atsakymai.

Trečiasis mokytojo knygos skyrius yra praktinio tarpdalykinio pobūdžio. Jame aprašomos tarpdalykinio turinio užduotys ir jų atlikimo metodika. Tarpdalykinio turinio laboratoriniai darbai pateikiami tokiu pat nuoseklumu kaip ir dalykiniai laboratoriniai darbai.

#### *Eksperimentinių darbų paskirtis:*

- laboratoriniams darbams pamokoje (darbus galima atlikti atskiromis užduotimis);
- demonstracijoms;
- individualioms užduotims;
- popamokinei veiklai;
- projektiniams darbams;
- pasirengti olimpiadoms.

### **Tyrinėjimu grindžiamas mokymas**

Rengiant eksperimentinių (laboratorinių) darbų aprašus gamtos mokslų dalykų mokytojo knygai ir laboratorinių darbų aplankams, vykdant mokytojų mokymus, buvo išryškinti tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys.

Žinoma, kad tą patį laboratorinį darbą, naudojant tas pačias laboratorines priemones galima atlikti skirtingais būdais. Edukacinėje praktikoje dažniausiai taikomas tas laboratorinių darbų atlikimo modelis, kai mokiniui pateikiamas išsamus laboratorinio darbo aprašymas. Jį sudaro darbo tikslas, priemonės, darbo eiga, paklaidų skaičiavimo paaiškinimai. Tačiau galima taikyti ir kitokią laboratorinių darbų metodiką. Bell R. L., Smetana L., Binns I. (2005), vėliau H. Banchi ir R. Bell

(2008) nagrinėjo tyrinėjimu grindžiamą mokymąsi ir išskyrė keturis jo lygmenis (metodikas): patvirtinantis tyrinėjimas, struktūruotas tyrinėjimas, koordinuotas tyrinėjimas, atviras tyrinėjimas. Tyrinėjimu grindžiamo mokymosi lygmenys skiriasi kūrybinės veiklos sudėtingumu. Mažiausiai kūrybingumo reikalauja pirmasis lygmuo, daugiausiai – ketvirtasis atviro tyrinėjimo lygmuo. Tyrinėjimu grindžiamas mokymas ir jo panaudojimas eksperimentinėje veikloje detaliam aptartas autorių straipsnyje *Inquiry-based Physics Education by Using Science Learning System Xplorer GLX* (Šlekienė V., Ragulienė L., 2013).

### **Kompiuterizuotos mokymo sistemos**

Parengtiems fizikos, chemijos, biologijos eksperimentams atlikti, duomenims analizuoti ir vizualizuoti buvo naudojamos kompiuterizuotos laboratorinės sistemos *NOVA5000* ir *Xplorer GLX*. Šių sistemų pagrindas yra sąsaja su kompiuteriu ir programinė įranga. Prie šios sąsajos jungiami įvairūs jutikliai, kurie yra matavimo prietaisų analogai, o jų rodmenys atvaizduojami kompiuterio ekrane. Taip matavimo duomenys patenka tiesiogiai į kompiuterį, kur gali būti įvairiai analizuojami, atvaizduojami grafiškai ir pan.

Tokios mobilios kompiuterizuotos sistemos yra pritaikytos aktyviai eksperimentuoti (*NOVA5000*, *Xplorer GLX*): įdiegta eksperimentų valdymo, duomenų gavimo ir užrašymo įranga, skaitmeninės videokameros duomenims fiksuoti, skaičiuoklės ir diagramų vaizdavimo priemonės, grafiniai paketai, duomenų apdorojimo (tvarkymo, valdymo) ir analizės įranga ir kt. Tokios kompiuterinės sistemos sudaro sąlygas organizuoti tyrimais grindžiamą gamtos mokslų mokymą.

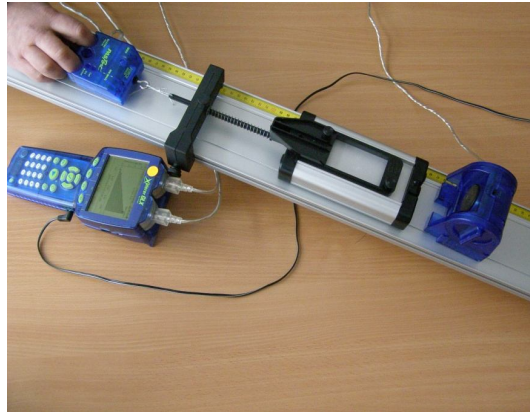
### **Dalykinis eksperimentas**

#### **Fizikos dalykiniai eksperimentiniai darbai**

GAMEK projekto mokytojų mokymo metu buvo atliekami ir analizuojami 25 fizikos eksperimentiniai darbai iš mechanikos, makrosistemų fizikos, elektros, optikos, atomo fizikos.

### Mechanikos laboratoriniai darbai

- Grafinis judėjimo vaizdavimas.
- Antrojo Niutono dėsnio patikrinimas.
- Maksimalios statinės ir kinetinės trinties koeficientų nustatymas.
- Huko dėsnis (2 pav.).
- Svyruojančio kūno energijos virsmai.



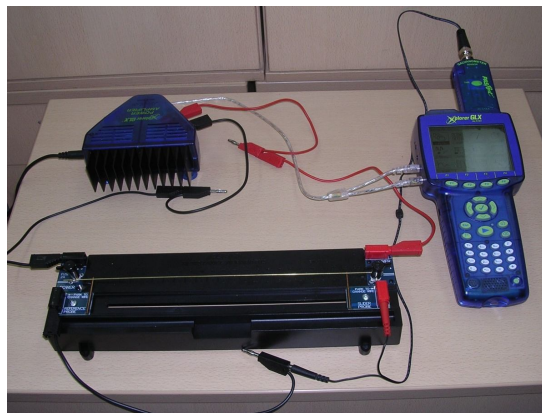
2 pav. Huko dėsnio tyrimas

Mokiniai, atlikę šiuos darbus, gebės analizuoti padėties (koordinatės) – laiko (judėjimo) grafikus; nustatyti objekto koordinatas įvairiais laiko momentais, grafiškai rasti judėjimo greitį ir kryptį, apskaičiuoti vidutinį objekto greitį, gauti greičio, pagreičio priklausomybės nuo laiko, nuo jėgos, tamprumo jėgos nuo deformacijos ir kitus grafikus ir juos analizuoti, gebės paaiškinti, nuo ko priklauso visa harmoningai svyruojančio kūno energija, gebės matematikos žinias taikyti fizikos eksperimento duomenų analizei.

### Makrosistemų fizikos laboratoriniai darbai

- Elektrinis šilumos ekvivalentas.
- Idealiųjų dujų būsenos lygties patikrinimas.
- Izoterminis procesas.

Atlikę darbus, mokiniai, mokėdami energijos tvarumo dėsnį, gebės jį taikyti eksperimente, gauti temperatūros priklausymo nuo laiko grafiką ir iš jo nustatyti temperatūros pokytį, apskaičiuoti bendrą vandens ir kalorimetro gaunamą šilumos kiekį, gauti slėgio ir temperatūros grafiką ir jį analizuoti. Giliau supras izoprocesus ir gebės pavaizduoti juos grafiškai. Gebės analizuoti eksperimentinius duomenis ir lyginti juos su teoriniais.



3 pav. Laidininko savitosios varžos tyrimas



### *Elektros laboratoriniai darbai*

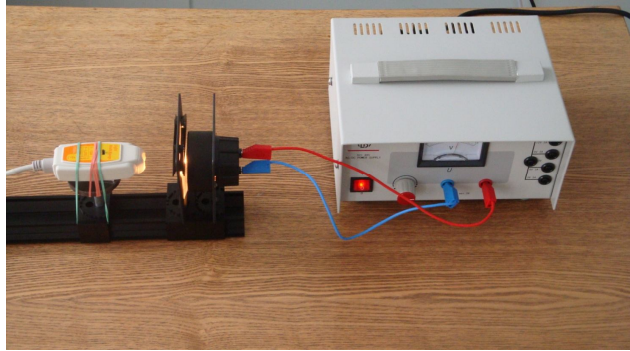
- Laidininko varžos nustatymas.
- Laidininko savitosios varžos nustatymas (3 pav.).
- Elektros srovės stiprio nuosekliojo laidininkų jungimo grandinėje nustatymas.
- Rezistoriaus varžos nustatymas.
- Elektros srovės šaltinio vidaus varžos ir elektrovaros tyrimas.
- Kondensatoriaus iškrovos tyrimas.
- Elektromagnetinės indukcijos tyrimas.
- Temperatūros įtaka termistoriaus varžai.
- Puslaidininkinio diodo voltamperinės charakteristikos tyrimas.

Padarę elektros laboratorinius darbus, mokiniai mokės gauti įtampos priklausomybės nuo srovės stiprio grafiką, iš jo nustatyti varžą, paaiškinti tiesės polinkio fizikinę reikšmę. Gebės iš  $U = f(I)$  grafiko nustatyti varžą  $R$ , gauti varžos priklausomybės nuo vielos ilgio  $R = f(l)$  grafiką, paaiškinti, nuo ko priklauso vielos savitoji varža. Mokės gauti įtampos priklausomybės nuo varžos  $U = f(R)$  grafiką, paaiškinti grafiko tiesės polinkio fizikinę prasmę, iš grafiko apskaičiuoti srovės stiprį. Mokiniai gebės iš gauto  $U = f(I)$  grafiko nustatyti šaltinio vidaus varžą ir elektrovaros vertę. Žinodami kondensatoriaus iškrovos reiškinį, mokiniai mokės gauti įtampos priklausomybės nuo laiko  $U = f(t)$  grafiką, gebės paaiškinti fizikinę reikšmę ir apskaičiuoti tiriamos grandinės kondensatoriaus talpos laiko konstantą. Mokės gauti indukcinės elektrovaros kitimo per laiką  $\varepsilon = f(t)$  grafikus ir gebės paaiškinti elektrovaros kitimą remdamiesi elektromagnetinės indukcijos dėsniu. Gebės įrodyti ir paaiškinti, kaip rezistoriaus varža priklauso nuo temperatūros. Gebės išmatuoti srovę  $I$  silicio diode esant skirtingai įtampai  $U$ , nubraižyti grafiką, pavaizduodami ryšį tarp įtampos ir srovės ir interpretuoti diodo charakteristiką.

### *Optikos laboratoriniai darbai*

- Medžiagos lūžio rodiklio nustatymas taikant šviesos lūžimo ir visiškojo atspindžio dėsnius.
- Šviesos atspindys nuo plokščiojo, įgaubtojo ir iškiliojo veidrodžių.
- Lęšio židinio nuotolio nustatymas.
- Praėjusios per du poliarizatorius šviesos intensyvumo tyrimas.
- Apšvietos priklausomybės nuo atstumo tyrimas (4 pav.).
- Apšvietos priklausomybės nuo šaltinio įtampos tyrimas.

Mokiniai, atlikę eksperimentus, mokės išmatuoti skaidrių kūnų ir skysčių lūžio rodiklį, matuoti spindulių kritimo ir atspindžio kampus, įvairių veidrodžių ir lęšių židinio nuotolius. Gebės apskaičiuoti lęšio laužiamąją gebą. Mokės eksperimentiškai išmatuoti šviesos intensyvumą, gauti šviesos intensyvumo priklausomybę nuo kampo



**4 pav.** Apšvietos priklausomybės nuo atstumo tyrimas

tarp poliarizatoriaus ir analizatoriaus ašių. Mokės gauti apšvietos priklausomybės nuo atstumo  $E = f(R)$ , apšvietos priklausomybės nuo šaltinio įtampos  $E = f(U)$  grafikus ir gebės juos paaiškinti.

#### *Atomo fizikos laboratoriniai darbai*

- Jonizuojančios spinduliuotės priklausomybės nuo medžiagos tankio tyrimas.
- Jonizuojančios spinduliuotės priklausomybės nuo medžiagos storio tyrimas.

Mokiniai, atlikę eksperimentinius darbus, mokės išmatuoti aplinkos sklaidžiamą jonizuojančią spinduliuotę, apskaičiuoti šaltinio sklaidžiamą jonizuojančios spinduliuotės intensyvumą. Gebės paaiškinti, kaip pro plokštelę praėjusios jonizuojančios spinduliuotės intensyvumas priklauso nuo medžiagos tankio, storio. Gebės nubrėžti jonizuojančios spinduliuotės priklausomybės nuo medžiagos storio grafiką.

#### **Chemijos dalykiniai eksperimentiniai darbai**

GAMEK projekto mokytojų mokymo metu buvo atliekami ir analizuojami 42 chemijos eksperimentiniai darbai. Jų temos tokios: cheminės reakcijos ir energija, cheminių reakcijų greitis ir cheminė pusiausvyra, rūgštys ir bazės, oksidacijos ir redukcijos reakcijos ir jų taikymas, organinių junginių sandara, savybės ir taikymas, gyvybės chemija, aplinkos chemija, šiuolaikiniai tyrimo metodai.

### *Cheminės reakcijos ir energija*

- Reakcijos kinetikos tyrimas panaudojant „Cheminį laikrodį“.
- Acetono jodavimo reakcijos kinetika.
- Neutralizacijos šiluma (5 pav.).

Mokiniai, atlikę eksperimentinius darbus, gebės nustatyti reakcijos kinetinę lygtį, iširti reakcijos greičio priklausomybę nuo temperatūros, eksperimentiškai nustatyti reakcijos greitį. Mokės apskaičiuoti reakcijos Van't Hofo



**5 pav. Neutralizacijos šilumos tyrimas**

temperatūrinį koeficientą, reakcijos laipsnį pagal acetoną ir vandenilio jonus, apskaičiuoti savitąją šilumą, reakcijos šilumą, tirpimo šilumą, įrodyti, kad reakcijos laipsnis pagal jodą lygus nuliui. Supras katalizatoriaus įtaką reakcijos greičiui

### *Cheminių reakcijų greitis ir cheminė pusiausvyra*

- Reakcijos greičio priklausomybė nuo temperatūros. Van't Hofo taisyklė.
- Cheminės reakcijos greičio priklausomybė nuo reaguojančių medžiagų koncentracijos.
- Cheminė pusiausvyra: Le Šatelje taisyklė;
- Cheminė pusiausvyra: kolorimetrinis pusiausvyros konstantos nustatymas.

Atlikę eksperimentus, mokiniai supras, kodėl reakcijos greitis priklauso nuo temperatūros, gebės atlikti matavimus su  $\text{CO}_2$  jutikliu, iš eksperimentinių grafikų nustatyti reakcijos greitį ir temperatūrinį koeficientą. Mokiniai mokės gauti reakcijos greičio priklausomybės nuo reagento koncentracijos grafiką ir iš jo nustatyti reakcijos laipsnį pagal tiosulfato joną. Supras Le Šatelje taisyklės esmę, sužinos, kokie veiksniai daro įtaką reakcijos pusiausvyrai. Gebės eksperimentiškai nustatyti pusiausvyros konstantą ir paaiškinti jos fizikinę prasmę. Supras, kad pusiausvyros konstanta nepriklauso nuo reagentų koncentracijos tirpaluose.

### *Rūgštys ir bazės*

- Druskų hidrolizė.
- Rūgščių ir bazių stiprumas.

- Rūgštys.
- Rūgščių identifikavimas augaliniais pigmentais.
- Bazės.
- Bazės buityje.
- Stipriosios ir silpnosios bazės.
- Kuo svarbus vanduo rūgščių tirpaluose? Citrinų rūgšties vandeninio ir acetoninio tirpalų rūgštingumo palyginimas.
  - Ph matavimas.
  - Buferiniai tirpalai.

Mokiniai, atlikę eksperimentus, gebės apibūdinti druskų sąveikos su vandeniu reiškinius. Mokės paaiškinti amonio jonų ir kitų silpnųjų bazių katijonų reakciją su vandeniu, nustatyti druskų tirpalų pH vertes indikatoriais ir pH jutikliu ir apskaičiuoti druskų tirpalų pH. Gebės paaiškinti elektrolitų (rūgščių ir bazių) skilimą į jonus vandeniniame tirpale, susieti gautas pH vertes su bazių ir rūgščių stiprumu, praktiškai nustatyti tirpalo terpę ir pH vertę naudodamiesi pH jutikliu, o tirpalų savitąjį elektrinį laidį – laidumo jutikliu. Sužinos, kokios rūgštys yra stipriausios ir agresyviausios. Išmoks atlikti pigmentų ekstrakciją, paruošti reagentus ir priemones, ištirti kalcio ir magnio reakcijas su vandeniu. Sužinos apie kalcio ir magnio hidroksido gavimą. Išmoks atpažinti CO<sub>2</sub> dujas. Įsitikins, kad kai kurių buityje naudojamų valiklių sudėtyje yra šarmų, ir supras, kodėl jų pridedama. Sužinos, kad bazės skiriasi savo stiprumu ir kaip gali būti nustatomas bazių reaktyvumas. Supras, kad rūgštinės medžiagų savybės pasireiškia tik jų vandeniniuose tirpaluose. Supras sąvoką „buferinis tirpalas“ ir mokės ją paaiškinti. Mokės apskaičiuoti buferinio tirpalo pH ir paruošti reikiamos pH vertės buferinį tirpalą.

#### *Oksidacijos ir redukcijos reakcijos ir jų taikymas*

- Oksidacijos ir redukcijos reakcijos.
- Geležies rūdijimo tyrimas.

Mokiniai, atlikę eksperimentus, supras, kad metalų reakcijos su rūgštimis yra oksidacijos ir redukcijos reakcijos. Gebės apskaičiuoti elemento oksidacijos laipsnį junginyje. Supras, kad korozija yra lėta oksidacijos ir redukcijos reakcija. Išmoks nustatyti oksidatorių ir reduktorių. Gebės paaiškinti korozijos procesą kaip oksidacijos ir redukcijos reakciją.

#### *Organinių junginių sandara, savybės ir taikymas*

- Organiniai junginiai ir jų įvairovė.
- Organinių junginių gryninimas.
- Organinių junginių rūgštinės bazinės savybės.

- Būdingosios organinių junginių funkcinių grupių reakcijos.
- Aldehydų ir karboksirūgščių kokybinės reakcijos.
- Rūgšties terminis skilimas.
- Esterių gavimas ir savybės.

Mokiniai, atlikę laboratorinius darbus, gebės sudaryti nešakotos, šakotos ir ciklinės struktūros organinių junginių modelius, pakaitų padėties izomerų modelius, struktūrinius tarpklasinių ir kt. izomerų modelius. Gebės pagaminti persotintą etano dirūgšties (oksalo rūgšties) tirpalą, gauti kristalus ir juos atskirti nuo tirpalo filtravimo būdu. Gebės įvertinti rūgščių ir bazių tirpalų rūgštingumą ir bazingumą pH jutikliu. Gebės saugiai atlikti etano gavimo reakciją, žinos, kad vykstant etanolio dehidratavimo reakcijai susidaro etenas, kad jis reaguoja su bromu, su kalio permanganatu, kad etenas yra degus. Gebės saugiai atlikti etanolio oksidacijos reakciją, žinos, kad vykstant etanolio oksidacijai susidaro homologinė etano rūgštis. Gebės saugiai atlikti oksalo rūgšties terminio skilimo reakciją, kokybiškai įrodyti laukiamų oksalo rūgšties skilimo produktų buvimą. Gebės praktiškai atlikti etiletanoato (etilacetato) gavimo reakciją, žinos, kad esterinimo reakcijos vyksta rūgštinėje terpėje.

#### *Gyvybės chemija*

- Monosacharidai.
- Kokybinės reakcijos baltymams ir aminorūgštims.
- Fermentinė krakmolo hidrolizė. Fermentų termolabilumas, specifiškumas.

Mokiniai, atlikę laboratorinius darbus, išmoks atpažinti gliukozę, pasiruošti darbui reikalingus reagentus ir priemones. Sužinos, kas yra monosacharidai, kad junginių cheminės savybės priklauso nuo jų funkcinių grupių, išmoks atlikti funkcinių grupių atpažinimo reakcijas. Supras, kas yra baltymai ir iš ko jie sudaryti, išmoks baltymus ir aminorūgštis nustatyti taikydami kokybines reakcijas, sužinos, kokiais ryšiais aminorūgštys jungiasi sudarydamos baltymų molekules. Sužinos apie krakmolą skaidančius fermentus, amilazės savybes, išmoks atlikti fermentinę krakmolo hidrolizę.

#### *Aplinkos chemija*

- Gamtinio vandens fizikiniai ir cheminiai rodikliai.
- Amonio koncentracijos nustatymas vandenyje potenciometrinio metodu.
- Dirvožemio rūgštumo nustatymas.
- Nitratų koncentracijos dirvožemyje nustatymas potenciometrinio metodu.

- Dažikliu užterštų nuotekų valymas aktyvintosiomis anglimis.
- Polivinilchloridas, jo skilimo produktas ir „rūgštieji lietūs“.
- Sulfito rūgštis – aplinkos teršalas, susidarantis degant naftos produktams.

Mokiniai, atlikę šiuos laboratorinius darbus, gebės apibūdinti svarbiausius vandens taršos šaltinius ir jų žalą aplinkai, paaiškinti, kodėl gamtinis vanduo pasižymi elektriniu laidumu, nustatyti gamtinio vandens pagrindinius fizikinius ir cheminius rodiklius. Supras azoto junginių apykaitą gamtiniame vandenyje, gebės dirbti su selektyviuoju amonio elektrodu, mokės gauti kalibravimo grafiką, praktiškai nustatyti amonio koncentraciją vandenyje. Gebės paruošti dirvožemį ir ekstraktus rūgštumui nustatyti, praktiškai nustatyti dirvožemio aktyvumą ir mainų rūgštumą, apskaičiuoti matavimų paklaidas. Gebės praktiškai nustatyti nitrato koncentraciją dirvožemyje. Supras sorbcijos reiškinius ir jų priklausomybę nuo įvairių sąlygų, gebės parengti reagentus ir priemones darbui. Supras rūgščiojo lietaus susidarymo ir su tuo susijusias aplinkos taršos problemas, mokės atlikti stebėjimus ir bandymus, analizuoti rezultatus.

#### *Šiuolaikiniai tyrimo metodai*

- Baltymų dializė.
- Baltymo izoelektrinio taško nustatymas.
- Popieriaus chromatografija.
- Daugiaprotonių rūgščių titravimo kreivės.
- Tirpalų savybės: elektrolitai ir neelektrolitai.

Mokiniai, atlikę darbus, supras dializės esmę, išmoks atlikti dializę, sužinos dializės taikymo galimybes. Sužinos, kas yra izoelektrinis taškas, kad kai kurių molekulių krūvis priklauso nuo terpės pH vertės, išmoks paruošti reagentus ir atlikti tyrimus. Supras popieriaus chromatografijos esmę ir galimybes. Gebės pagaminti šarmo tirpalą, titruoti ir nustatyti tiriamo tirpalo molinę koncentraciją. Mokės rašyti pakopinės jonizacijos lygtis, gebės nustatyti rūgšties jonizacijos konstantas. Supras, kas yra elektrolitai ir neelektrolitai, nuo ko priklauso elektrinis laidis, mokės tirti elektrinį laidį. Supras, kokie junginiai yra molekuliniai ir joniniai

#### **Biologijos dalykiniai eksperimentiniai darbai**

GAMEK projekto mokytojų mokymo metu buvo atliekami ir analizuojami 28 eksperimentiniai biologijos darbai iš tokių temų: medžiagų apykaita ir pernaša, žmogaus sveikata, ląstelė – gyvybės pagrindas, homeostazė ir organizmo valdymas.

### *Medžiagų apykaita ir pernaša. Žmogaus sveikata*

- Mikroskopinis kraujo sandaros tyrimas.
- Mikroskopinė limfmazgio sandara.
- Aterosklerozės pažeistų arterijų stebėjimas pro mikroskopą.
- Skirtingo fizinio krūvio įtakos širdies darbui ir kraujospūdžiui tyrimas ir analizė.
  - Virškinimo sistemos sandara ir funkcijos.
  - Kepenų katalazės fermentų veiklos ir savybių tyrimas (priklausomybė nuo temperatūros).
    - Augalų apytakiniai audiniai ir jų funkcijos.
    - Vandens ir medžiagų judėjimo stiebu tyrimas.
    - Plazmolizės tyrimas: koncentracijų ląstelėje ir jos aplinkoje skirtumo įtakos membranos laidumui tyrimas, svogūno lukšto epidermio plazmolizės tyrimas.
      - Fotosintezės metu išsiskyrusių dujų tyrimas.
      - Fotosintezės reakcijos greičio priklausomybės nuo šviesos intensyvumo tyrimas.
      - Rūkymo ir alkoholio vartojimo įtaka žmogaus fizinei sveikatai.

Mokiniai pro mikroskopą apžiūrėdami žmogaus kraujo tepinėlį mokės atpažinti kraujo ląsteles, jas nusipiešti, paaiškinti jų atliekamas funkcijas. Atlikę eksperimentus, gebės paaiškinti mikroskopinę limfmazgio sandarą ir atliekamas funkcijas. Mokės paaiškinti, kaip kraujas teka arterijomis, kapiliarais ir venomis. Gebės nubraižyti tiriamos grupės narių širdies (pulso) dažnio ir arterinio kraujospūdžio kitimo kreives ir jas analizuoti. Gebės paaiškinti fermento veikimo procesą, atpažinti katalazės fermento buvimą. Išmanys koncentracijų ląstelėje ir jos aplinkoje skirtumo įtaką plazmolemos laidumui, gebės paaiškinti plazmolizės procesą ir cukraus tirpalo koncentracijos įtaką jam. Gebės paaiškinti fotosintezės procesą ir jam įtaką darančius veiksnius, mokės surinkti fotosintezės metu išsiskyrusias dujas ir jas patikrinti. Mokės nurodyti, kokie veiksniai lemia rūkymą ir alkoholio vartojimą, paaiškinti žalingų įpročių organizmui daromą žalą.

### *Ląstelė – gyvybės pagrindas. Homeostazė ir organizmo valdymas*

- Ląstelės sandaros tyrimas mikroskopu. Ląstelių stebėjimai, atpažinimas (augalinės ir gyvūninės).
  - Mikroskopu stebėti ląsteles ir audinius, atpažinti ląstelių struktūras, schemiškai pavaizduoti jas piešiniu. Išsiaiškinti šviesinio mikroskopo naudojimo galimybes ląstelėms tirti.
    - Maisto produktų cheminės sudėties tyrimas.
    - Griaučių ir širdies skersaruožio raumens ląstelių mikroskopinis tyrimas.
    - Mikroorganizmų biojvairovė vandens mėginyje.

- Planktono vėžiagyvių kūno sandara, judėjimas ir prisitaikymas prie aplinkos.
- Penkių karalysčių organizmų klasifikavimo sistema.
- Transkribuojamų vietų paieška politeninėse chromosomose.
- Lytinis ir nelytinis dauginimasis ląsteliniame lygyje (6 pav.).
- Mitozės stadijos ir biologinė reikšmė.
- Parazitinės kirmėlės ir jų prisitaikymas prie gyvenimo būdo.
- Osmoso tyrimas (naudojant bulvę).
- Rūgimo proceso, kaip energijos susidarymo būdo be deguonies, tyrimas.
- Šlapimo tyrimo modeliavimas.



**6 pav.** Vaizdas per mikroskopą: lelijos piestelė su sėklapradžiu

Mokiniai, atlikę laboratorinius darbus, gebės atpažinti augalines ir gyvūnines ląsteles pagal jose esančias organeles, palyginti tiriamųjų ląstelių dydžius. Gebės atpažinti skirtingus augalines ir gyvūnines kilmės audinius ir paaiškinti jų skirtumus. Gebės paaiškinti fotosintezės procesą ir ląstelėje vykstančius cheminius procesus, mokės susieti krakmolo susidarymo procesą su ląstelės kaupimo funkcija. Mokės paaiškinti griaučių ir širdies skersaruožio raumens sandarą ir funkcijas organizme. Pamatys, kokie mikroorganizmai dažniausiai aptinkami vandens telkiniuose. Gebės atskirti dažniausiai aptinkamus mikroorganizmus. Mokiniai susipažins su vėžiagyvių klasės atstovais, mokės atskirti dafnijas nuo ciklopy, supras planktoninių vėžiagyvių svarbą ekosistemoje. Mokės atlikti mikroskopinių organizmų stebėjimus. Vizualiai pamatys ir suvoks, kad transkripcijai vykti reikalingi decondensuotos DNR regionai, atras sąsają tarp išorinių faktorių ir genų veiklos. Gebės apibūdinti nelytinį vienaląsčių organizmų ir augalų dauginimąsi ir susieti jį su mejoze. Gebės apibūdinti lytinį augalų, gyvūnų dauginimąsi ir susieti su mejoze. Mokės atpažinti mitozės fazes, įvertinti ląstelių dalijimosi dažnį. Mokės atskirti kirmėlių klasėms būdingus požymius, suvoks parazitinių kirmėlių adaptacijas. Gebės apibūdinti ląstelės plazminės membranos sandarą. Gebės paaiškinti rūgimo proceso reikšmę. Gebės pagal šlapimo tūrį ir koncentraciją atskirti daug sūraus maisto vartojančio žmogaus šlapimo mėginį.



## Tarpdalykinis eksperimentas

Atliekant tarpdalykinius eksperimentus mokytojai mokomi apibendrintai ir naujai pažvelgti į tarpdalykinius ryšius grindžiamą mokymo bei mokymosi procesą. Siekiama, kad būtų integraliai suvokiami gamtoje vykstantys biologiniai, cheminiai ir fizikiniai reiškiniai; kad mokytojai gebėtų atrasti jungtis tarp atskirų gamtos mokslų, o tiriamojo darbo metu suvoktą visuminę gamtos mokslų sampratą gebėtų perteikti mokiniams. 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 dažniausiai tarp šių mokomųjų dalykų: chemijos, biologijos, fizikos, matematikos ir informacinių technologijų. Sprendžiant tarpdalykinės integracijos problemas vyksta (ugdomas) aktyvus bendravimas ir bendradarbiavimas tarp atskirų gamtos mokslų dalykų mokytojų. Tarpdalykinių eksperimentų turinys atskleidžiamas trimis aspektais: fizikiniu, cheminiu ir biologiniu.

### Tarpdalykiniai eksperimentiniai darbai

- **Dujų difuzija**

Analizuojamas dujų difuzijos reiškinys. Tiriama, kaip difuzijos greitis priklauso nuo dujų molekulių dydžio. Eksperimentuojant įsitikinama, kad mažų matmenų molekulės (vandenilis) greičiau difunduoja per akytąją pertvarą negu anglies dioksidas ir kitos orą sudarančios molekulės.

- **Fotosintezė**

Vandenyje panardintas ir sandariai uždarytas augalas apšviečiamas balta šviesa. Matuojamas slėgio padidėjimas virš vandens paviršiaus dėl fotosintezės metu susidariusio deguonies. Analizuojamas fotosintezės reiškinys, jo rezultatai.

- **Transpiracija**

Tiriamasis augalas pamerkiamas į vandenį ir užsandarinamas. Matuojamas slėgio sumažėjimas virš vandens paviršiaus dėl vandens išgarinimo per lapus (transpiracijos). Analizuojamas transpiracijos reiškinys, jo rezultatai. Tiriama, kaip transpiracijos greitis priklauso nuo augalo lapų paviršiaus ploto, aplinkos srovių judėjimo (vėjo), temperatūros, apšviestumo ir kt.

- **Smėlis ir vanduo**

Tiriama, kaip ir kodėl skiriasi vandens ir smėlio šilimo ir vėsimo greitis. Skaičiuojama ir lyginama jų savitoji šiluma. Apibendrinant sprendžiama, kokią įtaką skirtinga smėlio ir vandens savitoji šiluma daro klimatui.

- ***Vandens, esančio moliniame ąsotyje, šilumos kitimo tyrimas*** (7 pav.)

Tiriamas vandens temperatūros ir aplinkos drėgmės kitimas šilumai išsiskiriant iš molinio ąsočio į aplinką. Matuojami ir analizuojami vandens temperatūros ir aplinkos drėgmės pokyčiai.



7 pav. Vandens šilumos kitimo tyrimas

- ***Žmogaus kūno ir aplinkos šilumos apykaitos tyrimas žmogui praktikuojant***

Tiriama, kaip kinta žmogaus kūno temperatūra (pirštų galų) ir aplinkos temperatūra bei drėgmė žmogui praktikuojant. Analizuojama temperatūros ir drėgmės pokyčių priklausomybė nuo aplinkos pobūdžio (uždara ir atvira aplinka).

- ***Energija iš vaisių ir daržovių***

Tyrinėjama, kaip iš skirtingų vaisių ir daržovių sukurti elektros šaltinį, lyginama skirtingų vaisių ir daržovių kuriama elektrovara, analizuojama, nuo ko priklauso jos dydis.

- ***Dirvožemio elektrinio laidumo tyrimas*** (8 pav.)

Praktiškai įvertinama, kiek kiekviename dirvožemyje yra jonų (druskos). Matuojant mėginių laidumą, nustatoma, ar skirtingo dirvožemio (žemės iš ekologinio ūkio, druskingo kėlkrasčio ir gėlės žemės) vanduo yra skirtingai laidus elektrai. Analizuojami procesai, vykstantys vandeniniuose tirpaluose.



8 pav. Dirvožemio elektrinio laidumo tyrimas

- ***Vaisių sulčių biologinių, cheminių ir fizinių savybių tyrimas***

Tiriama, kaip žmogaus organizmui svarbių kai kurių medžiagų ir nepageidautinų nitratų kiekiai priklauso nuo vaisių rūšies ir sulčių gamintojų. Analizuojama, kaip skiriasi K, Ca ir vitamino C kiekiai šviežiai spaustose sultyse ir sultyse iš prekybos tinklo, kaip skiriasi vitamino C kiekiai apelsinų sultyse ir obuolių sultyse.

- ***Bakterijų buvimo nustatymas pagal jų gaminamų porfirinų sugerties spektrus***

Spektrometru nustatoma, ar yra bakterijų ant odos paviršiaus. Tiriama, kaip priklauso išaugusių bakterijų kiekis nuo odos laikymo skirtingose terpėse.

- ***Spektroskopinis chlorofilo nustatymas augalų ekstraktuose***

Naudojant sugerties spektroskopijos metodiką atliekama augalų ekstraktų kiekybinė ir kokybinė spektrometrinė analizė. Analizuojama chlorofilo koncentracija skirtinguose augalų ekstraktuose. Tiriama, kaip chlorofilo koncentracija tos pačios rūšies augalo ekstraktuose kinta, kai augalas žalias ir kai sudžiūvęs (pageltęs, nuvytęs); kaip chlorofilo koncentracija tos pačios rūšies augalo ekstraktuose priklauso nuo augalo auginimo sąlygų (apšvietimo, laistymo, tręšimo, oro temperatūros ir kt.).

- ***Gliukozės ir fruktozės optinio aktyvumo tyrimas***

Tiriama, kaip eksperimentiškai pagal poliarizacijos plokštumos posūkio kampą nustatyti gliukozės ir fruktozės koncentraciją. Išmokstama nustatyti optiškai aktyvių tirpalų poliarizacijos plokštumos posūkio kampą ir išmatuoti gliukozės bei fruktozės tirpalų koncentraciją. Papildomai tyrinėjami medaus bandiniai ir nustatoma, kaip gliukozės ir fruktozės santykis skiriasi priklausomai nuo medaus kilmės.

## **Apibendrinimas**

Siekiant stiprinti gamtos mokslų dalykų mokymo kokybę, būtina nuosekli ir sisteminė mokymosi aplinkos plėtra, t. y. naujų mokymo(si) išteklių parengimas ir sistemingas mokytojų kvalifikacijos tobulinimas. Šiai problemai spręsti buvo skirtas projektas „Gamtos mokslų mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijos tobulinimas atnaujintų mokymo priemonių ir 9–12 klasių bendrųjų programų pagrindu“ (GAMEK). Projekto tikslas – fizikos, chemijos, biologijos mokytojų eksperimentinės veiklos kompetencijų tobulinimas. Projekto koordinatorius – Lietuvos edukologijos universitetas, partneriai – Šiaulių universitetas ir Vytauto Didžiojo universitetas. Pagal sudarytą mokytojų kvalifikacijos tobulinimo programą per 300 fizikos, chemijos ir biologijos mokytojų iš įvairių Lietuvos mokyklų buvo išmokyti atlikti eksperimentinius darbus, naudojant naujas kompiuterizuotas mokymo la-

boratorijas (*Nova 5000, Xplorer GLX*) ir tyrimais grindžiamą gamtos mokslų mokymą.

GAMEK projekto mokytojų mokymo metu buvo atliekami ir analizuojami

- 25 fizikos eksperimentiniai darbai iš mechanikos, makrosistemų fizikos, elektros, optikos, atomo fizikos.
- 42 chemijos eksperimentiniai darbai iš cheminių reakcijų ir energijos, cheminių reakcijų greičio ir cheminės pusiausvyros, rūgščių ir bazių, oksidacijos ir redukcijos reakcijų ir jų taikymo, organinių junginių sandaros, savybių ir taikymo, gyvybės chemijos, aplinkos chemijos, šiuolaikinių tyrimo metodų temų.
- 28 biologijos eksperimentiniai darbai iš tokių temų: medžiagų apykaita ir pernaša, žmogaus sveikata, ląstelė – gyvybės pagrindas, homeostazė ir organizmo valdymas.

Siekiant, kad gamtoje vykstantys biologiniai, cheminiai ir fizikiniai reiškiniai būtų suvokiami integraliai, kad mokytojai gebėtų atrasti jungtis tarp atskirų gamtos mokslų, o tiriamajame darbe suvoktą visuminę gamtos mokslų sampratą gebėtų perteikti mokiniams, buvo parengti ir mokytojų mokymuose atliekami ir analizuojami tapdalykiniai eksperimentiniai darbai.

Parengtos elektroninės fizikos, chemijos ir biologijos mokytojo knygos ir laboratorinių darbų aplankai, kurių paskirtis padėti mokytojui pasirengti ir vesti laboratorinio darbo pamokas, naudojant skaitmenines laboratorinių darbų priemones. Mokytojo knygoje aprašoma metodika kaip organizuoti laboratorinio darbo pamoką, atsižvelgiant į šiuolaikines ugdymo paradigmas, grindžiamas konstruktyvizmu ir humanizmu.

### Literatūra

Banchi H. & Bell R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46 (2), 26–29.

Bell R.L., Smetana L, & Binns I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.

Šlekienė V., Ragulienė L.. Inquiry-based Physics Education by Using Science Learning System Xplorer GLX // International Scientific – Practical Conference „Information and Communication Technology in Natural Science Education – 2013“, Siauliai, 2013.

Projektas „Technologijų, menų ir gamtos mokslų infrastruktūra“. Švietimo ir mokslo ministerijos švietimo aprūpinimo centras. Prieiga internete: <http://www.sac.smm.lt/index.php?id=26e>.

Vidurinio ugdymo bendrosios programos. Prieiga internete: [http://portalas.emokykla.lt/bup/Puslapiai/vidurinis\\_ugdymas\\_bendras.aspx](http://portalas.emokykla.lt/bup/Puslapiai/vidurinis_ugdymas_bendras.aspx).

## Summary

### IMPROVEMENT OF SCIENCE TEACHERS COMPETENCE OF EXPERIMENTAL PERFORMANCE

**Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė**

*University of Šiauliai, Lithuania*

In order to enhance the quality of teaching of science subjects, consistent and systematic development of the learning environment is necessary, i.e. preparing new training (learning) resources and systematic teacher training is very important. The project "Improvement of science teachers competence of experimental performance based on updated learning tools and general training programs of grades 9–12" (GAMEK) was designed to address this problem. Project goal – improvement of physics, chemistry, biology teachers' competency of experimental performance. Project Coordinator – Lithuanian University of Educational Sciences, the partners – Šiauliai University and Vytautas Magnus University. This article presents the activities of the project "GAMEK" and computerized experiments in science teaching. More than 300 physics, chemistry and biology teachers from various schools of Lithuania have been trained to perform experimental activities, to master new computerized teaching labs (*Nova5000*, *Xplorer GLX*) and inquiry-based science teaching. Electronic physics, chemistry and biology teacher's books and lab folders, which are intended to help teachers to prepare for and carry out laboratory work lesson, using digital tools, have been developed.

**Key words:** competence of experimental performance, science education, teacher training, computer based experiment.