

Kā ESF projekta Dabaszinātnes un matemātika elektroniskie resursi skolotāju un skolēnu atbalstam var mainīt mācību procesu Latvijas skolās.

Inese Dudareva, ESF projekts „Dabaszinātnes un matemātika”, Kr.Valdemāra 37, Rīga;
Latvijas Universitāte, FMF, Zeļļu iela 8, Rīga; inesehej@gmail.com
Ausma Bruņeniece, ESF projekts „Dabaszinātnes un matemātika”, Kr.Valdemāra 37, Rīga;
Pumpuru vidusskola, Jūrmala, Kronvalda 8; ausma.bruneniece@gmail.com
Agnese Brangule, ESF projekts „Dabaszinātnes un matemātika”, Kr.Valdemāra 37, Rīga;
agnese.brangule@visc.gov.lv
Indra Muceniece, ESF projekts „Dabaszinātnes un matemātika”, Kr.Valdemāra 37, Rīga;
indra.muceniece@visc.gov.lv
Andris Nikolajenko, ESF projekts „Dabaszinātnes un matemātika”, Kr.Valdemāra 37, Rīga;
andris.nikolajenko@visc.gov.lv

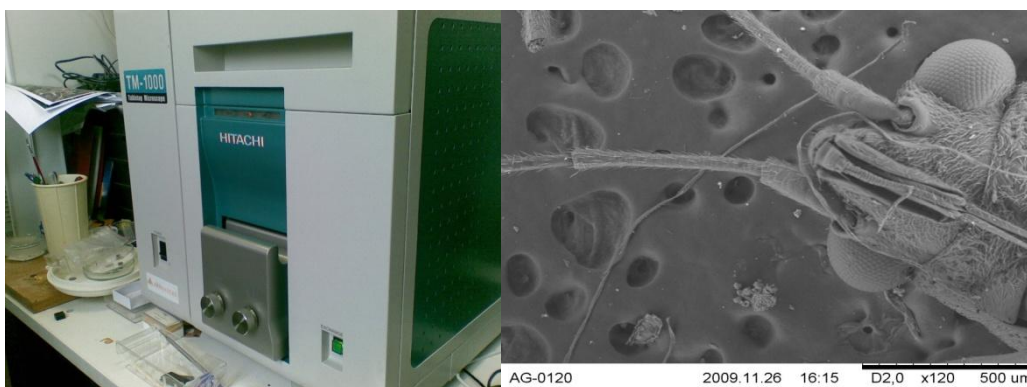
Divdesmit pirmais gadsimts nereti tiek saukts par jaunu tehnoloģiju un inovāciju laikmetu. Kā tas ietekmē mūsu ikdienu? Kā sazināties? Kā strādājam un mācāmies? Kā pavadām brīvo laiku? Dators nodrošina piekļu interneta resursiem, saziņai ar e-pastu, rēķinu apmaksai, sociālajiem tīkliem. Mēs lietojam arī mobilo telefonu, digitālo fotoaparātu, automātisko veļas mazgājamo mašīnu ... Sarakstu varētu turpināt. Cilvēki pie tā visa ir pieraduši un lieto šīs tehnoloģijas, lai justos ērti, ietaupītu laiku. Vai esam gatavi no tā visa atteikties? Šodienas skolēnam grūti iedomāties: veļas mazgāšanu bez veļas mašīnas, vēstuļu sūtīšanu tikai ar pasta starpniecību, maksājumu veikšanu bez interneta bankas, stāvēšanu rindā pēc lidmašīnas biļetēm ... Ja mājās parādās kāda jauna tehnoloģija, kaut vai jauns televizors vai jaunas paaudzes mobilie telefoni ar skārienjutīgiem ekrāniem, jaunieši to apgūst patstāvīgi un nereti pamāca arī pieaugušos kā to lietot.

Kāda ir skola jauno tehnoloģiju un inovācijas laikmetā? Nevaram teikt, ka Latvijas skolās nav informāciju tehnoloģijas un, ka tas būtu kaut kas ļoti jauns skolā: dators ar interneta pieslēgumu, dažādi resursi CD diskos un DVD diskos - filmas, animācijas, virtuālie modeļi u.c. Pēdējos piecos gados, pateicoties ESF projektam „Dabaszinātnes un matemātika”, Latvijas skolās ienākuši arī elektroniskie mikroskopi, datu uzkrājēji ar dažādiem sensoriem, kā arī interaktīvās tāfeles. Sākot ar 2010. gadu vairāk kā 200 Latvijas vidusskolās nonāks arī mobilās datorklases. Vai mācību process tāpēc ir mainījies? Latvijā pieaug to skolēnu skaits, kas pārlūko interneta tīklu, lejupielādē mūziku, izmanto sociālos tīklus, augšupielādē pašu veidotus videoklipus youtube vietnē, www.draugiem.lv vai skolas mājas lapās, `čato` ar draugiem internetā, raksta blogus utt. Bet, ja ieskatās klases telpā – tā izskatās gandrīz tāpat kā agrāk: skolotājs pie tāfeles un skolēni skolas solos. Cik daudz skolotājs rada iespējas skolēniem izmantot tehnoloģijas mācību procesā? Līdzīgi kā mājās – vai mums būtu jāatsakās no tehnoloģijām skolā? Ko mēs ar to iegūstam vai zaudējam? Aplūkosim, kādas iespējas tehnoloģijas mums rada mācību procesā:

- 1) **Saskatīt ar aci neredzamo**, vienlaicīgi projicējot attēlu uz ekrāna, kā arī izmantot iespēju saglabāt attēlu datorā (skat. 1. un 2. att.).



1. attēls. Luminiscences mikroskops un airkāju vēža attēls tajā.



2. attēls. Skenējošais elektronmikroskops un mušas galvas attēls tajā 120 reižu palielinājumā.

- 2) **Reģistrēt un apstrādāt datus** ar sensoru un datu uzkrājēju palīdzību. Īpaši, ja pētāmie procesi ir ļoti strauji, ar aci neredzami vai gluži otrādi ļoti ilgi. Piemēram, fizikā ar datu uzkrājēja un mikroфона sensora palīdzību var ierakstīt, kā mainās skaņas raksturlielumi skaņas viļņī (skat. 3. att.). Tādējādi ir iespēja nodemonstrēt, kur mēs ‘sastopamies’ ar sinusoīdām, kāpēc par tādām mācās vidusskolas matemātikas kursā.



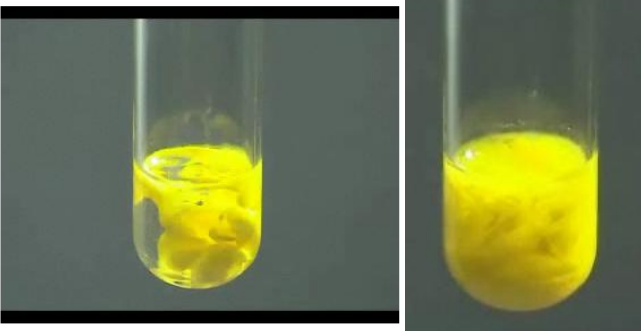
3. attēls. Skaņas viļņa ieraksts ar mikroфона sensoru.

- 3) **Vizualizēt** dažādus objektus, procesus ar web kameras, datu kameras vai interaktīvās tāfeles palīdzību. Ja izmantojam web kameru vai dokumentu kameru, varam demonstrēt nelielus vai grūti saskatāmus eksperimentus procesā visai klasei vienlaicīgi. Piemēram, ķīmijā ir iespēja parādīt visai klasei eksperimentu, kas notiek mēģenē „dzīvajā”. Izmantojot Virtuālo laboratoriju (skat. 4. att.) ir iespējams prognozēt sagaidāmo rezultātu, vai arī izmantot to, lai pārlicinātos, par rezultātu, kāds bija jāiegūst.

VIRTUĀLĀ LABORATORIJA

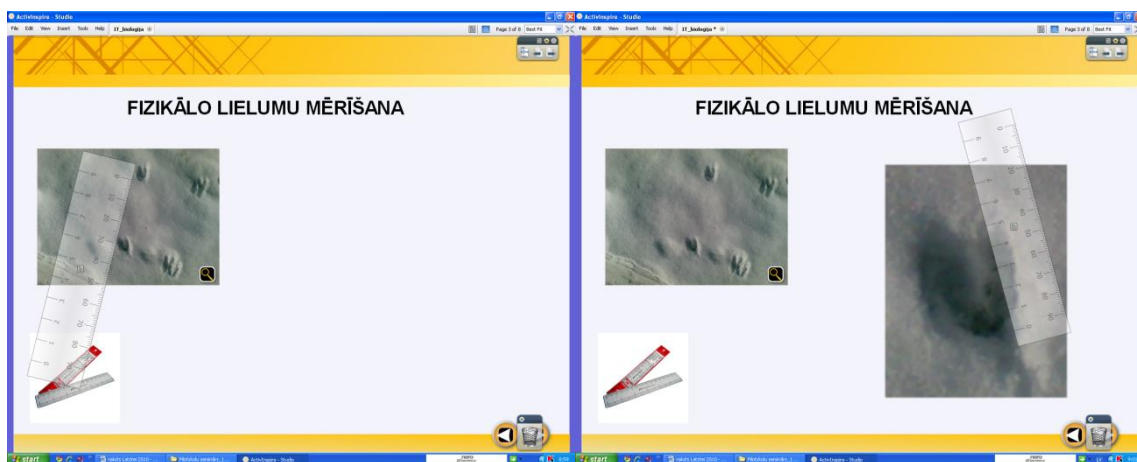
	KNO ₃	Ba(NO ₃) ₂	Ca(NO ₃) ₂	NaNO ₃	Mg(NO ₃) ₂	Al(NO ₃) ₃	Mn(NO ₃) ₂	Zn
Na ₂ SO ₄								
KNO ₃								
Na ₂ SO ₃								
Na ₃ PO ₄								
Na ₂ CO ₃								
NaOH								
NaCl								
NaBr								
KI								
Na ₂ S								

	KNO ₃	Ba(NO ₃) ₂	Ca(NO ₃) ₂	NaNO ₃	Mg(NO ₃) ₂	Al(NO ₃) ₃	Mn(NO ₃) ₂	Zn
Na ₂ SO ₄								
KNO ₃								
Na ₂ SO ₃								
Na ₃ PO ₄								
Na ₂ CO ₃								
NaOH								
NaCl								
NaBr								
KI								
Na ₂ S								



4. attēls. Virtuālā laboratorija un attēls, kas iegūts izmantojot web kameru mācību stundā.

Bioloģijā bieži ir jāstrādā ar attēliem dažādos mērogos – vai tie būtu internetā atrasti, vai pašu fotografēti. Izmantojot interaktīvās tāfeles programmatūras rīkus, skolēnam ir iespējas apstrādāt attēlus (skat. 5. att.).



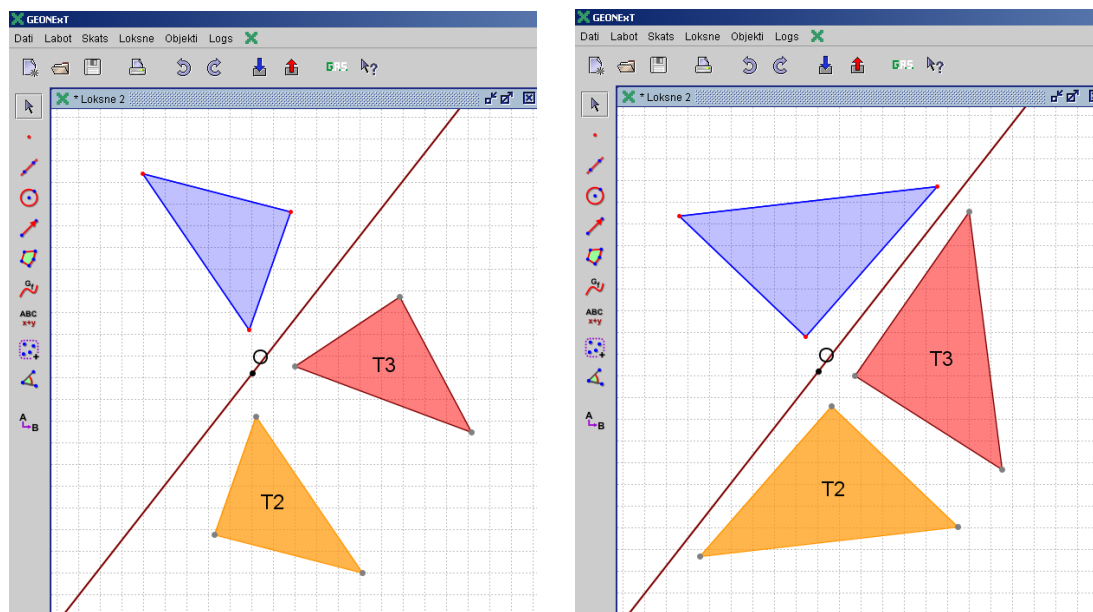
5. attēls. Interaktīvās tāfeles uzdevums „Dzīvnieku atstāto pēdu nospiedumu mērīšana”.

- 4) **Modelēt situācijas**, izmantojot virtuālos modeļus (skat. 4. att.), animācijas vai dinamiskas programmas. Piemēram, matemātikas skolotājiem noderīgs rīks ir dinamiskās matemātikas programmas, piemēram, *GEONExT*.

Apskatīsim šādu piemēru: Dots trijstūris, taisne, uz tās punkts O. Dotajam trijstūrim konstruēts aksiāli simetrisks trijstūris pret doto taisni (T2) un centrāli simetrisks trijstūris ar simetrijas centru punktā O (T3). Kāds ir figūru T2 un T3 savstarpējais novietojums?

Ne katram skolēnam izdosies ieraudzīt trijstūru savstarpējo novietojumu veidojot tikai vienu zīmējumu uz papīra. Dažkārt zīmējumi seko viens otram, pamainot figūru formu un novietojumu. Šādos gadījumos ir lietderīgi izmantot dinamiskās matemātikas programmas, piemēram, *GEONExT*. Ar programmas palīdzību var veidot un mācību procesā izmantot „kustīgas” figūras. Tas nozīmē, ka var izveidot vienu zīmējumu, piemēram, trijstūri ar vienu vai vairākām kustīgām virsotnēm (skat. 6. att.).

Mainot trijstūra formu, var ievērot, ka T2 un T3 ir aksiāli simetriskas figūras. Arī pierādījumam nepieciešamās papildkonstrukcijas (nogriežņus, nogriežņu vidusperpendikulus) var veidot šajā dinamiskajā darba lapā.



6. attēls. Uzdevums par simetriju matemātikas programmā *GEONExT*.

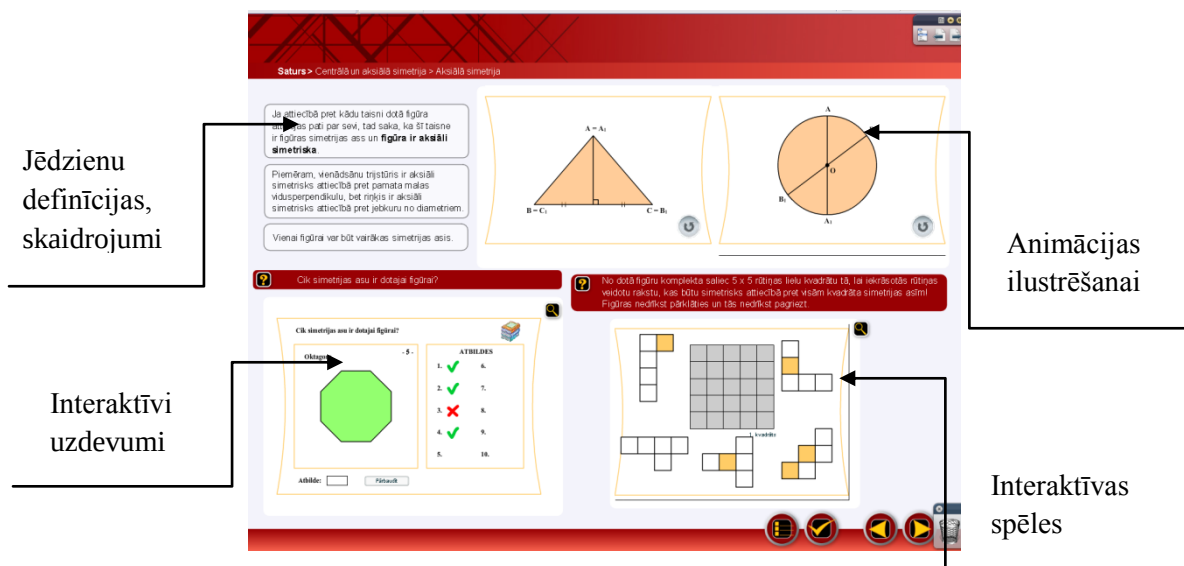
- 5) **Pieklūvi** milzīgiem **resursiem** internetā (tekstiem, video, audio, animācijām, citu pieredzei).
- 6) **Komunikācijas iespējas**, izmantojot e-pastu, saziņas vides, sociālos tīklus, videokonferences.

Sarakstu varētu vēl turpināt, bet ir divi būtiski faktori, kas ietekmē informāciju tehnoloģiju lietojumu mācību procesā: atbilstošo digitālo resursu pieejamība un skolotāja profesionālā kompetence mācību procesa organizēšanā.

2010. gadā veiktais pētījums „Inovatīvas skolu sistēmas struktūras īstenošanas izaicinājumi un iespējas”¹ rāda, ka mūsdienu informācijas un komunikācijas tehnoloģijas, ja tās pielietotas atbilstošos veidos rada plašas iespējas kā uzlabot mācību procesu un kā nodrošināt personificētu mācīšanos, kas stimulē ikviena skolēna izaugsmi. Būtisks šķērslis tehnoloģiju izmantošanai ir atbilstošu digitālo mācību materiālu trūkums. Pagaidām ir maz digitālo mācību līdzekļu latviešu valodā. Savukārt tādu sagatavošana pašiem skolotājiem prasa ievērojamu laika ieguldījumu.

Projekta „Dabaszinātnes un matemātika” ietvaros notiek plašāks darbs tieši pie digitālo mācību materiālu izstrādāšanas un nodrošināšanas visām Latvijas skolām dabaszinātnēs un matemātikā. Projekta speciālistu komanda veido interaktīvos materiālus pamatskolai fizikā, ķīmijā, matemātikā bioloģijā skolēnam pašmācībai. Kādas iespējas piedāvā šie materiāli skolēnam?

Šie materiāli veidoti, lai palīdzētu skolēnam apgūt atbilstošo mācību vielu. Šeit skolēns var atrast svarīgāko teorijā, noskatīties animācijas, kuras ilustrē jēdzienus, iepazīties ar uzdevumu risināšanas piemēriem un konstrukcijas gaitas aprakstiem, izpildīt vienkāršākus vai sarežģītākus uzdevumus. Katra apgūtā temata beigās skolēns var pārbaudīt savas zināšanas izpildot testu. Šādi interaktīvie diski skolēnam pašmācībai ir sagatavoti ķīmijā, fizikā, bioloģijā un matemātikā pamatskolai (skat. 7. att.).



7. attēls. Interaktīvais materiāls skolēniem 7. klases matemātikā - temats par simetriju.

Materiālu sagatavošanas procesā tos ekspertēja arī pamatskolas skolēni. Lūk, dažas atsauksmes no skolēniem:

- ... būtu ļoti noderīgs mācībās, palīdz apgūt tēmas, kuras skolā ir līdz galam nesaprotamas, ar to būtu prieks mājās mācīties;
- ... lai šādi interesanti uzdevumi būtu skolā;
- ... uzdevumi interesanti. Tādi parasti nav mācību darba burtnīcās. Tie bija nebijuši;
- ... tas noteikti ir pluss un tas dod daudz vairāk iespēju. Un var izdarīt to, ko klasē nevar;
- man patika, un arī es labprāt mācību vielu būtu apguvusi šādā veidā! 😊

Skolotājiem tiek izstrādāti vizuālie materiāli dabaszinātņu un matemātikas priekšmetos pamatskolai, kuru gatavās versijas jau ir pieejamas projekta mājas lapā www.dzm.lv. Visas Latvijas skolas saņems šos materiālus CD formātā. Kādas iespējas piedāvā šie materiāli skolotājam?

5. Skābes un bāzes – pretstati ķīmijā un dzīvē

Nr.	Materiāla nosaukums	Materiāls	
1.	Skābes dabā		← Datorprezentācijas
2.	Indikatori. Boila eksperiments		
3.	Ūdens un augsnes pH nozīme dzīvnieku un augu dzīvē		← Materiāli pdf formātā
4.	pH mērīšana ar pH-metru		
5.	Šķīdumu vides pH		← Animācijas
6.	Skābju un sārmu kodīgās īpašības. Atšķaidītas skābes iedarbība uz papīru		← Videofragmenti
7.	Skābju un sārmu kodīgās īpašības. Sārma iedarbība uz taukiem		
8.	Sāļu, skābju un bāzu formulu sastādīšanas modelēšana		← Interaktīvas tāteles materiāli ActivInspire vidē

8. attēls. Vizuālie materiāli skolotājam ķīmijā 8. klasei.

Skolotāju vizuālo materiālu diskā (skat. 8. att.) tiek piedāvāti daudzveidīgi elektroniskie materiāli: datorprezentācijas, materiāli pdf formātā, animācijas, videofragmenti (skat. 9. att.) un materiāli interaktīvai tāfeli ActivInspire vidē. Katram materiālam ir norāde, kurā stundā vislabāk to izmantot un, ja nepieciešams – pievienotas klāt darba lapas.

Šķīdumu pH noteikšana				
Stipri skābs	Vāji skābs	Neitrāls	Vāji bāzisks	Stipri bāzisks
pH < 2	pH 2 - 6	~ pH 7	pH 8 - 12	pH > 12



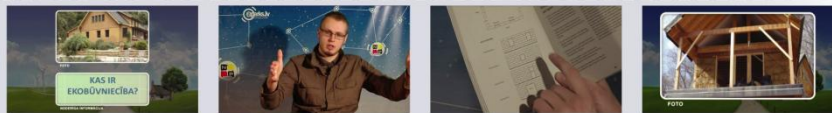


9. attēls. Animācija un videofragments no ķīmijas vizuālo materiālu diska skolotājam.

Ar projekta atbalstu Latvijas skolās nonākušas mācību filmas - daudzpusīgs vizuālais materiāls veiksmīgai mācību satura apgūšanai. Mācību filmas top sadarbībā ar uzņēmējiem un zinātniekiem Latvijā. To saturs atbilst dabaszinātņu priekšmetu mācību standartiem un programmām. Filmu sižeti (skat. 10. att.) ienes reālo dzīvi ķīmijas, bioloģijas, fizikas, matemātikas un dabaszinību stundās: interesanti fakti, formulas un likumi caur reālās dzīves piemēriem, ilustrējošām animācijām un demonstrējumiem palīdz izprast procesu būtību soli pa solim. Filmu saturs veido reālas problēmsituācijas stundās, kas sekmē skolēnu domāšanas attīstīšanu.



Tehnoloģiju izmantošana reālā dzīvē "Ekobūvniecība"



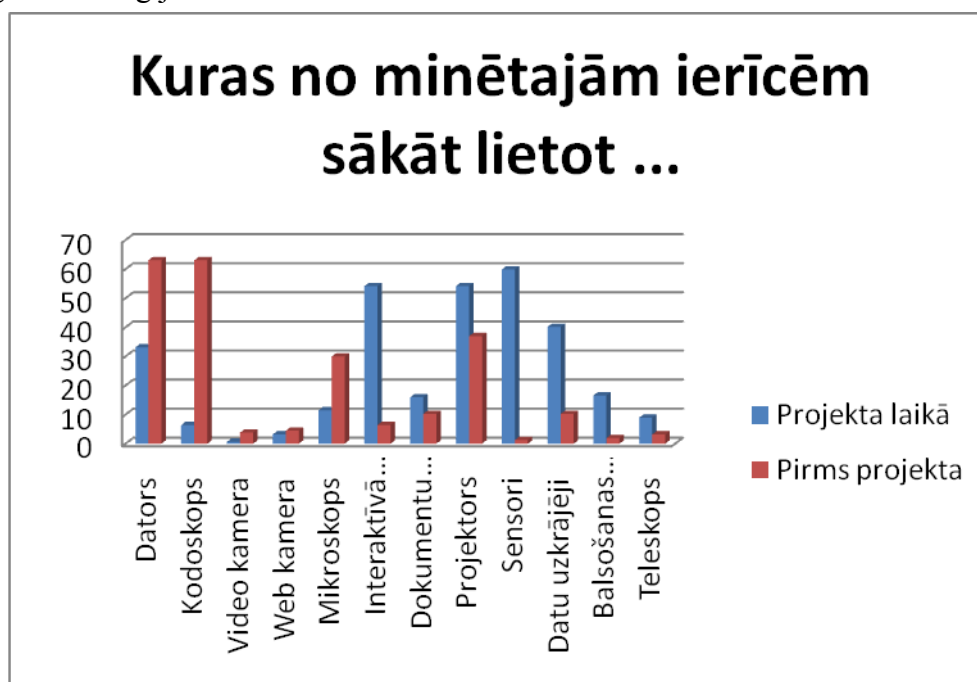
10. attēls. Kadri no mācību filmas „Ekobūvniecība”.

Piemēram, fizikā 8. klasei tematā par spiedienu, tiek izvirzīts problēmjautājums: Kāpēc mājām vajadzīgi pamati? Skolēni skatās filmu „Māju projektēšana” un pēc tam reāli veic eksperimentu (skat. 11. att.), pārbaudot redzēto un rodot atbildi uz izvirzīto jautājumu.



11. attēls. Spiediena noteikšana fizikas stundā.

Kā jau minējām, bez digitāliem resursiem, būtiska ir arī skolotāju profesionālā kompetence. Projektā pilotskolās tika veikta aptauja, lai iegūtu informāciju, kā mainījusies situācija tehnoloģiju lietošanas ziņā pēdējos piecos gados kopš skolās ar projekta atbalstu ir ienākušas mūsdienīgas tehnoloģijas.



12. attēls. Aptaujas rezultāti par IKT lietojumu projekta pilotskolās un atbalsta skolās.

2010. gada maijā – jūnijā un tika aptaujāti 157 respondenti- dabaszinātņu un matemātikas skolotāji projekta pilotskolās un atbalsta skolās. Grafikā uz vertikālās ass atlikts procentuālais sadalījums. Kā redzams (skat. 12. att.) aptaujas rezultātos, pateicoties tehnoloģiju pieejamībai, skolotāji projekta laikā sāk lietot sensorus un datu uzkrājējus, kā arī interaktīvo tāfeli. Pirms projekta lielāka daļa aptaujāto lietoja gan datoru, gan kodoskopu, bet bija arī skolotāji, kas tikai projekta laikā sāka lietot šīs ierīces.



13. attēls. Aptaujas rezultāti par elektronisko resursu lietojumu projekta pilotskolās un atbalsta skolās.

Līdzīgi ir arī ar resursiem (skat. 13. att): projekta laikā skolotāji sāk lietot *GEONExT* materiālus un interaktīvās tāfeles darblapas, kā arī interaktīvos mācību diskus. Pirms projekta lielāka daļa aptaujāto lietoja gan PowerPoint prezentācijas, gan kodoskopa materiālus, gan interneta resursus, bet kā redzam bija arī skolotāji, kas tikai projekta laika sāka lietot šos resursu veidus.

Jauninājumu ieviešanai jābūt sabalansētai, apvienojot gan digitālos, gan drukātos mācību materiālus. Efektīvas pārmaiņas prasa vispusīgu pieeju, lai pilnībā mainītu pašu mācīšanās procesu. Daļai skolotāju informācijas komunikāciju tehnoloģiju lietojums ir izaicinājums. Daži citāti no pilotskolu skolotāju aptaujas, kā viņi tiek galā ar šo izaicinājumu:

- Piemērotu video fragmentu atrašana aizņem daudz laika - maināties ar kolēģiem savā un citās skolās;
- Tāfeles 'flipčārtu' un arī kvalitatīvu prezentāciju veidošana aizņem daudz laika; 1 – 2 reizes mēnesī uztaisu ko jaunu, izmantoju no iepriekšējiem gadiem vai arī lūdzu skolēniem palīdzēt atrast vai uztaisīt. Viņi to dara labprāt.
- Vienmēr pastāv bažas, ka dators "uzkārsies", "nevērsies" utml. Vienmēr lūdzu palīdzību skolēniem (nekad neesmu manījusi, ka tā dēļ skolēni mainītu attieksmi pret mani, nosodot par neprasmi vai nezināšanu).
- Problēmas dažkārt rodas darbojoties ar sarežģītām ierīcēm, piemēram, datu uzkrājēju. Vienkārši ir jāziedo laiks detalizētai ierīces izpētei, apguvei.
- Ja strādā ar interaktīvo tāfeli, tad procesā aktīvi iesaistās tikai tas, kas pie tāfeles. Man klasē ir 12 skolēni, tāpēc 'flipčārtu' failus vienlaicīgi laižu uz datoriem.

ESF projekts piedāvā dabaszinātņu un matemātikas skolotājiem profesionālās pilnveides kursus, kuros skolotājiem ir iespēja darboties ar mūsdienīgām tehnoloģijām, kā arī attīstīt prasmes organizēt mācību procesu, kurā mērķtiecīgi tiek izmantotas IKT. Informāciju par iespējām profesionāli pilnveidoties var atrast projekta mājas lapā (skat. 14. att.).

DABASZINĀTNES UN MATEMĀTIKA

Par projektu
Filozofijas maiņa un mūsdienīgs mācību process skolās. Vēsture, vērtības un misija, projekta izmēģinājumskolas un atbalsta skolas, sadarbības partneri.
Profesionālas izmaiņas dabaszinātnēs un matemātikā!

Skolēniem
Konkursi un dažādi interesanti pasākumi, mācību materiāli, informācija par augstskolām, foto materiāli un iespējas iegūt jaunu unikālu pieredzi.
Tavas izglītības iespējas!

Pedagogiem
Atbalsta materiāli 7.-12.klasei, metodiski materiāli, darbam noderīgas publikācijas, informācija par tālākizglītības iespējām un mūsdienīgu kabinetu aprīkojumu, kā arī iespēja izteikt savu viedokli.
Atbalsts tavā darbā!

Konkursi! Eksperimenti! Uzdevumi! Forums!

Aktualitātes
Piedalies Zinātnieku nakts pasākumos!
24.septembrī vienlaikus piecās pilsētās – Rīgā, Jelgavā, Daugavpilī, Rēzeknē, Ventspilī un Salaspilī - notiks ikdoadējie Zinātnieku nakts

ESF
EIROPAS SOCIĀLAIS FONDS

14. attēls. ESF projekta „Dabaszinātnes un matemātika” mājas lapa www.dzm.lv

Projekta mājas lapā ikvienam skolotājam un skolēnam ir pieejami projektā sagatavotie materiāli:

- Skolotāja atbalsta materiāli fizikā, ķīmijā, bioloģijā, matemātikā un dabaszinībās 10. - 12. klasēm elektroniskā formā www.dzm.lv/pedagogiem/;
- Vizuālie materiāli fizikā, ķīmijā, bioloģijā, matemātikā un dabaszinībās 10. - 12. klasēm elektroniskā formā un fizikā, ķīmijā, bioloģijā, matemātikā 7. – 9. klasei www.dzm.lv/pedagogiem/;
- Elektroniskie mācību materiāli fizikā, ķīmijā, bioloģijā, matemātikā un dabaszinībās 10.- 12. klašu skolēniem, kā arī fizikā, ķīmijā, bioloģijā un matemātikā 7. – 9. klašu skolēniem: www.dzm.lv/skolēniem/mācies_pats;

kā arī informācija par citām projekta aktivitātēm.

ESF projekta „Dabaszinātnes un matemātika” darbības jomas sasaucas ar pētījuma „Inovātivās skolu sistēmas struktūras īstenošanas izaicinājumi un iespējas”¹ būtiskākajiem secinājumiem, kā veicināt informācijas komunikāciju tehnoloģiju mērķtiecīgu izmantošanu mācību procesā:

- Mainīt akcentu no liela apjoma faktu un informācijas apguves uz analītisko, diskutēšanas un argumentēšanas prasmju attīstīšanu, tādējādi sagatavot jauniešus informācijas meklēšanai, analizēšanai un sava viedokļa aizstāvēšanai.
- Radoša un iesaistoša mācību procesa un satura izstrāde un ieviešana, kur skolēni ir aktīvi līdzdalībnieki mācību satura apguvē un arī izstrādē, nevis tikai informācijas ‘uztvērēji’. Tādējādi netieši mainot skolotāju – skolēnu attiecību modeli no hierarhiska uz partnerību, kopdarbību.
- Mācību satura saskaņošana starp dabaszinātņu un matemātikas priekšmetiem un sasaiste ar praksi, reālo dzīvi. Apgūtās zināšanas ir nevis tikai teorētiskas, bet praktiski pielietojamas ikdienas dzīvē.
- Ņemot vērā vēlamās izmaiņas izglītības saturā, būtu nepieciešams ieviest jauninājumus arī izglītības metodikā, nodrošinot, no vienas puses, pedagogu kvalifikācijas celšanu dažādām inovatīvām metodēm un, no otras puses, mācību metodiku atbilstību tām iespējām, ko skolās nodrošina jauno tehnoloģiju ieviešana (skolotāju un skolēnu partnerība mācību procesā, skolēnu iesaiste un līdzdarbošanās u.c.).

Straujā tehnoloģiju attīstība mūsdienās uzstāda augstas prasības arī skolotājiem. Skolotājam ir ne tikai jāseko attīstības tendencēm savā priekšmetā, bet arī nemitīgi jāapgūst jaunākās tehnoloģijas un jāspēj tās prasmīgi izmantot mācīšanas procesā. 21. gadsimta skolotājam ir jābūt vispārēji erudītam cilvēkam, kurš labi orientējas vairākās jomās, ir informēts par globālām norisēm un spēj motivēt skolēnu kritiski domāt un meklēt atbildes uz viņu interesējošiem jautājumiem. 21. gadsimta skolotājam ir jābūt motivētam un spējīgam nemitīgi mainīties un ieviest jauninājumus savā darbā. Kā reiz rakstīja Rainis : „Mainies uz augšu!”.

ATSAUCES

1. *Inovātivās skolu sistēmas struktūras īstenošanas izaicinājumi un iespējas*. Pētījuma rezultātu ziņojums. Pētījuma pasūtītājs: SIA „Microsoft Latvia”, pētījuma veicējs: SIA „Analītisko pētījumu un stratēģiju laboratorija” Rīga, 2010.
2. Dynarski, M., Agodini, R., Heaviside, S., Novak, T., Carey, N., Campuzano, L., et al. (2007). *Effectiveness of reading and mathematics software products: Findings from the first student cohort*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education
3. ESF projekta „Dabaszinātnes un matemātika” materiāli. Rīga, 2010.
4. www.dzm.lv – ESF projekta „Dabaszinātnes un matemātika” mājas lapa.