

GAMTOS MOKSLŲ SUPRATIMO IR MATEMATINIŲ GEBĖJIMŲ UGDYMAS PANAUDOJANT PROJEKTO MaT²SMC¹ DIDAKTINĘ MEDŽIAGĄ

Vincentas Lamanauskas, Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

Šiaulių universiteto Mokslo institutas, Lietuva

El. paštas: *v.lamanauskas@ef.su.lt, violeta@fm.su.lt, loretar@gmail.com*

Įvadas

Gamtos mokslai ir matematika yra artimai susiję. Gamtos mokslai tyrinėja gamtos reiškinius, kurie aprašomi matematinėmis lygtimis ir sąryšiais, kuriami reiškinių matematiniai modeliai. Ir matematikos, ir gamtos dalykuose naudojamos tos pačios sąvokos, loginio mąstymo įrankiai, analizė, eksperimentavimas ir pan. Tačiau dažnai mokiniai mato matematiką ir gamtos mokslus kaip visiškai skirtingus dalykus ir dažnai nepavyksta vieno dalyko išmoktas pamokas pritaikyti kitam dalykui. Todėl reikia tarpusavyje susieti šių dalykų žinias taip, kad mokiniai galėtų susiformuoti žinių sistemas, kad suprastų, jog tai, ko jie mokosi mokykloje, yra bendra visuma, o ne atskirų, pavienių, nesusijusių faktų rinkinys. Mokiniai, taip pat, turėtų suprasti ne tik tai, kas vienija, bet ir kas skiria gamtos mokslus ir matematiką: gamtos tyrimų objektas yra materialus pasaulis, kai tuo tarpu, matematika tiria abstrakčius dėsnius, nepriklausomai nuo to, ar jie turi prasmę materialiam pasaulyje. Dažnai mokytojai dirba individualiai, integruotos veiklos yra mažai. Kiek platesnis ir gilesnis bendradarbiavimas pastebimas gamtos mokslų mokytojų grupėje. Matematikos ir gamtos mokslų mokytojai bendradarbiauja kur kas mažiau (Lamanauskas, Šlekienė, Ragulienė, 2014). Įvairiose šalyse atlikti tyrimai patvirtina, kad matematikos ir gamtos mokslų dalykų mokytojų bendradarbiavimas yra (gali būti) efektyvus (Andersen, Krogh, 2010; Furner, Kumar, 2007; Jones, 2008; Magee, Flessner, 2012). Gana plačiai žinomas ir taikomas vadinamasis gamtos mokslų dalykų ir matematikos integravimas bei integruotas mokymas (Davidson, Miller & Metheny, 1995; Lamanauskas, 2003). Tačiau manoma, kad integruota prieiga nėra pakankamai efektyvi. Natūralus poreikis rasti labiau tinkamų būdų. Kaip pavyzdį galima paminėti CSM modelį (angl. Correlated Science and Mathematics), sukurtą 2006 metais JAV (Browning, 2011). Manoma, kad toks modelis susieja matematiką ir gamtos mokslų dalykus unikaliau ir giliau nei įprastas integracinis modelis.

Matematikos mokytojai mokyje dažnai naudoja užduotyse gamtos mokslų situacijas, o gamtos mokslų mokytojai naudojami matematika, aprašant gamtos dėsnius ir reiškinius, tačiau dažniausiai mokytojai dirba tik savo dalyko rėmuose, kas veda prie dalykų atskyrimo, o ne bendros visumos supratimo. Matematikos ir

1 Materials for Teaching Together: Science and Mathematics Teachers collaborating for better results/Number of contract: 539242-LLP-1-2013-1-AT-COMENIUS-CMP/

gamtos mokslų mokymas ir mokymasis šiuo metu yra pagrindinė sritis daugelyje Europos šalių.

Europos Sąjungos Mokymosi visą gyvenimą programai remiant nuo 2014 m. vykdomas projektas *Materials for Teaching Together: Science and Mathematics Teachers collaborating for better results – MaT²SMC (Medžiaga mokymui kartu: gamtos mokslų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas siekiant geresnių rezultatų)*. Projekte dalyvauja 7 šalių institucijų: Austrijos Vienos universiteto, Jungtinės Karalystės Sunderlando universiteto, Čekijos Palackio universiteto, Kipro Nikosijos universiteto, Italijos Palermo universiteto ir Šiaulių universiteto mokslininkų grupės.

Šis projektas siekia gamtos mokslų ir matematikos dalykus priartinti vieną prie kito, kad ugdyti ir gamtamokslinį ir matematinį supratimą. Tai leistų tobulinti tarpdalykinį mokymą ir bendradarbiavimą tarp matematikos ir gamtos mokslų mokytojų, pradedant nuo bendro pamokų planavimo ir baigiant komandiniu mokymu.

Tikslas: analizuojant tarptautinio projekto *Materials for Teaching Together: Science and Mathematics Teachers collaborating for better results – MaT²SMC (Medžiaga mokymui kartu: gamtos mokslų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas siekiant geresnių rezultatų)* parengtą didaktinę medžiagą, atskleisti ryšį tarp gamtos mokslų (fizikos, chemijos, biologijos) ir matematikos.

MaT²SMC projektas

Vienas iš projekto MaT²SMC uždavinių – parengti didaktinę medžiagą pritaikytą bendradarbiaujančiam mokymui (Math&SE). Todėl tarptautinė matematikos ir gamtos mokslų mokslininkų komanda parengė mokymo(si) medžiagą, kuri naudinga ir matematikos, ir gamtos mokslų mokytojams. Medžiaga parengta siekiant padidinti abiejų dalykų kompetencijas tuo pačiu metu, suteikiant galimybę tarpdalykiniam mokymui ir bendradarbiavimui tarp gamtos mokslų ir matematikos mokytojų, kuris atsiranda iš bendro pamokų planavimo ir komandinio mokymo. Ši medžiaga buvo apribuota įvairiose šalyse, taip pat išanalizuota dviejų projekto ekspertų.

Kiekviena šalis parengė po 5 darbus, kuriuose siekiama matematiką pateikti realistiniame (realiame) gamtos mokslų kontekste. Iš viso anglų kalba parengti 32 darbai. Norint, kad kiekvienos šalies pedagogai ir mokiniai galėtų lengvai pasinaudoti darbais, iš parengtų darbų atrinkti 14, kurie bus sudėti į vieną knygą (spausdintą ir elektroninę – <http://www.mat2smc-project.eu>) ir publikuoti septyniomis, dalyvaujančių projekte šalių, nacionalinėmis kalbomis. Knygoje bus pateikti po du kiekvienos šalies darbai (1 lentelė), skirti įvairaus amžiaus ir klasių mokiniams.

1 lentelė. Projekto *MaT²SMC* darbai.

	Pavadinimas	Šalis	Universitetas	Amžius	Klasė
1.	Aviacija – lėktuvo kuro sąnaudos	Austrija (AT)	Vienos	13–14	7–8
2.	GPS – Atrask savo kelią	Austrija (AT)	Vienos	16–17	10–11
3.	Širdies ritmas	Jungtinė Karalystė (UK)	Sunderland	11–13	5–7
4.	Vėstantys puodukai	Jungtinė Karalystė (UK)	Sunderland	13–14	7–8
5.	Skysčių tekėjimas	Čekija (CZ)	Olomouc	12–15	6–9
6.	Saulės krosnelė	Čekija (CZ)	Olomouc	14–16	8–10
7.	Parkavimo aikštelės projektavimas	Kipras (CY)	Nicosia	11–15	5–9
8.	Gamtinių dujų ištekliai	Kipras (CY)	Nicosia	12–15	6–9
9.	Temperatūros nustatymas	Italija (IT)	Palermo	9–11	3–5
10.	Tankis	Italija (IT)	Palermo	10–12	4–6
11.	Vandens druskingumo tyrimas	Lietuva (LT)	Šiaulių	14–15	8–9
12.	Gaminame fullereno modelį	Lietuva (LT)	Šiaulių	15–16	9–10
13.	Vanduo ar ledas	Slovakija (SK)	Nitra	5–6	0–1
14.	Ateities žemėlapis	Slovakija (SK)	Nitra	10–13	4–7

Ikimokykliniam ir pradiniam mokymui(si) darbus (*Vanduo ir ledas, Temperatūros nustatymas*) parengė Slovakijos Nitros ir Italijos Palermo universitetų mokslininkų grupės. Šiuose darbuose mokoma pažinti reiškinius, juos stebėti, analizuojant taikyti labai nesudėtingus matematinius skaičiavimus. Dauguma darbų parengti 6–9 klasės mokiniams. Sudėtingiausi, reikalaujantys gilesnių ir matematinių ir gamtos mokslų žinių bei gebėjimų (*GPS-atras kelią, Gaminame fullereno modelį, Vandens druskingumo tyrimas, Saulės krosnelė*) parengti Austrijos Vienos, Lietuvos Šiaulių, Čekijos Olomouco universitetų mokslininkų grupių. Darbų skirstymas klasėmis ir mokinių amžiumi iš dalies yra sąlyginis. Palyginus įvairių šalių bendrojo ugdymo programas, pastebima, kad kai kurios sąvokos vienur mokomos žemesnėse klasėse, kitur – aukštesnėse. Kiekvienos šalies pedagogai į temų pasirinkimą pagal klases turėtų žiūrėti individualiai, atsižvelgdami į šalies mokymo ypatumus.

Didaktinė medžiaga ir kita informacija, susijusi su projektu, gali būti pasiekiami interneto svetainėje adresu: <http://www.mat2smc-project.eu/>.

Darbų struktūra

Visi darbai knygoje yra pateikiami pagal vieningą struktūrą:

- **Veiklos planas** (1 pav.). Darbo pavadinimas – tema. Šiame lape nurodomos, kokios naujos sąvokos bus gilinamos ar naujai įvedamos, kiek laiko truks ir kokio amžiaus mokiniams skirta veikla. Numatomos diferencijavimo galimybės, nurodoma įranga ir priemonės, reikalingos veiklai, apibrėžiami numatomi mokymosi rezultatai.
- **Pamokos aprašymas** (2 pav.). Šiame lape trumpai aprašoma pradinė veikla, pagrindinė veikla, apibendrinamoji veikla
- **Darbalapiai** (3 pav.). 1 – pradinė veikla, kurioje stengiamasi vaikus motyvuoti veiklai, prisimenant reikalingas matematikos ir gamtos mokslų sąvokas. 2 darbalapis – pagrindinė veikla, kurioje pateikiamos užduotys, eksperimentai ir jų atlikimo etapai. 3 darbalapis – papildoma arba namų darbų veikla. Čia pateikiamos užduotys, veiklos metu įgytoms žinioms ir įgūdžiams pakartoti ir gilinti namuose arba kaip papildoma veikla.
- **Sprendimų lapai**. Juose pateikiami užduočių sprendimai ir eksperimentinių darbų rezultatai.

Knygos didaktinėje medžiagoje yra įvairios tarpdalykinių ryšių galimybės. Išsamesnė darbų analizė parodė, kad visuose darbuose reikalingos matematikos žinios ir gebėjimai ir beveik visuose – fizikos (2 lentelė). Biologijos žinių reikia darbuose: *Širdies ritmas* (UK), *Nanotechnologijos: gaminame fullereno modelį* (LT), *Vandens druskingumo tyrimas* (LT). Keturiuose darbuose reikalingos ir chemijos žinios, o kai kuriuose geografijos bei ekologijos. Atlikdami dalį užduočių mokiniai ne tik skaičiuos ar eksperimentuos, bet ir pieš arba konstruos (*Saulės krosnelė*, *Vanduo ar ledas* ir kt.). Kiekvienas gamtos dalykų mokytojas ras jo dalykui tinkamų užduočių.

Pavadinimas: GPS – Atsāk zavo biļā	
Veiklos pavadinimas: GPS, koordinatų sistemos, plokštumos, geoida, linijos, sąlyginis laisvumas	Laikas: 90 min. Amžius: 15+
Motyvavimas: Auditorinio tipo gali būti diskutuojama apie kitą šios tematikos GPS sistemose Zemovinio tipo šifro mokymasis gali būti atliktas su Google Earth ar panašiu programine įranga	Nuturėdus, kur papūkuoti ir kt.: Grafikai reikšmingas mokymasis (tiksliai savo duomenais naudojantis savo priemonėmis). Naudojant žemėlapius, plokštumines linijas GPS duomenis, prieš paties paviršius pradžia ir antrosios pavo su savimi. Jei tai būtų nustatoma, tai duomenis gali pateikti mokymosi, arba savo galimas pavyzdį su internetu, pvz., ir tik lygis ar tik lygis duomenis.
Įranga reikalinga šiai veiklai: Draufelės Interneto prieiga GPS navigacijos priemonės ar GPS programėle išmaniajame telefonė	Šios veiklos mokymosi rezultatai: Mokiniai gebės suprasti pagrindines GPS principus. Mokiniai gebės atlikti skaičiavimus ir atlikti darbalapioje ir pateikti faktus tiksliai NDA. Mokiniai gebės naudoti GPS navigaciją su kompiuterio programine įranga ir žemėlapiu.
Reikalingas žinios: 15 geometrija Sąlyginis laisvumas linijos	
Darboje ir sąsajos: Darbalapioje yra skaitiniai skaitiniai veiksnių laukai. Sąsajos tarpusavyje šios apibrėžtos mokymosi ir atlikti (pvz., Veiksnių laukai veiksnių laukais GPS navigacijos vaizduojant darbalapio)	

1 pav. Veiklos planas.

Pamokos aprašymas
Pradinė veikla Mokiniai gaus kai kurias duomenis apie tam tikrą švydį (stambus, vidutinis greitis, ir darbalapio 1) ir yra priemonėmis išsiaiškinti reikalinga kuro kiekis. Kai kuro apskaičiavimai užrašomi lentėje. Po to, mokymaisiama ramus, juos je galvoja, kad apskaičiuoti kuro sąnaudas yra ai) per didesni) per mažai. Mokiniai pabrėžiamas) variantais) ir Veiksnių yra pabrėžiamas prie apskaičiavimų rezultatai.
Pagrindinė veikla Sudaromos grupės po 3 mokiniai. Kiekviena grupė gaus darbalapio 2 su tiksliais skaičiais duomenimis pabrėžiamais, kaip yra skaičiuojamas tikslus kuro kiekis švydžiu. Mokiniai yra padoma atlikti skaičiavimus su duomenis švydžio duomenimis. Veiksnių pabrėžiamas) išskirti grupė peržiūri rezultatus mokymais. Remiantis yra užrašomi lentėje ir palyginami su pradines veiksnių apskaičiavimais.
Apibendrinamoji veikla Grupis problemos sprendimas ("prototipais") apie tai, kokias galimybes mokiniai mato, kad užrašyti kuro. Mokiniai patvirtina vienas ar du darbalapio namų darbus. 3) darbalapioje prasima palyginamasis ir kitas, transporto priemonių kuro sąnaudas. Remiantis bus aptariami kitose pamokose.

2 pav. Pamokos aprašymo lapas

PARABOLA

$y = -x^2/4g$

Pasibaigia

Kad išsiaiškintumėte, kaip švydžio greitis keičiasi, turite žinoti, kad švydžio greitis keičiasi, kaip švydžio greitis keičiasi. Šiame lape ir atlikti skaičiavimai, pabrėžiamas) patvirtinti, kaip švydžio greitis keičiasi. Šiame lape ir atlikti skaičiavimai, pabrėžiamas) patvirtinti, kaip švydžio greitis keičiasi.

Šiame lape ir atlikti skaičiavimai, pabrėžiamas) patvirtinti, kaip švydžio greitis keičiasi. Šiame lape ir atlikti skaičiavimai, pabrėžiamas) patvirtinti, kaip švydžio greitis keičiasi.

3 pav. Darbalapis.

2 lentelė. Projekto *MaT²SMC* darbų tarpdalykiniai ryšiai ir veiklos.

	Pavadinimas	Tarpdalykiniai ryšiai	Veiklos
1.	Aviacija – lėktuvo kuro sąnaudos (AT)	Matematika, fizika, geografija	Teorija, skaičiavimai, IKT
2.	GPS – atrask savo kelią (AT)	Matematika, fizika, geografija	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas gamtoje, IKT
3.	Širdies ritmas (UK)	Matematika, biologija	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas, IKT
4.	Vėstantys puodukai (UK)	Matematika, fizika	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas, IKT, piešimas
5.	Skysčių tekėjimas (CZ)	Matematika, fizika, technologijos	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas gamtoje, IKT, piešimas
6.	Saulės krosnelė (CZ)	Matematika, fizika, ekologija, technologijos	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas, IKT, piešimas, konstravimas
7.	Automobilių parkavimo aikštelė (CY)	Matematika, fizika, chemija, technologijos	Teorija, skaičiavimai, IKT, piešimas, projektavimas
8.	Gamtinių dujų išteklių (CY)	Matematika, fizika, chemija, ekologija	Teorija, skaičiavimai, IKT
9.	Temperatūros nustatymas (IT)	Matematika, fizika, technologijos	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas, IKT
10.	Tankis (IT)	Matematika, fizika	Teorija, skaičiavimai
11.	Vandens druskingumo tyrimas (LT)	Matematika, fizika, chemija, biologija	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas, IKT
12.	Nanotechnologijos: gaminame fullereno modelį (LT)	Matematika, fizika, chemija, biologija, technologijos	Teorija, skaičiavimai, IKT, konstravimas
13.	Vanduo ar ledas (SK)	Matematika, fizika, piešimas	Teorija, eksperimentas, piešimas
14.	Ateities žemėlapis (SK)	Matematika, fizika, geografija	Teorija, skaičiavimai, eksperimentas gamtoje, IKT, piešimas, projektavimas

Atliekant darbus pamokose ar po pamokų yra galimos įvairios veiklos. Darbai pradedami atitinkamų temų teorinių klausimų analize, naudojant aprašuose

pateiktą teoriją, mokyklinių vadovėlių medžiagą arba atsakymų paiešką internete. Visuose darbuose būtini paprastesni (*Vanduo ar ledas, Tankis, Temperatūros nustatymas*) ar sudėtingesni (*Saulės krosnelė, Skysčių tekėjimas, Aviacija – kuro sąnaudos*) matematiniai skaičiavimai. Dauguma užduočių yra eksperimentinės. Vienos atliekamos klasėje ar laboratorijoje (*Vandens druskingumo tyrimas, Širdies ritmas*), kitos gamtoje (*Skysčių tekėjimas, GPS – atrask kelią*) ar už mokyklos ribų (*Automobilių parkavimo aikštelės projektavimas, Ateities žemėlapis*). Dabartinis mokymas neįsivaizduojamas be informacinių kompiuterinių technologijų. Ir čia beveik visuose darbuose naudojamos IKT technologijos: įvairios mokomosios programos, internetas, kompiuterizuotos eksperimentinės priemonės. Matematikos ir gamtos dalykų mokytojai atliekant darbus turi nemažą veiklų pasirinkimą. Ar joms išnaudos visą pamoką, kelias, ar dalį pamokos, ar darbai bus projektiniai – tiriamieji, tai mokytojų komandos sprendimas.

Siekiant detaliau supažindinti su knygos metodine medžiaga, pristatomas Austrijos mokslininkų grupės darbas *Aviacija – lėktuvo kuro sąnaudos*. Šis darbas skirtas 7–8 klasių mokiniams, jame numatomos matematikos, fizikos, geografijos integracijos galimybės. Tai realios situacijos (lėktuvo skrydžio) skaičiavimo užduotis. Iš fizikos dalyko mokiniai turi žinoti judėjimo lygtis, vienetus, jų keitimą (mazgai, jūrmylės, km/h, pėda ir kt.), kuro sąnaudas, iš matematikos – mokėti spręsti lygtis, skaičiuoti procentus, iš geografijos – mokėti naudotis žemėlapiu, sudaryti maršrutus ir apskaičiuoti atstumtus. Šiose užduotyse daug matematinių skaičiavimų, kurie pateikti praktiškose realiose situacijose. Todėl ypač svarbus bendradarbiavimas su matematikos mokytoju. Matematikos, fizikos ir geografijos mokytojai turėtų aptarti ir pasiskirstyti, ką pirmiausia reikia išmokti ar pakartoti, kokiose pamokose ir kaip atlikti užduotis. Bendradarbiaujant trijų dalykų mokytojams, darbas tampa įdomus ir prasmingas.

Pavyzdys: Lėktuvo kuro sąnaudos

1 darbalapis – pradinė veikla



Lėktuvui, kaip ir bet kokiai kitai transporto priemonei, reikalingas kuras, (net jeigu „kuras“ kartais gali būti žmogaus jėga). Kiek kuro iš tikrųjų sunaudoja lėktuvas?

Ir kaip šis kiekis atrodo palyginus, pavyzdžiui, su automobilio važiavimo ar laivo plaukimo kuro sąnaudomis? **Sužinokime!**

Užduotis: Boeingui 737-800 (daugelio oro linijų naudojamas tipiškas vidutinių nuotolių lėktuvas) reikia nuskristi iš Vienos į Dubajų. Atstumas tarp šių dviejų miestų yra 2450 NM (jūrmylių), kas sudaro 4537 km. Vidutinis greitis per šį skrydį yra apie 445 mazgai (jūrmylių per val.). Apskaičiuokite, kiek kuro reikia šiam skrydžiui!



2 darbalapis – pagrindinė veikla

Reikiamas kuro kiekis komerciniam lėktuvui susideda iš kelių dalių, kurios yra apskaičiuojamos prieš kiekvieną skrydį. Minimalus kuro kiekis susideda iš:

- kuras lėktuvo judėjimui iš parkavimo vietos į pakilimo taką (nustatytas dydis – 200 kg);
- kuras skrydžiui iš oro uosto į galutinį maršruto oro uostą;
- 5% iš b) kaip papildoma atsarga (kompensuoti besikeičiantiems vėjams, žemesniam aukščiui, darant apylanką dėl žaibavimo ir t. t.);
- kuras skrydžiui iš galutinio maršruto oro uosto į atsarginį oro uostą (jeigu, pvz., yra blogas oras ar užblokuotas nusileidimo takas galutinio maršruto oro uoste), paskaičiuotas standartiniam greičiui 380 kts (mazgų, jūrmylių per val.);
- minimaliai likęs kuras (po nusileidimo dar turi būti likę kuro 30 min. skrydžiui).

1 užduotis: Boeingas 737-800 skrenda iš Vienos į Dubajų. Kaip mes jau žinome, atstumas tarp šių dviejų miestų yra 2450 NM (jūrmylių) = 4537 km. Atsarginis oro uostas skrendant į Dubajų yra Muskatas, esantis 160 NM (jūrmylių) nuo Dubajaus. Lėktuvas turi du variklius; kiekvienas jų sunaudoja po 1200 kg kuro per valandą. Apskaičiuokite minimalų kuro kiekį, reikalingą šiai kelionei!

Užuomina: Apskaičiuokite kuro kiekį skrydžiui b), po to suskaičiuokite ir pridėkite papildomą kuro kiekį c), d), ir e), tada dar pridėkite judėjimui iš parkavimo vietos į pakilimo taką sunaudotą kuro kiekį a).

2 užduotis: Tipiška Boeingo 737-800 masė yra 50000 kg. Kokį darbą reikia atlikti, greitinant lėktuvą tolygiai nuo rimties būsenos iki pakilimo greičio (apytiksliai 160 mazgų) per 20 s, nepaisant oro pasipriešinimo?

3 darbalapis – namų darbų veikla

Dabar mes žinome, kiek kuro reikia lėktuvui nuskristi iš Vienos į Dubajų. Bet, kiek užima laiko papildyti degalus lėktuvui? Ar yra koks būdas sutaupyti kuro skrendant?

Užduotys:

- Dideliuose oro uostuose kuras į lėktuvus yra pumpuojamas požeminiiais vamzdžiais. Oro uostai matuoja kurą tūriu, o ne mase. Kiek litrų kuro turi būti pripildyta į bakus, jei aviacinio kuro tankis yra $0.79 \text{ kg}/\ell$?
- Kiek laiko užima kuro pripildymo procesas, jei jo tekėjimo greitis yra $14 \ell/\text{s}$, o bakuose buvo likę $3,2$ tonos kuro?
- Pilotai galvoja skristi žemiau nei planuota. Šoninio vėjo dedamoji dalis bus stipresnė 25 mazgais, jei jie skris 4000 pėdų žemiau. Ar šis pasirinkimas taupo kurą, žinant, kad kiekvienam 1000 pėdų žemesniam aukščiui papildomai reikia 1% daugiau kuro? Kiek kuro gali būti sutaupoma, jei iš viso sutaupoma?

Užuomina: Pridėkite šoninio vėjo greitį prie lėktuvo greičio, ir pakartokite darbalapio 2 skaičiavimus, atsižvelgiant į tai, kad varikliams dabar reikia 4% daugiau kuro.

d) Siekdami sutaupyti kuro pilotai mąsto apie greičio sumažinimą. Kiek (%) jie gali sumažinti greitį, jei ilgiausias leidžiamas skrydžio laikas (kad išvengti uždelsimų) yra $5 \text{ val. } 46 \text{ min.}$? Kiek kuro tokiu būdu jie gali sutaupyti, žinodami, kad greičio sumažinimas 1% reiškia 1% mažesnį kuro suvartojimą?

Užuomina: Pasinaudokite maksimaliu skrydžio laiku ($5 \text{ val. } 46 \text{ min.}$) ir tada apskaičiuokite kuro sąnaudas kaip darbalapyje 2).

Matematikos ir gamtos mokslų mokytojai medžiagą knygoje, susidedančią iš pamokų aprašymų, darbalapių ir t. t., gali naudoti pamokose ir po pamokinėje veikloje taip, kaip yra aprašyta knygoje. Taip pat medžiaga gali būti naudojama atskirai matematikos ar gamtos dalykų mokytojų bei vėl sujungta kartu nauju būdu. Gali būti panaudoti tik mokomosios medžiagos fragmentai ar dalys. Medžiagos panaudojimas kelių dalykų mokytojų praktikoje rodo, kad tik dirbant kartu galima pagerinti mokymo patirtį ir mokinių mokymąsi.

Knygos medžiaga buvo išbandyta įvairių šalių mokyklų pamokose, seminaruose, kuriuose dalyvavo mokytojai, studentai ir mokiniai. Lietuvoje 2014 m. buvo atliekami darbai Šiaulių, Panevėžio, Kėdainių mokyklose. Taip pat darbus darė įvairių Lietuvos mokyklų mokiniai (30) dalyvavę Jaunųjų fizikų mokyklos „Fotonas“ seminare. Mokytojai darbus įvertino, pateikė siūlymus ir pastabas, į kurias buvo atsižvelgta toliau tobulinant užduotis.

Apibendrinimas

Matematikos ir gamtos mokslų mokymas ir mokymasis šiuo metu yra pagrindinė sritis ne tik Lietuvoje, bet ir kitose šalyse. Europos Sąjungos remiamo projekto *Materials for Teaching Together: Science and Mathematics Teachers collaborating for better results – MaT²SMC (Medžiaga mokymui kartu: gamtos mokslų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimas siekiant geresnių rezultatų)* veikla yra tarpdalykinės didaktinės medžiagos, tinkamos įvairaus amžiaus besimokantiesiems, sukūrimas, siekiant pabrėžti ryšį tarp gamtos mokslų (fizikos, chemijos, biologijos, geografijos) ir matematikos žinių bei gebėjimų. Dominuojantys

gamtos mokslų mokymosi ir mokymo metodai turėtų būti grindžiami tyrimų prieiga. Sistemiškas klausimų kėlimas, eksperimentų organizavimas ar stebėjimas ir vykdymas, gautų duomenų analizavimas ir interpretavimas šiandien yra iššūkiai gamtos mokslų mokytojams. Matematika, iš kitos pusės, siūlo universalią priemonę realių gyvenimo situacijų pavaizdavimui, įvertinimui, o taip pat ir modeliavimui. Akivaizdu, kad kiekvienas gamtos mokslų mokytojas privalo turėti pagrindinius matematinius įgūdžius, būtinus pagrindiniam dalykui, ir atvirkščiai, kiekvienas matematikos mokytojas turi gauti žinių ir informacijos iš gamtos mokslų, kaip savalaikę motyvaciją, išryškinančią matematikos naudingumą.

Projekto pagrindu surinkta edukacinė medžiaga nukelia mokinius giliau į gamtos mokslų kontekstą ir atkreipia dėmesį į matematinės žinias, kurios yra būtinos informacijos apdorojimui, modeliavimui ir problemų sprendimui pasirinktose situacijose.

Medžiaga buvo išbandyta seminaruose, kuriuose dalyvavo matematikos ir gamtos mokslų pedagogai, studentai – būsimieji mokytojai ir mokiniai. Grįžtamasis ryšys įrodė, kad duotoji prieiga prie matematikos ir gamtos mokslų ugdymo yra sėkmingas būdas teigiamai atmosferai sukurti mokymo proceso metu. Mokytojai ir mokiniai yra natūraliai įtraukiami į nagrinėjamą problemą, jie tampa atviresni komunikavimui. Todėl yra teisinga teigti, kad ši metodinė medžiaga, tikėtina, padės ir studentams bei jau dirbantiems matematikos ir gamtos mokslų mokytojams pateikti matematiką realistiniame gamtos mokslų kontekste. Pateiktų temų studijavimas ir susijusių problemų sprendimas bus įdomi patirtis patobulinti tarpdalykinę komunikaciją ir bendradarbiavimą bei pagilinti mokinių gamtos mokslų ir matematikos žinias tuo pačiu momentu.

Literatūra

- Andersen, H. M., Krogh, L. B. (2010). Science and mathematics teachers' core teaching conceptions and their implications for engaging in cross-curricular innovations. *NorDiNa* 6 (1), 61–79.
- Browning, S. (2011). Correlated science and mathematics: A new model of professional development for teachers. Retrieved 06 June 2016 from <http://directorymathsed.net/download/Browning.pdf>
- Davidson, D. M., Miller, K. W., Metheny, D. L., (1995). What does integration of science and mathematics really mean? *School Science and Mathematics*, 95 (5), 226–230.
- Furner J. M., Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (3), 185–189.
- Jones, M. M. (2008). Collaborative partnerships: A model for science teacher education and professional development. *Australian Journal of Teacher Education*, 33 (3), 60–76. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2008v33n3.5>.
- 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.
- Lamanauskas, V. (2014). Gamtos mokslų dalykų ir matematikos mokytojų bendradarbiavimo svarba [The importance of natural science and mathematics teachers collaboration]. *Gamtamokslinis ugdymas / Natural Science Education*, 2 (40), 4–6.
- Lamanauskas, V., Bilbokaitė, R., Šlekienė, V., Ragulienė, L. (2014). Mathematics and natural science subjects` teacher collaboration: Needs, limits and possibilities. In: P. Ciešla & A. Michniewska (Eds.), *Teaching and learning science at all levels education* (pp. 81–90). Cracow: Pedagogical University of Cracow.
- Lamanauskas, V. (2014). Science and math teachers` collaboration: How to develop it seeking pupil`s success at school. *Problems of Education in the 21st Century*, 62, 5–7.
- Magee, P. A., Flessner R. (2012). Collaborating to improve inquiry-based teaching in elementary science and mathematics methods courses. *Science Education International*, 23 (4), 353–365.

Summary

NATURAL SCIENCE UNDERSTANDING AND MATHEMATICAL ABILITIES EDUCATION USING THE PROJECT MaT²SMC DIDACTIC MATERIAL

Vincentas Lamanauskas, Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė

Siauliai University, Lithuania

Natural science and mathematics are closely related. Natural sciences investigate natural phenomena, which are described by mathematical equations and relationships, mathematical models of natural phenomena are created. The same concepts, logical thinking tools, analysis, experimentation, etc., are used both in mathematics and natural sciences. However, very often the students see mathematics and natural sciences as completely different subjects, and very often it is impossible the lessons learnt of one subject to apply to another. Therefore, it is necessary to interrelate the knowledge of these subjects so that the pupils can form knowledge systems, they can understand that what they learn at school is the whole, not a collection of separate, single, unrelated facts. The pupils should also understand not only what unites, but also what separates natural sciences and mathematics: natural science research object is material world, whereas mathematics investigates abstract laws, irrespective of whether they have the meaning in the material world. The teachers often work individually, there is little of integrated activity. A little wider and deeper cooperation is noticed in natural science teachers` group.

One of the project MaT²SMC tasks is to prepare didactic material, adjusted to cooperative teaching (Math&SE). Therefore, the international natural science and mathematics scientist team prepared teaching/learning material, which is useful both for mathematics and natural science teachers. The material is prepared, seeking to increase the competencies of both subjects at the same time, giving a possibility for interdisciplinary teaching and cooperation between natural science and mathematics teachers, which appears from common lesson planning and teaching teamwork. This material was approved in various countries and analysed by two project experts.

The material was piloted in seminars, in which mathematics and natural science pedagogues, students – future teachers and pupils participated. The feedback showed, that the given approach to mathematics and natural science education is a successful way for the creation of positive atmosphere during the teaching process. Teachers and pupils are naturally involved into the investigated problem, they become more open for communication.

Key words: integrated activity, interdisciplinary teaching, knowledge systems, science education.