

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
FIZIKAS UN MATEMĀTIKAS FAKULTĀTE



Aija Cunska

**IKT LIETOJUMA IESPĒJAS  
MATEMĀTIKAS MĀCĪŠANĀ SKOLĀ**

Promocijas darbs

Doktora zinātniskā grāda iegūšanai matemātikā  
Apakšnozare: modernā elementārā matemātika un  
matemātikas didaktika

Darba vadītāji:  
Dr. habil. math., profesors Agnis Andžāns  
Dr. math., docente Dace Kūma

Rīga, 2013



EIROPAS SAVIENĪBA



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE  
ANNO 1919

## IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

*Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā  
«Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē - 2».*

*This work has been supported by the European Social Fund within the project  
«Support for Doctoral Studies at University of Latvia - 2».*

*Эта работа выполнена при содействии Европейского социального фонда в рамках  
проекта «Поддержка развития докторантуры ЛУ - 2».*

## ANOTĀCIJA

Promocijas darbs ir autores oriģināls pētījums laika posmā no 2000. līdz 2012. gadam, kura mērķis ir pilnveidot matemātikas mācīšanu Latvijas skolās, veicinot IKT lietojumu un veidojot atbalsta pasākumus skolotājiem.

Darbs ir strukturēts tā, lai atspoguļotu tos ieguvumus, ko dod IKT lietojums matemātikas mācīšanā skolā, kas rosina skolēnu interesi par matemātiku un attīsta viņu matemātiskās zināšanas un prasmes.

Pētījumā ir identificētas problēmas Latvijas izglītības sistēmā, kuras nosaka IKT lietošanas nepieciešamību matemātikas mācīšanā skolās, ir aprakstīti un pamatoti IKT lietojuma ieguvumi, ir veikta skolas matemātikas stundās pielietojamo IKT rīku analīze un ar konkrētiem piemēriem parādīts, kā IKT rīki palīdz izprast Matemātiskās indukcijas metodes būtību, pierādījuma soļus, uzskatāmus modeļus, ģeometrisku interpretāciju un shēmu pielietojumu uzdevumu risināšanā, kā arī ir aprakstīta iespējamā atbalsta sistēma matemātikas skolotājiem IKT lietojumam mācību procesā.

**Raksturvārdi:** matemātika, IKT lietojuma ieguvumi, IKT rīki, matemātiskās indukcijas metode, atbalsta sistēma matemātikas skolotājiem.

## ANNOTATION

The promotion research is an original author's research during the years 2000 - 2012. The aim of the research is to consummate teaching of mathematics at schools in Latvia by promoting use of ICT and creating support for teachers.

The research reflects the benefits of using ICT in teaching mathematics what rise students' interest to mathematics and develops their mathematical skills and knowledge.

The research identifies the problems in educational system of Latvia what appoint to the necessity of using ICT in teaching mathematics at schools. It describes and motivates the methods of the use of ICT, analyzes ICT tools what can be used in teaching mathematics. By describing the definite examples it also shows how ICT tools help to understand the essence of the method of mathematical induction, steps of proving, visible models, geometrical interpretations and use of schemes in solving the tasks. It also deals with description of possible support system for teachers of mathematics in using ICT in educational process.

**Keywords:** mathematics, use of ICT method, ICT tools, method of mathematical induction, support system for teachers of mathematics.

# SATURA RĀDĪTĀJS

DARBĀ LIETOTO SAĪŠINĀJUMU IZSKAIDROJUMS.....	7
IEVADS.....	8
1. NODAĻA. IZZIŅAS AKTIVITĀTI VEICINOŠAS MĀCĪBU METODES MATEMĀTIKĀ .....	20
1.1. MĀCĪBU METOŽU KLASIFIKĀCIJA.....	21
1.2. MĀCĪBU METODES MATEMĀTIKAS MĀCĪBU PROCESAM.....	23
1.3. INTERAKTĪVĀS MĀCĪBU METODES.....	28
1.4. MATEMĀTISKĀS INDUKCIJAS METODE.....	31
1.5. MATEMĀTIKAS MĀCĪBU METOŽU IETEKME UZ SKOLĒNU ZINĀŠANĀM UN PRASMĒM.....	34
2. NODAĻA. IKT LIETOJUMA UN ATTĪSTĪBAS TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS.....	37
2.1. IKT LIETOJUMS IZGLĪTĪBĀ UN MATEMĀTIKAS STUNDĀS .....	37
2.2. IKT LIETOJUMA PAKĀPJU RAKSTUROJUMS .....	40
2.3. DIGITĀLĀ TAKSONOMIJA.....	43
3. NODAĻA. IKT RĪKU LIETOJUMA IESPĒJAS MATEMĀTIKAS MĀCĪŠANAI SKOLĀ.....	45
3.1. MATEMĀTIKAS SKOLOTĀJU IKT RĪKU LIETOJUMA PRIORITĀTES.....	45
3.2. ELEKTRONISKĀS TABULAS IESPĒJAS MATEMĀTIKAS STUNDĀM .....	46
3.3. DINAMISKĀS ĢEOMETRIJAS PROGRAMMAS.....	53
3.4. DATORU ALGEBRAS SISTĒMAS .....	55
3.5. FUNKCIJU GRAFIKU VEIDOTĀJI.....	58
3.6. PROGRAMMĒŠANAS VALODA LOGO .....	59
3.7. DATU APSTRĀDES UN MODELĒŠANAS PROGRAMMATŪRA .....	60
3.8. MATEMĀTISKAS DATORSPĒLES.....	62
3.9. INTERAKTĪVA TĀFELE.....	63
3.10. MULTIMEDIJU MĀCĪBU OBJEKTI.....	64
3.11. VIRTUĀLA MĀCĪBU VIDE WWW.MIKSIKE.LV .....	65
3.12. INTERNETA RESURSI UN IESPĒJAS.....	68
3.13. MIM TEMATISKI KATALOĢIZĒTS IKT RESURSU KRĀJUMS.....	70
4. NODAĻA. PĒTĪJUMA REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS .....	73
4.1. IKT LIETOJUMA PRIEKŠROCĪBAS MATEMĀTIKAS STUNDĀS .....	73
4.2. PĒTĪJUMA REZULTĀTU EFEKTĪVITĀTES IZVĒRTĒJUMS .....	75
5. NODAĻA. ATBALSTA SISTĒMA PEDAGOGIEM IKT LIETOŠANAI MATEMĀTIKAS MĀCĪŠANĀ .....	82
5.1. MICROSOFT LATVIJA PROGRAMMU ATBALSTS UN DAUDZFUNKCIONĀLA PROGRAMMA MATHEMATICS 4.0 .....	84

5.2. DABASZINĀTŅU UN MATEMĀTIKAS IZGLĪTĪBAS CENTRS .....	87
5.3. ETWINNING – EIROPAS SAVIENĪBAS PROGRAMMA MŪŽIZGLĪTĪBAS JOMĀ.....	89
5.4. DIGITĀLIE MĀCĪBU LĪDZEKĻI.....	91
5.5. LATSTE – ATBALSTA SISTĒMA MATEMĀTIKAS SKOLOTĀJIEM .....	93
SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS.....	101
PATEICĪBAS.....	106
IZMANTOTO AVOTU SARAKSTS.....	107
ATTĒLU SARAKSTS .....	114
TABULU SARAKSTS .....	115
PIELIKUMI .....	116

## DARBĀ LIETOTO SAĪSINĀJUMU IZSKAIDROJUMS

CAD	Centrālais atbalsta dienests
CAS	Computer algebra system
DGS	Dynamic geometry software
DHS	Data handling and modelling software
GPS	Graph plotting software
GPST	Global positioning system
I*EARN	International education and resource network
IKT	Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas
IT	Informācijas tehnoloģijas
LatSTE	Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija
LU	Latvijas Universitāte
LU FMF	Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāte
LR IZM	Latvijas Republikas Izglītības un zinātnes ministrija
MIM	Matemātiskās indukcijas metode
MK	Ministru kabinets
MOOC	Massive open online course
MOODLE	Modular object-oriented dynamic learning environment
NMS	A.Liepas Neklātienes matemātikas skola
NUI	Natural user interfaces
OECD	Organisation for economic cooperation and development
PDF	Portable document format
PLE	Personal learning environments
UNESCO	The United Nations Organization for education, science and culture
VA	Vidējais aritmētiskais
VAD	Valsts atbalsta dienests
VG	Vidējais ģeometriskais
VIAA	Valsts izglītības attīstības aģentūra
VISC	Valsts izglītības satura centrs

## IEVADS

Katram ir tiesības saprast matemātiku. Katram skolēnam ir nepieciešams atbalsts un iespēja mācīties matemātiku ar izpratni. Pētot Latvijas skolu matemātikas mācību procesu, autore ir saskatījusi vairākas problēmas un aktualitātes.

Matemātiskā kompetence, kas ir spēja izmantot zināšanas un prasmes darba un mācību situācijās un profesionālajā un personīgajā attīstībā (Zeidmane, 2013), Eiropas Savienībā ir atzīta par vienu no svarīgākajām kompetencēm, kas nepieciešama, lai gūtu personīgo papildījumu, aktīvi iesaistītos pilsoniskajā un sabiedriskajā dzīvē un veiksmīgi veidotu profesionālo karjeru 21. gadsimta zināšanu sabiedrībā. Starptautiskajos apsekojumos (Eurydice, 2012) ir konstatēts, ka skolēnu pamatzināšanas ir vājas, tāpēc 2009. gadā tika izvirzīts ES mēroga mērķis "līdz 2020. gadam ir jāpanāk, lai tādu 15 gadus vecu jauniešu īpatsvars, kam ir nepietiekama lasītprasme un zināšanas matemātikā un dabaszinātnēs, būtu mazāks par 15 %".

Kā norādīts „Eurydice” pētījumos (Eurydice, 2012; LETA, 2011) par matemātikas un dabaszinātņu izglītību Eiropā, vairākās Eiropas valstīs (Īrijā, Grieķijā, Spānijā, Latvijā, Lietuvā, Portugālē un Rumānijā) matemātikas sasniegumu vidējais līmenis ir zemāks par ES vidējo rādītāju. „Latvijā piecpadsmitgadīgo skolēnu vidū 23 % ir zemi sasniegumi matemātikā, turklāt matemātikas apgūvē pietrūkst mūsdienīgu tehnoloģiju izmantojuma. Ja Latvija vēlas sasniegt līdz 2020. gadam noteiktos Eiropas mērķrādītājus piecpadsmitgadniekiem, būtu nepieciešams jau tagad valsts izglītības stratēģiskajos dokumentos iekļaut īpašas norādes un termiņus un attiecīgi pilnveidot skolu pamatzglītības programmu saturu un skolotāju prasmes," uzskata VIAA "Eurydice" programmas vadītāja Aija Lejas-Sausa (VIAA, 2011).

Daudzi faktori ietekmē matemātikas mācīšanas un mācīšanās veidu. Starptautiskās aptaujas (Eurydice, 2012; LETA, 2011) saista skolēnu sasniegumus ar ģimenes vidi, mācīšanas kvalitāti un izglītības sistēmas struktūru un organizāciju. Vairumā Eiropas valstu pastāv uz sasniedzamajiem rezultātiem bāzēta pieeja, lielāku nozīmi piešķirot skolēnu praktiskajām prasmēm. Matemātikas satura apjoms izglītības satura vadlīnijās ir samazinājies, taču lielāks kļuvis uzsvars uz problēmrisināšanu un matemātikas praktisko pielietojumu. Šāda pieeja labāk atbilst skolēnu vajadzībām un skaidri parāda, kā matemātika var tikt pielietota reālajā dzīvē.

Mūsdienu pētnieki (Hiebert, Carpenter, Fennema u.c., 1997; Pratt, 2012; Wolfram, 2010) norāda, ka matemātika jā māca:

- 1) lai izprastu ikdienas dzīves likumsakarības;
- 2) lai attīstītu tehniskās profesijas (inženieri, finansisti, ekonomisti, statistiķi u.c.);
- 3) lai trenētu un attīstītu loģisko domāšanu.

Matemātika ir jāpielieto uzreiz. Piemēram, mācoties kādu valodu, apmācības process notiek, runājot šajā valodā, taču matemātikā sākumā daudz jā mācās, bet tikai vēlāk iespējams pielietot. Matemātika ir jā māca darot. Un šis process sastāv no 4 būtiskiem soļiem (Wolfram, 2010):

- 1) pareizi ir jā saskata problēma, kas pastāv dabā;
- 2) problēma ir jā noformulē matemātiskā valodā;
- 3) uzdevums ir jā atrisina jeb jā izrēķina;



- 4) matemātikas rezultāts ir jāpārveido par saprotamu reālai pasaulei un jāpārbauda tā pareizība.

Problēma ir apstākļi, ka skolās trešo soli (rēķināšana) veic ar roku uz papīra, kas aizņem ļoti daudz laika, bet pirmo, otro un ceturto soli lielākoties neveic vispār. Skolas matemātika būtiski iegūtu, ja trešo soli pārsvarā veiktu ar tehnoloģiju palīdzību, bet daudz lielāku uzmanību skolotāji turpmāk veltītu pirmā, otrā un ceturta soļa izpētei un veikšanai. Matemātika nav tikai skaitļošana. Tas ir daudz apjomīgāks mācību priekšmets (Wolfram, 2010).

Atbilstoši 19.12.2006. MK noteikumiem Nr. 1027 „Noteikumi par valsts standartu pamatizglītībā un pamatizglītības mācību priekšmetu standartiem” pamatizglītības programmu viens no galvenajiem uzdevumiem ir nodrošināt iespēju apgūt mācīšanās pamatprasmes un informācijas tehnoloģiju izmantošanas pamatiemaņas. Matemātikas kā tehnoloģiju un zinātņu pamatu jomas galvenie uzdevumi ir:

- 1) Nodrošināt iespēju apgūt pamatzināšanas par matemātikas un dabaszinātņu likumsakarībām, informācijas tehnoloģiju (IT) izmantošanas iespējām, veicinot dabas vienotības izpratni;
- 2) Veicināt pētniecības darba pamatu apguvi, vērojot parādības un procesus dabā, izmantojot matemātiskos modeļus un informācijas tehnoloģijas;
- 3) Attīstīt izpratni par saistību starp matemātikas un dabaszinātņu sasniegumiem, tehnoloģijām, cilvēka ikdienas dzīvi, saimniecisko darbību un vidi, radot nepieciešamību rūpēties par vides un veselības saglabāšanu.

Savukārt 02.09.2008. MK noteikumos Nr. 715 „Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības mācību priekšmetu standartiem” ir teikts:

- 1) lai nodrošinātu vispārējās vidējās izglītības izglītojamo ar zināšanām un prasmēm, kas ir nepieciešamas personiskai izaugsmei un attīstībai, pilsoniskai līdzdalībai, nodarbinātībai, sociālajai integrācijai un izglītības turpināšanai, viens no galvenajiem uzdevumiem ir pilnveidot moderno informācijas un komunikācijas tehnoloģiju (IKT) lietošanas prasmes;
- 2) lai izkoptu izglītojamā prasmi patstāvīgi mācīties un pilnveidoties, motivētu mūžizglītībai un apzinātai karjeras izvēlei, viens no galvenajiem uzdevumiem ir izmantot mācību darbā atbilstošus un daudzveidīgus mācīšanās paņēmienus un tehnoloģijas, apzinoties savu radošo potenciālu.

Kā pamatprasības vidējās vispārējās izglītības matemātikas mācību priekšmeta apguvei ir noteiktas:

- atrod nepieciešamo informāciju dažādos informācijas avotos, novērtē tās pietiekamību, derīgumu;
- izmanto IKT informācijas apkopošanai, sakārtošanai, pārveidošanai un aprēķiniem;
- izmanto IKT informācijas iegūšanai un prezentācijai.

Lielbritānijas zinātnieks Konrāds Volframs (Wolfram, 2010) uzsver, ka skolēni nevēlas mācīties, skolotāji nezina ko un kā mācīt, darba devēji nesaņem produktīvus jaunus darba ņēmējus, valdībām trūkst profesionāļu ekonomikas atveseļošanai un attīstībai. Reālā pasaulē matemātika izskatās kā modelēšana, statistika, finanšu darījumi, inženieru izgudrojumi, simulācijas, arhitektūra, kvantu mehānika u.c. Savukārt skolas matemātikā ir

daudz skaitļošanas – pārsvarā uz papīra vai ar kalkulatoru. Matemātikas svarīgums pasaulē ir kļuvis tik nozīmīgs kā nekad agrāk. Kaut kur mēs esam aizgājuši pa nepareizo ceļu. Ir izveidojusies dziļa plaisa starp skolas matemātiku un reālām dzīves vajadzībām.

Kopš dzimšanas mūsdienu skolēns dzīvo augstu tehnoloģiju un informācijas bagātā pasaulē, kas ir piedzīvojusi informācijas sprādzienu, ievērojamas pārmaiņas, kā arī ekonomisko krīzi un struktūras maiņas. Sabiedrība lieto IKT, lai mācītos, atpūstos, sadarbotos, strādātu un pārvaldītu lietas (ceļojumus, budžetu, laiku u.c.). Tehnoloģijas, kuras lieto visu vecumu cilvēki, kļūst arvien ātrākas, lētākas, mobilākas, integrētākas un saturīgākas. Vairāk par sēdēšanu klases skolā skolēni izvēlas tehnoloģiju izmantošanu, lai vērotu, pētītu, meklētu, piekļūtu informācijai, manipulētu, būvētu, radītu, sadarbotos ar citiem un piedalītos pasaules notikumos reālā laikā. Tikai ar vienas peles klikšķi skolēni var piekļūt plašiem un aktuāliem pasaules resursiem un pakalpojumiem. Skolēni mācību procesam pieprasa interaktivitāti, mobilitāti, daudzveidību un paralēlus procesus, jo viņi vienlaicīgi var runāt pa telefonu, klausīties mūziku, sērfot *Internetā* un pildīt mājas darbus.

Būtu dīvaini, ja šodien vēl joprojām visās skolās būtu saglabājušās klasiskās matemātikas mācīšanas un mācīšanās metodes (ar tāfeli un krītu, kontroldarbiem un ikdienas mājas darbiem rūtiņu burtnīcās).

Senāk tas bija iespējams, ka vecāki palīdz skolēniem pildīt matemātikas mājas darbus. Ir bijušas daudz anekdotes par to, ka vecāki izpilda mājas darbus skolēnu vietā un mamma ar tēti sacenšas, kurš saņems labāku vērtējumu. Skolu matemātikas modernizācija ir padarījusi to par neiespējamu, jo mācību materiāls tiek pasniegts un mācīts citādāk – pēc vecāku domām savādāk, nepierastāk un pat dīvaināk.

Tikai retais skolotājs pieiet skolēna nemācēšanai pēc būtības un pajautā, ko skolēns ir izdarījis, lai saprastu, uzdod uzvedinošus pretjautājumus vai deleģē šo jautājumu klasesbiedram, kurš tēmu saprata ātrāk, tā liekot piepūlēties arī skolēnam pašam. Skolotāji neuzticas sev un izvēlas iet labi iestaigāto, lai arī brīžam acīmredzami neefektīvo taciņu ar frontālu stāstīšanu. Skolotājiem ir bail, ka citas pieejas var radīt nestandarta situācijas klasē (Vorobjovs, 2012).

Pasaule, kurā mēs visi šobrīd dzīvojam, strādājam, domājam, izglītojamies un sadarbojamies ir ārkārtīgi dinamiska, mainīga, neprognozējama un globāla. Un mēs nevaram no visa notiekošā norobežoties. Protams, norobežošanās ir iespējama, bet tādā gadījumā nevar runāt par cilvēku kā sociālu būtni un procesiem, kuros viņš iesaistās kā dažādu sabiedrības grupu loceklis.

Atbilde visām problēmām ir ļoti vienkārša – jāsauc palīgā informācijas un komunikāciju tehnoloģijas. Pareizs IKT lietojums ir brīnumnūjiņa skolotāja rokās, lai mācītu matemātiku un uzlabotu matemātikas izglītību kopumā.

Kritiķu viedoklis par IKT lietojumu matemātikā ir interesants kā brīdinājums no dažādām iespējamām kļūdām, tomēr tas palicis nospiedošā mazākumā, jo mūsdienās iestāties pret IKT ir analogi kā pirms simts gadiem protestēt pret elektrību, radio vai telefonu (Gorbāns, 2008).

Līdz šim Latvijā ir veikti atsevišķi pētījumi par mērķtiecīgu IKT lietošanu matemātikas mācību procesā (Krievāne, 2006; Lāce, 2005; Lāce, 2010; Pjalkovska, 2009; Rove, 2006); par ģeometrijas nodarbību modelēšanu ar IKT palīdzību (France, Ramāna, 2004; Veilande,

2005; Žaime, Znotiņa, 2005); par IKT izmantošanas iespējām neklātienē mācību procesā (Bērziņa, 2005); par matemātikas skolotāju gatavību lietot IKT (Birziņa, 2005; Bonka, 2006) u.c.

Daudzos nelielos Eiropas līmeņa pētījumos ir konstatēta noteikta pozitīva IKT lietošanas ietekme (Eurydice, 2012): var palīdzēt skolēniem iegūt labāku izpratni par matemātikas jēdzieniem; var uzlabot sasniegumu vērtējumu un problēmuzdevumu risināšanas prasmes; var veicināt skolēnu matemātiskās izpratnes attīstību; var dot pozitīvu ietekmi, skolēniem padziļināti apgūstot matemātiku.

Iepriekš minētie pētījumi ir fragmentāri, un tie nesniedz kompleksu IKT lietojuma iespēju novērtējumu uz matemātikas mācību procesu skolā.

### **Pētījuma jautājumi:**

- (1) Kādi ir biežāk lietojamie IKT rīki matemātikas mācīšanai skolā?
- (2) Kā rosināt skolēnu interesi par matemātiku un attīstīt viņu matemātiskās zināšanas un prasmes, izmantojot IKT lietojuma iespējas?
- (3) Kā atbalstīt skolotājus IKT lietošanā matemātikas mācīšanā skolā?

**Pētījuma objekts:** Matemātikas mācību process Latvijas vispārējās izglītības skolās.

**Pētījuma priekšmets:** IKT lietojuma iespējas matemātikas kompetences paaugstināšanai.

**Pētījuma mērķis:** Pilnveidot matemātikas mācīšanu Latvijas skolās, veicinot IKT lietojumu un veidojot atbalsta pasākumus skolotājiem.

### **Pētījuma uzdevumi:**

- (1) Apzināt izziņas aktivitāti veicinošas mācību metodes un to ietekmi uz matemātikas mācību procesu skolā;
- (2) Analizēt un izprast teorētisko pamatojumu IKT lietojumam un attīstībai;
- (3) Izpētīt IKT rīku lietojuma iespējas matemātikas mācīšanai skolā un noteikt veiksmīgākās;
- (4) Aprakstīt un pamatot IKT lietojuma priekšrocības matemātikas kvalitatīvai mācīšanai skolā;
- (5) Pilnveidot atbalsta sistēmu pedagogiem IKT lietošanai matemātikas mācīšanā;
- (6) Sniegt rekomendācijas, pamatojoties uz pētījuma rezultātiem.

Promocijas darbs ir izstrādāts LU A. Liepas Neklātienē matemātikas skolā (NMS) profesora Agņa Andžāna un docentes Daces Kūmas vadībā ar ESF atbalstu LU projekta „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē - 2” ietvaros.

Pētījums veikts laika posmā no 2000. līdz 2012. gadam matemātikas zinātnes apakšnozarē „Modernā elementārā matemātika un matemātikas didaktika” un pilnā mērā attiecināms uz jaunākajām Modernās elementārās matemātikas pamatnostādņēm.

Atbilstoši Amerikas matemātikas asociācijas biedru [I4] jaunākajiem pētījumiem Modernā elementārā matemātika ir termins pedagoģijas idejām par matemātikas mācību priekšmetu, kas radies tuvu mūsdienām (aptuveni 20 līdz 30 pēdējo gadu laikā) un ir vērsts uz skolas vecuma auditoriju. Modernās elementārās matemātikas galvenie mūsdienu aspekti ir:

- skaitļošanas un sociālo mediju tehnoloģijas;
- mācīšanās individualizācija;

- matemātikas izglītības psiholoģiskā izpēte;
- izglītojošu spēļu izmantošana;
- matemātikas integrācija ar zinātņi, tehnoloģijām, inženieriju un mākslu.

Galvenais Modernās elementārās matemātikas mērķis ir padarīt visas matemātikas jomas pieejamas ikvienam (skolotājiem, skolēniem, vecākiem) jebkurā laikā. Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas ir būtiski mainījušas Moderno elementāro matemātiku vairākos veidos [14]:

- tradicionālās matemātikas uzdevumu plašāka un ātrāka pieejamība;
- jaunu mācību metožu un formu lietošana, kas nav iespējamas bez dator tehnoloģijām, piemēram: uzdevumu datormodelēšana, konstrukciju vizualizēšana, datoralgebras sistēmas, dinamiskās ģeometrijas sistēmas, "solī pa solim" programmas, interaktīvās tāfeles, datorspēles, tiešsaistes forumi un diskusijas, web lapas, mathleti, atvērtās interaktīvās grāmatas, multimediju mācību objekti, video prezentācijas, tiešsaistes kursi, personālie apmācību tīkli u.c.

Pēc profesora A. Andžāna definīcijas (Andžāns, 1995) elementārā matemātika ir 1) to spriešanas paņēmienu kopums, kurus plaša matemātiskā sabiedrība uzskata par pašsaprotamiem, neatkarīgiem no kādas specifiskas matemātikas nozares un bez īpašas atsaucē uz tiem lieto tos visdažādākajās, arī ļoti tālu viena no otras stāvošās matemātikas nozarēs; 2) uzdevumi, kas atrisināmi ar šo metožu palīdzību.

Promocijas darbs attiecināms uz abām apakšnozares daļām – tajā ir izpētīts viens no šādiem vispārīgiem spriešanas paņēmieniem – matemātiskās indukcijas metode, kā arī izstrādāti metodiski ieteikumi šīs metodes lietojumiem skolas matemātikas kursā.

#### **Pētījuma bāze:**

- Latvijas vispārīzglītojošo skolu (konkrēti: Aizkraukles novada, Auces novada, Gulbenes novada, Krāslavas novada, Pļaviņu novada, Ogres novada, Smiltenes novada un Ventspils novada vispārīzglītojošo skolu) skolēni, skolotāji, izglītības vadītāji un vecāki.
- Eiropas Izglītības sistēmu informācijas tīkla (Eurydice), Eiropas valstu Izglītības ministriju tīkla (European Schoolnet), Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (OECD) un Apvienoto Nāciju izglītības, zinātnes un kultūras organizācijas (UNESCO) 2000. - 2012. gada dati.
- Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcijas (LatSTE) vairāk kā 1000 dalībnieki (vispārīzglītojošo, profesionālo un speciālo skolu skolotāji, augstskolu pasniedzēji, studenti, IKT nozaru speciālisti, mācību grāmatu izdevēji, LR IZM darbinieki).

**Pētījuma metodes** ietver gan primāros pētījumus – tiešā veidā izziņot vajadzīgo informāciju izglītības iestāžu pētījumos, gan sekundāros pētījumos – analizējot jau esošo teorētisko literatūru un plānošanas dokumentus saistībā ar pētījuma priekšmetu. Mērķa sasniegšanai lietota gan kvalitatīvā, gan kvantitatīvā pētījuma pieeja, nodrošinot zinātniskā pētījuma pamatotību un ticamību.

Pētījuma metodes: Zinātniskās un tehniskās literatūras, publikāciju, *Internet* materiālu, ziņu un apskatu, valsts normatīvo dokumentu analīze; Konsultācijas un diskusijas ar izglītības darbiniekiem Latvijā un ārzemēs; Tiešs pedagoģiskais darbs ar skolēniem un skolotājiem dažāda tipa un līmeņa skolās Latvijā; Ārpusklases pasākumu organizēšana un to rezultātu apkopošana; Teorētisku vispārīnājumu veikšana; Secinājumu aprobācija praksē

un zinātniskos kontaktos; Tiešsaistes aptaujas; Skolēnu un skolotāju anketēšana; Datu apstrāde ar statistikas metodēm.

Šis ir komplekss, starpdisciplinārs pētījums, kas galvenokārt attiecas uz modernās elementārās matemātikas un matemātikas didaktikas apakšnozari, kā arī skar pedagoģijas un datorzinātņu jautājumus. Darbā attīstītās idejas nav uzlūkojamas lineāri, tās veido mozaīku, un tikai tās kopaina apraksta situāciju.

### **Pētījuma novitāte un galvenie rezultāti:**

- (1) Identificētas problēmas Latvijas izglītības sistēmā, kuras nosaka IKT lietošanas nepieciešamību matemātikas mācīšanā skolā.
- (2) Dots pienesums kopējām akadēmiskajām zināšanām par izziņas aktivitāti veicinošu metožu lietojumu matemātikas mācīšanā skolās, aprobējot esošās metodes un pilnveidojot tās, lietojot mūsdienīgo IKT analīzes pieeju saistībā ar jaunākajiem Modernās elementārās matemātikas aspektiem.
- (3) Pētījuma ietvaros pirmo reizi aprakstītās un pamatotās IKT lietojuma priekšrocības sniedz iespēju paaugstināt skolēnu un skolotāju matemātiskās zināšanas un prasmes.
- (4) Izvērtējot Matemātiskās indukcijas metodes (MIM) jēdzienu, tās ģeometrisko interpretāciju un shēmu attēlojumu, ir izveidots MIM tematiski katalogizēts IKT resursu krājums un ar konkrētiem piemēriem parādīts, kā IKT rīki palīdz izprast MIM būtību, pierādījuma soļus, uzskatāmus modeļus, ģeometrisku interpretāciju un shēmu pielietojumu matemātikas uzdevumu risināšanā.
- (5) Veikta skolas matemātikas stundās pielietojamo IKT rīku analīze, apkopojot un aprakstot kvalitatīvākās IKT lietojuma iespējas, kā arī radot jaunus IKT produktus: interaktīva vide [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv), *Web* materiāls „WBA – uz Web bāzēta apmācība” un multimediju mācību objekti. Ir apzinātas IKT izvēles, kas gaidāmas tuvākajos gados un ir būtiskas matemātikas mācīšanā skolā, jo ir pamats dziļām pārmaiņām.
- (6) Pamatojoties uz pētījuma rezultātiem, to praktisko pielietojumu projektos, ir noteikti kavējošie apstākļi IKT lietojumam un ir pirmo reizi aprakstīta iespējamā atbalsta sistēma matemātikas skolotājiem IKT lietojumam matemātikas mācību procesā.
- (7) Ir izdomāts, izveidots un attīstīts LatSTE (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija) pasākums, kā atbalsta sistēma matemātikas skolotājiem starptautiskā līmenī. Tas sekmē skolotājiem tikties klātienē, prezentēt savas metodiskās izstrādes, gūt jaunu pieredzi, veikt publikācijas starptautiski rediģētā izdevumā un IKT speciālistu vadībā radīt inovācijas (process, kurā zināšanas pārtop par kaut ko reāli lietojamu vai taustāmu, ir inovācijas (Balklavs, 2004)). LatSTE pasākumu laikā ir izveidojies sadarbības tīkls starp Latvijas skolu matemātikas skolotājiem, ko var:
  - 1) uzskatīt par bāzi turpmākai ilgstošai sadarbībai gan izglītības satura jomā, gan izglītības resursu apmaiņas jomā, kā arī sadarbībai dažādu projektu ietvaros;
  - 2) uzskatīt par būtisku faktoru pasākuma ilgtspējības raksturošanai.

## Pētījuma rezultātu aprobācija

Par disertācijas tēmu autore publicējusi 18 zinātniskos rakstus un 9 rakstu kopsavilkumus vai tēzes, kā arī vienu citu nozīmīgu ar izpētes tēmu saistītu publikāciju.

Zinātniska publikācija starptautiski citējamā datu bāzē ELSEVIER:

1. Cunska, A., Savicka, I. (2012). Use of ICT teaching-learning methods make school math blossom. 3rd International Conference on Education and Educational Psychology (ICEEPSY 2012). *Procedia Social and Behavioral Sciences* 69 (2012) i, Elsevier. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). pp 1481 – 1489

Zinātniskas publikācijas starptautiski recenzējamās izdevumos:

1. Blaua, V., Cunska, A., Savicka, I. (2006). IKT projekti izglītības kvalitātei. LatSTE`2006. IKT nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums. Rīga: SIA „Mācību grāmata”. 30. - 36. lpp.
2. Cunska, A. (2007). Multimediju mācību objektu izstrādes prasmes un atbalsta sistēma skolotājiem. LatSTE`07. Nākotnes klase. Referātu apkopojums. Rīga: SIA „Mācību grāmata”. 22. - 26. lpp.
3. Bērce, A., Cunska, A., Sarcevičs, F. (2007). LatSTE vēsture – gadsimtu mijā. LatSTE`07. Nākotnes klase. Referātu apkopojums. Rīga: SIA „Mācību grāmata”. 5. - 9. lpp.
4. Cunska, A., Mākalne, V. (2008). Tehnoloģijas un sadarbība – kvalitatīvs atbalsts matemātikas mācīšanā. LatSTE 2008 referātu apkopojums. Latvijas skolotājs – mūsdienīga mācību procesa organizētājs. Rīga: LU. 40. – 44. lpp.
5. Andžāns, A., Cunska, A. (2008). The Colorful Renaissance. IX International Conference. Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Proceedings. Vilnius Pedagogical University. pp 76 – 80.
6. Cunska, A., Malkalne, V. (2008). Technologies and collaboration – qualitative support for teaching mathematics. ecoMEDIA-europe.net. International conference „Strategies, Media and Technologies in European Education Systems”. Proceedings Part I., Rīga: University of Latvia. pp 11 - 15.
7. Cunska, A. (2009). Use of ICT in mathematics teaching. Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Proceedings of the 10th International Conference, Tallinn University, May 14-16, 2009. pp 153 – 156.
8. Cunska, A. (2009). Sadarbības projekti matemātikas mācību procesa pilnveidei. LatSTE`2009 materiālu apkopojums. Sadarbība rītdienas skolai. Rīga: LU. 31. – 38. lpp.
9. Cunska, A. (2009). Runājošie e-pasti jeb *Voki* sākumskolas matemātikai. LatSTE`2009 materiālu apkopojums. Sadarbība rītdienas skolai. Rīga: LU. 71. – 74. lpp.
10. Cunska, A. (2009). Programma *Lectora* multimediju matemātikas objektu izveidei. LatSTE`2009 materiālu apkopojums. Sadarbība rītdienas skolai. Rīga: LU. 75. – 82. lpp.
11. Cunska, A. (2009). Use of ICT in the teaching of mathematics. 2nd International Scientific Conference. Gifted Children: Challenges and Possibilities. Proceedings. October 11-16, 2009, Riga, Latvia. pp 27 - 30.
12. Cunska, A. (2010). IKT mūsdienīgai un aktuālai izglītībai. LatSTE`2010. I- Tehnoloģijas skolā. Konferences un skolotāju radošo darbnīcu materiālu apkopojums. Rīga: LU. 5. - 12. lpp.
13. Cunska, A. (2011). Saistošā Matemātiskās Indukcijas metode. LatSTE`2011. Rakstu apkopojums. Rīga: LU. 4. - 10. lpp.

14. Cunska, A., Savicka, I. (2012). LATSTE – the support system for teachers of mathematics. 13th International conference Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Proceedings. May 30 – June 1, Tartu, Estonia.
15. Cunska, A. (2012). IKT mācību metode – svarīga matemātikas stundas sastāvdaļa. LatSTE`2012. Referātu apkopojums. Rīga: LU. 4. - 13. lpp.
16. Cunska, A. (2012). Matemātikas pastaiga LatSTE vēstures labirintos. LatSTE`2012. Referātu apkopojums. Rīga: LU.13. - 21. lpp.
17. Cunska, A. (2012). Modernā elementārā dzīves un dabas matemātika. LatSTE`2012. Referātu apkopojums. Rīga: LU. 21. - 27. lpp.

Starptautisku zinātnisku konferenču referātu tēzes:

1. Andžāns, A., Cunska, A. (2008). The Colorful Renaissance. IX International Conference 16-17 May 2008. Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. pp 49 – 50.
2. Cunska, A., Malkalne, V. (2008). Technologies and collaboration – qualitative support for teaching mathematics. ecoMEDIA-europe.net. International conference „Strategies, Media and Technologies in European Education Systems”. Abstracts. June 19-21, 2008, Riga, Latvia. pp 10 – 11.
3. Cunska, A. (2009). Use of ICT in mathematics teaching. 10th International Conference on Mathematics Education May 14 - 16, 2009. Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Abstracts. Tallinn University. pp 36 – 38.
4. Cunska, A. (2009). Use of ICT in the teaching of mathematics. 2nd International conference. Gifted Children: Challenges and Possibilities. Abstracts. October 11 - 16, 2009, Riga, Latvia. pp 19 – 20.
5. Cunska, A. (2010). Multimedia learning object „Mathematical induction”. 11th International conference Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Abstracts. May 6 - 7, 2010, Daugavpils, Latvia, 18 p.
6. Cunska, A. (2011). The Graphic Interpretation of the Mathematical Induction in interactive setting. 12th International conference Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Abstracts. May 5 - 6, 2011, Siauliai University, Lithuania. pp 21 – 22
7. Cunska, A. (2011). Attractive mathematical induction. The 10th International Conference on Technology in Mathematics Teaching. Enhancing Mathematics Education Through Technology. Conference Proceedings. University of Portsmouth. 10 p.
8. Cunska, A., Savicka, I. (2012). LATSTE – the support system for teachers of mathematics. 13th International conference Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives. Abstracts. May 30 – June 1, Tartu, Estonia, 17 p.
9. Cunska, A., Savicka, I. (2012). Use of ICT teaching-learning methods make school math blossom. 3rd International Conference on Education and Educational Psychology. Abstracts. Turkey – Istanbul 10 - 13 October 2012, pp 238.

Citas ar izpētes tēmu saistītas publikācijas:

1. Cunska, A. (2002). WBA – uz Web bāzēta apmācība jeb „Kā mācīt ikvienu par jebko jebkur un jebkurā laikā”. Vēstis skolai Nr. 35, 2002. 12. - 13. lpp.
2. Cunska, A. (2002). Ievadam. LatSTE`2001 Latvian Society Technology Exposition. Proceedings of the international conference. Riga: the University of Latvia, pp 5.

3. Cunska, A. (2005). Cienījamie pasākuma LatSTE`05 dalībnieki! Proceedings of the LatSTE`2005 Conference. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 3. lpp.
4. Cunska, A. (2005). Skolas attīstības plāna elektroniskā versija – iespēja elastīgiem risinājumiem. Proceedings of the LatSTE`2005 Conference. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 25. – 26. lpp.

Ar pētījumu rezultātu izklāstu autore uzstājusies 22 starptautiskās konferencēs:

1. Starptautiskajā konferencē “Stockholm Challenge Awards`2000. Award for pioneering ICT projects” Stockholm (Zviedrija) 2000. gada 2. - 5. jūnijā;
2. Starptautiskajā konferencē „2000 I\*EARN International Conference and Youth Summit” Bejing (Ķīna), 2000. gada 10. - 16. jūlijā;
3. 5-tajā starptautiskajā konferencē „LatSTE`2002 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Smiltēnē (Latvija) 2002. gada 24. - 26. oktobrī;
4. Starptautiskajā konferencē „Microsoft European Forum for Innovative Teachers 2004” Brussel (Beļģija) 2004. gada aprīlī;
5. 8-tajā starptautiskajā konferencē „Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nākotnes mācību procesā! LatSTE`2005 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Smiltēnē (Latvija) 2005. gada 27. - 28. oktobrī;
6. 9-tajā starptautiskajā konferencē „LatSTE`2006 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Aucē (Latvija) 2006. gada 26. - 27. oktobrī;
7. Starptautiskajā konferencē „eTwinning – Professional Development Workshop” Bratislava (Slovākija) 2007. gada 10. - 12. maijā;
8. 10-tajā starptautiskajā konferencē „Nākotnes klase. LatSTE`2007 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Ventspilī (Latvija) 2007. gada 25. - 26. oktobrī;
9. 9-tajā starptautiskajā konferencē „Teaching mathematics: retrospective and perspectives” Viļņā (Lietuva) 2008. gada 16. - 17. maijā;
10. Starptautiskajā konferencē „Strategies, Media and Technologies in European Education Systems. EcoMEDIA-europe.net” Rīgā (Latvija) 2008. gada 19. -21.jūnijā;
11. 11-tajā starptautiskajā konferencē „Latvijas skolotājs – mūsdienīga mācību procesa organizētājs. LatSTE`2008 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Ogrē (Latvija) 2008. gada 30. - 31. oktobrī;
12. 10-tajā starptautiskajā konferencē „Teaching mathematics: retrospective and perspectives” Tallinā (Igaunija) 2009. gadā 14. - 16. maijā;
13. Starptautiskajā konferencē „European Network of eTwinning Ambassadors” Chania (Grieķija) 2009. gada 1. - 3. oktobris;
14. Starptautiskajā konferencē „Gifted Children: Challenges and Possibilities” Rīgā (Latvija) 2009. gada 11. - 15. oktobrī;
15. 12-tajā starptautiskajā konferencē „Sadarbība rītdienas skolai. LatSTE`2009 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Smiltēnē (Latvija) 2009. gada 29. -30. oktobrī;
16. 11-tajā starptautiskajā konferencē „Teaching mathematics: retrospective and perspectives” Daugavpilī (Latvija) 2010. gadā 6. - 7. maijā;
17. 13-tajā starptautiskajā konferencē „LatSTE`2010 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Aucē (Latvija) 2010. gadā 28. - 29. oktobrī;



18. 10-tajā starptautiskajā konferencē „Technology in Mathematics Teaching. Enhancing Mathematics Education Through Technology” Portsmouth, (Lielbritānija) 2011. gada 15. - 18. jūlijā;
19. 14-tajā starptautiskajā konferencē „LatSTE`2011 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Ventspilī (Latvija) 2011. gada 27. - 28. oktobrī;
20. 13-tajā starptautiskajā konferencē „Teaching mathematics: retrospective and perspectives” Tartu (Igaunija) 2012. gada 30. maijā - 1. jūnijā;
21. 3-šajā starptautiskajā konferencē „Education and Educational Psychology” Stambulā (Turcija) 2012. gada 10. - 13. oktobrī;
22. 15-tajā starptautiskajā konferencē „LatSTE`2012 (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija)” Pļaviņās (Latvija) 2012. gada 1. - 2. novembrī.

Citās divās ar izpētes rezultātiem saistītās konferencēs:

1. Nacionālā ES programmas *eTwinning* konference „Radošums un inovācija mācību procesā – *eTwinning* kopiena Eiropā” Rīgā, Āgenskalna Valsts ģimnāzijā, 2009. gada 10. oktobrī;
2. Nacionālā programmas *eTwinning* vēstnieku konference, Rīgā, 2010. gada 23. -24. janvārī.

Pētījuma rezultāti tikuši iesaistīti dažādos nacionālos un starptautiskos projektos, programmās un pasākumos:

- Organizējot un vadot ikgadējo starptautisko pasākumu LatSTE (Latvijas Skolu tehnoloģiju Ekspozīcija) (1998. – 2012.);
- Ziemeļu Ministru padomes Informācijas biroja programmā „Informācijas tehnoloģiju pielietojums integrētās apmācības procesā. Metodes. Pieredze. Attīstība” (2000. - 2002.);
- Latvijas Izglītības Informatizācijas sistēmas valsts investīciju projekta politikas un materiālu izstrādē (1997. - 2005.), kā arī popularizēšanā semināros, konferencēs un raidījumā „Dzīvīte”;
- Vadot nodarbības izglītības nozares dažāda līmeņa vadītājiem British Council un LR IZM Izglītības satura un eksaminācijas centra programmā „Skolu līderība (School Leadership)” (2006. - 2008.);
- Vadot apmācības kursus matemātikas skolotājiem Eiropas Sociālā fonda nacionālās programmas 3.2.5.2. projektā „Atbalsts Vidzemes un Latgales reģionu skolotāju mūsdienīgu akadēmisko kompetenču papildināšanai” (2006. - 2008.);
- Vadot Eiropas Sociālā fonda nacionālās programmas 3.2.5.2. projektu „Multimediju mācību objektu izstrādes prasmes un atbalsta sistēma skolotājiem” (2006. - 2008.);
- LU Akadēmiskās attīstības projektā „LU FMF centra – A.Liepas Neklātienes matemātikas skolas – darbība” 2008. gadā;
- Darbojoties kā nacionālai koordinatorei, vadot seminārus un organizējot pasākumus starptautiskā programmā I\*EARN (International Education and Resource Network) (1996. - 2008.);
- Autores izveidotā un LR IZM saskaņotā (saskaņojuma Nr. 0960) skolotāju apmācības programmā „IKT izmantošanas iespējas dažādu mācību priekšmetu stundās” (programmas kods A2-9014142280) (2007. - 2011.);

- Darbojoties kā vēstniecei un vadot skolotāju kursus starptautiskā Eiropas skolu sadarbības programmā *eTwinning* (2004. – 2012.);
- Latvijas skolotāju portāla projektā [www.skolotajs.lv](http://www.skolotajs.lv) (2005. – 2012.);
- Starptautiskā mācību portāla [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv) projektā (2005. – 2012.);
- Vadot LU NMS Matemātikas Mazās Universitātes nodarbības 2012.gadā.

Ar pētījuma rezultātiem ir iepazīstināta liela daļa Latvijas matemātikas skolotāju un citu izglītības nozares darbinieku, pieņemot pieredzes apmaiņas delegācijas Smiltenes ģimnāzijā, daloties pieredzē citās skolās, kā ekspertei vērtējot izglītības kvalitāti skolu akreditācijās, kā arī uzstājoties nacionāla mēroga semināros un darba grupās.

### **Praktisko pielietojumu sabiedriskais novērtējums**

Par rezultātiem IKT lietojuma iespēju attīstīšanā un popularizēšanā matemātikas mācīšanās skolā darba autorei piešķirti:

- Valkas rajona padomes Izglītības pārvaldes atzinības raksts 2002. gadā;
- Inovatīvā Skolotāja statuss un ceļazīme uz inovatīvo skolotāju forumu „The Microsoft European Forum for Innovative Teachers 2004”, kas notika 2004. gada aprīlī Briselē;
- LR IZM Izglītības satura un eksaminācijas centra pateicība 2004. gadā;
- „Microsoft Latvia” atzinības raksts 2007. gadā;
- LU A.Liepas Neklātienes matemātikas skolas piemiņas balva 2007. gadā;
- Sabiedrības „Tilde” goda raksts un balva 2008. gadā;
- LR IZM atzinības raksts 2008. gadā.

Citi novērtējumi, kas tieši saistīti ar autores ieguldījumu:

- Saņemta finālista balva starptautiskajā informācijas tehnoloģiju konkursā „Stockholm Challenge Award 2000” par projekta „Vecāku iesaistīšana I\*EARN projektos un IKT izmantošanā skolu matemātikas mācību procesā” izcilu ideju un vadību;
- Smiltenes ģimnāzijai 2011. gadā piešķirta Ekselences balva, kura izveidota sadarbojoties Valsts izglītības satura centra projektam „Dabaszinātnes un matemātika” un Latvijas uzņēmumu asociācijām un attiecīgās nozares uzņēmumiem;
- Skolēnu, skolotāju un vecāku atbalsts, ka IKT ir sekmīgs papildrīks matemātikas apmācībai.

### **Promocijas darba uzbūve**

Promocijas darbu veido ievads, piecas nodaļas, secinājumi un priekšlikumi, izmantoto avotu saraksts, pielikumi.

Promocijas darba **pirmajā nodaļā** ir aprakstītas izziņas aktivitāti veicinošas mācību metodes matemātikā, interaktīvās mācību metodes un matemātiskās indukcijas metode. Dota matemātikas mācību metožu klasifikācija un ietekme uz skolēnu zināšanām un prasmēm.

**Otrā nodaļa** ir veidota kā IKT lietojuma un attīstības teorētiskais pamatojums, kurā raksturotas IKT lietojuma pakāpes, IKT lietojums izglītībā un matemātikas stundās, IKT ētiskie aspekti un digitālā taksonomija.

**Trešā nodaļa** veidota kā pētījums IKT rīku lietojuma iespējām matemātikas mācīšanai skolā. Ir noteiktas matemātikas skolotāju IKT rīku lietojuma prioritātes un ar piemēriem pamatoti IKT rīki: elektroniskās tabulas, dinamiskās ģeometrijas programmas, datoru algebras sistēmas, funkciju grafiku veidotāji, programmēšanas valoda LOGO, datu apstrādes un modelēšanas programmatūra, matemātiskas datorspēles, interaktīva tāfele, multimediju mācību objekti, virtuāla mācību vide [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv). Nodaļā ir noteiktas mūsdienīgas un nākotnē gaidāmās *Internet* iespējas, kuras var tikt izmantotas matemātikas mācīšanai skolā, kā arī ir izveidots MIM tematiski katalogizēts IKT resursu krājums.

**Ceturtajā nodaļā** ir dots pētījuma rezultātu efektivitātes izvērtējums un noteiktas IKT lietojuma priekšrocības matemātikas stundās.

**Piektajā nodaļā** ir piedāvāta iespējamā atbalsta sistēma pedagogiem IKT lietošanai matemātikas mācīšanā: Microsoft Latvija programmu atbalsts, Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centrs, Eiropas Savienības programma *eTwinning*, digitālie mācību līdzekļi un ikgadējs starptautisks pasākums „Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija LatSTE”.

**Secinājumos** apkopoti būtiskākie pētījumā gūtie atzinumi un doti priekšlikumi attīstībai.

## 1. NODAĻA. IZZIŅAS AKTIVITĀTI VEICINOŠAS MĀCĪBU METODES MATEMĀTIKĀ

*...mācīšanās ir ceļš no zināmā uz nezināmo, no izpratnes uz vēl neizprasto, no jautājuma uz atbildi. Te ir nepieciešama sistēma, kas dod iespēju ietaupīt spēkus un sasniegt iespējami vairāk (Ģingulis, 2005).*

*Labas mācību metodes ir tieši tikpat daudz, cik daudz ir labu skolotāju (Поля, 1975).*

*Pasaki man un es aizmirsīšu. Parādi man un varbūt es atcerēšos. Ļauj man to izdarīt, un tas kļūs par manējo uz mūžu. (Ķīniešu sakāmvārds)*

Vārds “metode” cēlies no grieķu valodas un tulkojumā burtiski nozīmē “ceļš uz kaut ko”. Ar mācību metodi saprot skolotāja un skolēnu didaktiskās sadarbības paņēmieni sistēmu, ar kuras palīdzību skolēni apgūst jaunas zināšanas, prasmes un iemaņas, vienlaikus attīstot arī savas izziņas spējas (Albrehta, 1998). Mācību metode ir svarīga matemātikas stundas sastāvdaļa, skolotāja un skolēnu sadarbības veids, lai sasniegtu konkrētus mācību mērķus. Mācību metodēs ir sakoncentrēts mācību saturs, izpaužas skolotāja un skolēnu personības, kā arī atklājas skolotāja sadarbība ar klasi.

Vēsturiski mācību metodes definīcija ir nepārtraukti attīstījusies. Slavenu filozofu un pedagogu skatījumā mācību metode ir (Иоанисиани, 1930; Ситаров, 2004):

- instruments skolotāja rokās, lai veicinātu sadarbību ar skolēniem – Krievijas pedagogs M. Pistraks (1888 - 1937);
- ceļš, ar kura palīdzību skolotājs organizē un vada skolēnu darbu uz zināšanām – Krievijas pedagogs P. Šinbirevs (1946);
- līdzeklis, ar kura palīdzību skolotājs, balstoties uz apzinātu skolēnu aktivitāti, apbruņo viņus ar zināšanām, iemaņām un prasmēm – Krievijas pedagogs I. Ogorodņikovs (1900 - 1978);
- veids, kā skolotājs nodod zināšanas skolēniem un vada skolēnu izziņas procesu; kā arī veids, kā skolēni iegūst zināšanas, prasmes un iemaņas – Krievijas pedagogs I. Ogorodņikovs (1900 - 1978);
- ceļš, pa kuru skolotājs vada skolēnus no nezināšanām uz zināšanām, no neprasmēm uz prasmēm, un ceļš bērnu domāšanas spēju attīstīšanai – Krievijas pedagogs M. Skatkins (1900 - 1991);
- ceļš, pa kuru rit pedagoģiskais process un skolotājs ved skolēnus no nezināšanas uz zināšanām (Лорджипанидзе, 1957);
- veids, kā organizēt skolēnu izziņas procesu, lai nodrošinātu zināšanu iegūšanu un praktisko darbošanos (Лернер, 1981);
- ne tikai instruments skolotāja rokās, bet arī lielisks instruments, ar kuru pieskarties skolēnu personībām (Макаренко, 1986).

Mācību motivācijas veidošana skolēniem ir viena no svarīgākajām izglītības problēmām, jo spēcīgi motivētiem cilvēkiem pašapziņa ir izteiktāka, tiem ir noteiktāki mērķi un interese tos sasniegt (Gudjons, 1998). Skolotāja darbībā pats būtiskākais ir pareizi izplānot, motivēt un organizēt mācību procesu.

Pareizas mācību metodes izvēle ir ļoti svarīga. No tās ir atkarīgs, vai skolēns stundā garlaikosies un mācību viela tikai pārslīdes skolēna smadzenēm, neatstājot nekādas zināšanu pēdas, vai arī, tieši otrādi, skolēns mācību vielu uztvers viegli kā rotaļu, kā daļu

no savas dzīves, un zināšanas paliks skolēnam uz mūžu. No izvēlētas mācību metodes būs atkarīgs, vai klase uz stundu skatīsies kā „katorgu” un ar savu uzvedību traucēs vadīt mācību procesu vai arī klase būs ieinteresēta un ar savu labvēlīgo draudzību palīdzēs skolotājam mācību procesa kvalitatīvā vadīšanā (Луначарский, 1925).

1.1. tabulā ir apkopoti faktori, kuri jāņem vērā, izvēloties metodes mācību procesam (Babanskis, 1989; Mihačova, 2003; Лернер, 1981; Скаткин, 1982; Скаткин, 1984 u.c.) Tabulas trešajā kolonnā ir norādīts, vai atbilstošo faktoru var nodrošināt IKT rīku lietojums.

**1.1. tabula. Faktori, kuri jāņem vērā, izvēloties metodes mācību procesam**

Nr.	Faktori	IKT
1.	jārada vide, kurā skolēns jūtas labi, un tai jāveicina viņa garīgā piepūle;	jā
2.	jāveicina skolēnu mācīšanās prieks un jārada iespēja mācību izaugsmei;	jā
3.	jāpalīdz skolēnam mācīties, izmantojot visas maņas;	jā
4.	jādod skolēnam iespēja darboties;	jā
5.	jāsekmē tāda skolotāja un skolēna sadarbība, kas ļautu skolēnam kļūt par līdzvērtīgu mācību procesa dalībnieku, konsultantu, novērotāju;	jā
6.	jāveicina skolēna patstāvīga, radoša mācīšanās;	jā
7.	jāsaprot, ka mācīšana un mācīšanās ir komplekss process;	
8.	jāievēro, ka katrs skolēns ir īpaša un unikāla personība;	jā
9.	jāpieņem, ka skolēni apgūst zināšanas, prasmes un iemaņas dažādos laikos, tempos un veidos;	jā
10.	jānosaka vispārējais mācību un audzināšanas mērķis un uzdevums, kā arī stundā veicamie didaktiskie uzdevumi: jaunas informācijas iegūšana, zināšanu nostiprināšana, prasmju un iemaņu izkopšana, zināšanu un prasmju pārbaude u.c.	jā
11.	jāabalansē atbilstība konkrētiem apstākļiem un mācībām atvēlētajam laikam;	
12.	jāņem vērā skolēnu vecums un attīstības līmeņa īpatnības, klases kolektīva īpatnības;	
13.	jārespektē skolotāju iespējas, kas atkarīgas no pieredzes, personības.	

## 1.1. MĀCĪBU METOŽU KLASIFIKĀCIJA

Attīstoties pedagogijas teorētiskajai bāzei, ik gadu turpina papildināties mācību metožu un paņēmienu skaits. To labākai izpratnei un sistematizācijai ir izveidotas dažādas klasifikācijas (Albrehta, 1998; Манвелов, 1997; Ситаров, 2004) (skatīt 1.2. tabulu).

**1.2. tabula. Mācību metožu dažādas klasifikācijas**

Atbilstoši zināšanu sniegšanas un uztveres avotiem mācību metodes var iedalīt:

- vārdiskajās (stāstījums, diskusija, lekcija u.c.);
- uzskatāmajās (ilustrācijas, demonstrējumi u.c.);
- praktiskajās (uzdevumi, laboratorijas un praktiskie darbi u.c.).

Atbilstoši skolēnu izziņas aktivitātes un patstāvības pakāpei mācību metodes var iedalīt:

- izskaidrojoši – ilustratīvajās jeb informatīvi – receptīvajās;
- reproduktīvajās;
- problēmu izskaidrojošajās;
- daļēju meklējumu jeb heuristikajās;
- pētnieciskajās;
- pārdzīvojuma un emocionālās iedarbības metodēs.

Atbilstoši skolotāja mācīšanas un skolēna mācīšanās raksturam mācību metodes var iedalīt:

- informatīvi apkopjošajās un izpildošajās;
- izskaidrojošajās un reproduktīvajās;
- izskaidrojoši rosinošajās un daļēji meklējošajās;
- attīstošajās un meklējumu metodēs;
- instruktīvajās un produktīvi praktiskajās.

Atbilstoši didaktiskajiem mērķiem un stundu uzdevumiem, kā arī atbilstošajai skolotāja un skolēna darbībai mācību metodes var iedalīt:

- komunikatīvajās – izmanto esošo zināšanu nostiprināšanai (jauna materiāla izklāsts, diskusija par jauno mācību materiālu, darbs ar grāmatas tekstu, darba izvērtējums);
- izzinošajās – izmanto jaunā mācību materiāla nostiprināšanai (novērojumi, modelēšana, ilustrāciju izpēte, demonstrēto materiālu izpratne un analīze);
- pārveidojošajās – izmanto esošo zināšanu pielietošanai uzdevumu risināšanā, problēmu apzināšanā, praktiskajos darbos u.c.;
- sistematizējošajās – izmanto zināšanu apkopšanai un sistematizēšanai (apkopjoša diskusija, sistematizējošas tabulas u.c.);
- kontrolējošās – izmanto apgūto zināšanu, prasmju un iemaņu kvalitātes noteikšanai, kā arī to korekcijai (rakstiski un mutiski kontroldarbi, praktiski uzdevumi u.c.).

Atbilstoši mācību metožu kopsakarībām mācību metodes var iedalīt:

- mācību izzinošās darbības organizējošās un realizējošās metodes: vārdiskās, uzskatāmās, praktiskās, induktīvās un deduktīvās, reproduktīvās un problēmu – izmeklēšanas, patstāvīgā darba un skolotāja vadībā;
- mācību stimulējošās un motivējošās metodes;
- mācību kontrolējošās un paškontrolējošās metodes: rakstiski un mutiski kontroldarbi, laboratorijas un praktiskie darbi.

Kā uzskata Dz. Albrehta (Albrehta, 1998) par atbilstošāko mācību metožu klasifikāciju uzskatāma klasifikācija pēc skolēnu aktivitātes un patstāvības pakāpes mācībās, jo šī pieeja vislabāk respektē sakarību, ka ikvienam izglītības satura elementam atbilst noteikts tā apguves veids (skatīt 1.3. tabulu).

### **1.3. tabula. Mācību metožu klasifikācija pēc skolēnu aktivitātes un patstāvības pakāpes mācībās**

<b>Metodes nosaukums</b>	<b>Metodes apraksts</b>	<b>Prasmes, kas tiek attīstītas</b>
Izskaidrojoši ilustratīvā metode	Zināšanu sniegšana gatavā veidā, izmantojot dzīvo vārdu un uzskati. Šī mācību metode ir viens no ekonomiskākajiem veidiem, kā nodot jaunajai paaudzei vispārinātu un sistematizētu dzīves pieredzi.	Skolēni spēj uztvert un apjēgt zināšanas, kā arī reproducēt iegaumēto. Tiek veicināta uzmanības attīstība.
Reproduktīvā metode	Skolotājs rosina skolēnus reproducēt apgūtās zināšanas. Metode prasa ievērot mācību individualizāciju, jo prasmju un iemaņu veidošanās ceļš katram skolēnam ir atšķirīgs, tāpēc uzdevumu skaitam jābūt pietiekamam, daudzveidīgam un atbilstošam skolēnu tuvākās attīstības zonai.	Skolēni spēj lietot zināšanas pēc parauga vai līdzīgās situācijās. Tiek sekmēta zināšanu nostiprināšana, prasmju un iemaņu, kā arī domāšanas pamatoperāciju (analīze, sintēze, abstrahēšana u.c.) veidošana. Atmiņas, valodas un motorisko spēju attīstība. Metode negarantē radošo spēju attīstību, nesekmē to mērķtiecīgu izkopšanu.

Problēmiskā izklāsta metode	Skolotājs izvirza problēmu, iztirzā, norāda skolēnam tās risināšanas ceļu, paskaidro un pamato domu secību, kas ir par pamatu hipotēzes (pieņēmuma) pārbaudei un secinājumu izdarīšanai. Nepieciešamības gadījumā secinājumus pārbauda eksperimentā, soli pa solim atklājot problēmas iespējamā risinājuma ceļus un loģiku.	Skolēni spēj lietot zināšanas, prasmes un iemaņas radoši jaunās, neordinārās situācijās. Skolēni apgūst konkrētās problēmas vai noteikta tipa problēmu risināšanas paņēmienus un loģiku, taču vēl neizveido prasmi tos izmantot patstāvīgi.
Heiristikā metode	Heiristika – loģisku paņēmieni sistēma kādas problēmas risināšanai. Katras problēmas risināšanā jāatrod atbilstoša paņēmieni sistēma. Mācību procesā to izmanto problēmu un problēmsituāciju risināšanā.	Metode veicina skolēnu aktivitāti, atjautību, loģiskās domāšanas un izziņas procesa attīstību.
Pētnieciskā metode	Skolotājs 1) izvirza skolēniem patstāvīgi risināmu problēmu, paredz rezultātus, kas jāiegūst, un paredz risinājuma gaitu; 2) izvirza tādus uzdevumus, kuru veikšanai skolēniem jāizmanto savas pamatzināšanas; 3) uzrauga, kā norit skolēnu patstāvīgais pētnieciskais darbs; 4) koriģē, ja vērojamas novirzes no pareizā ceļa; 5) pārbauda iegūtos darba rezultātus; 6) organizē rezultātu apspriešanu.	Metode skolēniem sniedz pilnvērtīgas, labi izprastas, operatīvas un elastīgi izmantojamas zināšanas. Skolēni veido radošās darbības pieredzi, nodrošinot zināšanu, prasmju un iemaņu apguvi augstākajā radošās pielietošanas līmenī.

Ja trūkst vismaz viena no šo metožu grupām vai arī nav savstarpējas saistības starp metodēm, tad viengabalainā mācību darbība nedod optimālu efektu izglītošanā, audzināšanā un attīstīšanā. Atsevišķos gadījumos mācību metode saplūst ar mācību paņēmieni jeb darba formu.

## 1.2. MĀCĪBU METODES MATEMĀTIKAS MĀCĪBU PROCESAM

Līdz šim tika apskatītas vispārējās mācību metodes, neņemot vērā konkrēta mācību priekšmeta specifiku. Izziņas aktivitāti veicinošu mācību metožu klasifikācija matemātikas mācību priekšmetam ir (Манвелов, 2002):

- Empīriskās izziņas metodes (novērojumi, pieredze, mērījumi u.c.);
- Loģiskās izziņas metodes (analīze, sintēze, indukcija, dedukcija, salīdzināšana, analogija, abstrahēšanās, konkretizēšana, klasificēšana u.c.);
- Matemātiskās izziņas metodes (matemātiskās modelēšanas metode, aksiomātiskā metode u.c.).

Matemātikas mācību process ir cieša sadarbība starp mācīšanu, mācīšanos un saturu. Sarancevs uzsver, ka matemātikas mācību saturs tiek attīstīts, izmantojot indukciju,

dedukciju vai apkopojumu. Savukārt skolotāja un skolēna sadarbība izpaužas caur reproducēšanu, heuristiku (daļēju izmeklēšanu) vai pētniecību.

Atbilstoši iepriekš minētajiem nosacījumiem tiek izdalītas sekojošas matemātikas mācību metodes (Саранцев, 2001):

- Induktīvi – reprodutīvā (skolotājs rada tādu situāciju, kurā skolēns, apskatot atsevišķus gadījumus, pats aizdomājas līdz apgalvojumiem vai teorēmām. Piemēram, skolotājs atbilstoši stundas plānam soli pa solim izskaidro dotos lielumus un apskata vairākus piemērus līdz skolēns pats atklāj teorēmas formulējumu).
- Induktīvi – heuristiskā (metode ļauj skolēnam patstāvīgi atklāt faktus, apskatot atsevišķus gadījumus. Piemēram, pakāpju reizinājums, ja bāzes ir vienādas, ļauj atklāt pakāpju reizinājuma formulu).
- Induktīvi – pētnieciskā (pētot konkrētus gadījumus, metode ļauj skolēniem nonākt pie jauniem atklājumiem. Piemēram, apskatot četrstūru īpašības atbilstoši to simetrijas asīm, var atklāt dažādus četrstūru veidus: taisnstūris, rombs, kvadrāts).
- Deduktīvi – reprodutīvā (metode ļauj skolēniem izsecināt konkrētus rezultātus, balstoties uz vairāku uzdevumu risināšanu pēc dotas vispārīgās shēmas. Piemēram, teorēma par blakusleņķu summu var tikt atklāta, risinot uzdevumus par viena leņķa atrašanu, ja dots otra blakusleņķa lielums).
- Deduktīvi – heuristiskā (metode ļauj apskatīt atsevišķus gadījumus, ja zināms vispārīgā gadījuma formulējums. Piemēram, metode ļauj risināt konkrētus matemātikas uzdevumus, izmantojot konkrēti zināmu teorēmu).
- Deduktīvi – pētnieciskā (metode ļauj organizēt pētniecisko darbu, deduktīvi attīstot mācību materiālu. Piemēram, aksiomātiskā metode, modelējošā metode, uzdevumu risināšana, izmantojot teorēmas).
- Apkopojoši – reprodutīvā (metodes mērķis tiek sasniegts, pielietojot jau zināmus faktus. Piemēram, zinot vektoru metodi, var tos pielietot ģeometrijā, tos var saskaitīt, reizināt utt.).
- Apkopojoši – heuristiskā (metode ļauj skolotājam radīt tādus nosacījumus mācību stundās, kur skolēns pats nonāk līdz atrisinājumam. Piemēram, mērot dažādmalu trijstūra leņķus un malas, skolēni var paši atklāt sakarības starp trijstūra malām un leņķiem).
- Apkopojoši – pētnieciskā (metode mācību materiālā ļauj apskatīt vairākas situācijas, kuru izpēte noved pie apkopojošām zināšanām. Piemēram, apskatot dažādus gadījumus ar riņķī ievilktiem leņķiem, var nonākt pie zināmās teorēmas – ievilkta leņķa lielums ir puse no loka lieluma, uz kura tas balstās).

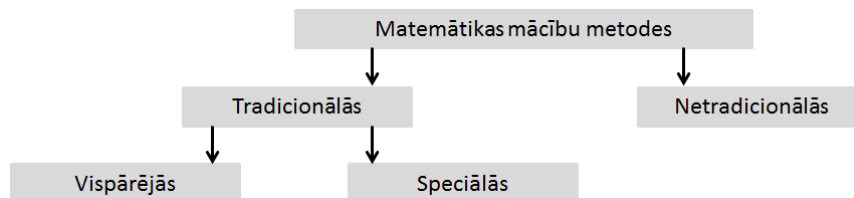
Iepriekš minētās gan vispārējās, gan speciālās mācību metodes savā būtībā ir tradicionālas mācību metodes. Pedagoģiskās teorijas un prakses attīstības gaitā rodas arvien jaunas – netradicionālas mācību metodes. Piemēram, Krievijas inovatīvie skolotāji ir radījuši jaunas mācību metodes (Карп, 1992; Окунев, 1988; Шаталов, 1987):

- Lielo bloku metode – ļauj skolēniem apgūt liela apjoma mācību materiālu, samazinot skolēnu mācību slodzi;
- Atbalsta metode – ļauj skolēniem attīstīt loģisko un telpisko domāšanu;
- Bezkonfliktu metode – ļauj skolēniem nosacīti brīvi izvēlēties mācību materiālu;
- Pašanalīzes metode – veicina skolēnu sistemātisku savstarpējo un paškontroli;



- Personības pieejas metode – noņem skolēnos spriedzi un bailes, ieaudzina ticību saviem spēkiem, veic katra skolēna izvērtējumu katrā stundā;
- Interaktīvā metode.

Līdz ar to matemātikas mācību metožu kopīgā struktūra ir pavisam kompakta (skatīt 1. attēlu).



1. attēls. Apkopjoša matemātikas mācību metožu shēma

Metodes ietekme mācību procesā var būt gan efektīva, gan neefektīva atkarībā no darba formas, laika un vietas, kur tā tiek pielietota. Tā ir skolotāja liela meistarība un veiksmē – atrast vispiemērotāko metodi un tās pielietojumu konkrētā vietā un laikā, lai sasniegtu vēlamā mācību mērķi. Skolotājam ir pilnībā jāpārzina konkrētā mācību metode, lai skolēni matemātikas stundās iegūtu maksimālo labumu. Skolotājam ir:

- jāizprot konkrētās metodes būtība;
- jāizmanto izvēlēto metodi pielietot konkrētās mācību situācijās;
- jāzina metodes pozitīvās un negatīvās izpausmes mācību procesā;
- jāprot noteikt metodes efektivitāti;
- jāzina, kuras skolas matemātikas tēmas mācīt ar konkrēti izvēlēto metodi;
- jāmotivē skolēnus darbam ar konkrēti izvēlēto metodi;
- jāzina biežāk sastopamās metodes izpausmes (redzamās un slēptās), kas rodas mācību procesa laikā.

Analizējot Latvijas matemātikas skolotāju darba pieredzi mācību stundās un ārpusstundu nodarbībās, iepazīstot zinātnisko un metodisko literatūru, var secināt, ka nepastāv skolēnu matemātisko spēju attīstīšanas metodika. Var tikai akcentēt tos vai citus momentus parastajā matemātikas mācīšanas metodikā, attiecinot tos vairāk vai mazāk uz visiem skolēniem, un formulēt kā skolēnu matemātisko spēju attīstīšanas principus. Skolēnu matemātisko spēju attīstīšanas principus var aprakstīt ar (Polya, 1969) galvenajām tēzēm:

- 1) Mācīšana ir vairāk māksla nekā zinātne un pret to jāizturas radoši.
- 2) Matemātikas mācīšanas galvenais mērķis ir mācīt domāt.
- 3) Tas nozīmē mācīt ne tikai matemātiskās domāšanas loģiskās, bet arī pirmsloģiskās formas: pazīt un izdalīt matemātisku jēdzienu dotajā konkrētajā situācijā, uzminēt rezultātu vai pierādījuma gaitu, vispārināt novērojumus, iegūt induktīvu slēdzienu vai spriest pēc analogijas.
- 4) Skolēnam jāatklāj patstāvīgi tik liela mācību vielas daļa, kāda ir iespējama konkrētajos apstākļos. Matemātikas pasniegšanas pamatā jāliek uzdevumu risināšana.
- 5) Svarīgi atrast un uzturēt pareizu samēru standartuzdevumu un nestandarta uzdevumu risināšanā.
- 6) Nestandarta uzdevumiem jābūt interesantiem un interesanti pasniegtiem.
- 7) To risināšanas gaitā jāsniedz iekšējā palīdzība, t.i., „jāsaka priekšā” tikai tas, kas varētu rasties paša skolēna apziņā.

- 8) Skolotāja iekšējā palīdzība jārealizē kā veselā saprāta likumu atgādināšana un „paralēlu situāciju” apspriešana.

Matemātikas 1. - 9. klasei mācību priekšmeta programmas paraugā aprakstītas konkrēti pielietojamas galvenās metodes: darbs ar tekstu, demonstrēšana, diskusija, eseja, daudzveidīgie jautājumi, lomu spēles, pētījums (skolēnu zinātniski pētnieciskais darbs), prāta vētra, problēmu risināšana, saruna (mācību dialogs), situācijas analīze, spēles, vizualizēšana, IKT lietošana, stāstījums/ lekcija, Uzdevumu risināšana. Ar IKT lietošanu skolotājs rosina skolēnus izmantot datoru: informācijas iegūšanai no *Interneta* vai CD ROM datu bāzēm, kā arī informācijas apkopošanai. IKT lietošana attīsta prasmi lietot mūsdienīgas tehnoloģijas informācijas iegūšanā, saglabāšanā un apkopošanā. Efektīvākai matemātikas mācīšanai nosauktās metodes ir jākombinē.

Kognitīvā ir pedagoģiskā procesā izmantojama didaktiskā pieeja, kas balstās uz apzinātiem domāšanas procesiem un ir saistīta ar saprāta noteiktu un pieredzē balstītu objektīvās īstenības (faktu) izziņu. Kognitīvai pieejai raksturīga skolēnu subjektīvās izziņas procesa visu posmu – uztveršanas, apjēgšanas, iegaumēšanas, lietošanas – aktivizēšana. Dažādu kognitīvās (situatīvās) mācīšanās skatījumu galvenā kopīgā iezīme ir uzskats, ka cilvēki ir mērķtiecīgas būtnes, indivīdi, kuri paši meklē zināšanas un ir apveltīti ar augsti attīstītu spēju apstrādāt informāciju.

Apskatīsim galvenos kognitīvās pieejas atbalstītāju uzskatus (Arends, 1994; Collins, Brown & Newman, 1989; Milone, 1997; Ormrod, 1995; Parham, 1996; Rosenshine, 1986; Солсо, 1996):

1. Skaidrojot izziņas procesu, tiek uzskatīts, ka prāta darbības modelis ir līdzīgs datora darbības modelim. Mēģināts apskatīt, kā zināšanas par pasauli tiek iegūtas, uzglabātas un atsauktas no atmiņas krātuvēm. Tiek uzsvēta nepieciešamība apgūt mācīšanās un problēmu risināšanas stratēģijas, kas ļautu skolēniem strādāt efektīvāk.
2. Tiek uzsvēta metakognitīvo iemaņu nepieciešamība. Tās ir iemaņas, ko cilvēki izmanto, lai spriestu par savām mācīšanās norisēm. Mācīšanās laikā vērojami divi metakognīcijas veidi: domas par to, ko mēs zinām, un domas par to, kā regulēt mācīšanās procesu.
3. Tiek izmantoti mācīšanas un mācīšanās modeļi, kas balstās uz kognitīvi aktīvu prātu. Tiek uzskatīts – jo vairāk fizisku, auditīvu un vizuālu stimulu var apvienot ar mācīšanos, jo labāks būs rezultāts. Zināms, ka fiziskā aktivitāte mācību laikā, palīdz iemācīties. To pašu dara arī izziņas aktivitāte. Saglabāt prāta modrību palīdz stratēģijas, ko cilvēki izmanto kognitīvās mācīšanās laikā.
4. Tiek uzskatīts, ka cilvēki neatveido informāciju par pasauli tieši, viņi to pārveido personīgi derīgā formā.
5. Mācību procesu var uzskatīt par veiksmīgu, ja tā rezultātā skolēni kļūst par prasmīgiem problēmu risinātājiem, t.i., spēj ne tikai atpazīt jau kādreiz risinātas problēmas, bet arī izmantot apgūtās shēmas, paņēmienus jaunu problēmu risināšanā.
6. Zināšanas nav pilnīgi neatkarīgas no vides, kurās tās tiek iegūtas. Zināšanas visvieglāk pielietot situācijā, kas līdzīga tai, kurā tās iegūtas. Tādēļ būtiski apgūt prasmi tās lietot jaunā situācijā, ko bieži sauc par pārnēsumu.

Kognitīvās pieejas piekritēji cenšas saprast, kas notiek prātā starp stimulu un atbildes reakciju, mēģina aprakstīt, kā smadzenes apstrādā informāciju. Priekšroka tiek dota vērtēšanas metodēm, kas prasa konstruktīvas atbildes – domrakstiem, rakstiskiem ziņojumiem, projektiem, apkopojumiem, matemātikā – vairāku soļu uzdevumiem, visam, kas var atklāt audzēkņu konceptuālo izpratni labāk nekā testi vai īso atbilžu uzdevumi.

Spēja loģiski spriest, t.i., izdarīt pareizus secinājumus, balstoties uz pieejamo informāciju, ir matemātikas neatņemama sastāvdaļa, tādēļ šīs skolēnu kritiskās domāšanas prasmes attīstīšana ir viens no svarīgākajiem matemātikas skolotāja uzdevumiem. Biežāk sastopamās skolēnu kļūdas, risinot matemātikas uzdevumus ir (Romane, 2010):

1) Spriežot induktīvi, hipotēzes tiek izvirzītas, balstoties uz konkrētiem novērojumiem. Spriežot deduktīvi, vispirms tiek izvirzīta hipotēze, tad tiek vākti un analizēti fakti, kas to apstiprina vai apgāž. Reālajā domāšanas procesā abi šie spriešanas paņēmieni savijas – mēs iegūstam pieredzi, uz tās bāzes izvirzām hipotēzes, kuras pēc tam pierādām. Skolēnu spriedumos bieži trūkst šī pēdējā posma. Viņi mēdz izdarīt vispārējus secinājumus, balstoties uz dažiem piemēriem.

2) Skolēniem ir problēmas ar kombinatoro domāšanu. Skolēni neprot sistematizēt savus spriedumus un pārbaudīt, vai apskatīti visi iespējamie gadījumi, kas atbilst uzdevuma nosacījumiem.

3) Skolēni bieži nesaprot, ka matemātikā secinājumi jāizdara, balstoties uz uzdevumā doto informāciju, nevis personīgo pārlicību vai emocijām.

4) Skolēni bieži neprot izstrādāt stratēģiju kāda apgalvojuma aplamības pierādīšanai. Risinot uzdevumu, ir jāatrod veids, kā pierādīt, ka hipotēzei pretējais apgalvojums ir nepatiess, nevis jāmeklē daudzus piemērus, kas apstiprina tiešo apgalvojumu. Sevišķi grūti skolēniem ir veikt abstraktu apgalvojumu pierādīšanu no pretējā.

5) Daudziem skolēniem ir problēmas ar kvantoru vārdu (katrs, ne u.c.) izpratni un lietošanu, sevišķi, abstraktās situācijās. Lielākā daļa skolēnu saprot, ka apgalvojumi: “katrs suns ir zīdītājs” un “var atrast rudu suni” pēc savas loģikas ir atšķirīgi, var pamatot to atšķirību. Tomēr tikai retais 5. - 6. klašu skolēns var paskaidrot, kāda atšķirība ir apgalvojumos: “katrs skaitlis, kura pēdējais cipars ir 5, dalās ar 5” un “var atrast skaitli, kura pēdējais cipars ir 3 un kurš dalās ar 3”.

6) Bieži, risinot kādu problēmu, nepieciešams definēt kādu jēdzienu. Definīciju formulēšana daudziem skolēniem sagādā nopietnas grūtības.

7) Grūtības sagādā arī tas, ka no visiem uzdevumā apskatītajiem lielumiem jāizvēlas analizējamo lielumu kopa. Lai to sekmīgi varētu veikt, vajadzīga prasme prognozēt rezultātus.

8) Skolēni samērā reti plāno uzdevuma risinājumu. Netiek izmantotas uzdevumu risināšanas stratēģijas. Lai varētu izvēlēties konkrētā uzdevuma risināšanai piemērotāko stratēģiju, jābūt savai “stratēģiju kolekcijai” no kuras izvēlēties. Tāda var veidoties tikai mēģinot patstāvīgi atrisināt daudzus dažādus uzdevumus un rūpīgi izpētot to pareizos atrisinājumus.

### 1.3. INTERAKTĪVĀS MĀCĪBU METODEDES

Bijušais Xerox galvenais zinātnieks Džons Silijs Brauns ir uzsvēris, ka mūsdienu skolēniem patīk mācīties interaktīvi: mācīties darot, radot un līdzradot (Brown, 2005).

Sabiedrība bieži runā par to, ka skolā mācības bērniem notiek pēc novecojušām metodēm, bērniem ir garlaicīgi un tie zaudē interesi par mācībām. Tas notiek tāpēc, ka jaunās paaudzes bērni ir savādāki – izaicinošāki, konfrontējošāki, intuitīvāki, jūtīgāki, garīgāki un atsevišķos gadījumos agresīvāki nekā iepriekšējās paaudzēs. To sākuši pamanīt gan vecāki, gan skolotāji.

Šodienas izglītības mērķis liek izvēlēties aktīvu izziņas procesu veicinošas mācību metodes, kas attīsta gan prasmes mācīties, gan radoši izmantot zināšanas, gan arī prasmes sevi novērtēt, kontrolēt, sadarboties ar citiem, iecietīgi izturēties pret atšķirīgu viedokli. Šos uzdevumus palīdz īstenot interaktīvās mācību metodes, kuras nodrošina sadarbību starp skolēniem un skolotāju. Tās palīdz skolēniem iekļauties mūsu dzīves ritmā un iemāca viņiem komunikāciju ne tikai savā starpā, bet arī ar apkārtējiem cilvēkiem.

Mūsdienu mācību process izvirza prasības ne tikai skolēniem, bet arī mācību spēkiem. Tāpēc nepieciešams apskatīt tās mācību metodes, ar kurām skolēni ir pazīstami, kā arī izvēlēties tās, ar kuru palīdzību varētu padarīt interesantāku mācību satura apguvi.

Interaktīvā apmācība (Solans, Mezcua, 2003) – apmācība, kas vērsta uz sadarbību, turklāt saglabājot mācību mērķi un saturu. Tradicionāli izdala trīs sadarbības dimensijas:

- Informatīvā sadarbība jeb apmaiņa ar informāciju;
- Interaktīvā sadarbība jeb koordinētas darbības;
- Perceptīvā sadarbība jeb adekvāta savstarpējā sapratne.

Sadarbība ir pilnvērtīga, ja līdzvērtīgi darbojas visas trīs dimensijas. Sadarbība var būt gan verbāla, gan neverbāla. Sadarbības procesa laikā tiek audzinātas emocijas un kulturālās sajūtas, tiek attīstītas līdzjūtības un paškontroles prasmes. Atbilstoši skolēnu lomai mācību procesā, metodes iedala (skatīt 1.4. tabulu).

*1.4. tabula: Mācību metožu iedalījums atbilstoši skolēnu lomai mācību procesā*

Metožu iedalījums	Apraksts	Galvenās mācību metodes
Pasīvajās	Skolēns ir mācību „objekts”, kuram jāsaprot materiāls. Skolēni nesadarbojas savā starpā.	Lekcijas, lasīšana, demonstrējumi, skolēna atbildes klases priekšā
Aktīvajās	Skolēns ir mācību „subjekts”, kurš pilda radošus uzdevumus un iesaistās dialogā ar skolotāju	Radoši uzdevumi, dialogs ar skolotāju
Interaktīvajās	Mācību procesā ir iesaistīti visi skolēni un skolotājs. Skolotājs ir tikai kā mācību procesa organizētājs, kurš nodrošina kvalitatīvu mācību vidi.	Kooperatīvās mācību metodes: projektu, problēmu, diskusijas, spēles.

Aktivitātes problēma mācībās cieši saistīta ar cilvēka izzinošās darbības būtības izpratni. Pasivitāte mācībās, kad skolotājs vada un uzrauga skolēnus, nevar sekmēt mācību objekta attīstību, bet saistīta tikai ar atrautu viens no otra informācijas kadru veidošanu audzēkņu apziņā un standarta uzvedības sociālo iemaņu audzināšanu. Atšķirībā no tā subjekta aktīvā izzinošā darbība ir cilvēka jebkuras mācību darbības jēga un nosacījums, kurš, pateicoties

tādai darbībai, mācību beigās ir mainījies. Šīs izmaiņas var izpausties personas zināšanu, prasmju, iemaņu un personības izaugsmē. Taču nebūt ne visas izaugsmes var uzskatīt par veiksmīgas (efektīvas) mācību darbības rezultātu. Par veiksmīgas (produktīvas) mācību darbības rādītājiem var kalpot mācāmā prasme domāt, strādāt ar informāciju (meklēt, analizēt, atlasīt, vērtēt), radoši risināt izzinošu un praktiskus uzdevumus, brīvi un patstāvīgi orientēties un risināt problēmas, realizēt savas darbības refleksiju, precīzi izklāstīt savas domas utt.

Ko tad mūsdienu matemātikas mācīšanā var ieskaitīt pie interaktīvās apmācības metodēm? Tās ir darbs mazās grupās un mainīga sastāva pāros; kooperatīvā mācīšanās; spēles, lomu spēles; dialogi, diskusijas, disputi, radoši semināri; situāciju analīze; prāta vētra; projektu metode; sarunas, lekcijas ar diskusiju elementiem, materiāla problemātisks izklāsts; izpēte, praktiskie darbi; dažādas savstarpējās mācību un savstarpējās kontroles formas; laboratorijas un pētnieciskie darbi; heuristiskā apmācība; problēmu meklēšanas apmācība; distances mācību elementi; aptaujas, testēšana; demonstrēšana, eksperimenti, mācību ekskursijas u.c.

Var izcelt šādus interaktīvās apmācības organizācijas obligātos nosacījumus matemātikas stundās:

- Uzticības pilnas un pozitīvas attiecības starp skolotāju un skolēniem;
- Demokrātisks mācīšanas stils;
- Skolotāja un skolēnu sadarbība stundas procesā, skolēnu sadarbība savā starpā;
- Balstīšanās uz skolēnu personīgo matemātisko pieredzi, spilgtu piemēru, faktu un paraugu iekļaušana mācību procesā;
- Sagatavošanās uzdevumu iekļaušana un pietiekami daudz laika atvēlēšanas pamatuzdevumu veikšanai;
- Informācijas pasniegšanas formu un mācību metožu daudzveidība, to regulāra un mērķtiecīgi pamatota maiņa;
- Vienā mācību stundā izmantot tikai dažas interaktīvas metodes, nepārsātinot stundu;
- Vecumam atbilstošu un skolēniem pieņemamu/ saprotamu metožu izvēle;
- Darbības ārējās un iekšējās motivācijas, kā arī skolēnu savstarpējās motivācijas iekļaušana;
- Katra skolēna mācīšanās tempa un spēju ņemšana vērā;
- Atgriezeniskās saites veidošana, veicot ekspresaptaujas un veicinot diskusijas.

Interaktīvā mijiedarbība sekmē mācību subjektu intelektuālo aktivitāti, konkurences (sāncensības) apstākļu un viņu pūliņu kooperācijas izveidi; turklāt darbojas tāds psiholoģiskais fenomens, kā inficēšana, un jebkura partnera izteiktā doma spējīga netīši izraisīt savu reakciju šajā jautājumā. Interaktīvās apmācības izmantošanai jāietver darbības, kas palīdz skolēniem attīstīt vērtēšanas un kritisko domāšanu, praktizēties ar reāliem uzdevumiem un lēmumu izstrādāšanā, gūt iemaņas, kas nepieciešamas tālākam efektīvam darbam pie analogām problēmām.

Interaktīvo metožu efektivitāte izpaužas ne tikai kā interesants mācīšanās process, bet arī rosina mācību dalībniekus radošai pieejai, liek domāt, analizēt iegūto informāciju, apjēgt to, salīdzināt ar savu personisko pieredzi un lietot praksē.

Šo metožu pozitīvās iezīmes ir: labāki mācību sasniegumi, savstarpējais atbalsts, labākas savstarpējās attiecības, labāka attieksme pret izglītības iestādi, lielāka gatavība uzņemties un izpildīt uzdevumus. Interaktīvās metode sekmīgi attīsta sociālās prasmes (skatīt 1.5. tabulu).

*1.5. tabula: Sociālo prasmju iedalījums*

Prasmes	Raksturojums
Prasmes, kas veicina efektīvu mijiedarbību starp grupas biedriem	Vienas darbavietas kopīga lietošana Kopīga materiālu izmantošana Darbošanās pēc kārtas, citam citu nomainot Palīdzības, atbalsta lūgšana un nodrošināšana Citu vērtību pieņemšana un sekošana labā paraugam
Prasmes, kas veicina komandas biedru savstarpējo uzticēšanos	Uzmundrināšana, iedrošināšana Labu vārdu teikšana citiem Labvēlīga izturēšanās pret citiem Saskaņas un vienošanās panākšana Prasme pastāstīt par savām izjūtām u.c.
Prasmes, kas veicina komunikāciju	Citu biedru uzrunāšana vārdos Piekļājības frāžu lietošana Sarunāšanās par tēmu Pozitīvās attieksmes izrādīšana vārdos, kā arī neverbāli Prasme otru uzklaustīt un nepārtraukt u.c.
Prasmes, kas veicina augstāka domāšanas līmeņa attīstību	Paskaidrojuma lūgšana un sniegšana Savas izpratnes pārbaudīšana, sarunājoties ar citiem Apstiprinājuma prasīšana otram Jautājumu uzdošana Savu ideju izskaidrošana u.c.
Prasmes, kas palīdz atrisināt konfliktus	Laiņības izrādīšana Citu viedokļu pieņemšana Ideju, nevis cilvēku kritizēšana Dusmu kontrolēšana Konstruktīvisms konfliktu risināšanā u.c.

**Kooperatīvā mācīšanās** ir pasaulē visvairāk pielietotā interaktīvā mācību metode, kad darbs tiek plānots un organizēts akadēmisko un sociālo mērķu sasniegšanai. Šo terminu veido jēdzieni **kooperācija** (cooperatio - sadarbība) - darba organizācijas forma un **mācīšanās** - personības attīstības process, kas īstenojas katram cilvēkam raksturīgā mācīšanās stilā (Eihelbeks, 2004). Ārēji to var vērot pēc skolēnu darbavietu izvietojuma - tie vairs nav sakārtoti rindās, bet parasti salikti pa divi kopā. Šo interaktīvo mācību metodi mēs varam izmantot matemātikas mācību satura apguvē.

Promocijas darba autores divdesmit gadu ilgā pedagoģiskā darba pieredze ģimnāzijā, pastāvīgi skolēnu darbības vērojumi stundās un ārpusstundu nodarbībās matemātikā, matemātikas metodiskās apvienības vadīšana, skolotāju izglītošana, kā arī nepārtraukts kontakts ar skolēniem ļauj secināt, ka skolēnu interese par matemātikas stundām paaugstinās, ja tās ir organizētas, izmantojot interaktīvas mācību metodes, kooperatīvās mācīšanās un kritiskās domāšanas paņēmienus. Izmantojot šīs darba formas, skolēni labāk saprot un uztver mācību vielu, jo tā „iziet caur skolēnu”, nevis tiek uzspiesta no ārpuses. Jāatzīmē, ka pieaug arī skolotāja loma, kuram jāseko stundas gaitai un katra skolēna domu gājienam, nevis jāuzspiež savs risinājums. Skolotājam ir jāuzņemas tikai konsultanta loma.

Interaktīvā apmācība palīdz skolēnam ne tikai mācīties, bet arī dzīvot. Līdz ar to interaktīvā apmācība (interesanta, radoša, perspektīva) ir virziens, kurš ir maz pētīts un noteikti jāattīsta Latvijas pedagoģijā.

#### 1.4. MATEMĀTISKĀS INDUKCIJAS METODE

Matemātikas mācību priekšmeta programma 10. līdz 12. klasei paredz 18 stundas jeb 14 % no kopējā mācību stundu skaita tēmas „Matemātiskie izteikumi, pierādījumi” apguvei, tai skaitā Matemātiskās indukcijas metodei (MIM) [I1].

Latvijas skolu (Aizkraukles novada ģimnāzijas, Auces vidusskolas, Gulbenes novada Valsts ģimnāzijas, Ogres Valsts ģimnāzijas, Krāslavas Valsts ģimnāzijas, Smiltenes ģimnāzijas) matemātikas skolotāji uz jautājumu „Lūdzu, aprakstiet savu pieredzi MIM mācīšanās un kā veiksmīgāk to iemācīt skolēniem?” atbild:

- Diemžēl jāsaka, ka veiksmīga stāsta nav. Iespējams, pati kaut ko nesaprotu, tāpēc labprāt iepazītos ar citu skolotāju veiksmes stāstiem par šo tēmu;
- Skolēni metodi uztver grūti;
- Uzskatu, ka daudz jādod uzdevumus par MIM ģeometriskās situācijās, jo to saprot labāk. Tos arī cenšos izmantot vai nedaudz izdomāt pati;
- Diezgan labi MIM strādā dalāmības pierādīšanā;
- Grūti iet ar bezgalīgajām summām, jo skolēni jauc vispārīgā locekļa formulu ar summas formulu;
- Cenšos izmantot daudz attēlus, daudz gatavu pierādījumu ar elementiem, kurus jāatpazīst;
- MIM mācu jau kopš parādījās iespēja veidot profilkursu matemātikā. Sākumā nebija to praktisko piemēru, tāpēc sāku ar teoriju, sīki skaidrojot soļus, kuri tiek izmantoti, lai veiktu pierādījumu;
- Skaidroju vairāku uzdevumu veidus, kuros izmanto MIM. Atsevišķos uzdevumos arī parādu alternatīvus risinājumus;
- Atbilstoši jaunam standartam izmantoju piemērus, kur var vizualizēt skaidrojumu, izmantojot ģeometrijas jēdzienu – laukums, kā arī citus;
- Skolēni, kas motivēti matemātikas apguvei un labi saprot, parasti ātri uztver, iemācās un spēj saprast šo tēmu. Grūti iet tiem, kam matemātika nepadodas, tad nepieciešams vairāk praktisku piemēru un skaidrojumu;
- Lielākai daļai skolēnu pierādījuma uzdevumi sagādā grūtības. Lai skolēniem veidotos izpratne par šo metodi, ilustrēju konkrētus piemērus (visbiežāk Domino efektu). Nākamajā etapā izstrādājam un pierakstām algoritmu, kas skolēniem ir jāiegaumē. Pēc algoritma dodu skolēniem uzdevuma pierādījuma paraugu, ko sīki klasē analizējam. Uzdevumus piedāvāju pēc grūtības pakāpēm – sākumā uzdevumus, kuros vajag komentēt vai pabeigt pierādījuma soļus. Skolēni strādā pāros un tikai pēc tam individuāli.

No skolotāju atbildēm var secināt, ka MIM sagādā grūtības gan skolotājiem, gan lielākai daļai skolēnu.

Promocijas darba trešajā nodaļā autore parāda konkrētus piemērus, kā IKT rīki palīdz izprast MIM būtību, pierādījuma soļus, uzskatāmus modeļus, ģeometrisku interpretāciju un shēmu pielietojumu uzdevumu risināšanā.

Matemātiskā indukcija ir pazīstama kopš 16-tā gadsimta, bet tikai 1838. gadā Britu matemātiķis Augusts de Morgans (1806 – 1871) deva tai precīzu nosaukumu. Tagad katrs matemātiķis šo metodi uzskata par pašsaprotamu lietu. Matemātiskā indukcija ir spēcīga pierādījuma tehnika, ko parasti izmanto, lai pierādītu apgalvojumus ar naturāliem skaitļiem.

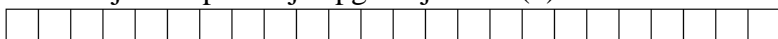
Apgalvojumus var iedalīt atsevišķos (apgalvo par vienu skaitli, priekšmetu, figūru u.c.) un vispārīgos (apgalvo par vairākiem skaitļiem, priekšmetiem, figūrām u.c.). Vispārīgu apgalvojumu vienmēr var izteikt, lietojot vienu vai vairākus parametrus. Pierādīt vispārīgu apgalvojumu nozīmē pierādīt visus atsevišķos apgalvojumus, kurus no tā var iegūt, ievietojot parametra vietā pieļaujamās vērtības.

Grafiskajā interpretācijā ar rūtiņām un lentēm tas redzams ļoti uzskatāmi (Andžāns, Zariņš, 1983). Aplūkojamo apgalvojumu var attēlot ar bezgalīgu lenti. Vispārīgus apgalvojumus apzīmēsim ar lielajiem latīņu burtiem (A, B, C u.c.), aiz tiem iekavās norādot apgalvojuma parametrus, piemēram, A(1), A(2) utt. Uzdevuma risinājumu grafiskā interpretācijā var iztēloties šādi: atrisinot uzdevumu B(1) – aizkrāsojam lentes pirmo rūtiņu, atrisinot uzdevumu B(2) – aizkrāsojam lentes otro rūtiņu, ..., atrisinot uzdevumu B(n) – aizkrāsojam lentes n-to rūtiņu. Tādējādi mēs pakāpeniski aizkrāsojam lentes pirmo, otro, trešo, ..., divpadsmito rūtiņu utt., tas ir, mēs atrisinām uzdevumus B(1), B(2), B(3), ..., B(12), ...

Līdzīga ideja ir arī matemātiskās indukcijas metodes pamatā. Aplūkosim vispārīgu apgalvojumu A(n), kura parametra n vērtības var būt naturāli skaitļi 1, 2, 3, ... . Risinot uzdevumu ar matemātiskās indukcijas metodi, rīkojas pēc sekojoša plāna:

- 1) Pārbauda, vai ir patiess apgalvojums A(1) (*indukcijas bāze*);
- 2) Pieņem, ka A(k) ir patiess (*induktīvs pieņēmums*);
- 3) Pierāda, ka patiess ir arī apgalvojums A(k+1) (*induktīva pāreja*);
- 4) Secina, ka A(n) ir patiess visiem naturāliem n.

Grafiskajā interpretācijā apgalvojumu A(n) var attēlot ar bezgalīgu rūtiņu lentu jeb rindu:



2. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda

Ja A(1) ir patiess, tad rūtiņu rindā varam aizkrāsot pirmo rūtiņu (*indukcijas bāze*):



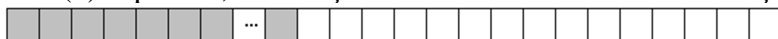
3. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar pirmo aizkrāsoto rūtiņu

Ja A(2) ir patiess, tad rūtiņu rindā varam aizkrāsot otro rūtiņu utt:



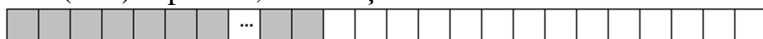
4. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar divām pirvajām aizkrāsotām rūtiņām

Ja A(k) ir patiess, tad rūtiņu rindā varam aizkrāsot k-to rūtiņu (*induktīvs pieņēmums*):



5. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar k aizkrāsotām rūtiņām

Ja A(k+1) ir patiess, tad rūtiņu rindā varam aizkrāsot k+1-mo rūtiņu (*induktīva pāreja*):



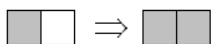
6. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar k+1 aizkrāsotām rūtiņām

Skaidrs, ka līdzīgi turpinot, pakāpeniski aizkrāsosim visu bezgalīgo lenti, t.i., būsīm pierādījuši vispārīgo apgalvojumu A(n). Ērti šo procesu attīstīt ar IKT rīku palīdzību.



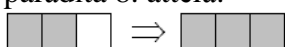
Matemātiskās indukcijas metode uzdevumos parasti tiek pielietota ar konkrētu shēmu palīdzību (Andžāns, Zariņš, 1983; Gunderson, 2011).

**Pirmā shēma (vienkāršā indukcija):** Ja 1) apgalvojums  $A(1)$  ir patiess; 2) katram naturālam  $k$  no tā, ka patiess ir apgalvojums  $A(k)$ , izriet apgalvojuma  $A(k + 1)$  patiesums, tad apgalvojums  $A(n)$  ir patiess visiem naturāliem  $n$ . Grafiskā interpretācija parādīta 7. attēlā:



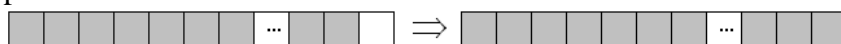
7. attēls. Vienkāršās jeb stingrās indukcijas shēmas grafiskā interpretācija

**Otrā shēma (sarežģītāka indukcija):** Ja 1) apgalvojumi  $A(p)$  un  $A(p + 1)$  ir patiesi; 2) visiem  $k \geq p$  no tā, ka patiesi ir apgalvojumi  $A(k)$  un  $A(k + 1)$ , izriet apgalvojuma  $A(k + 2)$  patiesums, tad apgalvojums  $A(n)$  ir patiess visiem naturāliem  $n$ . Grafiskā interpretācija parādīta 8. attēlā:



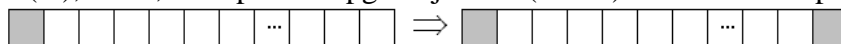
8. attēls. Sarežģītākas indukcijas shēmas grafiskā interpretācija

**Trešā shēma (sarežģītāka indukcija):** Ja 1) apgalvojums  $A(1)$  ir patiess; 2) no tā, ka apgalvojums  $A(k)$  patiess visiem naturāliem  $k$ , kas mazāki nekā  $m$ , izriet apgalvojuma  $A(m)$  patiesums, tad apgalvojums  $A(n)$  patiess visiem naturāliem  $n$ . Grafiskā interpretācija parādīta 9. attēlā:



9. attēls. Sarežģītākas indukcijas shēmas grafiskā interpretācija

**Ceturrtā shēma (sarežģītāka indukcija):** Apgalvojums  $A(n)$  ir patiess visām naturālām  $n$  vērtībām, kurām  $n \geq p$  ( $p \in \mathbb{N}$ ), ja eksistē tāds naturāls  $k$ , ka 1) ir patiesi atsevišķie apgalvojumi  $A(p)$ ,  $A(p + 1)$ , ...,  $A(p + k - 1)$ ; 2) no tā, ka ir patiess atsevišķais apgalvojums  $A(m)$ , izriet, ka ir patiess apgalvojums  $A(m + k)$ . Grafiskā interpretācija parādīta 10. attēlā:



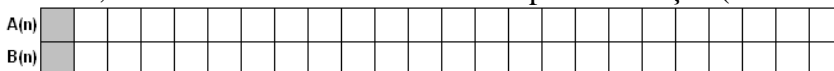
10. attēls. Sarežģītākas indukcijas shēmas grafiskā interpretācija

**Piektā shēma (divvirzienu indukcija):** Ja 1) apgalvojums  $A(1)$  ir patiess; 2) katram  $k$  no  $A(k)$  patiesuma izriet  $A(2k)$  patiesums; 3) katram  $k > 2$  no  $A(k)$  patiesuma izriet  $A(k - 1)$  patiesuma, tad vispārīgais apgalvojums  $A(n)$  ir patiess visām parametra  $n$  naturālām vērtībām. Grafiskā interpretācija parādīta 11. attēlā:



11. attēls. Divvirzienu indukcijas shēmas grafiskā interpretācija


**Sestā shēma (paralēlā indukcija):** Ir divas bezgalīgas lentas, kur viena no tām attēlo vispārīgo apgalvojumu  $A(n)$ , otra – vispārīgo apgalvojumu  $B(n)$ ,  $n \in \mathbb{N}$ . Indukcijas bāze nozīmē, ka abām lentēm drīkst aizkrāsot pirmās rūtiņas (skatīt 12. attēlu):



12. attēls. Paralēlās indukcijas shēmas divas bezgalīgas lentas

Pirmo induktīvo pāreju grafiski interpretē zīmējums:

13. attēls. Paralēlās indukcijas shēmas pirmā induktīvā pāreja

Otro induktīvo pāreju grafiski interpretē zīmējums: 

14. attēls. Paralelās indukcijas shēmas otrā induktīvā pāreja

Aizkrāsojot rūtiņas norādītajā secībā, var aizkrāsot visas rūtiņas abās lentēs. Tikpat labi var būt arī citas paralelās indukcijas shēmas – svarīgi ir tikai tas, lai rūtiņu aizkrāsošanas shēma garantētu iespēju aizkrāsot abu lenšu visas rūtiņas.

**Septiņā shēma (divdimensionālā indukcija):** Vispārīgu apgalvojumu ar diviem parametriem var attēlot ar plaknes kvadrantu (divdimensiju lenti – skatīt 15. attēlu). Katra rūtiņa atbilst atsevišķam apgalvojumam, ko iegūst no vispārīgā apgalvojuma, piešķirot parametriem  $n$  un  $k$  noteiktas vērtības. Piemēram, rūtiņa, kas atrodas trešajā rindiņā un ceturtajā kolonnā, atbilst parametru vērtībām  $k = 3$ ,  $n = 4$ , t.i., atsevišķajam apgalvojumam  $A(3;4)$ . Ja indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas kvadranta rūtiņas, tad dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

$k \backslash n$	1	2	3	4	5	6	7	...
1								
2								
3								
4								
5								
...								

15. attēls. Divdimensionālās indukcijas shēmas grafiskā interpretācija

**Svarīgs secinājums:** ja indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas lentes (viendimensionālai indukcijai) vai kvadranta (divdimensionālai indukcijai) rūtiņas, tad dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

## 1.5. MATEMĀTIKAS MĀCĪBU METOŽU IETEKME UZ SKOLĒNU ZINĀŠANĀM UN PRASMĒM

Mērķtiecīga vispārīgo prasmju apgūšana līdz ar specifiskajām priekšmeta zināšanām un prasmēm, kā arī nepieciešamība papildināt mācību procesu ar reāla konteksta uzdevumiem aktualizē jautājumu par mācību metožu un paņēmienienu efektivitāti. Programmā noteikti katram skolēnam sasniedzamie rezultāti, bet ceļi to sasniegšanai var būt dažādi. No lielā metožu klāsta matemātikas skolotājs izvēlas tās metodes, kas katrā konkrētajā gadījumā palīdz skolēnam efektīvi apgūt matemātikas saturu (Namsone, Čakāne, 2011).

Katrai no prasmēm (gan specifiski priekšmetiskās, gan vispārīgās), kas definētas stundas mērķī, nosacīti atbilst metodes un darba organizācijas formas, ar kuru palīdzību tās pilnveidot visefektīvāk. Nosacīta šī atbilstība ir tādā nozīmē, ka realizējot kādu konkrētu metodi, skolēni vairumā gadījumu pilnveido vairākas prasmes uzreiz. Piemēram, diskutējot par kādu matemātikas jautājumu, skolēni attīsta ne tikai komunikatīvās (prasme formulēt viedokli), bet arī sadarbības prasmes (uzklausa cita viedokli) (Namsone, Čakāne, 2011).

Tālāk ar piemēriem no Eiropas Sociālā fonda projekta „Dabaszinātnes un matemātika” atbalsta materiāliem darba autore ilustrē mērķtiecīgu mācību metožu un/vai darba organizāciju formu (tekstā tās ir pasvītrotas) izvēli atbilstoši prasmēm (tekstā tās ir izceltas treknrakstā un slīprakstā), kuras skolēni pilnveido attiecīgajā stundā:

**Komunikatīvās prasmes** – runāt, klausīties, rakstīt un lasīt - skolēns apgūst visā skolas laikā un aktīvi tās izmanto, aizvien pilnveidojot visos mācību priekšmetos. Stāstīt, pamatot, ar argumentiem aizstāvēt savu viedokli, iepazīstināt citus ar sava darba rezultātiem, prasmes pārveidot informāciju no viena veida citā, prasme darbā ar informācijas un komunikācijas tehnoloģijām ir nepieciešamas šodienas dzīvē un to apguvei izmantojams plašs metožu un metodisko paņēmienu klāsts. Šīs prasmes skolēniem tiek pilnveidotas arī matemātikas stundās.

*Skolēnu prasme pārveidot informāciju no viena veida citā.* Viena no metodēm, kuru realizējot iespējams mērķtiecīgi pilnveidot šo skolēnu prasmi, ir darbs ar tekstu. *Piemēram*, 7. klases temata „Lineāras nevienādības” 2. stundā „Pamatnevienādības pieraksta veidi” ir formulēts skolēnam sasniedzamais rezultāts — pārveido vārdisko informāciju: „vismaz”, „tik pat daudz”, „ne vairāk”, „nepārsniedz” matemātisko simbolu valodā.

*Skolēnu prasme izteikt un pamatot savu viedokli.* Šajā gadījumā uzsvaram nevajadzētu būt uz matemātiskā satura sarežģītību, gluži otrādi, tam jābūt pieejamam vairumam skolēnu. Diskusija ir metode, ar kuras palīdzību šīs prasmes pilnveidot. *Piemēram*, 7. klases temata „Lineāras nevienādības” 3. stundā „Pamatnevienādību pieraksta veidu priekšrocības un trūkumi” ir formulēts skolēnam sasniedzamais rezultāts: Izsaka un pamato savu un grupas viedokli, komentējot katra pamatnevienādības pieraksta veida priekšrocības un trūkumus.

*Skolēnu prasme lietot matemātikas valodu.* Lai gan šī prasme ir diezgan cieši saistīta ar zināšanām, arī šo prasmi iespējams mērķtiecīgi pilnveidot, fokusējoties uz kādu konkrētu šajā prasmē ietilpstošu prasmi. Viena no tādām prasmēm ir prasme formulēt jautājumus. Jautājumu un atbilžu metodes izvēle ir dabiska. *Piemēram*, 7. klases temata „Simetrija” 10. stundā „Simetrija dzīvajā dabā, tehnikā, mākslā un ikdienas dzīvē” ir formulēts skolēnam sasniedzamais rezultāts — lieto matemātikas valodu, prezentējot grupas darbu, uzdodot jautājumus un atbildot uz jautājumiem.

**Domāšanas prasmes** – prasmi analizēt, sintezēt, vispārināt, saskatīt sakarību, analogiju, klasificēt un sistematizēt, pierādīt, definēt utt. — tradicionāli saista ar matemātiku, bet vai matemātikas satura dotās iespējas šo prasmju pilnveidei tiek izmantotas? Praksē vairumā gadījumu skolotājs ir tas, kurš analizē, kurš klasificē un saskata analogijas, bet skolēns saņem domāšanas produktu, kas „gatavs lietošanai”. Kas skolēnam, nākamajam sabiedrības loceklim, kritiski un radoši domājošam cilvēkam ilgtermiņā ir vērtīgāk: saņemt visu gatavu vai pašam būt procesā?

*Prasme saskatīt sakarības, secināt.* Problēmu risināšana ir metode, kuru realizējot, šīs prasmes tiks pilnveidotas. Protams, ar nosacījumu, ka uzsvars tiek likts uz skolēna patstāvīgo darbu. *Piemēram*, 8. klases temata „Kvadrātvienādojumi” 13. stundā/pētnieciskajā darbā „Sakarības starp reducēta kvadrātvienādojuma koeficientiem un saknēm — Vjeta teorēma” skolēnam sasniedzamais rezultāts — saskata sakarības starp saknēm un koeficientiem un formulē pieņēmumu (Vjeta teorēma).

*Prasme saskatīt kopīgo*, kurai atbilstoša metode arī ir problēmu risināšana. *Piemēram*, 7. klases temata „Lineāras funkcijas” 9. stundā veiktais pētnieciskais darbs „Lineāras funkcijas grafika novietojums koordinātu plaknē”, kurā formulēti šādi skolēnam sasniedzamie rezultāti: formulē pazīmi un grupē dotās lineārās funkcijas, formulē pieņēmumu par pazīmes saistību ar funkcijas grafika novietojumu koordinātu plaknē.

*Prasme formulēt trijstūru vienādības pazīmes, kurai atbilstoša metode ir uzdevumu risināšana. Piemēram, 7. klases temata „Trijstūri” 15. stundā „Trijstūru vienādības pazīmes” formulēti šādi skolēnam sasniedzamie rezultāti: zīmē trijstūrus, ja doti to elementi (malas, to pieleņķi, pretleņķi); formulē trijstūru vienādības pazīmes.*

**Matemātikas kā mācību priekšmeta specifiskās prasmes** – prasme veikt darbības ar skaitļiem, pārveidot algebriskas izteiksmes, atrisināt lineāru vienādojumu, aprēķināt figūras laukumu, noteikt funkcijas īpašības utt. Arī attiecībā uz šo tradicionālo prasmju apguvi nevajadzētu aprobežoties ar tikpat tradicionālām metodēm, kā lekcija un tipveida uzdevumu risināšana, kas, protams, ir un būs efektīvas metodes šo prasmju apguvē un pilnveidē.

*Prasme aprēķināt figūras laukumu. Viena no metodēm, ar kuru ne tikai efektīvi var apgūt šīs prasmes, bet arī padarīt mācību procesu skolēniem interesantāku, ir spēle. Piemēram, 8. klases temata „Laukumi un tilpumi” 9. stundā „Kombinētas figūras laukums” formulēti skolēnam sasniedzamais rezultāti: nosaka figūras laukumu, izmantojot rūtiņu tīklu; aprēķina laukumu figūrām, kuras var sadalīt taisnstūros un trijstūros.*

*Prasme noteikt funkciju īpašības no grafika. Viena no metodēm, kas veicina skolēnu patstāvīgā darba īpatsvaru un domāšanas prasmju pilnveidi līdztekus priekšmeta specifisko prasmju apguvei, ir situācijas analīze. Piemēram, 7. klases temata „Lineāras funkcijas” 16. stundā „Lineāras funkcijas grafika izmantošana” formulēti šādi skolēnam sasniedzamie rezultāti: zīmē reālu procesu raksturojošu grafiku koordinātu plaknē; no grafika nolasa intervālus, kuros vienas funkcijas vērtības ir lielākas par otras funkcijas vērtībām; izvērtē alternatīvas, izmantojot grafikus.*

*Prasme lietot trijstūru līdzības pazīmes. Prasme pierādīt, no vienas puses, ir domāšanas prasme, no otras puses, tā ir matemātikas kā priekšmeta specifiskā prasme. Nosacīti var teikt, ka, pirmo reizi pierādot kādu teorēmu, tiek vairāk aktualizētas domāšanas prasmes, bet, lietojot gatavus pierādīšanas modeļus, pilnveidotas tiek priekšmetiskās prasmes jeb matemātiskā tehnika. Daļai skolēnu viņu iedzimto inteliģenču un spēju dēļ pārlietu akadēmiska pieeja traucē apgūt šīs prasmes. Viena no metodēm, ar kuras palīdzību šos skolēnus iespējams motivēt un pilnveidot viņu prasmi pierādīt, ir vizualizēšana. Piemēram, 9. klases temata „Līdzīgi trijstūri” 9. – 10. stundās „Līdzības izmantošana praktiska satura uzdevumu risināšanā” formulēti šādi skolēnam sasniedzamais rezultāti: saskata un pamato trijstūru līdzību, analizējot praktiskas situācijas; grupās plāno praktiska satura uzdevuma risināšanas gaitu, veido dotajai situācijai atbilstošu zīmējumu.*

## 2. NODAĻA. IKT LIETOJUMA UN ATTĪSTĪBAS TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Termins “Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas” (IKT) ir datoru un telekomunikāciju iekārtu lietojums, lai iegūtu, pārsūtītu, uzglabātu un manipulētu ar datiem (Daintith, 2009). Terminu bieži lieto kā sinonīmu datoriem un datortīkliem, bet tas ietver arī citas informācijas izplatīšanas tehnoloģijas, piemēram, televīzija, telefoni u.c. (Chandler, Munday, 2012). Termins “Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas” mūsdienu izpratnē pirmo reizi parādījās 1958. gada rakstā, kas publicēts Harvard Business Review, ka “jaunās tehnoloģijas vēl nav ieguvušas vienotu jaunu nosaukumu, bet mēs tās saucam par informācijas un komunikācijas tehnoloģijām (IKT)” (Leavitt, Whisler, 1958). Vēsturiski, pamatojoties uz tehnoloģiju izmantošanu datu uzglabāšanā un pārstrādē, IKT attīstībā izdala četras būtiskas fāzes (Butler, 2012):

- 1) pirms mehāniskā fāze (līdz 1450. gadam),
- 2) mehāniskā fāze (1450 - 1840),
- 3) elektromehāniskā fāze (1840 - 1940),
- 4) elektroniskā fāze (kopš 1940. gada).

IKT ir termins, kas apvieno visu veidu tehnoloģijas, kuras izmanto datu radīšanai, glabāšanai un pārveidošanai. IKT sevī ietver dažādas tehnoloģiju formas: biznesa dati, balss sarunas, fotoattēli, kinofilmas, multivides prezentācijas u.c. IKT tik strauji attīstās, ka to bieži sauc par „informācijas revolūciju” (Ahuja, 2000).

Savukārt Lielajā terminu vārdnīcā [I3] minēts, ka „Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas – zināšanu, metožu, paņēmieni un tehniskā aprīkojuma kopums, kas ar datoru un sakaru līdzekļu starpniecību nodrošina jebkuras informācijas iegūšanu, glabāšanu un izplatīšanu.”

### 2.1. IKT LIETOJUMS IZGLĪTĪBĀ UN MATEMĀTIKAS STUNDĀS

Jautājums par IKT ienākšanu skolā nav viennozīmīgs. Par to plaši diskutēts gan Eiropas, gan aizokeāna valstīs, un iegūtās atziņas ir ļoti pretrunīgas. Datoru izmantošana skolās mācību procesā ir nozīmīga problēma ne tikai Latvijā, bet arī daudzās augsti attīstītās valstīs – ASV, Kanādā, Lielbritānijā u.c., un nerasniedz, kā atzīst daudzi autori (Candy, 2003; Cuban, Kirkpatrick & Peck, 2001; Higgins, 2001; Mason, 2004; Walklin, 2002) u.c., iecerēto apvērsumu izglītībā. Iespējams, nav īstais jautājums, vai mums vajadzīgi datori, bet gan, ko mēs darītu citādāk, ja IKT nebūtu pieejamas, un kā informācijas gadsimts mūs ir ietekmējis, un kas ir jāzina un ko ir jāprot darīt. Tomēr vēl arvien daudzi skeptiski raugās uz tehnoloģiju ieviešanu izglītības jomā, jo savulaik tās nozīme ir tikusi pārspīlēta un pati ieviešana nav attaisnojusi uz to liktās cerības (Birziņa, 2005). Līdz ar to aktuāls jautājums, no vienas puses, ir, kādas jaunas prasības personālo datoru izmantošana izvirza skolotājam (Geitss, 1999), bet, no otras puses, ko skolotājs varētu mainīt mācību procesā, izmantojot IKT.

Aprakstot mācīšanos digitālajā laikmetā, Džons Sīlijs-Brauns (Seely-Brown, 2004) raksta: mūsdienu digitālie bērni uztver IKT tāpat kā skābekli: viņi sagaida tās uz katra sava soļa, viņi tās elpo, tas ir tas, kā viņi dzīvo. Viņi izmanto IKT, lai satiktos, izklaidētos, spēlētos, sarunātu randiņu, kā arī lai mācītos. Tā ir neatņemama viņu sadzīves sastāvdaļa, tas ir

veids, kā viņi atzīst viens otru un veido savas personības.

Mūsdienu skolēns iet uz skolu ar jaunu domāšanu, vērtībām un pat prioritātēm (skatīt 2.1. tabulu) (Cunška, 2010; [I6]):

**2.1. tabula. Mūsdienu skolēna vērtības un prioritātes**

Skolēna vērtības šodien	Skolēna prioritātes šodien	Skolēniem šodien patīk	Skolēniem šodien nepatīk
Autonomija Autentiskums Sadarbība Dalīšanās Radošums Individualitāte	Draugi Jautrība Mūzika Sadarbība reālā laikā Sevis parādīšana	Ierīces un telefoni Identitāte Lietas, kas patīk viņu draugiem Jaunas lietas	Komplicētas lietas Slikts dizains Lielas izmaksas Lietas, kuras iegūtas ekspresiju rezultātā

Izglītībā termins IKT ietver aparatūru (stacionārie un portatīvie datori, projektori, kalkulatori, interaktīvās tāfeles, kalkulatori, mobilie telefoni, tableti, *iPodi* u.c.), programmatūru un informācijas sistēmas (*Internet*, *Intranet*, *Web 2* u.c.), kas pieejamas skolās (Hennesy, Ruthven, Brindley, 2003).

Pēdējos gados uzmanība īpaši tiek pievērsta tam, kā dators un *Internet* var uzlabot izglītības kvalitāti. IKT izglītībā nenozīmē mācīt par tehnoloģijām. Tas nozīmē izmantot tehnoloģijas, lai mācītos. IKT jēdzienam ir jāienāk visos izglītības aspektos: mācību priekšmetos, satura plānošanā, mājas darbu izpildē, saziņā ar vecākiem, novērtēšanā, sadarbībā ar citiem. Lai ienestu IKT izglītībā, skolām vajadzīga stingra apņemšanās un strukturēts plāns. Pagaidām tās ir haotiskas darbības, dažu projektu aktivitātes, skolotāju uzdrīkstēšanās un radošāko skolēnu inovācijas.

Ieliekot mācību saturu IKT vidē, var veicināt skolēnu iesaistīšanos mācību procesā. Ieliekot IKT rīkus mācību priekšmetā, var uzlabot skolēnu motivāciju un izpildījumu. Ieliekot IKT izglītībā, var sagaidīt pārsteigumus. IKT svarīgums ir jāizjūt katram skolas cilvēkam:

- skolvadībai, kura izstrādā politiku un pārrauga procesus;
- skolotājam, kurš māca motivējot;
- skolēnam, kurš ar interesi mācās;
- pulciņa vadītājam, kurš paplašina redzesloku;
- bibliotēkaram, kurš palīdz meklēt informāciju;
- psihologam, kurš iedvesmo;
- apkopējai, kura saudzīgi un ar mīlestību noslauka putekļus no katra vadiņa.

IKT izglītībā nozīmē arī lielus ieguldījumus (finanšu, laika un izdomas) trīs svarīgās sastāvdaļās:

- 1) IKT infrastruktūrā un tehnoloģiju servisā;
- 2) Mācību satura attīstībā;
- 3) Cilvēku (skolēnu un skolotāju) resursu attīstībā.

IKT lietošana mācību procesā vieš izmaiņas skolotāja lomās. Ja iepriekš skolotājs bija zināšanu devējs, galvenais informācijas avots, kurš kontrolēja un vadīja visus mācību aspektus, tad tagad skolotājs ir mācību koordinators, treneris, līdzdalībnieks un navigators, kurš skolēnam dod vairāk izvēles iespēju un atbildības mācību procesā. Skolotāji ir kļuvuši no „prātniekiem uz skatuves” par „padomdevējiem no malas”.

Tāpat mainās skolēnu loma. Ja iepriekš skolēni bija pasīvi informācijas uztvērēji, kuri reproducēja zināšanas un mācījās individuāli tad tagad skolēni ir aktīvi līdzdalībnieki, kas producē zināšanas un mācās, sadarbojoties ar citiem.

IKT lietošanai izglītībā var izdalīt 3 pamatmērķu grupas (Ivanova, 2000):

- 1) Sociālie **mērķi** – sniegt skolēniem pamata zināšanas un prasmes darbā ar IKT, lai sagatavotu viņus dzīvei modernā sabiedrībā, kā arī par informētiem pilsoņiem;
- 2) Profesionālie **mērķi** – vismaz daļēji sagatavot skolēnus iespējamajai IKT lietošanai viņu nākotnes profesijās;
- 3) Pedagoģiskie **mērķi** – izmantot IKT, lai pilnveidotu mācību procesu.

Jaunās tehnoloģijas nodrošina pilnībā jaunas iespējas izglītībai, jo tās veicina mācīšanos un mācīšanu, atvieglo sadarbību, veicina inovācijas un radošumu (Ala-Mutka, Punie, Redecker, 2008).

*Interneta* resursu straujais pieaugums, iespējas iegūt un uzglabāt milzīgu daudzumu informācijas, kas saistīta ar personu datiem, kā arī paļaušanās uz informāciju sistēmām visās dzīves jomās ir aktualizējusi jautājumu par IKT ētiskiem aspektiem (Rogerso, 2008):

- skolēniem skolā ir pieeja saviem personīgajiem e-pastiem un citiem *Internet* resursiem. Tāpēc skolotājiem ir jāuzrauga process, lai sabalansētu aktīvu mācību darbu ar privāto iniciatīvu;
- uz e-pastiem tiek saņemti nevēlamie e-pasti jeb spami;
- no *Internet* resursiem tiek veikta mūzikas un filmu nesankcionēta lejupielādēšana;
- hakeru ielaušanās datu bāzēs;
- skolēni un studenti nodarbojas ar plāģiātismu.

Vairāk par IKT ētiskiem aspektiem un to konkrētiem piemēriem ir aprakstīts autores darbā „WBA – uz Web bāzēta apmācība” (Cuncka, 2002).

Tehnoloģiju izmantošanai skolas matemātikā var izdalīt trīs veidus (Amarasinghe, Lambdin, 2000):

- 1) kā datu analīzes rīku,
- 2) kā problēmu risināšanas un matemātiskās modelēšanas rīku,
- 3) lai matemātikas saturu integrētu ar reāliem notikumiem.

Zinātnieki (Balacheff, Kaput, 1996; Kilpatrick, Davis, 1993; Munirah, 1996) ir aprakstījuši IKT ietekmi uz matemātikas mācīšanu un mācīšanos: tehnoloģijas palīdz attīstīt algoritmiskās prasmes, ietaupa laiku, ļauj analizēt datus un pētīt funkciju grafikus, kā arī IKT dod piekļuvi jaudīgiem rīkiem, kas būtiski izmaina matemātikas mācību procesu. Tieši vājākie skolēni matemātiku apgūst labāk ar tehnoloģiju palīdzību (Wimbish, 1992).

Matemātikas mācīšanu būtiski var atbalstīt matemātikas programmu lietošana, īpaši Datoralgebras sistēmas (CAS) un Dinamiskās Ģeometrijas sistēmas (DGS), kas tieši palīdz skolas algebras un ģeometrijas kursa apguvei (Laborde, 2003).

IKT ienākšana izglītības jomā un matemātikas mācīšanā ir ienesusi daudz jauninājumus un būtiski mainījusi to vērtības, metodes un rezultātus. Izglītības sistēma būtiski iegūtu, ja IKT radītos jauninājumus un pārmaiņas pieņemtu, lietotu un attīstītu gan skolēni, gan skolotāji, gan skolvadība, gan lēmumu pieņēmēji (pašvaldībās un valsts institūcijās), gan vecāki. Ar IKT ienākšanu matemātikas mācību procesā ir jāpievērš uzmanība modernās

pedagoģijas paradigmai – skolēns atrodas praktiska mācību procesa centrā, un viņš var mācīties patstāvīgi un neatkarīgi sev pieņemamā vietā, laikā un tempā.

IKT lietošanas rezultātā (Brown, 2005; Hirtz, Harper, Mackenzie, 2008; Law, 2000; Muller-Falcke, 2006; Toure, 2009; Wang, Woo, 2007) skolēniem ir viegla un plaša pieeja informācijai, tiek veicināta domāšana, notiek personības izaugsme, attīstās neatkarīgākas darba spējas, veidojas humora izjūta un kritiska pieeja lietām, veidojas zināšanu menedžmenta prasmes, notiek zināšanu vadīšana un tiek sekmēta kooperatīvā mācīšanās. No otras puses, ir jāņem vērā kultūras, sociālo un profesionālo ietekmi, ko uz iesaistītajām personām (skolēniem, skolotājiem, vadītājiem, vecākiem) rada IKT rīki. Zināšanu laikmetā ir jāpievērš uzmanība (Bidarian Sh., Bidarian So, Davoudi, 2001): sarežģītu lietu vienkāršai izpratnei, zināšanu attīstīšanai, aktīvai pašattīstībai, globalizācijas izpratnei, dzīves pamatprasmēm un mācību resursu dažādībai. Būtiski ir mācību procesā ienest sabalansētus un zinātniski pamatotus principus (Zadeh, 2002): pašvadība, sadarbība, aktīvs un ikvienu iekļaujošs mācību process, uz projektiem bāzēts mācību process.

Pasaulē ir daudz runāts par IKT lietojumu matemātikas mācību procesā. Svarīgākais, ko jāsaprot – mācību process nebeidzas klases sienās, tas ir nepārtraukts un te IKT izmantošana var ļoti daudz palīdzēt, ja skolēns izprot mērķus un sagaidāmos rezultātus, bet skolotājs spēj sekmīgi vadīt un motivēt. Tehnoloģijas mācību vidi atdzīvina un padara to atraktīvu (Van Brakel, Chisenga, 2003).

IKT laikmetā tradicionālās mācību metodes nav pietiekami efektīvas. Mūsdienu izglītības sistēma prasa ātru netradicionālu mācību metožu un darba formu ienešanu mācību procesā, kas ļautu aktīvāk apgūt mācību procesu un motivēt skolēnus pašmācībai. Minētais process ir pietiekoši sarežģīts, jo prasa gan no skolotājiem, gan no skolēniem prasmes darbam ar informācijas tehnoloģiju rīkiem un datorprogrammām. Dators, interaktīvā tāfele, multimediju datu videoprojektors, *Internets* u.c. tehnoloģiju rīki ir atklājuši jaunas iespējas skolotājiem mācīšanas procesā un skolēniem mācīšanās procesā.

IKT dod pieeju netradicionāliem informācijas avotiem, paaugstina pašmācības efektivitāti, sekmē radošuma izpausmes, ļauj realizēt būtiski jaunas mācību formas un metodes. Izglītības panākumi mūsdienās lielā mērā ir atkarīgi tieši no tā, cik ātri un viegli mēs gūstam pieeju visdažādākā apjoma un sarežģītības informācijai.

Stundas pasniegšana ar IKT rīku palīdzību no skolotāja prasa datorlietotāja prasmes un iemaņas, prasmi rīkoties ar multimediju tehnoloģijām, lielu sagatavošanās darbu un daudz laika. Bet patērētais laiks tiek ieguldīts ilglaicīgu materiālu, praktikumumu un stundu izstrādē, kuras kļūst par skolotāja intelektuālo bagāžu turpmākam darbam sev un citiem skolotājiem. Kā lielākā godalga skolotājam ir skolēna augošā interese par mācāmo priekšmetu un palīdzība darbā ar IKT, lai mācību process noritētu vēl sekmīgāk.

## 2.2. IKT LIETOJUMA PAKĀPJU RAKSTUROJUMS

IKT lietojums ir procesu komplekss, kas sevī ietver vairākas darbības: cilvēku uzvedību, meklējot un atrodot informāciju; izzinoša satura kolekciju veidošanu tekstiem, skaņām, attēliem un multimedijiem; materiālu prezentēšanu, izmantojot dažāda veida tiešus un netiešus algoritmus; lietotāju intelektuālos attīstības ceļus, veidus un līdzekļus; kā arī sistēmas un metodes iepriekš nosaukto darbību virzīšanai (Spink, 2000). Citiem vārdiem



runājot, IKT lietojums ir ne tikai tehnisks, bet arī kognitīvs, sociāls un uz situācijām balstīts process. IKT lietojums ir telekomunikāciju un datoru integrējums, kas balstās uz interaktīvas informācijas procesiem un atgriezenisko saiti.

IKT progress ir mainījis mūsu dzīvesveidu: kā mēs strādājam un attīstam biznesu, izglītojam savus bērnus, studējam un veicam pētījumus, pašizglītojamies un atpūšamies. IKT ne tikai ietekmē cilvēku sadarbību/ mijiedarbību, bet tās ir būtiski nepieciešamas, lai tradicionālās organizācijas (arī skolas) kļūtu elastīgākas un aktīvākas (Burnett, Senker, Walker, 2009).

UNESCO pētījums (UNESCO, 2002) atklāj, ka īsā laikā IKT ir kļuvušas par mūsdienu sabiedrības stūrakmeņiem un daudzu valstu izglītības sistēmās līdztekus lasīšanas, rakstīšanas un rēķināšanas pamatprasmju apguvei ir iekļautas arī IKT lietojuma prasmes. IKT lietojumam ir jāklūst par vienu no svarīgākajiem mūsdienu skolas uzdevumiem. Un tieši IKT lietojums var dot pievienoto vērtību mācību procesam skolās, jo *Internets* ir daudzu inovāciju dzinējspēks (Khvilon, 2002).

IKT lietošana attīsta būtiskas kompetences: kritisko domāšanu, lēmumu pieņemšanu, darbu problēmsituācijās, darbošanos komandā, spēju komunicēties u.c.

Atbilstoši UNESCO 2002. gada pētījumam (UNESCO, 2002) pasaulē ir dažādas skolas savā IKT lietojuma attīstības līmenī. Bet skaidrs ir viens, ka katrai skolai ir jāpārvar vairākas pakāpes, lai teiktu, ka tā ir IKT ekselences skola (skatīt 2.2. tabulu). Smiltenes ģimnāzija par tādu kļuva 2011. gadā projektā „Inovatīvās pieredzes (ekselences) skolas”, kas ir turpinājums ESF projektam „Dabaszinātnes un matemātika”, kurš tiek īstenots kopš 2008. gada ar mērķi veicināt skolēnu interesi par dabaszinātnēm un matemātiku, pilnveidot mācību saturu, sniegt metodisko atbalstu skolotājiem un skolēniem, kā arī nodrošināt profesionālo pilnveidi.

2.2. tabula. Skolu IKT lietojuma pakāpes

Lietošanas pakāpe	Apraksts
<b>Rašanās</b>	Skolas iepazīst datorus, printerus, <i>Internet</i> un to iespējas. Novatoriskākie skolotāji sāk domāt, kā tehnoloģijas varētu sākt pielietot mācību procesā. Rašanās pakāpē skolotāji mēģina izprast IKT prasmes un identificē IKT komponentes. Skolotāji IKT lieto savai attīstībai: Wordu lieto, lai skaisti noformētu metodiskos materiālus; Excel lieto, lai analizētu skolēnu sekmes; <i>Internetu</i> – lai meklētu informāciju un apmainītos e-pastiem. Tādējādi skolotāji ar katru dienu attīsta savas IKT prasmes un krāj pieredzi, kā tās pielietot personīgi un profesionāli. Šajā pakāpē mācību process pārsvarā ir centrēts uz skolotāju.
<b>Pielietošanas</b>	Skolām šajā pakāpē ir pieejamas dažādas tehnoloģijas un ir izstrādātas IKT lietošanas stratēģijas. Skolotāji adaptē IKT stratēģijas un pielieto IKT mācību priekšmetos. Izmanto specifisku programmatūru noformēšanai, prezentēšanai, modelēšanai un procesu simulācijai. Būtiski, ka IKT tiek lietoti, bet ne saskaņā ar standartiem. Skolotāji kopā ar skolēniem dara dažādas lietas (piedalās projektos, sadarbojas ar citām valstīm u.c.), izmantojot IKT, bet tas nesaistās ar mācību priekšmetu programmām un standartiem. Šajā pakāpē skolotāji vairāk uzmanības pievērš savai IKT kompetences paaugstināšanai un profesionālai attīstībai, mazāk uzmanības veltot mācību priekšmeta saturam.

<b>Iedvesmošanās</b>	Šajā pakāpē skolas lieto, integrē un iekļauj IKT mācību procesā. Skolas ir labi aprīkotas ar datortehniku un <i>Internet</i> – tās ir lielākajā daļā klašu, bibliotēkā, laboratorijās, metodiskajos centros un skolas administrācijā. Arvien jaunākas tehnoloģijas tiek lietotas klasēs, laboratorijās un projektos. IKT ietekmē skolotāju profesionālo darbu. Liek viņiem domāt par to, kā uzlabot skolēnu mācīšanos un mācīšanās procesu. Skolas vadībai jāatbalsta aktīvie un radošie skolotāji, kuri veicina skolēnu mācīšanos, izmantojot IKT un projektu darbu. Kamēr skolotāji integrē IKT visās savās profesionālajās jomās, skolēni lēnām domā, vai IKT ir lietderīgi pielietot mācību darbam. Šajā pakāpē skolotāji sadarbojas ar citiem skolotājiem, lai risinātu kopīgas problēmas un mācītos viens no otra.
<b>Pārveidošanas</b>	Šajā pakāpē IKT jau ir neatņemama skolotāju darba sastāvdaļa. IKT ir kā līdzeklis, kurš tiek integrēts katrā skolas klasē un katrā mācību procesa sastāvdaļā. Mācību process vairs nav centrēts uz skolotāju. Tas ir centrēts uz skolēnu. Šajā pakāpē IKT var kļūt par atsevišķu mācību priekšmetu. Skolotāji kļūst par ekspertiem IKT jomā un var mācīt citus mācību priekšmetu skolotājus. Skolotāji eksperti kopā ar skolvadību izstrādā IKT attīstības plānu savai skolai.

Daudzi autori ir veikuši pētījumus, piedāvājot samērā līdzīgu iedalījumu skolotāja kā datorlietotāja evolūcijai IKT apguves un integrācijas procesā (skatīt 2.3. tabulu).

**2.3. tabula. Skolotāja kā datorlietotāja IKT apguves un lietošanas stadijas**

<p><b>IKT apguves un lietošanas posmi (Sandholtz, Ringstaff, Dwyer, 1997):</b>  <u>Uzsākšanas posms</u> – lietotājs apzinās IKT iespējas mācību procesa uzlabošanā, bet nemaina mācīšanas un mācīšanās procesu.  <u>Pielāgošanās posms</u> – tehnoloģijas daļēji tiek integrētas mācību procesā, lai uzlabotu mācīšanos.  <u>Pārveidošanas posms</u> – tehnoloģijas tiek izmantotas kā mācību procesa pārmaiņu katalizators.</p>	<p><b>IKT apguves fāzes (Dwyer, Ringstaff, Sandholtz, 1990):</b>  <u>Ievadfāze</u> – skolotājs piemērojas datora radītajai fiziskajai videi.  <u>Pieņemšanas fāze</u> – skolotājs lieto tehnoloģijas, pamatojoties uz rakstisku pamācību.  <u>Pielāgošanās fāze</u> – skolotājs integrē MS Word un MS Excel programmas lietošanu mācīšanas procesā.  <u>Asignēšanas fāze</u> – skolotājs labi pārzina programmas un tās izmanto.  <u>Jaunatklāsmes fāze</u> – skolotājs pārvalda IKT un veido inovatīvu mācību vidi.</p>
<p><b>Russela IKT apguves stadijas (Russel, 1995):</b>  <u>Apzināšanās</u> – skolotājs jūt satraukumu par jauno tehnoloģiju apgušanu un sāk plānot IKT izmantošanu.  <u>Procesa apguve</u> – skolotājs būtiski nemainot savu darbu, sāk lietot vienkāršākās IKT mācību stundās.  <u>Lietojumprogrammas darbības izpratne</u> – skolotājs integrē IKT mācību procesā un vērtē priekšrocības.  <u>Labā pārzināšana un kompetence lietošanā</u> – skolotājs izprot tehnoloģijas un lieto stundās.  <u>Pielāgošana un radoša lietošana</u> – skolotājs ir gatavs veikt dažādus mēģinājumus IKT lietojumā.</p>	<p><b>Kotrlīka-Redmanna tehnoloģiju integrēšanas modelis (Kotrlīk, Redmann, 2005):</b>  <u>Apzināšanas stadija</u> – skolotājs meklē iespēju apgūt IKT.  <u>Eksperimentēšanas stadija</u> – sāk lietot IKT un fokusējas vairāk uz datora lietošanu informācijas pasniegšanā.  <u>Apgūšanas stadija</u> – IKT tiek lietotas regulāri. Skolotājs rada pārmaiņas mācību procesā.  <u>Progresīva integrācija</u> – IKT lietošana notiek inovatīvi. Skolotājs meklē jaunus IKT lietošanas paņēmienus mācību procesa uzlabošanai.</p>

Kā parādīts 2.3. tabulā, katrā IKT apguves un lietošanas stadijā skolotājs veic noteikta veida darbības. Šis periods vienmēr ir saistīts ar viņa praktiskās pieredzes attīstību un veido viņa pārliecību par tehnoloģiju noderīgumu, ideālā variantā sasniedzot visaugstāko līmeni – inovatīvu tehnoloģiju integrāciju mācību procesā. Šis process ir ilgstošs, un tajā notiek pēctecīga skolotāja attīstība.

## 2.3. DIGITĀLĀ TAKSONOMIJA

1950. gadā Benjamins Blūms izveidoja izglītības uzdevumu klasisko taksonomiju (Bloom, 1975). Tā nosaka, ka mācīšanās iedalās trīs psiholoģiskās jomās:

- Kognitīvajā – informācijas apstrāde un zināšanas;
- Emocionālajā – attieksme un jūtas;
- Psihomotorajā – manipulatīvās un fiziskās prasmes.

Blūma taksonomija precīzi nosaka un sakārto domāšanas prasmes un uzdevumus. Precīzāk izsakoties, skolēns nevar uzņemt zināšanas, ja viņš tās neizprot. Papildinot Blūma taksonomiju, tika izveidota jaunā jēdziena „digitālā” taksonomija (Churches, 2008) (skatīt 2.4. tabulu).

2.4. tabula. *Digitālā taksonomija*

Izziņas (kognitīvie) līmeņi (Reece, Walker, 1997)	Atbilstošas prasmes pēc Blūma taksonomijas	Atbilstošas prasmes pēc digitālās taksonomijas (iekavās norādīti atbilstoši IKT rīki)
<b>Radišana</b>	radīt, projektēt, būvēt, plānot, ražot, izgudrot, izstrādāt, darīt, jaunradīt, pārveidot	Filmu veidošana (Movie maker, Pinnacle u.c.), programmēšana (Robolab, Scratch u.c.), prezentācijas (Powerpoint, Impress u.c.), projektu veidošana un plānošana (C-Map, Mind maps u.c.), modelēšana (Sketchup, Blender u.c.), spēles, animāciju veidošana, blogošana, video blogošana, wiki lietošana, publicēšana, miksēšana, podcast lietošana, multimediju radīšana (Movie maker, Tuxpaint u.c.)
<b>Izvērtēšana</b>	pārbaudīt, izvirzīt hipotēzi, pieiet kritiski, eksperimentēt, riskēt, spriest, testēt, uzraudzīt	Ziņu komentēšana, moderēšana, sadarbība caur tīkliem (sociālie tīkli, video un audio konferences, e-pasts), posting izmantošana, testēšana (Alfa un Beta), apstiprināšana, debatēšana (e-pasts, video un audio konferences, skype, elluminate, chat), ziņu sniegšana (wiki, web, blog, twitter), izmeklēšana (Internet, Google Earth, Google Maps)
<b>Analīze</b>	analizēt, atšķirt, attiecināt, sakārtot, atdalīt, izvēlēties, salīdzināt, izskaidrot, klasificēt, izsekot izcelšanos, sadalīt sastāvdaļās, debatēt, eksperimentēt ar, pētīt, attiecināt pret, sīkāk iedalīt, pārbaudīt	Mācīšana, saišu veidošana, sadalīšana, pārskatu veidošana (sociālie tīkli, elektroniskās tabulas, e-pasts), datubāzu lietošana (MySQL, Access, relācijas, GIS), prāta karšu veidošana (SWOT Analysis, VENN, 6 Questions, PHI), ziņojumu veidošana (prezentācijas, web lapas), grafiku veidošana (Digitizer, elektroniskās tabulas), elektronisko tabulu lietošana (Calc, Excel), kontrolsarakstu veidošana (elektroniskās tabulas, WP), diagrammu veidošana (elektroniskās tabulas, Digitizer)
<b>Pielietošana</b>	lietot, izmantot, atrisināt, aprēķināt, paredzēt, pārbaudīt, pilnveidot, izmainīt, modificēt, izskaidrot, darboties ar, organizēt, izgatavot, strādāt ar, prasmīgi apieties ar	Programmu palaišana, spēlēšana, programmu lādēšana un atjaunošana, programmu izpēte un hakerēšana, rediģēšana (video un skaņu rīki), ilustrēšana (Corel, Paint, Comic creation, Inkspace), simulācijas (Floor map, Google sketchup u.c.), demonstrēšana (prezentāciju programmas, video un audiokonferences), intervēšana (WP, Podcast, Vodcast, Audacity, Sound recorder), uzstāšanās (Podcast, Vodcast, filmas, video un audiokonferences, runas, Powerpoint Show)

<p><b>Izpratne</b></p>	<p>interpretēt, paredzēt, apspriest, kopsavilkot, iztulkot, aprēķināt, klasificēt, diferencēt, izskaidrot, pārbaudīt, vispārināt, paredzēt, sniegt pārskatu par, aptuveni novērtēt</p>	<p>Uzlabota un izvērsta meklēšana (Google), blogu žurnālistika (blogging, blogger), kategorizēšana un iezīmēšana (noticeboards, discussion boards, blog readers), komentēšana un anotāciju veidošana, pieteikšanās interešu grupām (bloglines, Firefox extensions), citēšana (Mind Map, prezentācijas, flashcards), apkopošana, paskaidrošana un kolekciju veidošana (Web, wiki, blog žurnāli, Mind Map), rādīšana un stāstīšana (WP, prezentācijas, grafiki, audio rīki – Audacity, podcasting rīki, video rīki), sarakstu, etiķešu un izklāstu veidošana (WP, Mind Map), dienasgrāmatu veidošana (Myspaces, Bebo, Facebook, Blogger, Bloglines)</p>
<p><b>Atcerēšanās (zināšanas)</b></p>	<p>atpazīt, atrast, definēt, identificēt, aprakstīt, apzīmēt, uzskaitīt, numurēt, iegaumēt, sakārtot, nosaukt, organizēt, atcerēties, iegaumēt, prezentēt, dokumentēt, dzirdēt</p>	<p>Informācijas izcelšana un iezīmēšana (web 2.0, Internet browsers), grāmatzīmju ievietošana (Google), sociālā tīklošana un iezīmēšana (facebook, myspaces, bebo), pamatmeklēšana jeb googlēšana (Google), mīklu un testu izpildīšana (WP, Cue sheets), flash uzdevumu izpilde (Moodle, Hot potatoes), definēšana (Wiki, Moodle glossary), faktu lietošana (Internet, e-pasts, discussion boards), elektronisko lapu un grāmatu lasīšana (Web), sarakstu veidošana un reproducēšana (blog journal, personīga Web lapa, grafiski rīki, Chatrooms, e-pasts, discussion boards)</p>

Sadarbība ir viena no vissvarīgākajām prasmēm, kura jāapgūst mācību procesa laikā, un te var palīdzēt sekojoši IKT rīki: Skype, video konferences, čatošanās u.c.

### 3. NODAĻA. IKT RĪKU LIETOJUMA IESPĒJAS MATEMĀTIKAS MĀCĪŠANAI SKOLĀ

Nav šaubu, ka kalkulatori un datori skolas matemātiku 50 gadu laikā ir strauji izmainījuši. Ilgus gadus matemātikas apmācībā mēs esam izmantojuši papīra tabulas, slaidus, diapozitīvus, perfokartes, plakātus, logaritmiskos lineālus, mikro datorus, algoritmus, kalkulatorus, grafiskos kalkulatorus. Šodienas matemātikas klases ir aprīkotas ar datu videoprojektoriem un interaktīvām tāfelēm. Skaitļošanas tehnikām ir milzīga ietekme uz matemātikas apmācību, piemēram, tās ļauj ātri rast risinājumu problēmām ar reāliem skaitļiem, skaitliskām metodēm vienādojumu risināšanai, sarežģītām funkcijām (trigonometrijas, logaritmiskām, eksponenciālām u.c.).

#### 3.1. MATEMĀTIKAS SKOLOTĀJU IKT RĪKU LIETOJUMA PRIORITĀTES

Pēdējo divdesmit gadu laikā praktiski visos starptautiskajos salīdzinošajos izglītības pētījumos, to skaitā arī visos OECD pētījuma ciklos, gan skolu, gan skolēnu aptaujās bija iekļauti jautājumi par IKT vietu un lomu skolas infrastruktūrā un mācību procesā, skolēnu attieksmi pret dažādiem ar datoru lietošanu saistītiem aspektiem. Pētījuma dalībnieku nodrošinājums ar datoriem, programmatūru un *Interneta* pieslēgumu mājās parasti tiek izmantots arī ģimeņu sociāli ekonomiskā un kultūras statusa raksturošanai, datoru pieejamība un to lietošanas intensitāte skolā raksturo skolu infrastruktūru un mācību resursus, bet skolēnu vērtējums un attieksme pret datoru lietošanu mācību procesā palīdz raksturot skolas atbalstu inovatīvai moderno tehnoloģiju lietošanai mācību procesā. Sekmīgi iekļaujot IKT izglītībā, parasti sagaida vairākus uzlabojumus (Geske, Grīnfelds, kangro, Kiseļova, 2010):

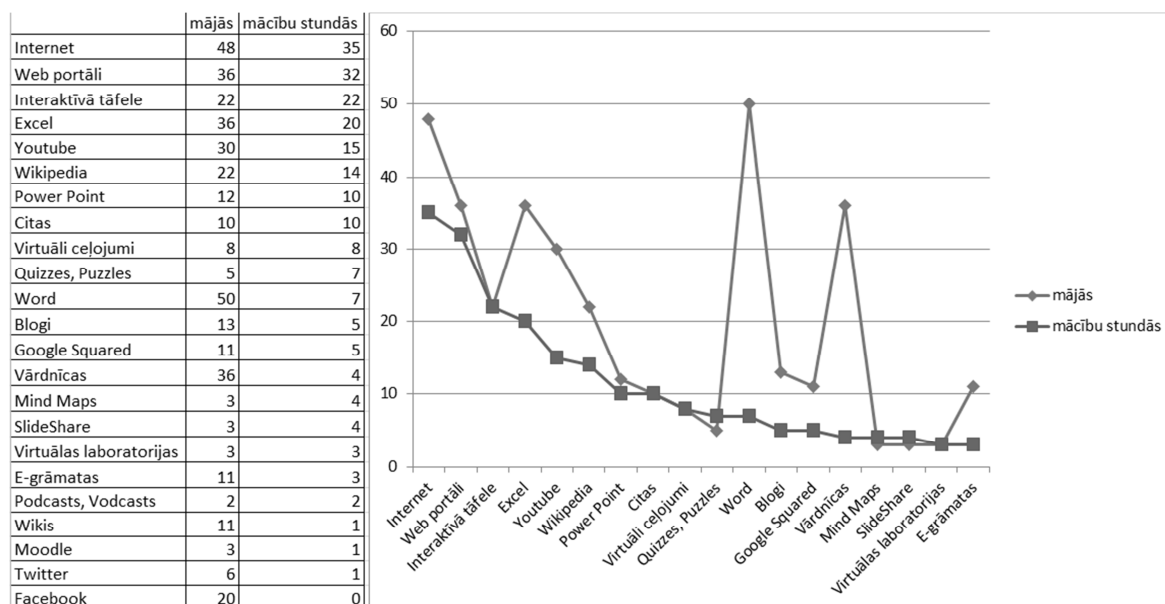
- Mācību procesu pilnveidošanos;
- Skolēnu un skolotāju darba motivācijas palielināšanos;
- Salīdzinoši ātru skolas mācību vides uzlabošanu;
- IKT prasmju attīstīšanas pozitīvu ietekmi uz skolēnu sekmīgu akadēmisko un karjeras izglītību;
- Pozitīvu IKT ietekmi uz skolēnu sasniegumiem dažādās mācību saturā jomās.

2011. gada oktobra aptaujā, kurā piedalījās 50 matemātikas skolotāji no Auces, Gulbenes, Krāslavas, Ogres un Smiltenes novada skolām tiek atklātas IKT rīku lietojuma prioritātes (skatīt 3.1. tabulu).

IKT rīku lietojumam mācību stundās ir svarīgas skolotāju zināšanas par atbilstošajām datorprogrammām – atbilstoši zināmajam arī notiek IKT rīku lietojums. Pētījums atklāja, ka no aptaujātajiem matemātikas skolotājiem mājās: 100% izmanto *Word* programmu dokumentu rakstīšanai un noformēšanai, 96% izmanto *Internet* iespējas informācijas meklēšanai, 72% izmanto specializētos *Web* portālus, 72% izmanto *Excel* programmu datu apstrādei, 72% izmanto vārdnīcas *Internetā* atrastās informācijas tulkošanai, 60% izmanto portāla *Youtube* sniegtās iespējas, 44% izmanto interaktīvai tāfeli paredzētu programmatūru un *Wikipedia*, 40% izmanto *Facebook* iespējas, 24% izmanto programmu *PowerPoint* prezentāciju veidošanai un 20% izmanto citas IKT rīku iespējas. Mazāku popularitāti starp mājās lietotajiem IKT rīkiem ir ieguvuši: *Quizzes*, *Puzzles*, virtuālas laboratorijas, *Podcast*, *Moodle*, *Twitter* u.c.).

*Internetu* matemātikas skolotāji mājās izmanto, lai meklētu teoriju un uzdevumus mācību stundām, apmainītos ar e-pastiem, lai piedalītos diskusijās, lai sadarbotos projektos. 4% no aptaujātajiem skolotājiem vispār neizmanto *Internet*, jo mājās nav tā pieslēguma.

**3.1. tabula. Matemātikas skolotāju IKT rīku lietojuma prioritātes**



Pētījums atklāja, ka no aptaujātajiem matemātikas skolotājiem mācību stundās: 70% izmanto *Internet* iespējas un 64% izmanto *Web* portālus (piemēram, [www.uzdevumi.lv](http://www.uzdevumi.lv), <http://www.dzm.lu.lv/>, <http://nms.lu.lv/>, <http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/uzdevumi.shtml>, <http://www.liis.lv/luiest/pamatne.htm>, [www.skolas.lv](http://www.skolas.lv), [www.e-klase.lv](http://www.e-klase.lv), [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv), [www.skolotajs.lv](http://www.skolotajs.lv), [www.teicamnieks.lv](http://www.teicamnieks.lv) u.c.), 44% izmanto interaktīvo tāfeli, 40% izmanto programmas *Excel* iespējas funkciju un diagrammu veidošanai, 30% izmanto *Youtube* iespējas matemātisku modeļu apskatei, 28% izmanto *Wikipedia* iespējas matemātisku terminu un vēstures apguvei, 20% izmanto programmu *PowerPoint* uzskatāmākai mācību materiāla pasniegšanai, un 20% izmanto citas iespējas (piemēram, *Geonext*, *Smart Notebook*, *Google Docs*, *Audacity*, *Access*, *WebQuest*, *ActivInspire* u.c.). Mazāk tiek izmantotas *Word*, vārdnīcu, *Blogu*, virtuālo laboratoriju, *Moodle*, *Twitter* u.c. iespējas.

### 3.2. ELEKTRONISKĀS TABULAS IESPĒJAS MATEMĀTIKAS STUNDĀM

Elektroniskās tabulas (*Spreadsheets*) jeb izklājlapas ir programmatūra datu apstrādei. Tas ir vienkāršākais un saprotamākais IKT rīks, ko var izmantot matemātikas stundās, pirms sarežģītāku programmu lietojuma. Izklājlapās dati tiek ievadīti šūnās: daļa datu tiek ievadīta kā dotie, un daļa datu tiek automātiski aprēķināta pēc norādītajām formulām vai funkcijām. Tās var izmantot daudzu matemātikas uzdevumu risināšanai: ekonomiski aprēķini, statistika, simulācijas, skaitļu modeļi, algebra, skaitļu teorija, matemātiskā analīze, kombinatorika u.c.. Populārākā no izklājlapu programmām ir *Microsoft* ražotā *Excel*, ko pārsvarā māca informātikas stundās. Skolēni ar *Excel* tabulas palīdzību var veidot matemātiskus modeļus, pētīt datu likumsakarības, veidot vispārinājumus, risināt problēmu uzdevumus, kā arī pārbaudīt izvirzītās hipotēzes. Izklājlapas ir tipisks piemērs skolēnu izziņas veicināšanai, kas pastiprina garīgo darbošanos (Pea, 1985).

1. piemērs. Pierādīt, ka Fibonači skaitļu virknei  $f_n$  izpildās nevienādība

$$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n-2} \leq f_n \leq \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n-1} \quad (\text{Andžāns, Zariņš, 1983}).$$

Par Fibonači virkni sauc skaitļu virkni ( $f_n$ ), ko definē šādi:  $f_1 = 1, f_2 = 1, f_{n+2} = f_{n+1} + f_n$  ( $n$  – naturāls skaitlis).

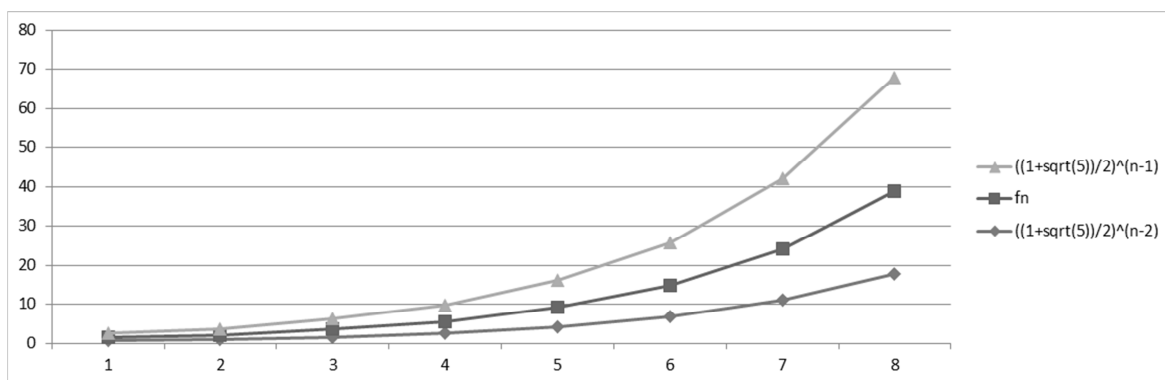
1. piemēru var pilnībā atrisināt ar Matemātiskās indukcijas metodi, bet pierādīt indukcijas bāzi un pirmās  $n$  vērtības var ātri pārbaudīt ar *Excel* tabulas palīdzību (skatīt 16. attēlu). Tiek ieviesti apzīmējumi:  $n$  – naturāls skaitlis (1. rinda 16. attēla *Excel* tabulā),  $\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{(n-2)}$  – dotās nevienādības kreisās puses izteiksme (2. rinda 16. attēla *Excel* tabulā),  $f_n$  – Fibonači virkne (3. rinda 16. attēla *Excel* tabulā),  $\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{(n-1)}$  – dotās nevienādības labās puses izteiksme (4. rinda 16. attēla *Excel* tabulā).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{(n-2)}$	0,618033989	1	1,618033989	2,618033989	4,236067977	6,854101966	11,09016994	17,94427191	29,03444185	46,97871376	
3	$f_n$	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	
4	$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{(n-1)}$	1	1,618033989	2,618033989	4,236067977	6,854101966	11,09016994	17,94427191	29,03444185	46,97871376	76,01315562	
5												

16. attēls. 1. piemēra risinājums ar programmas *Excel* palīdzību

Pārbaudi veic, velkot jūtīgo punktu (aktīvās šūnas labo apakšējo stūri) katrai rindai atsevišķi vai visām kopā līdz vērtībai  $n = 10$ . Acīmredzami, ka nevienādība izpildās visām naturālām vērtībām  $n = 1, 2, \dots, 10$ . Turpinot jūtīgā punkta pārvietošanu pa labi, var pārbaudīt nevienādības pareizību pat pie  $n = 16384$ , kas ir pieļaujamais kolonnu skaits *Excel 2010* programmā. Svarīgākais, ko skolēni iemācās, risinot konkrēto piemēru *Excel* vidē, ir: definēt Fibonači skaitļu virkni, izveidot matemātiski pareizu izteiksmju pierakstu programmatriskā vidē, izveidot matemātiski pareizas sakarības.

Lai vēl uzskatāmāk parādītu nevienādības pareizību pirmajām  $n$  vērtībām, var izmantot *Excel* programmā piedāvātās grafiku zīmēšanas iespējas (skatīt 17. attēlu):



17. attēls. 1. piemēra grafisks attēlojums programmas *Excel* vidē

Ir pierādīta indukcijas bāze, un kā nākošam solim jāseko skolēna un skolotāja sadarbībai, lai uzdevumu pierādītu, izmantojot MIM.

Pāreja. Pieņemsim, ka nevienādība ir pareiza, ja  $n = k$  un  $n = k + 1$ . Tad

$$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-2} + \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-1} \leq f_k + f_{k+1} \leq \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-1} + \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^k$$

$$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-2} \left(1 + \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right) \leq f_{k+2} \leq \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-1} \left(1 + \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$$

$$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-2} \left(\frac{1+2\sqrt{5}+5}{4}\right) \leq f_{k+2} \leq \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k-1} \left(\frac{1+2\sqrt{5}+5}{4}\right)$$

$$\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^k \leq f_{k+2} \leq \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{k+1}, \text{ ko arī vajadzēja pierādīt.}$$

Turpmāk apskatīsim dažus piemērus, kur *Excel* vidē tiek pielietotas 2. nodaļā aprakstītās MIM shēmas.

2. piemērs: Pierādīt, ka pirmo  $n$  pozitīvo skaitļu summa ir  $\frac{n \cdot (n+1)}{2}$ , t.i., izpildās vienādība

$$A(n): 1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n \cdot (n+1)}{2} \quad (\text{Gunderson, 2011}).$$

Uzdevumu var pilnībā pierādīt ar MIM, bet pirmās  $n$  vērtības var ātri pārbaudīt ar *Excel* tabulas palīdzību (skatīt 18. attēlu):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	1+2+3+...+n	1	3	6	10	15	21	28	36	45	55	66	78	91	105	120	136	153	171	190	210	
3	n*(n+1)/2	1	3	6	10	15	21	28	36	45	55	66	78	91	105	120	136	153	171	190	210	
4																						
5																						
6	MIM shēma	A(k)	A(k+1)	→	A(k)	A(k+1)																
7																						

18. attēls. 2. piemēra risinājums ar programmas *Excel* un vienkāršas MIM shēmas palīdzību

Ir ieviesti apzīmējumi:  $n$  – pirmajai rindai 18. attēla *Excel* tabulā, kas ir naturālu skaitļu vērtības,  $1+2+3+\dots+n$  – otrajai rindai 18. attēla *Excel* tabulā, kas ir pierādāmās vienādības kreisās puses izteiksme;  $n \cdot (n+1)/2$  – trešajai rindai 18. attēla *Excel* tabulā, kas ir pierādāmās vienādības labās puses izteiksme. 18. attēlā redzams, ka vienādība izpildās  $n$  vērtībām no 1 līdz 20, un var secināt, ka izpildās indukcijas bāze. Konkrētajā piemērā tiek izmantota vienkāršā indukcijas shēma: katram naturālam  $k$  no tā, ka patiesi ir apgalvojums  $A(k)$ , izriet apgalvojuma  $A(k+1)$  patiesums. To var redzēt 18. attēla *Excel* funkcijas pierakstā – lai aprēķinātu E2 šūnas vērtību, ir jāievada  $f_x=D2+E1$ .

Tieši *Excel* programmā ir tā unikālā iespēja ar izvēlnes *Home – Conditional Formatting* iespējām definēt jaunu nosacījumu *New Rule...*, kas izvēlētajā krāsā iekrāso šūnu B4, ja izpildās vienādība  $B2 = B3$ , iekrāso šūnu C4, ja izpildās vienādība  $C2 = C3$  utt. Tā vizuāli un uzskatāmi 18. attēlā var redzēt, pie kurām vērtībām vienādība ir pareiza.

Konkrētajā piemērā redzam, ka indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas lentas (18. attēla 4. rinda) rūtiņas, un dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

Induktīvās pārejas pierādījums: izvēlēsimies kaut kādu naturālu skaitli  $k$  un pieņemsim, ka vienādība  $A(k)$  ir pareiza, t. i., ka  $1 + 2 + 3 + \dots + k = \frac{k \cdot (k+1)}{2}$ . Pierādīsim, ka tad pareiza ir arī vienādība  $A(k+1)$ . Pierādāmo vienādību  $A(k+1)$  iegūstam, vienādībā  $A(n)$  ievietojot  $n$  vietā  $k + 1$ :

$$1 + 2 + 3 + \dots + k + (k + 1) = \frac{(k+1) \cdot (k+2)}{2}.$$

Šī vienādība tiešām ir pareiza, jo

$$1 + 2 + 3 + \dots + k + (k + 1) = \frac{k \cdot (k+1)}{2} + (k + 1) = \frac{k^2 + k + 2k + 2}{2} =$$



$$= \frac{k \cdot (k+1) + 2 \cdot (k+1)}{2} = \frac{(k+1) \cdot (k+2)}{2}.$$

Esam pierādījuši, ka  $A(k) \Rightarrow A(k + 1)$  katram naturālam  $k$ . Tā kā vienādībai  $A(n)$  esam pierādījuši gan indukcijas bāzi, gan pāreju, tad apgalvojums „pirmo  $n$  pozitīvo skaitļu summa ir  $\frac{n \cdot (n+1)}{2}$ ,” ir pierādīts.

3. piemērs. Pierādīt, ka katram naturālam skaitlim  $n$ , izteiksmes  $2^{2^n} + 3^{2^n} + 5^{2^n}$  vērtība dalās ar 19.

Elektroniskās tabulas iespējas jo īpaši veiksmīgi palīdz aprēķināt sarežģītas izteiksmes ar lieliem skaitļiem, kā tas ir konkrētajā piemērā (skatīt 19. attēlu):

B5		=2^(2^A5)+3^(2^A5)+5^(2^A5)			
A	B	C	D	E	F
1	n	2^(2^n)+3^(2^n)+5^(2^n)	:19	A(k)	
2	1	38,00	2,00	A(k+1)	
3	2	722,00	38,00	A(k+2)	
4	3	397442,00	20918,00	↓	
5	4	152631002882,00	8033210678,00	A(k)	
6	5	23283066218411400000000,00	1225424537811130000000,00	A(k+1)	
7	6	5421010862427560000000000000000000000000000000000,00	2853163611803980000000000000000000000000000000000,00	A(k+2)	
8					

19. attēls. 3. piemēra risinājums ar programmas Excel un sarežģītākas MIM shēmas palīdzību

Ir ieviesti apzīmējumi:  $n$  – pirmajai kolonnai 19. attēla Excel tabulā, kas ir naturālu skaitļu  $n$  vērtības,  $2^{2^n} + 3^{2^n} + 5^{2^n}$  – otrajai kolonnai 19. attēla Excel tabulā, kas ir dotā izteiksme, :19 – trešajai kolonnai 19. attēla Excel tabulā, kas nozīmē izteiksmes dalīšanu ar 19. Konkrētajā piemērā ir apskatīta sarežģītāka indukcijas shēma: Apgalvojums  $A(n)$  ir paties visām naturālām  $n$  vērtībā, kurām  $n \geq p$  ( $p \in \mathbb{N}$ ), ja eksistē tāds naturāls  $k$ , ka 1) ir patiesi atsevišķie apgalvojumi  $A(p)$ ,  $A(p+1)$ , ...,  $A(p+k-1)$ ; 2) no tā, ka ir paties atsevišķais apgalvojums  $A(m)$ , izriet, ka ir paties apgalvojums  $A(m+k)$ .

Piemērā redzam, ka izteiksmes vērtība dalās ar 19 pie  $n$  vērtībām no 1 līdz 6, un varam secināt, ka izpildās indukcijas bāze.

Induktīvajā pārejā pieņemsim, ka izteiksme dalās ar 19 pie  $n = k$  un pierādīsim, ka izteiksme dalās ar 19 pie  $n = k + 2$ . Pieņemsim, ka  $F(k) = (2^{2^k} + 3^{2^k} + 5^{2^k})$ , tad

$$F(k+2) = (2^{2^{k+2}} + 3^{2^{k+2}} + 5^{2^{k+2}}) = 2^{4 \cdot 2^k} + 3^{4 \cdot 2^k} + 5^{4 \cdot 2^k} = 16^{2^k} + 81^{2^k} + 625^{2^k}$$

$$= ((19 - 3)^{2^k} + (19 \cdot 4 + 5)^{2^k} + (19 \cdot 33 - 2)^{2^k}) \equiv 3^{2^k} + 5^{2^k} + 2^{2^k} = F(k)$$

Izmantojot Binomiālo teorēmu,  $F(k+2)$  tāpat kā  $F(k)$  dalās ar 19. Līdzīgi pierāda, ka  $F(k) + F(k+1)$  dalās ar 19, un secina, ka visiem naturāliem  $n$  izteiksmes vērtība dalās ar 19.

4. piemērs. Skaitļu virkni  $a_1, a_2, \dots, a_n$  definē šādi:  $a_1=1, a_2=1, a_{n+2}=a_1+a_2+\dots+a_{n+1}$ . Pierādīt, ka  $a_{n+2} = 2^n$  (Andžāns, Zariņš, 1983).

Uzdevumu var pilnībā pierādīt ar MIM, bet pirmās  $n$  vērtības (līdz pat  $n = 16384$ ) var ātri pārbaudīt ar Excel tabulas palīdzību (skatīt 20. attēlu):

I2		=SUM(\$B\$2:H2)																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2	$a_{n+2}$	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536	
3	$2^n$			2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536	
4																				
5																				
6	MIM sarežģītāka shēma					A(k)	A(k+1)	A(k+2)	...	A(n-1)	A(n)	→	A(k)	A(k+1)	A(k+2)	...	A(n-1)	A(n)		
7																				

20. attēls. 4. piemēra risinājums ar programmas Excel un sarežģītākas MIM shēmas palīdzību

Ir ieviesti apzīmējumi:  $n$  – pirmajai rindai 20. attēla Excel tabulā, kas ir naturālu skaitļu  $n$  vērtības,  $a_{n+2}$  – otrajai rindai 20. attēla Excel tabulā, kas ir  $a_1 + a_2 + \dots + a_{n+1}$  izteiksme;  $2^n$  – trešajai rindai 20. attēla Excel tabulā, kas ir pierādāmās vienādības labās puses izteiksme. 20. attēlā redzams, ka vienādība izpildās  $n$  vērtībām no 1 līdz 18, un var secināt, ka izpildās indukcijas bāze. Konkrētajā piemērā tiek izmantota sarežģītāka indukcijas shēma: Ja 1) apgalvojums  $A(1)$  ir patiess; 2) no tā, ka apgalvojums  $A(k)$  patiess visiem naturāliem  $k$ , kas mazāki nekā  $m$ , izriet apgalvojuma  $A(m)$  patiesums, tad apgalvojums  $A(n)$  patiess visiem naturāliem  $n$ .

Līdzīgi kā iepriekšējos piemēros, ar izvēlnes Home – Conditional Formatting iespējām var definēt jaunu nosacījumu New Rule..., kas izvēlētajā krāsā iekrāso 20. attēla Excel šūnu D4, ja izpildās vienādība  $D2 = D3$ ; iekrāso šūnu E4, ja izpildās vienādība  $E2 = E3$  utt. Tā vizuāli un uzskatāmi 20. attēlā var redzēt, ka indukcijas shēma darbojas un pie kurām vērtībām vienādība ir pareiza.

4. piemēra gadījumā redzam, ka indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas lentas (20. attēla 4. rinda) rūtiņas, un dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

Induktīvās pārejas pierādījums: pieņemsim, ka patiesi ir apgalvojumi  $A(1), A(2), \dots, A(m-1)$ , un pierādīsim, ka patiess ir arī apgalvojums  $A(m)$ . Tiešām, ja  $a_3 = 2^1, a_4 = 2^2, a_5 = 2^3, \dots, a_m = 2^{m-2}, a_{m+1} = 2^{m-1}$ , tad  $a_{m+2} = a_1 + a_2 + \dots + a_m + a_{m+1} = 1 + (1 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{m-2} + 2^{m-1}) = 1 + 2^m - 1 = 2^m$  (izteiksme iekavās ir ģeometriskas progresijas summa; tās aprēķināšanas formula pierādīta skolas kursā), t. i., apgalvojums  $A(m)$  ir patiess, tātad patiess arī vispārīgais apgalvojums  $A(n)$ .

5. piemērs. Divas skaitļu virknes  $a_1, a_2, \dots$  un  $b_1, b_2, \dots$  veido šādi  $a_1 = 3, b_1 = 4$ ; ja  $n \geq 1$ , tad  $a_{n+1} = (a_n + b_n) / 2$  un  $b_{n+1} = (a_{n+1} + b_n) / 2$ . Pierādīt, ka visiem naturāliem  $n$  ir pareizas vienādības  $a_n = 1 + \frac{8}{3} \left(1 - \frac{1}{4^n}\right)$  un  $b_n = \frac{1}{3} \left(11 + \frac{1}{4^{n-1}}\right)$  (Andžāns, Zariņš, 1983).

Uzdevumu var pilnībā pierādīt ar MIM, bet pirmās  $n$  vērtības (līdz pat  $n = 16384$ ) var ātri pārbaudīt ar Excel tabulas palīdzību (skatīt 21. attēlu):

G3		=(G2+F3)/2											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2	$a_{n+1} = (a_n + b_n) / 2$	3	3,5	3,625	3,65625	3,6640625	3,66601563	3,66650391	3,66662598	3,66665649	3,66666412	3,66666603	
3	$b_{n+1} = (a_{n+1} + b_n) / 2$	4	3,75	3,6875	3,671875	3,66796875	3,66699219	3,66674805	3,66668701	3,66667175	3,66666794	3,66666698	
4	$a_n = 1 + \frac{8}{3} \left(1 - \frac{1}{4^n}\right) / 3$	3	3,5	3,625	3,65625	3,6640625	3,66601563	3,66650391	3,66662598	3,66665649	3,66666412	3,66666603	
5	$b_n = \frac{11 + 1}{4^{n-1}} / 3$	4	3,75	3,6875	3,671875	3,66796875	3,66699219	3,66674805	3,66668701	3,66667175	3,66666794	3,66666698	
6													
7													
8													
9						A(k)	A(k+1)	→	A(k)	A(k+1)			
10						B(k)	B(k+1)	→	B(k)	B(k+1)			
11													

21. attēls. 5. piemēra risinājums ar programmas Excel un paralēlās MIM shēmas palīdzību

Līdzīgi kā iepriekšējos piemēros tiek ieviesti apzīmējumi (skatīt 21. attēlu):  $n$  – naturālu skaitļu vērtības (*Excel* tabulas pirmajai rindai 21. attēlā),  $a_{n+1}=(a_n+b_n)/2$  – izteiksmes vērtība (*Excel* tabulas otrajai rindai 21. attēlā),  $b_{n+1}=(a_{n+1}+b_n)/2$  – izteiksmes vērtība (*Excel* tabulas trešajai rindai 21. attēlā),  $a_n = 1 + \frac{8}{3}\left(1 - \frac{1}{4^n}\right)$  – izteiksmes vērtība (*Excel* tabulas ceturtajai rindai 21. attēlā),  $b_n = \frac{1}{3}\left(11 + \frac{1}{4^{n-1}}\right)$  – izteiksmes vērtība (*Excel* tabulas piektajai rindai 21. attēlā). 21. attēlā redzams, ka vienādība izpildās  $n$  vērtībām no 1 līdz 11, un var secināt, ka izpildās indukcijas bāze. Konkrētajā piemērā tiek izmantota paralēlās indukcijas shēma, kuras apraksts dots 1.4. nodaļā.

Ar izvēlnes *Home – Conditional Formatting* iespējām tiek definēti divi jauni nosacījumi *New Rule...*, kas

- 1) izvēlētajā krāsā iekrāso šūnu B6, ja izpildās vienādība  $B2 = B4$ , un iekrāso šūnu C6, ja izpildās vienādība  $C2 = C4$  utt. (skatīt 21. attēlu);
- 2) izvēlētajā krāsā iekrāso šūnu B7, ja izpildās vienādība  $B3 = B5$ , un iekrāso šūnu C7, ja izpildās vienādība  $C3 = C5$  utt. (skatīt 21. attēlu).

Uzskatāmi var redzēt, ka pakāpeniski tiek iekrāsotas visas paralēlās indukcijas pirmās lentas (21. attēla 6. rindas) rūtiņas un visas otrās lentas (21. attēla 7. rindas) rūtiņas. Tātad indukcijas shēma darbojas un tā garantē iespēju aizkrāsot jeb aprēķināt visas rūtiņas.

Induktīvās pārejas pierādījums:

1. Ja  $A(k)$  un  $B(k)$  ir pareizas vienādības, tad pareiza ir arī vienādība  $A(k+1)$ . Tiešām, pieņemsim, ka

$$a_k = 1 + \frac{8}{3}\left(1 - \frac{1}{4^k}\right) \text{ un } b_k = \frac{1}{3}\left(11 + \frac{1}{4^{k-1}}\right).$$

$$\begin{aligned} \text{Tad } a_{k+1} &= \frac{1}{2}(a_k + b_k) = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{8}{3} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{4^k} + \frac{11}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4^{k-1}}\right) = \\ &= \frac{1}{2}\left(\frac{22}{3} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{4^k} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4^{k-1}}\right) = \frac{11}{3} - \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4^k} = 1 + \frac{8}{3}\left(1 - \frac{1}{4^{k+1}}\right). \end{aligned}$$

2. Ja  $A(k+1)$  un  $B(k)$  ir pareizas vienādības, tad arī  $B(k+1)$  ir pareiza vienādība. Tiešām, ja

$$a_{k+1} = 1 + \frac{8}{3}\left(1 - \frac{1}{4^{k+1}}\right) \text{ un } b_k = \frac{1}{3}\left(11 + \frac{1}{4^{k-1}}\right), \text{ tad}$$

$$\begin{aligned} b_{k+1} &= \frac{1}{2}(a_{k+1} + b_k) = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{8}{3} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{4^{k+1}} + \frac{11}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4^{k-1}}\right) = \\ &= \frac{1}{2}\left(\frac{22}{3} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{4^{k+1}} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4^{k-1}}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{22}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4^k}\right) = \frac{11}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4^k} = \frac{1}{3}\left(11 + \frac{1}{4^k}\right). \end{aligned}$$

Līdz ar to ir pierādīts gan vispārīgais apgalvojums  $A(n)$ , gan vispārīgais apgalvojums  $B(n)$ ,  $n \in \mathbb{N}$ . Visvieglāk to redzēt grafiskajā interpretācijā ar divām bezgalīgām lentēm; viena no tām attēlo vispārīgo apgalvojumu  $A(n)$ , otra – vispārīgo apgalvojumu  $B(n)$ ,  $n \in \mathbb{N}$  (21. attēlā).

6. piemērs. Pierādīt apgalvojumu  $A(n, k)$ :  $n \cdot (n + 1) \cdot (n + 2) \cdot \dots \cdot (n + k - 1)$  dalās ar  $k!$ , kur  $k \in \mathbb{N}$ ,  $n \in \mathbb{N}$  un  $k! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots k$  (Andžāns, Zariņš, 1983).

Uzdevumu var pilnībā pierādīt ar MIM izmantojot divdimensionālo indukcijas shēmu, bet pirmās  $n$  un  $k$  vērtības (līdz pat  $k = 16384$ , kas ir pieļaujama kolonnu skaits, un  $n = 1048576$ , kas ir pieļaujama rindu skaits) var ātri pārbaudīt ar *Excel* tabulas palīdzību (skatīt 22. attēlu):

F2		=A2*(A2+1)*(A2+2)*(A2+3)*(A2+4)/(\$B\$1*\$C\$1*\$D\$1*\$E\$1*\$F\$1)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	n/k	1	2	3	4	5	6	7	...			
2	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
3	2	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00				
4	3	3,00	6,00	10,00	15,00	21,00	28,00	36,00				
5	4	4,00	10,00	20,00	35,00	56,00	84,00	120,00				
6	5	5,00	15,00	35,00	70,00	126,00	210,00	330,00				
7	6	6,00	21,00	56,00	126,00	252,00	462,00	792,00				
8	7	7,00	28,00	84,00	210,00	462,00	924,00	1716,00				
9	8	8,00	36,00	120,00	330,00	792,00	1716,00	3432,00				
10	9	9,00	45,00	165,00	495,00	1287,00	3003,00	6435,00				
11	10	10,00	55,00	220,00	715,00	2002,00	5005,00	11440,00				
12	11	11,00	66,00	286,00	1001,00	3003,00	8008,00	19448,00				
13	12	12,00	78,00	364,00	1365,00	4368,00	12376,00	31824,00				
14	13	13,00	91,00	455,00	1820,00	6188,00	18564,00	50388,00				
15	14	14,00	105,00	560,00	2380,00	8568,00	27132,00	77520,00				
16	15	15,00	120,00	680,00	3060,00	11628,00	38760,00	116280,00				
17	16	16,00	136,00	816,00	3876,00	15504,00	54264,00	170544,00				
18	17	17,00	153,00	969,00	4845,00	20349,00	74613,00	245157,00				
19	...											
20												

22. attēls. 6. piemēra risinājums ar programmas Excel un divdimensionālās MIM shēmas palīdzību

22. attēlā redzams, ka vienādība izpildās n vērtībām no 1 līdz 17 un k vērtībām no 1 līdz 7, un var secināt, ka izpildās indukcijas bāze. Konkrētajā piemērā tiek izmantota divdimensionālā indukcijas shēma: vispārīgu apgalvojumu ar diviem parametriem var attēlot ar plaknes kvadrantu (divdimensiju lenti – skatīt 22. attēlu). Katra rūtiņa atbilst atsevišķam apgalvojumam, ko iegūst no vispārīgā apgalvojuma, piešķirot parametriem n un k noteiktas vērtības. Piemēram, rūtiņa, kas atrodas pirmajā rindā un piektajā kolonnā, atbilst parametru vērtībām n = 1, k = 5, t.i., atsevišķajam apgalvojumam A(1;5). Ja indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas kvadranta rūtiņas, tad dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga. 22. attēlā redzams, ka shēma darbojas, jo visi apgalvojuma rezultāti, kas ir divu veselu skaitļu dalījums, ir veseli skaitļi. Tāpat 22. attēlā redzams, kā tiek veidots algoritmisks pieraksts apgalvojumam

$$A(1;5) = A2*(A2+1)*(A2+2)*(A2+3)*(A2+4)/(\$B\$1*\$C\$1*\$D\$1*\$E\$1*\$F\$1).$$

Risinot 6. piemēru programmas Excel vidē, skolēni iemācās: izprast MIM būtību, pierādījuma soļus, ģeometrisku interpretāciju, divdimensionālu shēmu pielietojumu; pierādīt indukcijas bāzi; izveidot matemātiski pareizu izteiksmju pierakstu programmatoriskā vidē un matemātiski pareizas sakarības; lietot relatīvās un absolūtās elektroniskās tabulas adreses.

Skolotāji un skolēni elektroniskās tabulas var izmantot:

- Kā izklājlapu papīra un pildspalvas vietā;
- Kā kalkulatoru aprēķinu veikšanai;
- Kā radošu vidi, kur pieejamas dažādas funkcijas un jūtīgais punkts;
- Kā dinamisku vidi (mainot vienas šūnas vērtību, atbilstoši formulām automātiski mainās arī citu šūnu vērtības);
- Kā vizuālu vidi (izmantojot nosacījumu noformēšanu *format conditional*, šūnas var nokrāsot dažādās krāsās atbilstoši tam, vai nosacījums izpildās vai nē);
- Kā izpētes rīku funkciju grafiku konstruēšanai;

- Kā skaitļošanas sistēmu sarežģītiem aprēķinu uzdevumiem (kombinatorika, skaitļu teorija, matemātiskā analīze u.c.);
- Kā MIM bāzes un dažādu shēmu pārbaudes un pamatojuma rīku.

### 3.3. DINAMISKĀS ĢEOMETRIJAS PROGRAMMAS

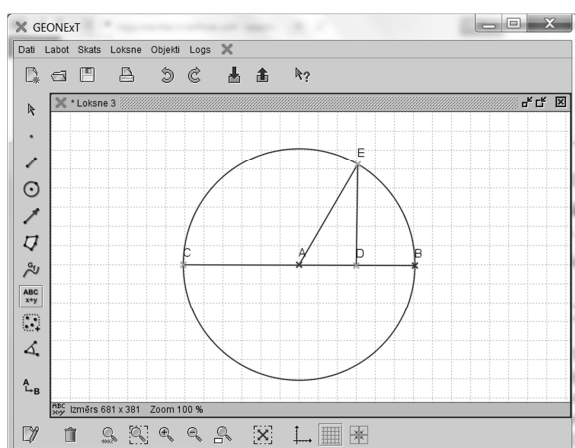
Dinamiskā ģeometrija (DGS – Dynamic Geometry Software) ir devusi jaunas iespējas skolas ģeometrijai (Hohenwarter, Fuchs, 2004). Programmas ļauj lietotājiem 1) veikt eksperimentus, 2) ātri un precīzi izveidot, kā arī pētīt ģeometriskas konstrukcijas, 3) noteikt, izpētīt un veidot matemātiskas likumsakarības starp lielumiem, 4) pārbīdīt ģeometriskus lielumus (virsošnes, centra punktus, nogriežņus, malas u.c.), lai redzētu pārmaiņas un ģeometriskas īpašības, 5) patstāvīgi atklāt esošus un jaunus rezultātus, 6) apskatīt un pierādīt teorēmas, 7) izmantojot funkciju grafiku konstruēšanas un iebūvētās algebras sistēmas iespējas, veidot matemātiskus modeļus dažādu dabas procesu izskaidrošanai. Tās ir pielietojamas, sākot ar pamatskolu, kad skolēni iepazīst dažādus vienkāršus ģeometriskos objektus, līdz pat padziļinātai matemātikas apguvei, kur tiek apskatītas diferenciālrēķinu un integrālrēķinu iespējas.

Eksistē divdimensionālas programmas (*Cabri Geometre, The Geometer`s Sketchpad, TI-Nspire, GeoGebra* u.c.), kuras palīdz izpētīt relatīvos mērījumus, ģeometriskus lielumus un formas. Savukārt trīsdimensionālās programmas (*Yenka 3D shapes* u.c.) palīdz skolēniem attīstīt telpisko domāšanu un vizualizēšanas prasmi, eksperimentējot ar ģeometriskiem ķermeņiem, to izklājumiem, šķēlumiem un leņķiem. Dinamiskās ģeometrijas programma *GEONExT* pati par sevi ir virtuāla matemātikas laboratorija, kas piedāvā skolēniem veikt pētījumus, izvirzīt hipotēzes, meklēt matemātiskas likumsakarības.

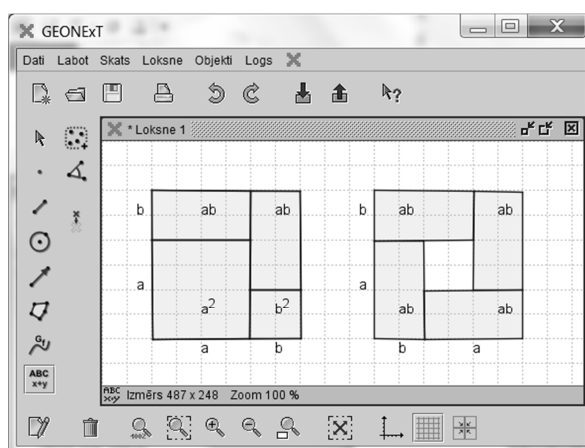
7. piemērs. Pierādīt, ka  $n$  pozitīvu skaitļu vidējā aritmētiskā vērtība nav mazāka par šo skaitļu vidējo ģeometrisko vērtību (Andžāns, Zariņš, 1983):

$$\frac{a_1+a_2+\dots+a_n}{n} \geq \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdot \dots \cdot a_n}. \quad (A(n))$$

Piemēru var pierādīt ar Matemātiskās indukcijas metodi, pielietojot divvirzienu indukcijas shēmu.



23. attēls. Konstrukcija divu nogriežņu vidējam aritmētiskam un vidējam ģeometriskam programmā *GEONExT*



24. attēls. 7. piemēra ģeometrisks attēlojums programmā *GEONExT*

Precīzas ģeometriskas konstrukcijas ļauj skolēniem intuitīvi uztvert uzdevumā iekļauto matemātisko ideju (konkrēti indukcijas bāzi pie  $n = 2$ ), tāpēc ar dinamiskās ģeometrijas

programmu *GEONExT* skolēni patstāvīgi var veikt konstrukcijas divu nogriežņu  $a$  un  $b$  ( $a > b$ ) vidējam aritmētiskam (VA) un vidējam ģeometriskam (VG) (skatīt 23. attēlu). 23. attēlā dots, ka nogriežņa  $CD$  garums ir  $a$  un nogriežņa  $DB$  garums ir  $b$ , tad viegli aprēķināt, ka nogriežņa  $AE$  garums ir  $(a + b) / 2$  un nogriežņa  $DE$  garums ir  $\sqrt{ab}$ . Un acīmredzama ir sakarība  $\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$ .

Cita ģeometriskā konstrukcija 24. attēlā uzskatāmi parāda, ka  $a^2 + 2ab + b^2$  (kreisās puses zīmējums)  $\geq 4ab$  (labās puses zīmējums). Pārveidojot nevienādību, seko  $(a + b)^2 \geq 4ab \Rightarrow \frac{(a+b)^2}{2^2} \geq ab \Rightarrow \frac{(a+b)}{2} \geq \sqrt{ab}$ .

Indukcijas bāze: Apgalvojums  $A(1)$  ir patiess, jo  $a_1 = \frac{a_1}{1}$ . Parādot ģeometrisko interpretāciju 23. un 24. attēlā, esam pierādījuši arī apgalvojumu  $A(2)$ :  $\sqrt{a_1 a_2} \leq \frac{a_1 + a_2}{2}$ .

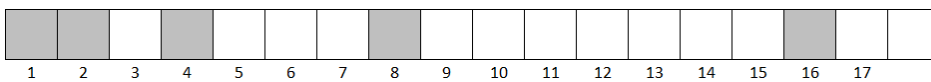
Induktīvā pāreja: Pieņemsim, ka jebkuriem  $k$  pozitīviem skaitļiem apgalvojums  $A(k)$  ir patiess, tad

$$\sqrt[k]{a_1 a_2 a_3 \dots a_k} \leq \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_k}{k} \quad \text{un} \quad \sqrt[k]{a_{k+1} a_{k+2} \dots a_{2k}} \leq \frac{a_{k+1} + a_{k+2} + \dots + a_{2k}}{k}.$$

Pierādīsim, ka apgalvojums  $A(2k)$  arī ir patiess. Tiešām, zinot, ka  $A(2)$  un  $A(k)$  ir patiesi apgalvojumi, iegūstam

$$\begin{aligned} \sqrt{2k} \sqrt[k]{a_1 a_2 \dots a_{2k}} &= \sqrt{\sqrt[k]{a_1 a_2 \dots a_k} \cdot \sqrt[k]{a_{k+1} a_{k+2} \dots a_{2k}}} \leq \\ &\leq \frac{\sqrt[k]{a_1 a_2 \dots a_k} + \sqrt[k]{a_{k+1} a_{k+2} \dots a_{2k}}}{2} \leq \left( \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_k}{k} + \right. \\ &\left. + \frac{a_{k+1} + a_{k+2} + \dots + a_{2k}}{k} \right) : 2 = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_k + \dots + a_{2k}}{2k}. \end{aligned}$$

Esam pierādījuši, ka no  $A(k)$  izriet  $A(2k)$ . Atceroties grafiskās interpretācijas skaidrojumu 1.4. nodaļā, redzam, ka rūtiņu rindā paliek daudz neaizkrāsotu rūtiņu (skatīt 25. attēlu):



25. attēls. Rūtiņu rinda shēmai, ka no  $A(k)$  izriet  $A(2k)$

Lai aizkrāsotu visas rūtiņas, pierādīsim, ka no  $A(k)$  izriet  $A(k-1)$ . Pieņemsim, ka jebkuriem  $k$  pozitīviem skaitļiem ir pareiza nevienādība

$$\sqrt[k]{a_1 a_2 a_3 \dots a_k} \leq \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_k}{k}, \quad (1)$$

un pierādīsim, ka katriem  $k - 1$  pozitīviem skaitļiem ir pareiza nevienādība

$$\sqrt[k-1]{a_1 a_2 \dots a_{k-1}} \leq \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k-1}. \quad (2)$$

Nevienādībā (1) ir par vienu skaitli –  $a_k$  – vairāk nekā pierādāmajā nevienādībā (2). Tā kā  $a_k$  var būt jebkurš pozitīvs skaitlis, tad  $a_k$  izvēlamies tā, lai nevienādības (1) labā puse būtu vienāda ar nevienādības (2) labo pusi, t.i.,  $\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_k}{k} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k-1}$ .

Izsakot no šīs vienādības  $a_k$ , iegūstam  $a_k = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k-1}$ .

Pārrakstām nevienādību (1), ievietojot  $a_k$  vietā iegūto izteiksmi:

$$\sqrt[k]{\frac{a_1 a_2 \dots a_{k-1} (a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1})}{k-1}} \leq \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k} + \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k(k-1)} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k-1}.$$

Esam ieguvuši, ka

$$\sqrt[k]{\frac{a_1 a_2 \dots a_{k-1} (a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1})}{k-1}} \leq \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k-1}.$$

Kāpinot šīs nevienādības abas puses  $k$ -tajā pakāpē, pēc tam saīsinot ar  $(a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1})$  un  $(k-1)$  un velkot  $(k-1)$ -ās pakāpes sakni no nevienādības abām pusēm, iegūstam, ka

$\sqrt[k-1]{a_1 a_2 \dots a_{k-1}} \leq \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{k-1}}{k-1}$ , t.i., apgalvojums  $A(k-1)$  ir patiess. (Visus nevienādību pārveidojumus drīkstēja izdarīt, jo to abas puses ir pozitīvi skaitļi.)

Pārbaudīsim, vai tagad drīkst aizkrāsot visu rūtiņu rindu (skatīt 25. attēlu). Shematiski aizkrāsošanu varētu attēlot šādi:  $A(1) \Rightarrow A(2) \Rightarrow A(4) \Rightarrow A(3) \Rightarrow A(6) \Rightarrow A(5) \Rightarrow A(10) \Rightarrow A(9) \Rightarrow A(8) \Rightarrow A(7) \Rightarrow A(14) \Rightarrow A(13) \Rightarrow \dots$  (iespējami arī citi varianti). Kā redzams, katra rūtiņa tiks aizkrāsota. Tas nozīmē, ka apgalvojums patiess visām parametra vērtībām.

Risinot 7. piemēru, skolēni iemācās: izprast uzdevuma un MIM būtību, pierādījuma soļus, ģeometrisku interpretāciju, divvirzienu shēmu pielietojumu; pierādīt indukcijas bāzi un pāreju.

Datora lietošanai ģeometrijas stundās ir vairākas priekšrocības, salīdzinot ar tradicionālajām mācību metodēm:

- Ir iespējams precīzi un pārskatāmi izveidot mācību materiālu izklāstu. Piemēram, var veikt secīgu, izskaidrojošu ģeometrisku konstrukciju, kur nepieciešamības gadījumā viegli atgriezties kādā no iepriekšējiem konstrukcijas posmiem. Paaugstinās darba intensitāte mācību stundā;
- Ir iespējams papildināt stundas tēmu ar saturiski pilnvērtīgu un estētiski noformētu informāciju attēlu, animācijas vai video formātā. Piemēram, var atainot nodarbības tematam atbilstošu reālās dzīves situāciju;
- Ir iespējams efektīvi koordinēt skolēnu individuālo darbu ar datoru, attīstot skolēnu matemātiskās spējas un paaugstinot datorprasmes.

Apgūstot pat vienkāršākās prasmes ģeometrijas datorprogrammu lietošanā, skolēni iegūst daudz labāku izpratni par ģeometrisku lielumu sakarībām. Eksperimentējot ar interaktīvām lietotnēm, viņi var ievērot tādas konstrukciju īpašības, kuras zīmējumos uz tāfeles vai papīra paliek nepamanītas.

Apgūstot ģeometriju, mācību procesā ir būtiski rosināt skolēnus izvirzīt hipotēzes un tās pamatot vai atspēkot, ne tikai iegaumēt jau gatavus faktus. Lai skolēns varētu izvirzīt kādu hipotēzi, dažkārt ir nepieciešams veidot vairākus zīmējumus, aplūkot dažādas situācijas, kas ir darbietilpīgi un prasa daudz laika. Tāda situācija rodas, piemēram, uzsākot apgūt tematus: daudzstūra leņķu summa; trijstūra vienādības pazīmes; mediānas, bisektrises un augstumi trijstūrī; ievilkts leņķis; centra leņķis; hordas-pieskares leņķis u.c. (France, Ramāna, 2004).

### 3.4. DATORU ALGEBRAS SISTĒMAS

Datoru Algebras Sistēmas (CAS – Computer Algebra Systems) ir programmas simbolu virkņu apstrādei (skaitļu teorijai, kompleksiem skaitļiem, matricām u.c.) Tas ir spēcīgs instruments inženieriem, lai ietaupītu laiku un nodrošinātu precizitāti, veicot apjomīgus algebriskus aprēķinus (Mayes, 1997). Būtiski, ka jau skolā ar CAS programmu palīdzību skolēni var iemācīties izprast kompleksas algebriskas problēmas, kā arī likumsakarības starp algebriskiem lielumiem. Populārākās programmas ir *Mathematica*, *Maple*, *Reduce*,

Derive, LiveMath, Macsyma, MathCAD u.c. Wolfram Alpha ir Web bāzēta datoralgebras sistēma.

Skolēni, kuri lietojuši datoralgebras sistēmas programmas, prot labāk tikt galā ar matemātikas problēmām, algoritmiskiem uzdevumiem un sekmīgāk programmē. Skolēniem un skolotājiem šādas programmas nav tikai aprēķinu veikšanai, tās ir kā izziņas, motivācijas un sociāls rīks.

Programmas ļauj lietotājiem rēķināt vienādojumus un nevienādības, pētīt algebriskas izteiksmes, veikt sarežģītus aprēķinus (diferenciālrēķiniem, kompleksiem skaitļiem, matricām u.c.), kā arī izprast MIM būtību.

8. piemērs. Pierādīt, ka katram naturālam  $n \geq 1$ , izpildās vienādība

$$1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^n = 2^{n+1} - 1 \quad (\text{Gunderson, 2011}).$$

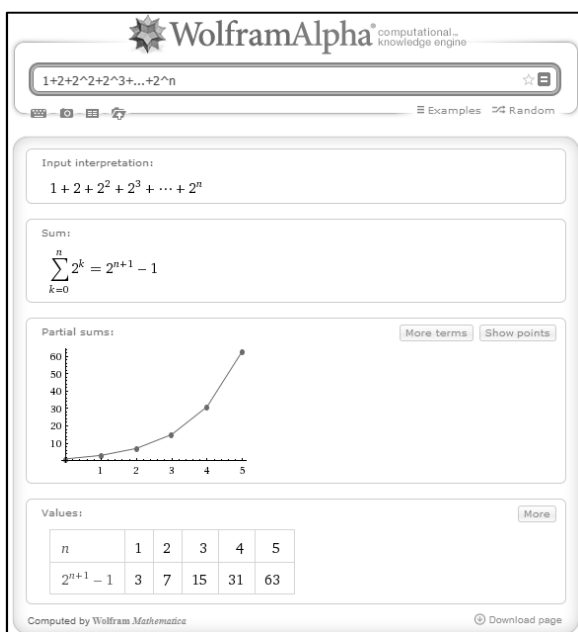
Atliek vienādības kreisās puses izteiksmi brīvā formā, zinot algoritmiski matemātisko pierakstu, ievadīt Web bāzētajā datoralgebras sistēmā WolframAlpha, kā momentāni tiek izvadīts sīki strukturēts rezultāts (skatīt 26. attēlu).

Attēlā ir redzams, ka 8. piemērā dotās vienādības kreisās puses summas vispārīgais pieraksts ir dotās vienādības labās puses izteiksme. Ir parādītas izteiksmes pirmās piecas vērtības pie  $n = 1, 2, 3, 4, 5$  (nospiežot uz saiti „More” var iegūt vairāk aprēķinātu vērtību). Lietotājs iegūto lapu var ērti izdrukāt pdf (Portable Document Format) formātā, izmantojot labajā apakšējā stūrī redzamo saiti „Download page”. Indukcijas bāze ir pamatota un atliek tikai patstāvīgi veikt pierādījumu ar MIM palīdzību.

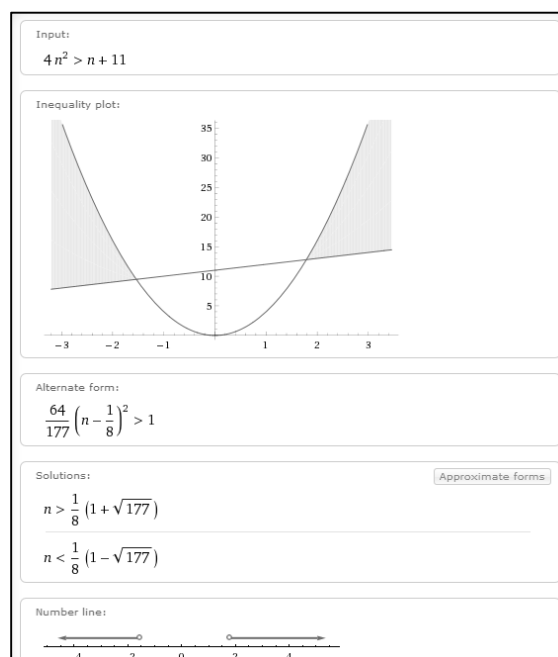
Indukcijas bāze. Ja  $n = 1$ , tad  $1 + 2 = 2^{1+1} - 1 = 4 - 1 = 3$ , un bāze ir pierādīta.

Indukcijas pāreja. Pieņim, ka pie  $n = k$ , ir pareiza vienādība  $1 + 2 + 2^2 + \dots + 2^k = 2^{k+1} - 1$ .

Tad pie  $n = k + 1$  būs spēkā vienādība  $1 + 2 + 2^2 + \dots + 2^k + 2^{k+1} = 2^{k+1} - 1 + 2^{k+1} = 2 \cdot 2^{k+1} - 1 = 2^{k+2} - 1$ , kas izpildās visiem  $n \geq 1$ .



26. attēls. 8. piemēra attēlojums datoralgebras sistēmā WolframAlpha



27. attēls. 9. piemēra attēlojums datoralgebras sistēmā WolframAlpha



9. piemērs. Ar MIM pierādīt, ka katram naturālam  $n \geq 2$ , izpildās nevienādība  $4n^2 > n + 11$  (Gunderson, 2011).

Atliek nevienādību brīvā formā, zinot algoritmiski matemātisko pierakstu, ievadīt *Web* bāzētajā datoralgebras sistēmā *WolframAlpha*, kā momentāni tiek izvadīts sīki strukturēts rezultāts (skatīt 27. attēlu). Izpētot divu funkciju grafikus, kas vienlaicīgi ir 9. piemēra pierādāmās nevienādības abu pušu izteiksmes, ir acīm redzama atbilde, ka katram naturālam  $n \geq 2$ , izpildās nevienādība  $4n^2 > n + 11$ . Atliek tikai patstāvīgi veikt pierādījumu ar MIM palīdzību.

Indukcijas bāze pie  $n = 2$  izpildās, jo  $4 \cdot 2^2 = 16 > 2 + 11 = 13$ .

Indukcijas pāreja. Pieņemsim, ka pie  $n = k$  ir pareiza nevienādība  $4k^2 > k + 11$ . Tad pie  $n = k + 1$  jāpārbauda nevienādības  $4 \cdot (k + 1)^2 > (k + 1) + 11$ .

$4 \cdot (k + 1)^2 = 4 \cdot (k^2 + 2k + 1) = 4k^2 + 8k + 4 > k + 11 + 8k + 4 > k + 12$ . Tātad nevienādība izpildās visiem  $n \geq 2$ .

10. piemērs. Pierādīt, ka katram naturālam  $n \geq 1$ , ir spēkā nevienādība

$$\frac{1}{1!} + \frac{2}{3!} + \frac{3}{5!} + \dots + \frac{n}{(2n-1)!} \leq 2 - \frac{1}{(2n)!} \text{ (Gunderson, 2011).}$$

10. piemēra dotās nevienādības katru no pusēm atsevišķi var ievadīt un apskatīt datoralgebras sistēmā *WolframAlpha* (skatīt 28. attēlu). No iegūtajiem attēliem var izdarīt secinājumu: kreisās puses izteiksmes vērtība pie  $n = 5$  tiecas uz 1,4; labās puses izteiksmes vērtība pie  $n = 5$  tiecas uz 2. Ir parādītas izteiksmes pirmās piecas vērtības pie  $n = 1, 2, 3, 4, 5$ , kas pamato indukcijas bāzes un pieņēmuma patiesumu.

The screenshot shows the WolframAlpha interface with the input  $1/1!+2/3!+3/5!+\dots+n/(2n-1)!$ . The input interpretation shows the sum  $\sum_{k=1}^n \frac{k}{(2k-1)!}$ . The result is  $\sum_{k=1}^n \frac{k}{(-1+2k)!}$ . The partial sums plot shows the sum approaching 2. The values table shows the following data:

n	1	2	3	4	5
$2 - \frac{1}{(2n)!}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{47}{24}$	$\frac{1439}{720}$	$\frac{80639}{40320}$	$\frac{7257599}{3628800}$
approximation	1.5	1.95833	1.99861	1.99998	2.

28. attēls. 10. piemēra attēlojums datoralgebras sistēmā *WolframAlpha*

Indukcijas bāze izpildās, jo  $1 \leq 1,5$ . Induktīvajā pārejā pieņemsim, ka izteiksme izpildās pie  $n = k$  un pierādīsim, ka izteiksme izpildās pie  $n = k + 1$ . Tātad jāpierāda, ka ir pareiza nevienādība:

$$\frac{1}{1!} + \frac{2}{3!} + \frac{3}{5!} + \dots + \frac{k}{(2k-1)!} + \frac{k+1}{(2k+1)!} \leq 2 - \frac{1}{(2k+2)!}$$

$$\frac{1}{1!} + \frac{2}{3!} + \frac{3}{5!} + \dots + \frac{k}{(2k-1)!} + \frac{k+1}{(2k+1)!} \leq 2 - \frac{1}{(2k)!} + \frac{k+1}{(2k+1)!}$$

$$= 2 - \frac{2k+1 - (k+1)}{(2k+1)!} = 2 - \frac{k}{(2k+1)!} < 2 - \frac{1}{(2k+1)!}$$

$$< 2 - \frac{1}{(2k+2)!}$$

Tātad nevienādība izpildās visiem  $n \geq 1$ .

Risinot 8., 9. un 10. piemēru, skolēni iemācās: izprast uzdevuma un MIM būtību, pierādījuma soļus, ģeometrisku interpretāciju un shēmu pielietojumu; pierādīt indukcijas bāzi un pāreju.

Matemātikas zinātnieki (Kajler, Soiffer, 1994) ir izpētījuši un salīdzinājuši vairākas programmas (*Mathematics, Maple, Macsyma* un *MathCAD*), kā arī nosaukuši tās par „cilvēka un datora mijiedarbības paraugu”, par „kvalitatīviem didaktiskiem komplektiem”, par „matemātikas mācīšanu darot”. Tās nav tikai zinātnisks programmēšanas rīks, bet arī izglītojošs materiāls skolēniem un skolotājiem, kur soli pa solim var skatīt risinājuma gaitu.

### 3.5. FUNKCIJU GRAFIKU VEIDOTĀJI

Funkciju grafiku veidotāji (GPS – Graph Plotting Software) ir programmas, kas momentāli uzzīmē dotās funkcijas grafiku vai grafiski attēlo statistisku informāciju. Piemēram, datorprogrammai *Autograph* blakus atrodas logi grafiskam attēlojumam un statistiskai informācijai. Programmas ir ekskluzīvs palīgs skolotājiem matemātikas mācīšanai, piemēram, lai mācītu funkcijas, atvasinājumus, laukumus, skaitliskās metodes, integrēšanas metodes, histogrammas, diagrammas, kā arī īpaši efektīvas ir trīsdimensiju iespējas mācot skolēniem vektorus, līnijas un plaknes.

Datorizētos funkciju grafiku veidotājus var izmantot nevienādību pierādīšanai ar MIM palīdzību, lai vizualizētu nevienādību abu pušu funkcijas un pārlicinātos, ka indukcijas bāze izpildās.

11. piemērs. Ar MIM pierādīt, ka katram naturālam  $n \geq 10$  izpildās nevienādība  $3n^2 + 3n + 1 < 2^n$  (Gunderson, 2011).

Indukcijas bāze izpildās, jo pie  $n = 10$  nevienādība ir  $331 < 1024$ .

Induktīvā pāreja. Pieņemsim, ka pie  $n = k$  ir pareiza nevienādība  $3k^2 + 3k + 1 < 2^k$ .

Apskatīsim gadījumu pie  $n = k + 1$ , tad

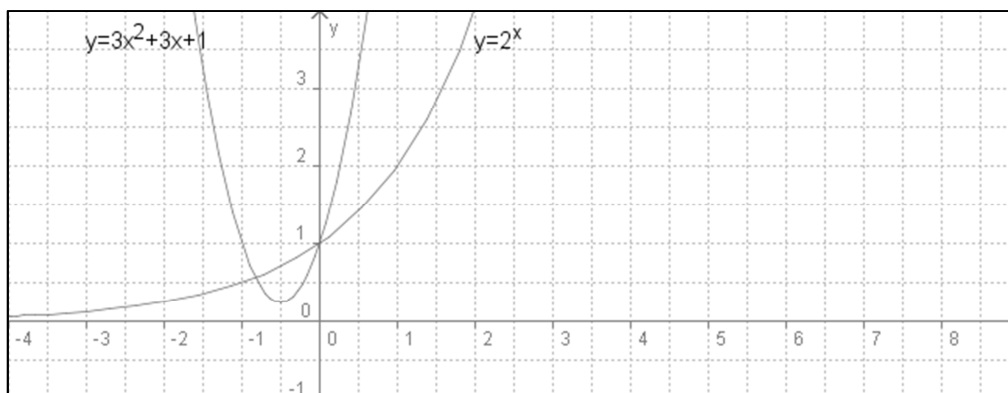
$$3(k+1)^2 + 3(k+1) + 1 = 3k^2 + 6k + 3 + 3k + 3 + 1 = (3k^2 + 3k + 1) + 6k + 6 <$$

$$< 2^k + 2^k = 2 \cdot 2^k = 2^{k+1}, \text{ kas arī bija jāpierāda.}$$

Piemēra ģeometrisku interpretāciju var redzēt 29. attēlā. Vēl spilgtāku priekšstatu par funkciju savstarpējo izvietošanu dod attēla interaktivāte, jo bīdod grafiku pie  $x > 6$  un  $y$

$> 180$  var redzēt, kā funkcijas  $y = 3x^2 + 3x + 1$  grafiks krusto funkcijas  $y = 2^x$  grafiku, un var secināt par nevienādības patiesumu pie  $n \geq 10$ .

Risinot 11. piemēru, skolēni iemācās: izprast uzdevuma un MIM būtību, pierādījuma soļus, ģeometrisku interpretāciju un shēmu pielietojumu; pierādīt indukcijas bāzi un pāreju.



29. attēls. 11. piemēra ģeometriskā interpretācija

### 3.6. PROGRAMMĒŠANAS VALODA LOGO

Pirmais dinamiskās ģeometrijas papildrīks bija programmēšanas valoda LOGO, kura ir saprotama pat maziem bērniem un ar kuras palīdzību var uzzīmēt ģeometriskas figūras. 1967. gadā Amerikas zinātnieku grupa matemātikas profesora S. Peiperta vadībā izveidoja mācību vidi ar nosaukumu LOGO, kuras mērķis bija mācīt skolēniem matemātiku un programmēšanas pamatus. To ir viegli iemācīties un ar tās palīdzību var izveidot aizraujošas ģeometriskās figūras - tas liek bērniem domāt, kā rodas figūras un kā tās tiek veidotas. Aizraujošā veidā skolēni var radīt pat sarežģītus ģeometriskus mākslas darbus.

Neskatoties uz to, cik ātri atnāca, tik ātri arī aizgāja LOGO laiks, jo skolotāji nesaprata, kā to izvērtēt un iekļaut sarežģītajās mācību programmās, kas pārsvarā vērstas uz ģeometrisku faktu iemācīšanu, nevis bērnu radošo spēju attīstīšanu. Ir jāpaspēj taču sagatavoties valsts pārbaudes darbiem. Neskatoties uz ģeometrisko bagātību, LOGO nepalika skolu apmācību procesā. Tas parāda, cik liela ietekme uz skolotājiem ir valsts izstrādātajiem standartiem un mācību priekšmetu paraugprogrammām – tās nenorāda tehnoloģiju priekšrocības mācību tēmas apguvei.

Krievijas datorzinātņu profesors A. P. Jeršovs (1931. - 1988.) par LOGO valodu ir teicis: „Līdz ar programmēšanas attīstību matemātikā ienāk cilvēku abstrakcijas un mākslīgu īpašību sistēmas. Parādās diskrētās analīzes iespējas. Pirmajā plānā iznāk mācības par saikni starp diskrēto un nepārtraukto. Matemātikā kā jaunums parādās pierādāmā skaitļošana. Dators ļauj no statistiskajām matemātiskajām izteiksmēm izveidot dinamiskus procesus telpā un laikā. Tādējādi tiek bagātināta matemātika un trenēta matemātiskā intuīcija, un mācību process kļūst par pētniecību un eksperimentu” (Ершов, 1990).

Skolotāji un skolēni LOGO programmēšanas valodu matemātikā var izmantot, lai:

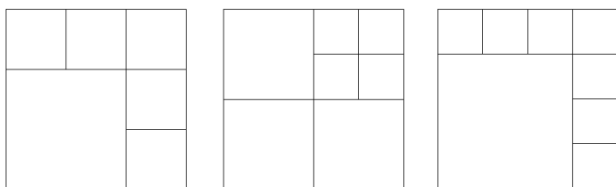
- Saskatītu matemātiskas problēmas, pētītu un mācītos darot,
- Mācītos algoritmu un programmēšanas pamatus,
- Trenētu algoritmisko, loģisko un pētniecisko domāšanu,
- Konstruētu vienkāršas un sarežģītas ģeometriskas figūras (piemēram, riņķis,

- daudzstūri, daudzskaldņi, fraktāļi, grafi u.c.),
- Pārbaudītu MIM shēmu pareizību atbilstoši secinājumam: ja indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas lentas (viendimensionālai indukcijai) vai kvadranta (divdimensionālai indukcijai) rūtiņas, tad dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

12. piemērs. Pierādīt, ka jebkuru kvadrātu var sagriezt  $n$  kvadrātos, ja  $n \geq 6$  (Andžāns, Zariņš, 1983).

Piemēra atrisināšanai var izmantot ceturto MIM shēmu pie  $p = 6$  un  $k = 3$ , kas aprakstīta 1.4. nodaļā: Apgalvojums  $A(n)$  ir paties visām naturālām  $n$  vērtībā, kurām  $n \geq p$  ( $p \in \mathbb{N}$ ), ja eksistē tāds naturāls  $k$ , ka 1) ir patiesi atsevišķie apgalvojumi  $A(p)$ ,  $A(p + 1)$ , ...,  $A(p + k - 1)$ ; 2) no tā, ka ir paties atsevišķais apgalvojums  $A(m)$ , izriet, ka ir paties apgalvojums  $A(m + k)$ .

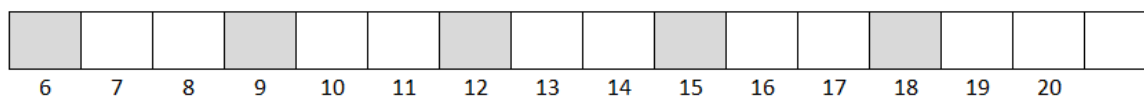
Lai pārbaudītu indukcijas bāzes pareizību, ir jāparāda, ka kvadrātu var sagriezt 6, 7 un 8 kvadrātos (skatīt 30. attēlu).



30. attēls. Kvadrātu var sagriezt 6, 7 un 8 kvadrātos

Indukcijas pāreja būs sekojoša: Ja kvadrātu var sagriezt  $m$  kvadrātos, tad to var sagriezt arī  $m + 3$  kvadrātos – pietiek vienu no  $m$  kvadrātiem sagriezt 4 kongruentos kvadrātos.

Grafiskajā interpretācijā var redzēt, ka rūtiņu rindā, ja kvadrātu var sagriezt 6 kvadrātos, tad var aizkrāsot 6., 9., 12., 15., 18. utt. rūtiņas (skatīt 31. attēlu):



31. attēls. 12. piemēra grafiskā interpretācija, ja kvadrātu var sagriezt 6 kvadrātos

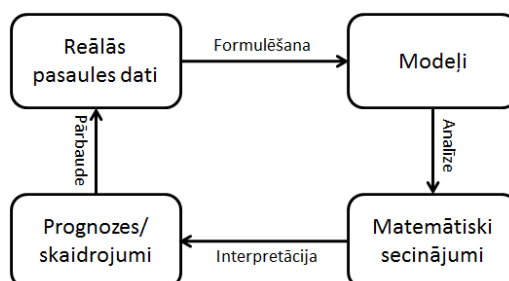
Tāpat, ja kvadrātu var sagriezt 7 kvadrātos, tad rūtiņu rindā var aizkrāsot 7., 10., 13., 16., 19. utt. rūtiņas. Un, ja kvadrātu var sagriezt 8 kvadrātos, tad rūtiņu rindā var aizkrāsot 9., 11., 14., 17., 20. utt. rūtiņas. Seko, ka aizkrāsotas būs visas rūtiņas rindā: ja indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas lentas rūtiņas, tad dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

Uzdevuma risinājuma gaitu pilnībā var parādīt ar programmēšanas valodas LOGO un ciklu palīdzību.

### 3.7. DATU APSTRĀDES UN MODELĒŠANAS PROGRAMMATŪRA

Datu apstrādes un modelēšanas programmatūra (DHS – Data Handling and modelling Software) ļauj ievadīt, apkopot, vizuāli parādīt un analizēt datus. Piemēram, programma *Fathom* dod iespēju zīmēt funkciju grafikus, veidot simulācijas varbūtības un statistikas jēdzieniem, demonstrēt statistisko analīzi. Savukārt programma *Mathematical Toolkit* dod iespēju veidot pārskatāmas datu diagrammas.

Matemātiski modeļi ir interaktīvi objekti reālām (pasauliskām) parādībām. Modelēšana un simulācijas bieži vien literatūrā un pētnieciskos aprakstos nozīmē vienu un to pašu. Tomēr simulācijas ir modeļi ar iepriekš noteiktām darbībām un sakarībām starp dotiem objektiem. Simulācijas tiek veidotas, mainot lielumus un dotos paramatrus. Savukārt modelēšanas procesā, veicot izpēti un nosakot notikumus, tiek veidoti jauni matemātiski modeļi. Procesu matemātisku modelēšanu var attēlot shematiski (skatīt 32. attēlu):



32. attēls. Procesu matemātiskas modelēšanas shēma

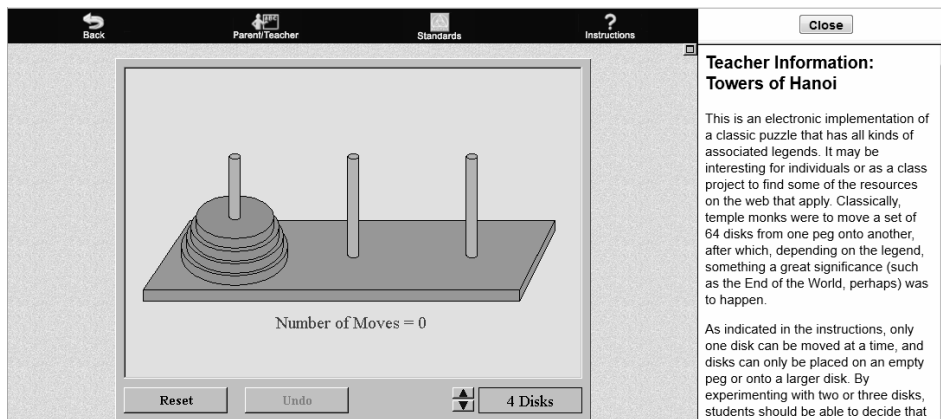
Matemātiskā modelēšana palīdz aprakstīt reālas pasaules parādības, izpētīt nozīmīgus jautājumus par novēroto pasaulē, izskaidrot reālās pasaules parādības, pārbaudīt idejas, padarīt prognozes par reālu pasauli.

Apskatot modeļa veidošanas vai eksperimenta veikšanas lomu mācību procesā, jāatzīst, ka tā nav vienīgi praktiskas darbības imitēšana laboratorijas apstākļos. Modeļa veidošana vai eksperimenta veikšana ietver sevī galvenās kritiskās domāšanas treniņa sastāvdaļas: ierosināšanas, apjēgšanas un refleksijas fāzes. Ierosināšanas fāzē tiek saņemts uzdevums, iepazīta problēma. Apjēgšanas fāzē tiek meklēts problēmas risinājums, eksperimentēts ar izveidotā matemātiskā modeļa palīdzību. Refleksijas fāzē skolēni saista jauniegūto pieredzi ar savām iepriekšējām zināšanām, izdara secinājumus, kuros meklē un sniedz atbildes par darba gaitā veiktajiem novērojumiem.

Interaktīvā vidē matemātiskie modeļi atbalsta tehnoloģiju tiešsaistes rīkus. Un to galvenie aspekti mācību procesā ir:

- Interaktīvs saturs – jebkurā mirklī ir iespēja pieslēgties kvalitatīviem matemātiskas rīkiem, nodarbībām un stundu paraugiem;
- Vienkāršība – lietotāju darba un sadarbības vide ir vienkārši sagatavota un vērsta uz mācību saturu;
- Ērta pielietojamība – skolotāji var vienkārši pielāgot, papildināt un pat radīt no jauna matemātiskus modeļus mācību stundām;
- Viegla konfigurēšana – lietotāji var ērti konfigurēt modeļus, lietojot piedāvāto web vidi (interfeisu);
- Web resursu pieejamība – matemātiskos modeļos lietotāji var ērti izmantot web resursus jebkurā laikā;
- Izsekošana – skolotāji var sekot skolēnu darbībām, izmantojot īpašas formiņas un *Mathletus*;
- Vērtēšana – matemātiskie modeļi ietver tiešsaistes interaktīvus pārbaudes testus;
- Atbilstība mācību standartiem – modeļi pārsvarā tiek veidoti atbilstoši noteiktajiem matemātiskas mācību standartiem;
- Kontekstualizācija – interaktīvos rīkus var viegli lietot instrukciju rakstīšanai un kontroles uzdevumu izveidei.

Internetā ir brīvi pieejami daudz matemātiski modeļi. Kā vienu no kvalitatīvākajiem var uzskatīt Utahas Valsts Universitātes (ASV) Virtuālo materiālu bibliotēkas resursu <http://www.modelsformath.com/> [18], kur matemātiskie modeļi ir strukturēti atbilstoši skolēnu vecumam un matemātikas mācību saturam. Piemēram, algebras kursam tiek piedāvāts matemātisks modelis Hanojas torņu problēmai (skatīt 33. attēlu).



33. attēls. Matemātisks modelis Hanojas torņu problēmai

Vairāki matemātikas skolotāji gan Latvijā, gan ārvalstīs sarežģītās MIM izpratnei sākumā liek skolēniem atrisināt uzdevumu par Hanojas torņiem, ko 1883. gadā aprakstīja Francijas matemātiķis Eduards Lucas.

*13. piemērs: Doti  $n$  diski viens par otru mazāks un ar caurumiem vidū, kā arī trīs stieņi, uz kuriem diskus uzvērt. Mērķis ir pārvietot visus  $n$  diskus uz cita stieņa, ievērojot sekojošus noteikumus: 1. Vienlaicīgi drīkst pārvietot tikai vienu disku; 2. Mazāka izmēra disks drīkst atrasties tikai virs lielāka izmēra diska (skatīt 33. attēlu) (Gunderson, 2011).*

Interaktīvajā modelī viegli pārbaudīt, ja  $n = 2$ , tad ir jāveic 3 pārvietošanas; ja  $n = 3$ , tad ir jāveic 7 pārvietošanas; ja  $n = 4$ , tad ir jāveic 15 pārvietošanas. Tālāk skolēniem patstāvīgi jāsecina, ka vispārīgā gadījumā ir jāveic  $2^n - 1$  pārvietošanas, un jāpierāda ar MIM palīdzību.

IKT speciālisti ir radījuši nelielu interaktīvu platformu ar nosaukumu *Mathlet* matemātisku modeļu veidošanai. To var veidot *Web* vidē ar *Java* programmēšanas valodas palīdzību un tas ir ērts instruments matemātikas mācīšanai. *Mathlet* ir neliela izmēra interaktīvas mācību vides, kas paredzētas lielu matemātikas ideju risināšanai un izpētei. *Internetā* ir atrodamas daudzas krātuves, piemēram, *MathDL*, *MIT Mathlets* u.c. ar matemātikas interaktīvajām platformiņām, kuras ir kompaktas, brīvi pieejamas lietošanai, viegli atrodamas un ērti izmantojamas. Tās nodrošina skolēniem iespēju redzēt un novērot, kā mainās vizuāls attēls atbilstoši parametru izmaiņām.

### 3.8. MATEMĀTISKAS DATORSPĒLES

Matemātiskas datorspēles ir uz tehnoloģijām balstītas darbības ar noteiktu mērķi, noteikumiem un ierobežojumiem. Mūsdienās tās parasti ir viegli uzinstalējamas brīvpieejas datorprogrammas ar trīs dimensiju iespējām. Tieši datorspēles visbiežāk tiek izmantotas matemātikas stundās, lai radītu skolēnos motivāciju mācīties šo loģisko mācību priekšmetu. Piemēram, *Math Blaster*, *Math Playground*, *IXL*, *Hooda Math*, *Sheppard*

*Software, Mine Shaft, DimensionM* u.c. datorspēļu krātuves ir pilnas ar kvalitatīvām matemātikas datorspēlēm, kas nodrošina interaktivitāti, lai dažādu vecumu skolēni trenētos un nostiprinātu prasmes rēķināšanā, skaitļu operācijās, skaitļu salīdzināšanā, decimāldaļās, problēmu risināšanā, plānošanā, mērījumos, algebriskās izteiksmēs, vienādojumu risināšanā, funkciju zīmēšanā, darbībās ar pulksteni, naudu, procentiem, moduļiem, trigonometriju, faktoriāliem u.c. „Datorspēles motivē skolēnus, rosina viņu interesi un ir lielisks rīks praktiskiem darbiem. Tās palīdz vieglāk izprast matemātikas mācību grāmatu lapās rakstīto” (Burns, 2009). Ieteikumi matemātikas skolotājiem ir izvēlēties matemātiskas datorspēles, kuras:

- ir pieejamas visiem – tā tiek nodrošināta mācību nepārtrauktība gan skolā, gan mājās, gan matemātikas stundās, gan ārpusstundu laikā;
- veicina sadarbību un sacensību – tā skolēni iemācās svarīgas dzīves prasmes: komunicēt, riskēt, zaudēt un uzvarēt;
- veicina stratēģisku domāšanu – tā skolēni iemācās pētīt, izvirzīt hipotēzes un risināt problēmas;
- var spēlēt visi klases skolēni vienlaicīgi – tā viņi reizē trenējas un jautā skolotājam neskaidros jautājumus līdz mirklim, kamēr visu izprot un kļūst neatkarīgi savos spriedumos;
- izmantot labākajiem skolēniem, lai negarlaikojas klasē, kamēr citi vēl rēķina. Matemātikas skolotājs var izveidot savu spēļu kartotēku, no kuras vienmēr izvēlēties tēmai un skolēna spējām atbilstošu datorspēli.

Matemātisko spēļu spēlēšana, kā arī spēles pamatā esošā matemātiskā likuma atklāšana ir viens no labākajiem veidiem, kā izraisīt skolēnu interesi par matemātiku. Rosinoša iespēja ir iesaistīt skolēnus spēļu veidošanā. Ir atrodamī daudzi materiāli, kuros doti gan spēļu noteikumi, gan parādīti veidi, kā spēles izveidot uz datora.

### 3.9. INTERAKTĪVA TĀFELE

Interaktīvā tāfele ir informācijas ievades un izvades rīks. No vienas puses tā ļauj informāciju no datora parādīt uz elektroniskās tāfeles. No otras puses – ar elektroniska zīmūļa un skārienjūtīgas virsmas palīdzību nosūtīt informāciju no tāfeles uz datoru.

Sākt strādāt ar interaktīvo tāfeli ir pavisam vienkārši, jo nav nepieciešams ilgs apmācības process. Uz ekrāna redzamās izvēlnes ir intuiatīvi saprotamas un līdzinās tām, kuras ir sastopamas standarta programmās. Interaktīvā tāfele nodrošina baltās marķeru tāfeles un *flip-chart* tāfeles funkcionalitāti vienlaicīgi, uz tās var vienkārši rakstīt ar kādu no daudzajām krāsām, izmantot krāsainus marķerus vai dzēst nevajadzīgās piezīmes. Kad tāfeles virsma ir pilna ar piezīmēm, var ievietot jaunu balto lapu un turpināt iesākto. Tādā veidā piezīmes var tikt saglabātas uz neskaitāmām "lapām", kuras operatīvi var pārskatīt, sakārtot vajadzīgajā secībā, izdrukāt vai saglabāt kā *pdf* failu tālākai izplatīšanai. Jebkurā brīdī uz tāfeles var izvietot ģeometriskās figūras, attēlus, tabulu sagataves vai diagrammas, kuras tālāk tiek papildinātas ar piezīmēm. Vienlaicīgi marķeris darbojas kā datorpele, līdz ar to skolotājs uz ekrāna var atvērt programmas, pārvietot logus un darboties ar izvēlnēm. Praktiski uz jebkura attēla, kas ir redzams datora ekrānā (tai skaitā video), ir iespējams veikt piezīmes un vēlāk tās saglabāt. Programmā ir iespējams importēt grafiskos failus, *PowerPoint* prezentācijas, *Word* dokumentus, kā arī citu lietojumprogrammu failus. Prezentācijas ir iespējams lietot kā parasti, bet papildus tam, ir iespēja veikt piezīmes.

Izvēloties interaktīvo tāfeli, ar pašas tāfeles izvēli vien nepietiek. Interaktīvā tāfele nedrīkst būt tikai baltās tāfeles elektroniskā versija, tāpēc svarīgi ir, lai tai būtu labākais programmnodrošinājums, caur kuru tad arī notiks skolotāju un skolēnu savstarpējā mijiedarbība mācību procesā. Piemēram, *SMART Technologies*, pamatojoties uz skolotāju pieredzi un vēlmēm, ir izstrādājis *Notebook* programmatūru. Bez šīs standarta *Notebook* programmatūras skolām tiek piedāvāta iespēja iegādāties speciāli matemātikai paredzētu programmatūru *SMART Notebook Math Tools*.

Savukārt firma „Promethean” var lepoties ar pasaulē lielāko *Interneta* sociālo tīklu skolotājiem *PrometheanPlanet.com*, kurā var ne tikai dalīties ar mācību resursiem, idejām un saņemt palīdzību, bet arī izmantot iespējas, ko piedāvā interaktīvā apmācība, izglītības forumi un kursi. *Promethean* ražo *ActivBoard* interaktīvās tāfeles, kuru košās krāsas un interaktivitāte piesaista mūsdienu skolēnu uzmanību, veicinot to aktīvu darbošanos, uz sadarbību orientētu mācību procesu. Cieta, triecienu un skrāpējumu izturīga virsma. Izskats, kas atbilst mūsdienu mācību telpas prasībām. Risinājumu izvēlē, ieskaitot divu lietotāju funkcionalitāti, vairāklietotāju (multi touch) funkcionalitāti un skaņas sistēmu, veido patiesu multimediju centru.

Šobrīd vairāk nekā 1300 klases Latvijā ir aprīkotas ar *Promethean* interaktīvajiem mācību rīkiem [19]. *ActivInspire* ir programma, kas paredzēta interaktīvu mācību materiālu veidošanai dažādiem mācību priekšmetiem. Ar *ActivInspire* veidotos materiālus visērtāk demonstrēt uz interaktīvās tāfeles. Strādājot ar interaktīvo tāfeli un programmu *ActivInspire*, skolotāji stundās var izmantot gan gatavus mācību materiālus, gan veidot paši savus. *Web* resursā <http://www.activboard.lv> [19] ar izdevniecības „Lielvārds” atbalstu ir pieejami vairāki digitālie resursi matemātikas mācīšanai skolā, kā arī Latvijas skolotāju pieredze.

### 3.10. MULTIMEDIJU MĀCĪBU OBJEKTI

Promocijas darba autores vadītais projekts „Multimediju mācību objektu prasmes un atbalsta sistēma skolotājiem” ar ES sociālā fonda finansiālu atbalstu bija virzīts uz to, lai dotu būtisku ieguldījumu Latvijas izglītības sistēmai atbilstoši informācijas sabiedrības vajadzībām. Projekta ietvaros no 2006. gada 1. jūlija līdz 2007. gada 30. jūnijam 25 Latvijas skolotāji un 5 pasniedzēji no 5 Latvijas skolām (*Aizkraukles Novada ģimnāzijas, Auces vidusskolas, Krāslavas Valsts ģimnāzijas, Ogres Valsts ģimnāzijas, Smiltenes ģimnāzijas*) un 3 augstskolām (*Daugavpils Universitātes, Jelgavas Lauksaimniecības Universitātes, Liepājas Universitātes*) Rīgas Tehniskās universitātes pasniedzēju vadībā ieguva jaunas zināšanas un iemaņas IKT jomā, apgūstot multimediju mācību objektu izstrādes prasmes. Projekta ietvaros tika izveidoti 60 multimediju mācību objekti, kas tiek reāli izmantoti mācību procesā atbilstoši katra skolotāja mācāmajam priekšmetam vai pasniedzēja vadītajam kursam.

Matemātikas apmācībai ar IKT rīka, konkrēti datorprogrammas *Lectora* palīdzību tika izveidoti 13 multimediju mācību objekti:

- Algebriskās izteiksmes (autore A.Kukuka – Liepājas Universitāte),
- Algoritmi skolā (autors F.Sarcevičs – Auces vidusskola),
- Gatavosimies eksāmenam matemātikā 9.klasei (autore V.Rācene – Smiltenes ģimnāzija),
- Grafiku transformācijas (autors J.Arājs – Auces vidusskola),



- Geometrija 7.klasei (autore S.Bērzkalne – Aizkraukles Novada ģimnāzija),
- Leņķi (autore S.Pakule – Smiltenes ģimnāzija),
- Matemātikas pamatjēdzieni (autore S.Bērzkalne – Aizkraukles Novada ģimnāzija),
- Piramīda un tās elementi (autore V.Narbuta – Liepājas Universitāte),
- Saskaitīšanas un reizināšanas likumi (autore A.Bērce – Ogres Valsts ģimnāzija),
- Skaitīšanas sistēmas (autore M.Zandberga – Ogres Valsts ģimnāzija),
- Trijstūris (autore V.Rācene – Smiltenes ģimnāzija),
- Trijstūra augstums, mediāna, bisektrise (autors J.Arājs – Auces vidusskola),
- Veselie skaitļi (autore A.Bērce – Ogres Valsts ģimnāzija).

Skolēnu atsauksmes liecina, ka konkrētā projekta ietvaros izstrādātie materiāli ir augstas kvalitātes un tos ir patīkami izmantot gan stundu darbā, gan ārpusstundu nodarbībās (Cunskā, 2007; Cunskā, Mālkalne, 2008).

Multimediji = “multi” + “mediji” ir daudzu mediju (teksts, audio, video, attēli, grafika, testi, dati u.c.) apkopojums jeb viens medijs ar vairākām dažādām formām. Multimediji ir dārgi un prasa daudz laika, lai tos izveidotu. Taču pētījumi (Betrancourt, 2005; Gee, 2005; Mayer, 2005; Sweller, 2005) pierāda, ka, ja tie tiek pareizi izstrādāti un efektīvi pielietoti, tie uzlabo mācību produktivitāti un piedāvā papildus elastību mācību procesam (skatīt 3.2. tabulu).

**3.2. tabula. Multimediju izstrādes, pielietojuma un satura svarīgi kritēriji**

<p><b>Multimediju izstrādes svarīgi kritēriji:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jāizmanto gan vārdiskā (rakstīts un runāts teksts) informācija, gan vizuālā (grafika, animācijas, video u.c.) informācija,</li> <li>2. Skolēna uzmanībai jābūt koncentrētai, nevis sadalītai,</li> <li>3. Saturā nav jāiekļauj sveša un lieka informācija.</li> </ol>	<p><b>Multimediji UZLABO mācīšanās vidi skolēniem</b></p>
<p><b>Multimediju pielietojuma svarīgi kritēriji:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Multimediji ir efektīvi, ja tie ir interaktīvi (lēnāk, ātrāk, apstāties, sākt no jauna u.c.) un vērtē skolēnus,</li> <li>2. Notiek skolēna aktīva un individualizēta iesaistīšanās.</li> </ol>	
<p><b>Multimediju satura svarīgi kritēriji:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skolēns var pielietot savas jauniegūtās zināšanas un uzreiz saņemt atgriezenisko saiti,</li> <li>2. Tūlītējas atsauksmes palīdz skolēniem vairāk koncentrēties uz rezultātu un neatslābt.</li> </ol>	

Promocijas darba autore skolas matemātikas atbalstam ir izveidojusi divus multimediju mācību objektus:

- Hiperboliskas plaknes un to īpašības (Cunskā, 2009),
- Matemātiskās Indukcijas metode (Cunskā, 2011).

### 3.11. VIRTUĀLA MĀCĪBU VIDE WWW.MIKSIKE.LV

Eiropas Savienības akcijas Minerva projekta „eXcitement – cooperative math and science learning online” ietvaros, sadarbībā ar Somijas, Igaunijas, Lielbritānijas, Nīderlandes un Beļģijas partneriem Smiltenes ģimnāzijas skolotāji promocijas darba autores vadībā ir izveidojuši virtuālu sadarbības vidi *www.miksike.lv* [17], kurā skolotāji un skolēni var ērti veidot un risināt matemātikas uzdevumus (Cunskā, Mālkalne, 2008).

Uzdevumus veidot ir vienkārši, jo ir dotas sagataves, kurās tikai jāievada nepieciešamā informācija. Uzdevumi tiek veidoti spēļu veidā un ļoti labi noder mācību procesa dažādošanai un mācību vielas nostiprināšanai. Pavisam ir pieejamas 5 veidu sagataves: Disciplīnas piekritējs, Balsošana, Attēlu uzdevumi, Golfs ar slotu, Aizpildīšana. Visvienkāršākais no tiem ir Disciplīnas piekritējs. 34. attēlā redzams uzdevums no tēmas „leņķi” ar jautājumu „Kā sauc staru, kas sadala leņķi divās vienādās daļās?”



34. attēls. Uzdevums virtuālajā vidē [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv) par tēmu „leņķi”

Šāda tipa uzdevumos spēlētājam ir redzams kāda jēdziena skaidrojums vai mīkla, bet apakšā atbildi veidojošā vārda burti, kuri doti sajauktā secībā. Spēlētājam burti ir jāsavēlk kvadrātiņos pareizā secībā.

Laika posmā no 2006. gada 1. augusta līdz 2007. gada 31. jūlijam Smiltenes ģimnāzija autore vadībā realizēja ESF līdzfinansētu projektu „Atbalsts Vidzemes un Latgales reģionu skolotāju mūsdienīgu akadēmisko kompetenču papildināšanai”, kas vērsts uz skolotāju pedagoģisko, profesionālo tehnoloģisko un informācijas tehnoloģijas kompetenču paaugstināšanu. 150 Vidzemes un Latgales reģionu skolotājiem tika dota iespēja apgūt zināšanas un prasmes izmantot tehnoloģijas savos mācību priekšmetos, kā arī pašiem veidot uzdevumus virtuālajā vidē [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv) [I7].

Pašlaik virtuālajā vidē atrodas gandrīz 200 Latvijas matemātikas skolotāju veidoti uzdevumi, kurus var sekmīgi izmantot ikdienas mācību procesā.

Veidojot virtuālo vidi, promocijas darba autore balstījās uz vispārējās vidējās izglītības 2008. gada satura reformas akcentiem (Cunška, Mālkalne, 2008):

- Pāreja no liela daudzuma informācijas apguves uz prasmēm darboties ar informāciju;
- Mūsdienīgu tematu ietveršana izglītības saturā un praktiskai dzīvei noderīgu atziņu un prasmju akcentēšana;
- Satura integrācija un saskaņošana starp mācību priekšmetiem, lai novērstu satura pārblīvēšanos, dublēšanos un iekšējo pretrunīgumu;
- Skolēnu vecumposmam atbilstošu tematu iekļaušana mācību saturā.

Strādāt tiešsaistē ir moderni, ērti un vienkārši. To nodrošina jau pieminētā virtuālā vide, kurā atrodas arī treniņu un sacensību vieta „Rēķini galvā!”. Galvas rēķinu virpulī ik gadu piedalās vairāk nekā 2000 skolēni no dažādām Latvijas skolām. Finālsacensības sadarbībā ar firmu „Microsoft Latvija” ik gadu notiek aprīlī Smiltenes ģimnāzijā vai Rīgas 28. vidusskolā, kur klātienē tiek noteikti un apbalvoti paši labākie. Skolēniem sacensības atraktīvā veidā palīdz nostiprināt rēķināšanas pamatprasmes, bet skolotājiem – dažādot mācību procesu. Darbam ar tiešsaistes programmatūru „Rēķini galvā!” vajadzīgs dators, labs *Internet* pieslēgums, piemērota pārlūkprogramma un datorpele. Galvas rēķinu virpuļa ideju uzprogrammēja Prangli pamatskolas Igaunijā direktors Kalev Poldsaar (Cunška, Mālkalne, 2008; Pilv, 2002).

Sacensību pamatmērķis ir, izmantojot bērnu un jauniešu vidū populāras IKT tehnoloģijas, interaktīvu *Interneta* vidi un vēlmi sacensties, attīstīt ātras un precīzas domāšanas spējas matemātisko darbību izpildē jeb rēķināšanu galvā.

Būtiski, ka vērtēšana aizņem skolotāju laiku, tāpēc bieži skolēni netiek novērtēti vispār. Savukārt datorsacensības bieži izsauc negatīvas atsauksmes no skolotājiem, jo tā tiek ranžēti skolēni. Bet skolēniem patīk sacensties, uzvarēt un pat zaudēt. Šo dilemmu var atrisināt, ja datorā skolēni tiek vērtēti kā anonīmi lietotāji. Vērtēšana tiešsaistē ir arī nozīmīgs rīks pašvērtēšanai, jo skolēni uzņemas atbildību par rezultātiem. Dators dod atgriezenisko saiti – pareizas atbildes gadījumā tas ģenerē nākamo uzdevumu, bet nepareizas atbildes gadījumā tas dod signālu un vienkāršāku uzdevumu, parādot arī pieļautās kļūdas (Kmetič, 2008).

Ja skolēns vai skolotājs ir nolēmis piedalīties sacensībās un tikt novērtēts, pirms tam ir ieteicams patrenēties, ieejot saitē „Treniņa vieta +”. Četru minūšu laikā ir jāmēģina ievadīt pēc iespējas vairāk pareizu atbilžu. Ja lietotājs ir reģistrējies, rezultāts tiks parādīts rezultātu tabulā un to varēs salīdzināt ar citiem atbilstošas vecuma grupas personu rezultātiem. Neregistrējies lietotājs var redzēt tikai pats savu treniņu rezultātus.

Skolēnu piedalīšanās sākas ar pavisam vienkāršu matemātisko darbību risināšanu. Ja skolēns nopelna vajadzīgo punktu skaitu 40 sekundēs, viņš turpina spēli nākamajā līmenī. Tā spēle turpinās no zemāka līmeņa uz augstāku. Pavisam ir 6 līmeņi, kur katram no tiem atvēlētas 40 sekundes. Programma skaita punktus atkarībā no tā, cik grūts ir risināmais piemērs. Jo augstāka pakāpe un grūtāki piemēri, jo vairāk punktus var nopelnīt.

Sacensības notiek katru gadu (kopš 2004. gada) un tās sastāv no 3 neklātienes etapiem un klātienes finālsacensībām. Katrs no neklātienes etapiem norit divu nedēļu garumā, kur dalībnieki jebkurā sev pieņemamā laikā veic trīs sacensību mēģinājumus – tiek ieskaitīts labākais no rezultātiem.

Tā ir lieliska iespēja trenēties galvas rēķinos – saskaitīšanā, atņemšanā, reizināšanā, dalīšanā, decimāldaļās, salīdzināšanā, kā arī jauktajās darbībās ne tikai ar viencipara, bet arī vairākciparu skaitļiem.

Interaktīvā galvas rēķinu programma „Rēķini galvā!” [17] ir mācību vide, kura atbalsta patstāvīgu mācīšanos un attīsta skolēnu personisko atbildību par mācību rezultātiem. Tai ir vairākas priekšrocības:

- Var piedalīties visu vecumu skolēni un pieaugušie;
- Tās ir sacensības pašam ar sevi, ar klasesbiedriem, kā arī uz laiku;
- Trenējoties skolēni var nepārtraukti uzlabot savas rēķināšanas prasmes;
- Sacensībām ir nepārtraukts atbalsts tiešsaistē (datu uzglabāšana, datu apstrāde, jaunumi un forums);
- Skolēniem patīk, ka tiešsaistē ir tūlītējas, ātras un uzticamas atsauksmes, kas ir bezpersoniskas, salīdzinājumā ar skolotāju mutiskajām atsauksmēm;
- Skolēni paši sevi tiešsaistē novērtē un lemj par nepieciešamo papildus apmācību;
- Tikai nepieciešamības gadījumā skolēns var lūgt skolotāja palīdzību;
- Vide nodrošina apmācību jebkuram, jebkurā vietā un jebkurā laikā;
- Nav nepieciešams papīrs, pildspalva un kalkulators;
- Tā nav tikai skaitļu un darbību iegaumēšana, interaktīvās sacensības liek skolēniem izdomāt jaunus aprēķinu algoritmus un attīsta dažādas aprēķinu stratēģijas (sākumā

- jātiek galā ar viencipara skaitļiem, bet pēc tam arvien sarežģītāk ir veikt aprēķinus galvā ar vairāk ciparu skaitļiem);
- Skolēniem jāpieņem ātri lēmumi;
  - Tiek attīstītas digitālās prasmes;
  - Skolotājiem nav jāsacer uzdevumi, jo programma tos ģenerē pati;
  - Skolotājiem ir vairāk laika novērot skolēnu izaugsmi un dot motivējošus padomus;
  - Skolotāji var paši veidot jaunas mācību vides ar saviem uzdevumiem un saviem nosacījumiem (tikai viens nosacījums – ir jāpieprasa administratora tiesības).

### 3.12. INTERNETA RESURSI UN IESPĒJAS

Līdzās grāmatām un citiem metodiskajiem līdzekļiem skolotāja ikdienas darbā arvien nozīmīgāku vietu ieņem *Internet* resursu izmantošana. Kā *Internetu* var izmantot matemātikā?

- Ir iespējams uzzināt par dažādiem izdevumiem (grāmatām un žurnāliem) un mācību materiāliem, turklāt lielāko daļu no šiem materiāliem var iegādāties, izdarot pasūtīšanu *Internetā* vai iepazīstoties ar tiem elektroniskajā versijā;
- *Internetā* iespējams atrast visjaunāko informāciju, kas vēl nav publicēta grāmatās un masu medijos – tas ir operatīvais uzziņu avots. Iespējams piekļūt dažādām ārvalstu datu bāzēm, bibliotēku katalogiem un citai informācijai;
- Var iegūt informāciju par visām organizācijām, kas saistītas ar matemātikas problēmu risināšanu;
- Skolotājs var iepazīties ar citu kolēģu pieredzi par dažādu mācību metožu izmantošanu darbā ar skolēniem;
- Skolotāji var veidot sadarbību ar citiem interešu biedriem, izmantojot e-pastu, projektu un diskusiju iespējas;
- Skolotāji var veicināt skolēnu iesaistīšanos matemātikas projektos;
- Skolotāji var atrast daudz sagataves, darba lapas, piemērus, uzdevumus un to atrisinājumus jebkurai tēmai un jebkuram vecumam. Piemēram, *Web* lapa *Math-Drills.com* satur vairāk nekā 13000 matemātikas darba lapas skolēniem, skolotājiem un vecākiem.

Ir daudz mūsdienīgas *Internet* iespējas, kuras radušās pēc 2000. gada un var tikt izmantotas matemātikas mācīšanai skolā (skatīt 3.3. tabulu).

3.3. tabula. Mūsdienīgas *Internet* iespējas matemātikas mācīšanai skolās

Nosaukums	Apraksts un piemērs matemātikas mācīšanai (saites parbaudītas 2012. gada oktobrī)
<b>Blog</b>	<i>Blog</i> jeb <i>Web log</i> ir kādas personas diskusiju tīmekļa telpa, žurnāls vai dienasgrāmata, kas sniedz “publikācijas” par noteiktu tematu, un citi var komentēt šīs publikācijas, piemēram, <a href="http://bokhove.net/category/mathed/math-education/">http://bokhove.net/category/mathed/math-education/</a> (Bokhove, 2012).
<b>Illuminate Live!</b>	<i>Illuminate Live!</i> ir tiešsaistes sadarbības rīks, kas ļauj cilvēkiem tikties virtuālā istabā, apspriesties un strādāt kopā reālā laikā. Iekļautās funkcionalitātes ir kopīga interaktīva darba tāfele, tērzēšanas lauki, audio/video rīki, vizuāli rīki, failu pārvaldība, <i>Web</i> palīgi, prezentācijas, aptaujas sistēmas u.c. Datoram nepieciešams tikai <i>Internet</i> pieslēgums un uzinstalēta <i>Java</i> programma.

<b>Facebook</b>	Facebook kopš 2004. gada ir populāra tiešsaistes sociālo tīklu kopiena, kas tiek izmantota visā pasaulē, lai veidotu personālus profilus, iesaistītos interešu grupās un vienotu cilvēkus virtuāli. Piemēram, <a href="http://www.facebook.com/mathusee">http://www.facebook.com/mathusee</a> .
<b>Moodle</b>	<i>Moodle</i> jeb <i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i> ir brīvas pieejas e-mācību platforma tiešsaistes mācību kursu izveidei, attīstībai un sadarbībai. Tā tika radīta 2002. gadā un pašlaik tajā ir vairāk nekā 58 miljonu lietotāju un 6 miljonu apmācību kursu. Piemēram, <a href="http://moodle.math.cornell.edu/moodle/">http://moodle.math.cornell.edu/moodle/</a> .
<b>Voki</b>	<i>Voki</i> jeb runājošie e-pasti dod iespēju lietotājiem izteikties tīklā ar savu balsi, izmantojot runājošu tēlu. Savu <i>Voki</i> var radīt no jauna, labot un mainīt, lai tas izskatītos kā lietotājs, vai pieņemt citu tēlu identitāti. <i>Voki</i> var runāt lietotāja balsī, kas tiek pievienota, izmantojot mikrofonu, augšupielādi vai telefonu. Piemēram, <a href="http://deckermath.wikispaces.com/Voki+Math+Topics">http://deckermath.wikispaces.com/Voki+Math+Topics</a> . Vairāk Par <i>Voki</i> autore ir aprakstījusi referātā „Runājošie e-pasti jeb <i>Voki</i> sākumskolas matemātikai” (Cunška, 2009) un „Use of ICT in the teaching of mathematics” (Cunška, 2009).
<b>Web 2.0</b>	<i>Web 2.0</i> ir termins, kas apzīmē otrās paaudzes <i>Web</i> tīkla attīstību. Ja iepriekš <i>Web</i> lapas bijas statiskas, tad tagad to pamatā ir interaktivitāte, komunikācija un koplietošana. Piemēram, matemātikai tiek piedāvāti daudz mūsdienīgi rīki: <a href="http://guide2digitallearning.com/tools_technologies/web_2_0_tools_math_educators">http://guide2digitallearning.com/tools_technologies/web_2_0_tools_math_educators</a>
<b>Wiki</b>	Wiki ir Web bāzēta vide, kur var dalīties ar darbiem, idejām, bildēm, saitēm, video un multimedijiem. Tā ir īpaša ar vizuālu rīku un rediģēšanas daudzveidīgajām iespējām ar vienu mērķi – saprotamāk un labāk skolēniem un skolotājiem. Piemēram, <a href="http://math.wikia.com/wiki/Math_Wiki">http://math.wikia.com/wiki/Math_Wiki</a> .
<b>Youtube</b>	<i>Youtube</i> ir video koplietošanas <i>Web</i> lapa, kurā lietotāji var augšupielādēt un koplietot video ierakstus (filmas, reklāmu klipus, mūzikas video, personīgos video ierakstus u.c.). Šeit ir svarīgi ievērot personīgo (īpaši mazu bērnu) privātumu. Piemēram, lai iepazīstinātu skolēnus ar MIM būtību, viņiem uzskatāmi var parādīt Domino efektu: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=cFPPDqLsH2Q">http://www.youtube.com/watch?v=cFPPDqLsH2Q</a> .

Saskaņā ar New Media Consortium pētījumā (Johnson, Adams, Cummins, Estrada, 2012) aprakstīto prognozi, no 2012. līdz 2017. gadam skolās ienāks arvien jaunas, šobrīd maz pazīstamas tehnoloģijas (skatīt 3.4. tabulu), kas būtiski mainīs mācību procesu skolās un profesijas uzņēmumos.

### 3.4. tabula. Skolām mazāk pazīstamas nākotnes tehnoloģijas

<b>Cloud Computing</b>	<i>Cloud Computing</i> (mākoņskaitļošana) nodrošina attālinātu pieeju tehnoloģijām, rīkiem un materiāliem, kas pieejami datortīklos. Skolām nākotnē nevajadzēs pašām savus serverus un datu uzglabāšanas vietas.
<b>Mobile Apps</b>	<i>Mobile Apps</i> (mobilās aplikācijas) tiek veidotas mobilajām ierīcēm. Smart telefoni <i>Galaxy</i> , <i>iPhone</i> un <i>Android</i> ir mainījuši mobilo telefonu funkcijas. Pakāpeniski tie kļūst jaudīgāki par datoriem. Turpmāk strauji attīstīsies mācību materiālu pielāgošana mobilo tālrunu nelielo ekrānu formātam.
<b>Collaborative Environments</b>	<i>Collaborative Environments</i> (sadarbības vides) piedāvā tiešsaistes iespējas (bieži mākoņbāzētas) lietotājiem, kur attālināti var sadarboties konkrētas interešu grupas. Jaunie IKT rīki šīm vidēm nodrošinās vēl lielāku kvalitāti, aktualitāti un interaktivitāti.
<b>Social Networking</b>	<i>Social Networking</i> (sociālās tīklošanās) iespējas mēs jau tagad pazīstam caur draugiem.lv – katram ir sava personīgā vide, katrs var uzdot jautājumu un ātri saņemt atbildi. Nākotnē arī šīs iespējas attīstīsies un dos būtisku pienesumu skolu mācību procesam.
<b>Augmented Reality</b>	<i>Augmented Reality</i> (paplašinātā realitāte) ir reālu lietu redzējums, kurš tiek papildināts un paplašināts ar īpašu sensoru (audio, video, datu, grafikas, <i>GPSY</i> u.c.) palīdzību. Piemēram, videonovērošanas tehnika rāda ne tikai personas videoattēlu, bet arī viņas aptuvenu svaru, augumu un pat nosaka dzimumu.

<b>Learning Analytics</b>	<i>Learning Analytics</i> (mācīšanās analītika) nodrošina aktuālu un attālinātu datu momentānu apstrādi. Ir daudz programmu, piemēram, <i>SNAPP</i> , <i>LOCO-Analyst</i> , <i>SAM</i> u.c., kuras ļauj lietotājiem vizualizēt un analizēt sociālas tīklošanās datus: sadarbību, sūtījumu, saņemto vēstuļu skaitu, lietotāja atrašanās vietu un aktivitāti u.c.
<b>Massive Open Online Courses</b>	<i>MOOC</i> (masveida atvērtie tiešsaistes kursi) ir <i>Web</i> bāzētas brīvas pieejas tiešsaistes apmācības lielam skaitam dalībnieku. Nākotnē tas mainīs tālmācības iespējas, piedāvājot arvien jaudīgākus IKT rīkus. Jau tagad <i>MOOC</i> trumpji ir tālmācība un brīvpieejas resursi.
<b>Personal Learning Environments</b>	<i>PLE</i> (personīgas mācību vides) ir izglītības platformas, kuras izveidojuši lietotāji atbilstoši saviem mācību mērķiem, lai ērti piekļūtu sev nepieciešamajiem IKT rīkiem, servisiem, materiāliem, mācībspēkiem u.c. resursiem. Tās palīdz lietotājiem vadīt un kontrolēt savas mācības, kā arī sazināties ar citiem lietotājiem.
<b>The Internet of Things</b>	<i>The Internet of Things</i> (lietu <i>Internets</i> ) attiecas uz unikāliem un identificējamiem priekšmetiem (lietām). Piemēram, pēc svītru koda mēs varam atpazīt jebkuru preci.
<b>Natural User Interfaces</b>	<i>NUI</i> (dabiska lietotāja saskarne) ir mijiedarbības vide starp lietotāju un IKT ierīci. Mūsdienā <i>Smart</i> tālruni, <i>Smart TV</i> , tableti, spēļu konsoles ir ar integrētu <i>NUI</i> un atpazīst ķermeņa kustības, valodu, emocijas u.c.
<b>Wearable Technology</b>	<i>Wearable Technology</i> (tērpu tehnoloģijas) vai modes elektronika ir apģērbi un aksesuāri, kas sevī ietver progresīvas tehnoloģijas. Rotaslietās, brillēs, somās, korpēs vai apģērbā var iestrādāt ierīci noteiktu funkciju veikšanai. Piemēram, brilles reaģē uz gaismu un laika apstākļiem.

### 3.13. MIM TEMATISKI KATALOĢIZĒTS IKT RESURSU KRĀJUMS

Matemātikas skolotājam ir jābūt augsta ranga profesionālim, lai iedvesmotu skolēnus iepazīties ar svarīgām matemātikas problēmām un arvien sarežģītākiem uzdevumiem, pieliekot neatlaidīgas pūles patstāvīgu pētījumu veikšanā. Skolotāja arsenālā ir jābūt apjomīgam, tematiski katalogizētam resursu krājumam, kura galvenās sadaļas varētu būt izziņas materiāli, uzdevumi, metožu krājumi un matemātiskas spēles (Veilande, 2004).

Atbilstoši (Veilande, 2005) ieteikumam autore ir izveidojusi tematiski katalogizētu krājumu ar IKT pieejamiem resursiem par MIM (skatīt 3.5. tabulu). Visu *Internet* materiālu darbība ir pārbaudīta 2012. gada septembrī.

#### 3.5. tabula. MIM tematiski katalogizēts IKT resursu krājums

<b>Wiki</b>	<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_induction">http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_induction</a> <a href="http://en.wikiversity.org/wiki/Mathematical_induction">http://en.wikiversity.org/wiki/Mathematical_induction</a> <a href="http://www.cut-the-knot.org/induction.shtml">http://www.cut-the-knot.org/induction.shtml</a>
<b>Teorija (lekcijas un referāti)</b>	Malkevitch, J. (2012). <a href="http://www.york.cuny.edu/~malk/geometricstructures/2012-sheetj-tc.html">http://www.york.cuny.edu/~malk/geometricstructures/2012-sheetj-tc.html</a> Adamchik, V. (2005). <a href="http://www.cs.cmu.edu/~adamchik/21-127/lectures/induction_1_print.pdf">http://www.cs.cmu.edu/~adamchik/21-127/lectures/induction_1_print.pdf</a> Clark, P.L. (2012). <a href="http://www.math.uga.edu/~pete/3200induction.pdf">http://www.math.uga.edu/~pete/3200induction.pdf</a> Davis, T. (2012). <a href="http://www.math.utah.edu/mathcircle/notes/induction.pdf">http://www.math.utah.edu/mathcircle/notes/induction.pdf</a> Barnes, M. & Gordon, S. (1987). <a href="http://sydney.edu.au/stuserv/documents/math_learning_centre/induction.pdf">http://sydney.edu.au/stuserv/documents/math_learning_centre/induction.pdf</a> Plummer, R. (2008). <a href="http://www.stanford.edu/class/cs103a/handouts/42%20Mathematical%20Induction.pdf">http://www.stanford.edu/class/cs103a/handouts/42%20Mathematical%20Induction.pdf</a> Espinosa, J. (2011). <a href="http://www.math.cl/induction.pdf">http://www.math.cl/induction.pdf</a> Соминский, И.С. (1961). <a href="http://www.krelib.com/files/math/Mat_ind_Som.pdf">http://www.krelib.com/files/math/Mat_ind_Som.pdf</a>

<b>Vēsturiski dati un fakti</b>	<p>Connor, J.J. (2010). <a href="http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/~john/MISS.pdf">http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/~john/MISS.pdf</a></p> <p>Haggstrom, P. (2009). <a href="http://www.gotohaggstrom.com/Induction%2011%20November%202010%20Part%201.pdf">http://www.gotohaggstrom.com/Induction%2011%20November%202010%20Part%201.pdf</a></p> <p>Russel, B. (2012). <a href="http://www.math10.com/en/maths-history/mathematical-induction.html">http://www.math10.com/en/maths-history/mathematical-induction.html</a></p>
<b>Interesanti un neparasti fakti</b>	<p><a href="http://www.mathsisfun.com/algebra/mathematical-induction.html">http://www.mathsisfun.com/algebra/mathematical-induction.html</a></p> <p><a href="http://www.math.hmc.edu/funfacts/ffiles/30002.8.shtml">http://www.math.hmc.edu/funfacts/ffiles/30002.8.shtml</a></p> <p>Cariani, F. (2011). <a href="http://cariani.org/wp-content/uploads/2011/06/InductionNovember.pdf">http://cariani.org/wp-content/uploads/2011/06/InductionNovember.pdf</a></p>
<b>Papildmateriāli: attēli, uzskates līdzekļi</b>	<p>Hammack, R. (2009). <a href="http://www.people.vcu.edu/~rhammack/BookOfProof/Induction.pdf">http://www.people.vcu.edu/~rhammack/BookOfProof/Induction.pdf</a></p> <p>Dehaan, M. (2011). <a href="http://decodedscience.com/a-quick-explanation-of-mathematical-induction/1420">http://decodedscience.com/a-quick-explanation-of-mathematical-induction/1420</a></p> <p><a href="http://www.mhhe.com/math/precalc/barnettca7/graphics/barnett07ca/ch08/others/bca7_ch08-02.pdf">http://www.mhhe.com/math/precalc/barnettca7/graphics/barnett07ca/ch08/others/bca7_ch08-02.pdf</a></p> <p>Mcgee, A. (2012). <a href="http://www.csub.edu/stem/Posters/induction_poster.pdf">http://www.csub.edu/stem/Posters/induction_poster.pdf</a></p>
<b>Indukcijas shēmas</b>	<p>Lambrou, M. (2012). <a href="http://server.math.uoc.gr/~tzanakis/Courses/NumberTheory/MathInduction.pdf">http://server.math.uoc.gr/~tzanakis/Courses/NumberTheory/MathInduction.pdf</a></p> <p>Hardegree, G.M. (2012). <a href="http://people.umass.edu/gmhwww/595t/pdf/MetaTheory-03-Mathematical%20Induction.pdf">http://people.umass.edu/gmhwww/595t/pdf/MetaTheory-03-Mathematical%20Induction.pdf</a></p> <p>Bogart, K. (2002). <a href="http://www.math.dartmouth.edu/archive/m28w02/public_html/Chapter2.pdf">http://www.math.dartmouth.edu/archive/m28w02/public_html/Chapter2.pdf</a></p> <p>Verrill, H. (2005). <a href="https://www.math.lsu.edu/~verrill/teaching/discrete2020/handouts/answers.pdf">https://www.math.lsu.edu/~verrill/teaching/discrete2020/handouts/answers.pdf</a></p> <p><a href="http://myweb.wvu.edu/~sarkara/ph18.pdf">http://myweb.wvu.edu/~sarkara/ph18.pdf</a></p> <p><a href="http://www.qc.edu.hk/math/Resource/AL/Different%20kinds%20of%20Mathematical%20Induction.pdf">http://www.qc.edu.hk/math/Resource/AL/Different%20kinds%20of%20Mathematical%20Induction.pdf</a></p>
<b>Ievaduzdevumi, standarta uzdevumi</b>	<p><a href="http://analyzemath.com/math_induction/mathematical_induction.html">http://analyzemath.com/math_induction/mathematical_induction.html</a></p> <p><a href="http://www.kean.edu/~rnrarasim/m3110/math_induction.pdf">http://www.kean.edu/~rnrarasim/m3110/math_induction.pdf</a></p> <p>Barnes, M., Gordon, S. (1987). <a href="http://sydney.edu.au/stuser/v/documents/maths_learning_centre/induction.pdf">http://sydney.edu.au/stuser/v/documents/maths_learning_centre/induction.pdf</a></p> <p><a href="http://school.maths.uwa.edu.au/~gregg/Academy/2011/inductionprobswsoln.pdf">http://school.maths.uwa.edu.au/~gregg/Academy/2011/inductionprobswsoln.pdf</a></p> <p><a href="http://www.math.northwestern.edu/~mlerma/problem_solving/putnam/training-induc.pdf">http://www.math.northwestern.edu/~mlerma/problem_solving/putnam/training-induc.pdf</a></p> <p><a href="http://www.und.nodak.edu/instruct/lapeters/crs/crs05/dmh/ho8.pdf">http://www.und.nodak.edu/instruct/lapeters/crs/crs05/dmh/ho8.pdf</a></p>
<b>Sarežģītāki un nestandarta uzdevumi</b>	<p><a href="http://www.math.cl/newproblems.pdf">http://www.math.cl/newproblems.pdf</a></p> <p><a href="http://web.maths.unsw.edu.au/~jim/proofsch8.pdf">http://web.maths.unsw.edu.au/~jim/proofsch8.pdf</a></p> <p>Davis, T. (2012). <a href="http://www.math.utah.edu/mathcircle/notes/induction.pdf">http://www.math.utah.edu/mathcircle/notes/induction.pdf</a></p> <p><a href="http://www.math.fsu.edu/~pkirby/mad2104/SlideShow/s3_3.pdf">http://www.math.fsu.edu/~pkirby/mad2104/SlideShow/s3_3.pdf</a></p> <p>Malkevitch, J. (2012). <a href="http://www.york.cuny.edu/~malk/geometricstructures/induction.html">http://www.york.cuny.edu/~malk/geometricstructures/induction.html</a></p> <p>Lambrou, M. (2012). <a href="http://server.math.uoc.gr/~tzanakis/Courses/NumberTheory/MathInduction.pdf">http://server.math.uoc.gr/~tzanakis/Courses/NumberTheory/MathInduction.pdf</a></p> <p>СМИРНОВ, В., СМІРНОВА, І. (2009). <a href="https://mat.1september.ru/view_article.php?ID=200901909">https://mat.1september.ru/view_article.php?ID=200901909</a></p> <p>Шень, А. (2007). <a href="http://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-induction.pdf">http://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-induction.pdf</a></p>
<b>Uzdevumi matemātikas sacensībām</b>	<p><a href="http://math.stanford.edu/~paquin/OlymInductionPS.pdf">http://math.stanford.edu/~paquin/OlymInductionPS.pdf</a></p> <p><a href="http://onlinemathcircle.com/wp-content/uploads/2011/04/17-induction.pdf">http://onlinemathcircle.com/wp-content/uploads/2011/04/17-induction.pdf</a></p> <p><a href="http://mathitude.perso.sfr.fr/PDF/Mathematical_Olympiad_in_China-Problems_and_Solutions.pdf">http://mathitude.perso.sfr.fr/PDF/Mathematical_Olympiad_in_China-Problems_and_Solutions.pdf</a></p> <p><a href="http://cms.math.ca/crux/v25/n3/page132-145.pdf">http://cms.math.ca/crux/v25/n3/page132-145.pdf</a></p> <p>Соминский, И.С. (1961). <a href="http://www.krelib.com/files/math/Mat_ind_Som.pdf">http://www.krelib.com/files/math/Mat_ind_Som.pdf</a></p>
<b>Darba lapas patstāvīgam darbam</b>	<p><a href="http://www.saintjoe.edu/~karend/m122/Induction-112.pdf">http://www.saintjoe.edu/~karend/m122/Induction-112.pdf</a></p> <p><a href="http://maths.mq.edu.au/numeracy/web_mums/module4/Worksheet412/module4.pdf">http://maths.mq.edu.au/numeracy/web_mums/module4/Worksheet412/module4.pdf</a></p> <p>Bogart, K. (2002). <a href="http://www.math.dartmouth.edu/archive/m24s06/public_html/induction.pdf">http://www.math.dartmouth.edu/archive/m24s06/public_html/induction.pdf</a></p> <p><a href="http://profs.sci.univr.it/~merro/files/E_math_ind_1.pdf">http://profs.sci.univr.it/~merro/files/E_math_ind_1.pdf</a></p>

	<a href="http://www.ms.uky.edu/~rbrown/courses/ma113.f.06/inductionv2.pdf">http://www.ms.uky.edu/~rbrown/courses/ma113.f.06/inductionv2.pdf</a>
<b>Interaktīvi materiāli</b>	<a href="http://www.cut-the-knot.org/induction.shtml">http://www.cut-the-knot.org/induction.shtml</a> <a href="http://www.themathpage.com/aprecalc/mathematical-induction.htm">http://www.themathpage.com/aprecalc/mathematical-induction.htm</a>
<b>Prezentācijas</b>	<a href="http://www.csee.umbc.edu/~artola/fall02/Induction.ppt">www.csee.umbc.edu/~artola/fall02/Induction.ppt</a> <a href="http://www.authorstream.com/Presentation/rimo15-1217021-principle-of-mathematical-induction/">http://www.authorstream.com/Presentation/rimo15-1217021-principle-of-mathematical-induction/</a> <a href="http://www.cs.fit.edu/~dmitra/FormalLang/Lectures/Induction.ppt">www.cs.fit.edu/~dmitra/FormalLang/Lectures/Induction.ppt</a> <a href="http://www.mgt.ncu.edu.tw/~ylchen/dismath/chap04.ppt">www.mgt.ncu.edu.tw/~ylchen/dismath/chap04.ppt</a> <a href="https://www.cs.uiowa.edu/~icurto/discrete-ppt/Chapter02.ppt">https://www.cs.uiowa.edu/~icurto/discrete-ppt/Chapter02.ppt</a> <a href="http://www.csie.ndhu.edu.tw/~rschang/dmchap4.ppt">www.csie.ndhu.edu.tw/~rschang/dmchap4.ppt</a>
<b>Blogi (jautājumi un ekspertu atbildes)</b>	Walton, B. (2012). <a href="http://waltonsjnumathblog.blogspot.com/2011/09/mathematical-induction.html">http://waltonsjnumathblog.blogspot.com/2011/09/mathematical-induction.html</a> Asmuth, J., Rips, L.J. (2012). <a href="http://newmathdoneright.com/2012/05/05/re-mathematical-induction-and-induction-in-mathematics-lance-j-rips-jennifer-asmuth/">http://newmathdoneright.com/2012/05/05/re-mathematical-induction-and-induction-in-mathematics-lance-j-rips-jennifer-asmuth/</a> <a href="http://www.math-only-math.com/induction-proof.html">http://www.math-only-math.com/induction-proof.html</a> <a href="http://math.stackexchange.com/questions/24000/how-to-prove-the-mathematical-induction-is-true">http://math.stackexchange.com/questions/24000/how-to-prove-the-mathematical-induction-is-true</a>
<b>Youtube (video)</b>	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=Lw1hYaajzyE&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=Lw1hYaajzyE&amp;feature=related</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=Uqn3f2k4vrA">http://www.youtube.com/watch?v=Uqn3f2k4vrA</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=c3deWwW4gUY">http://www.youtube.com/watch?v=c3deWwW4gUY</a> <a href="http://www.youtube.com/channel/HCPDrxITGeeYQ">http://www.youtube.com/channel/HCPDrxITGeeYQ</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=CV2t4EPYxY8">http://www.youtube.com/watch?v=CV2t4EPYxY8</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=2yEn9g77bfQ&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=2yEn9g77bfQ&amp;feature=related</a>
<b>Excel</b>	Sugden, S.J. (2001). <a href="http://epublications.bond.edu.au/cgi/">http://epublications.bond.edu.au/cgi/</a>



## 4. NODAĻA. PĒTĪJUMA REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS

### 4.1. IKT LIETOJUMA PRIEKŠROCĪBAS MATEMĀTIKAS STUNDĀS

#### IKT lietojuma priekšrocības matemātikas stundās ir sekojošas:

Vispārīgās (attiecas gan uz skolēniem, gan uz skolotājiem)

- Viegla un plaša pieeja liela apjoma informācijai;
- Tiek ekonomēti laika resursi. Saišu izmantošana interaktīvajos tekstos ļauj ātri sameklēt jebkuru informāciju, definīciju vai skaidrojumu mācāmajai tēmai;
- Tiek paaugstināta mācību procesa efektivitāte;
- Tiek formētas jaunas izglītības pozīcijas – skolotājs skolēniem var sniegt gan teorētiskas, gan praktiskas formas mācību materiālus. Pieaug praktisko nodarbību pārsvars pār teorētisko vielas izklāstu;
- Rodas pieeja idejām, procesiem un aktivitātēm, kuras nav iespējamās bez tehnoloģijām, piemēram, simulācijas. Tiek modelēti mācību uzdevumi un procesi, kā arī saņemti to grafiskie attēlojumi;
- Notiek pārmaiņas mācību procesā – skolēnu aktīva iekļaušana, datu ātrāka apstrāde, neierobežots mācību laiks un telpa (Bidarian, Bidarian, Davoudi, 2011);
- Notiek sadarbība – skolēni dalās zināšanās savstarpēji un ar skolotājiem;
- Fokuss uz dažādiem talantiem jeb intelektiem (Hovarda Gārdnera daudzveidīgo intelektu modelis) (Gardner, 1999): lingvistiskais, loģiski matemātiskais, vizuāli telpiskais, muzikālais, kinestētiskais, saskarsmes, pašizpratnes, naturālista, eksistenciālais;
- Mācību process kļūst vizuālāks, krāsaināks, atraktīvāks, uzskatāmāks, saprotamāks un radošāks. Grafika un multimediji palīdz vieglāk izprast sarežģītas konstrukcijas;
- Tiek veicināts radošums gan skolēniem mācoties, gan skolotājiem, vadot mācību procesu. Notiek skolas radošā attīstība kopumā – inovāciju rašanās;
- Elektroniskie mācību materiāli ļauj ātrāk un precīzāk sasniegt mācību mērķus;
- Tiek radīta komforta sajūta skolēniem (var mācīties sev pieņemamā tempā un sadarboties ar citiem skolēniem) un skolotājiem (var sadarboties tikai ar tiem skolēniem, kuriem tas ir nepieciešams);
- IKT var tikt izmantotas visos mācības procesa etapos: sagatavošanās, jaunā materiāla izklāsts, nostiprināšana, atkārtošana, vērtējums, sadarbība, atgriezeniskā saite;
- Notiek integrēšanās ar citiem mācību priekšmetiem: informātiku, dabaszinībām, fiziku, bioloģiju, ķīmiju u.c.;
- Smaguma centrs no mācīšanas pāriet uz mācīšanos;
- Mācību process kļūst viegls un patīkams. Mācību materiāls kļūst pieejamāks, vienkāršāks un izprotamāks, jo tādu ilūziju dod testu izmantošana mācību vielas apguvei (Воробейчикова, 2001).

Skolēniem

- Palielina motivāciju mācīties (ne tikai tāpēc, ka tas ir mūsdienīgi un inovatīvi – tas ļauj uzdevumus atlasīt un diferencēt atbilstoši skolēnu zināšanām un prasmēm);
- Ļauj pilnībā pabeigt uzdevumus stundu laikā, jo viņam palīdz gan skolotājs, gan tehnoloģiju resursi;
- Ļauj dziļāk izprast matemātikas uzdevumu praktisko nozīmīgumu. Piemēram, ar datorprogrammu palīdzību matemātikas uzdevumiem ir ļoti ērti mainīt doto lielumu parametrus un modelēt dažādus rezultātus;

- Ļauj sevi attīstīt atbilstoši datorprogrammas izliktajam vērtējumam – skolēns var atkārtot uzdevumu risināšanu, var jautāt palīdzību skolotājam, var patstāvīgi analizēt kļūdas;
- Attīsta patstāvību, meklējot materiālus un mācoties matemātikas jauno vielu;
- Attīsta pašvadības un pašvērtējuma prasmes, pildot interaktīvus uzdevumus;
- Attīsta loģiskās spriešanas spējas;
- Aktivizē izziņas procesu. Skolēni zināšanas prot pielietot jaunās situācijās un praktiskos notikumos.
- Patstāvīga strādāšana pie datora, palielina skolēnu interesi par apgūstamo mācību materiālu;
- Palielina skolēnu aktivitāti, iniciatīvu, informatīvi–komunikatīvo kompetenci;
- Trenē uzmanības noturību, kreisās un labās puslodes simetriju;
- Dinamisku zīmējumu izmantošana ļauj skolēniem eksperimentēt un apskatīt risinājumu dažādos variantus;
- Iesaistoties praktiskajās un interaktīvajās nodarbībās, skolēniem rodas iedvesma lielākiem darbiem un uzvarām;
- Skolēni vairs neatrodas reproduktīvajā līmenī, viņi sāk paši radīt (Воробейчикова, 2001);
- Skolēnos pazūd neapmierinātība, kas parasti ir raksturīga tradicionālajās mācību stundās ar standarta mācību metodēm. Skolēnos rodas azarts mēģināt vēlreiz un vēlreiz;
- Brīvpieejas interaktīvo mācību materiālu izmantošana ļauj skolēniem ietaupīt naudu un laiku, ko parasti izmanto, apmeklējot bibliotēkas un pērkot mācību materiālus;
- Būtiskas izmaiņas notiek pašnovērtējumā. Neveiksmju gadījumā skolēni nevaino citus, bet tikai savu nesagatavotību (Воробейчикова, 2001).

#### Skolotājiem

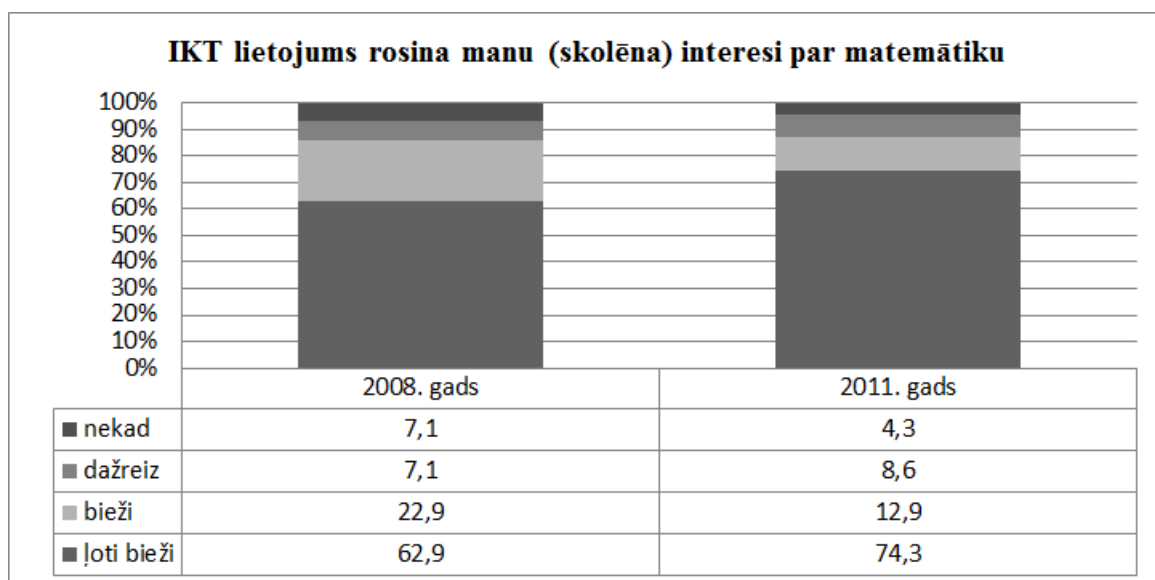
- Ļauj individualizēt un diferencēt mācību procesu, ko nodrošina skolēna un datortehnikas interaktīvais dialogs skolēnam pieņemamā laikā un tempā;
- Ļauj elastīgi pārraudzīt mācību klasē notiekošo un sekmīgi vadīt mācību procesu. Kamēr skolēni patstāvīgi darbojas pie datora, skolotājs var vērot skolēnu reakciju un laicīgi reaģēt uz izmaiņām;
- Nepieļauj subjektīvu novērtēšanu, jo atzīmi izliek datorprogramma, ņemot vērā pareizo atbilžu skaitu;
- Ļauj risināt dilemmu – no vienas puses: liels mācību materiāla apjoms jāapgūst ierobežotā laika periodā – no otras puses: sekmīgam mācību darbam klasē ir rūpīgi jāatlasa dažādie mācību metodiskie materiāli;
- Ļauj paaugstināt „pedagoģisko meistarību” – pedagoģiskās kompetences, speciālas zināšanas un prasmes, profesionālas rakstura īpašības, kuras ļauj pedagogam efektīvi vadīt mācību procesu;
- Ļauj ātrāk un ērtāk pārbaudīt uzdevumu risinājumus, kā arī efektīvāk testēt skolēnu zināšanas – tas prasa mazāk laika;
- Palielina motivāciju mācīt radoši;
- Interaktīvu materiālu izveides procesā skolotāji sadarbojas ar citu profesiju pārstāvjiem: programmētāji, dizaineri, mediju speciālisti u.c., tā paplašinot savu redzesloku un informācijas bagāžu.

Stundas ar IKT lietojumu var iedalīt:

- Kombinētas stundas – skolotājs var efektīvi izmantot katra skolēna spējas, mainot mācību metodes un IKT izmantojot kā motivācijas līdzekli;
- Kontroles un korekcijas stundas – IKT produktīvi var izmantot tēmu nostiprināšanai un padziļināšanai;
- Zināšanu un prasmju pilnveides stundas;
- Frontālas stundas – izmantojot multimediju videoprojektoru, skolotājs daudz uzskatāmāk var pasniegt mācāmo tēmu;
- Grupu stundas – skolēni grupās risina problēmu uzdevumus ar IKT palīdzību;
- Individuālas stundas – skolēni individuāli sēž pie datora un risina dažādu variantu uzdevumus.

#### 4.2. PĒTĪJUMA REZULTĀTU EFEKTIVITĀTES IZVĒRTĒJUMS

Anketēšanas rezultātu apkopošana un izvērtēšana skolēnu eksperimentālajā grupā (200 skolēni vecumā no 15 līdz 19 gadiem) 2008. un 2011. gadā apliecina, ka, izmantojot IKT lietojuma iespējas, tiek rosināta skolēnu interese par matemātiku, kā arī tiek attīstīta viņu matemātiskā kompetence. Turklāt 2011. gada pētījuma dati liek secināt, ka skolēni ar katru gadu vairāk novērtē IKT lietojuma ietekmi uz matemātikas mācīšanu. Uz apgalvojumu „IKT lietojums rosina manu interesi par matemātiku” (skatīt 35. attēlu) 2008. gadā atbildi „ļoti bieži” izvēlējās 62,9 % skolēni, bet 2011. gadā – 74,3% skolēni; atbildi „bieži” 2008. gadā izvēlējās 22,9 % skolēni, bet 2011. gadā – 12,9 % skolēni; atbildi „dažreiz” 2008. gadā izvēlējās 7,1 % skolēni, bet 2011. gadā – 8,6 % skolēni; atbildi „nekad” 2008. gadā izvēlējās 7,1 % skolēni, bet 2011. gadā – 4,3 % skolēni.

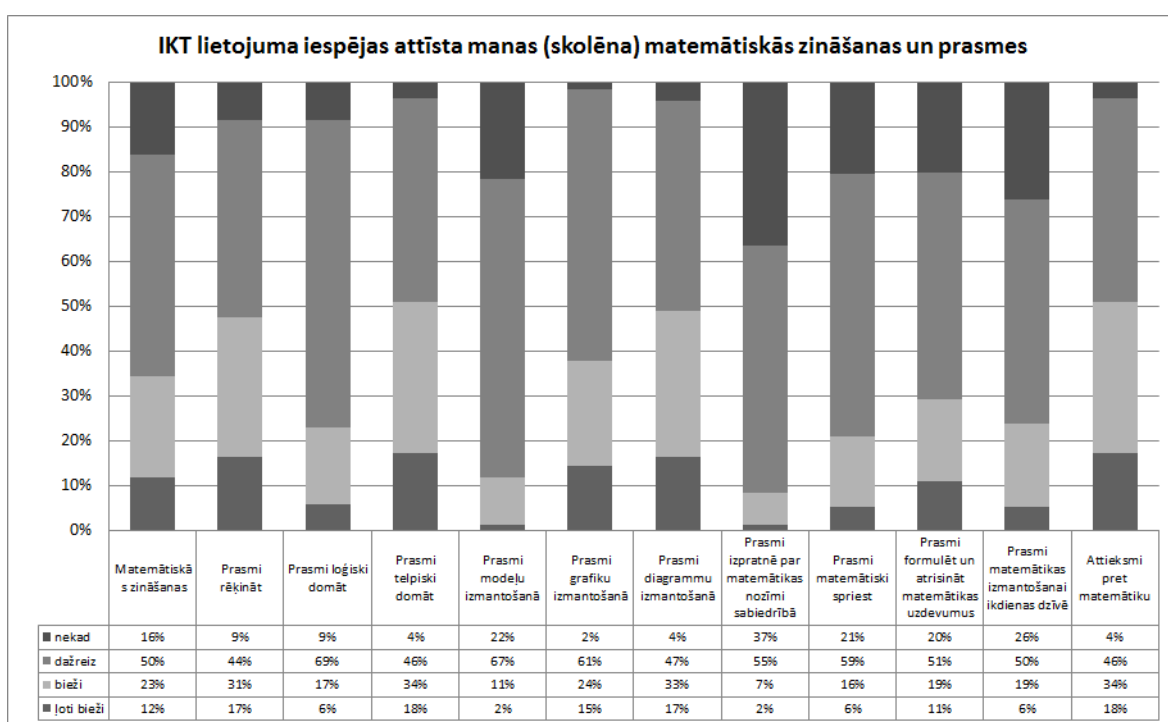


35. attēls. Skolēnu aptaujas „IKT lietojums rosina manu interesi par matemātiku” rezultāti

Uz apgalvojumu „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” (skatīt 4.1. tabulu un 36. attēlu) 2008. gadā lielākā daļa skolēnu (53 %) izvēlējās atbildi „dažreiz”. Tikai 10 % skolēnu izvēlējās atbildi „ļoti bieži” un 22 % - atbildi „bieži”.

4.1. tabula. 2008. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

IKT lietojuma iespējas attīsta manas (skolēna) matemātiskās zināšanas un prasmes:	ļoti bieži		bieži		dažreiz		nekad	
Matemātiskās zināšanas	24	12%	45	23%	99	50%	32	16%
Prasmi rēķināt	33	17%	62	31%	88	44%	17	9%
Prasmi loģiski domāt	12	6%	34	17%	137	69%	17	9%
Prasmi telpiski domāt	35	18%	67	34%	91	46%	7	4%
Prasmi modeļu izmantošanā	3	2%	21	11%	133	67%	43	22%
Prasmi grafiku izmantošanā	29	15%	47	24%	121	61%	3	2%
Prasmi diagrammu izmantošanā	33	17%	65	33%	94	47%	8	4%
Prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā	3	2%	14	7%	110	55%	73	37%
Prasmi matemātiski spriest	11	6%	31	16%	117	59%	41	21%
Prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus	22	11%	37	19%	101	51%	40	20%
Prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē	11	6%	37	19%	100	50%	52	26%
Attieksmi pret matemātiku	35	18%	67	34%	91	46%	7	4%
		10%		22%		53%		14%



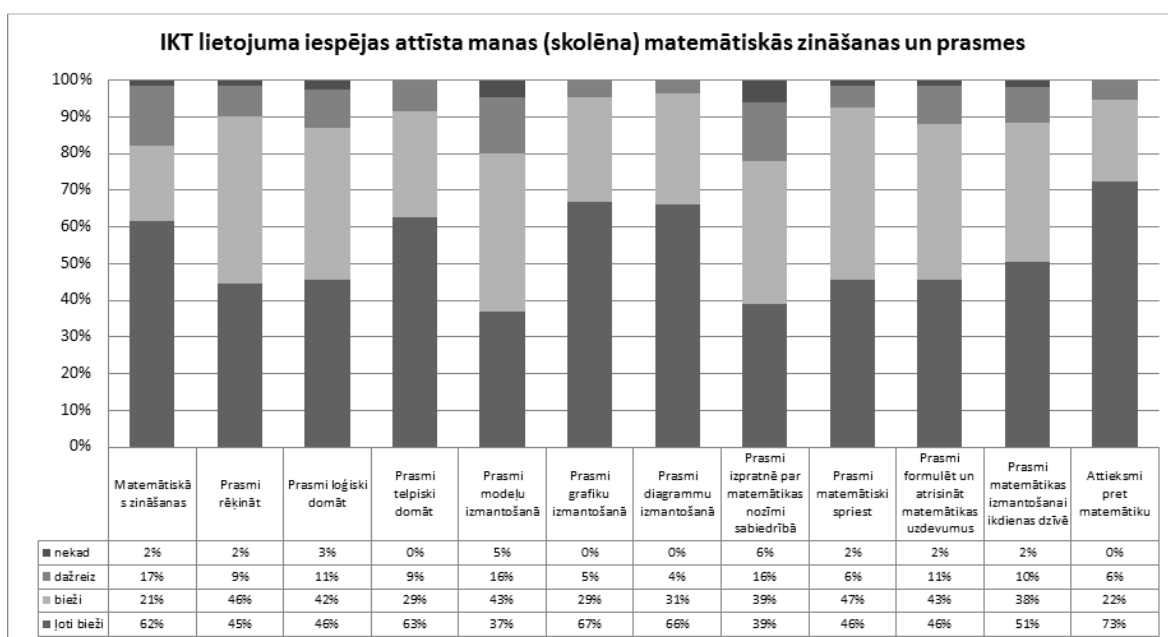
36. attēls. 2008. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

2008. gadā skolēni uzskatīja, ka IKT lietojuma iespējas visvairāk attīsta prasmi telpiski domāt (52 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), attīsta prasmi diagrammu izmantošanā (50 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), uzlabo attieksmi pret matemātiku (52 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”). Savukārt pēc skolēnu domām vismazāk IKT lietojuma iespējas ietekmē prasmi modeļu izmantošanā (13 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā (9 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), prasmi matemātiski spriest (22 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”).

Turklāt uz to pašu apgalvojumu „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” (skatīt 4.2. tabulu un 37. attēlu) 2011. gadā lielākā daļa skolēnu (53 % jeb par 43 % vairāk nekā 2008. gadā) izvēlējās atbildi „ļoti bieži”. Tikai 10 % skolēnu izvēlējās atbildi „dažreiz” un 2 % - atbildi „nekad”.

4.2. tabula. 2011. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

IKT lietojuma iespējas attīsta manas (skolēna) matemātiskās zināšanas un prasmes:	ļoti bieži		bieži		dažreiz		nekad	
Matemātiskās zināšanas	123	62%	41	21%	33	17%	3	2%
Prasmi rēķināt	89	45%	91	46%	17	9%	3	2%
Prasmi loģiski domāt	91	46%	83	42%	21	11%	5	3%
Prasmi telpiski domāt	125	63%	58	29%	17	9%	0	0%
Prasmi modeļu izmantošanā	74	37%	86	43%	31	16%	9	5%
Prasmi grafiku izmantošanā	134	67%	57	29%	9	5%	0	0%
Prasmi diagrammu izmantošanā	132	66%	61	31%	7	4%	0	0%
Prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā	78	39%	78	39%	32	16%	12	6%
Prasmi matemātiski spriest	91	46%	94	47%	12	6%	3	2%
Prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus	91	46%	85	43%	21	11%	3	2%
Prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē	101	51%	76	38%	19	10%	4	2%
Attieksmi pret matemātiku	145	73%	44	22%	11	6%	0	0%
		53%		36%		10%		2%

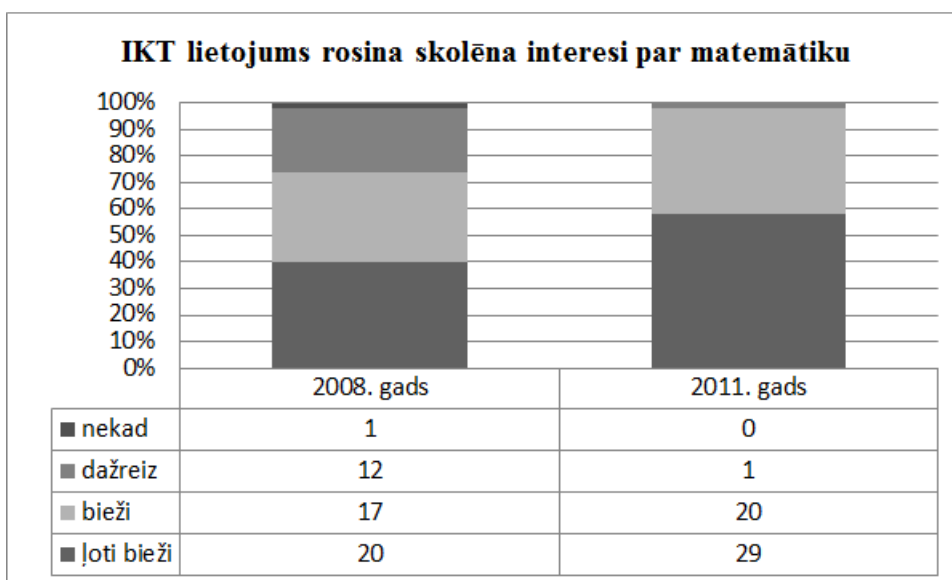


37. attēls. 2011. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

2011. gadā skolēnu domas bija mainījušās par labu IKT lietojumam matemātikas stundās, kas attīsta matemātiskās zināšanas un prasmes. Izvēloties atbildes „ļoti bieži” vai „bieži”, skolēni pierādīja, ka IKT lietojuma iespējas uzlabo matemātiskās zināšanas (pieaugums no 35 % 2008. gadā uz 83 % 2011. gadā), attīsta prasmi rēķināt (no 48 % uz 91 %), attīsta prasmi loģiski domāt (no 23 % uz 88 %), attīsta prasmi telpiski domāt (no 52 % uz 92 %), attīsta prasmi modeļu izmantošanā (no 13 % uz 80 %), attīsta prasmi grafiku izmantošanā (no 39 % uz 96 %), attīsta prasmi diagrammu izmantošanā (no 50 % uz 97 %), attīsta prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā (no 9 % uz 78 %), attīsta prasmi matemātiski spriest (no 22 % uz 93 %), attīsta prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus (no 30 % uz 89 %), attīsta prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē (no 25 % uz 89%), uzlabo attieksmi pret matemātiku (no 52 % uz 95 %).

Anketēšanas rezultātu apkopošana un izvērtēšana skolotāju eksperimentālajā grupā (50 skolotāji no Aizkraukles novada, Auces novada, Gulbenes novada, Krāslavas novada, Pļaviņu novada, Ogres novada, Smiltenes novada un Ventspils novada vispārizglītojošām skolām) 2008. un 2011. gadā apliecina, ka, izmantojot IKT lietojuma iespējas, tiek rosināta

skolēnu interese par matemātiku, kā arī tiek attīstītas skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes. Turklāt 2011. gada pētījuma dati liek secināt, ka skolotāji ar katru gadu vairāk novērtē IKT lietojuma ietekmi uz matemātikas mācīšanu. Uz apgalvojumu „IKT lietojums rosina skolēnu interesi par matemātiku” (skatīt 38. attēlu) 2008. gadā atbildi „ļoti bieži” izvēlējās 20 % skolotāju, bet 2011. gadā – 29% skolotāju; atbildi „bieži” 2008. gadā izvēlējās 17 % skolotāju, bet 2011. gadā – 20 % skolotāju; atbildi „dažreiz” 2008. gadā izvēlējās 12 % skolotāju, bet 2011. gadā – 1 % skolotāju; atbildi „nekad” 2008. gadā izvēlējās 1 % skolotāju, bet 2011. gadā – 0 % skolotāju.

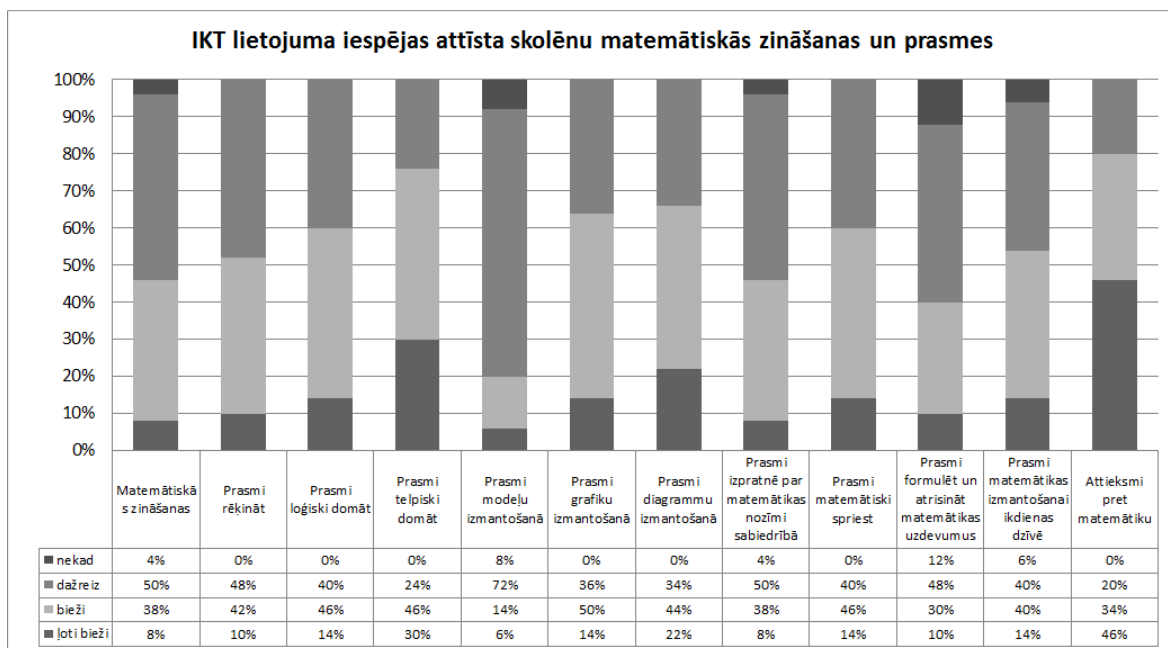


38. attēls. Skolotāju aptaujas „IKT lietojums rosina skolēnu interesi par matemātiku” rezultāti

Uz apgalvojumu „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” (skatīt 4.3. tabulu un 39. attēlu) 2008. gadā lielākā daļa skolotāju (39 %) izvēlējās atbildi „bieži” un 42 % - atbildi „dažreiz”. Tikai 3 % skolotāju izvēlējās atbildi „nekad”.

4.3. tabula. 2008. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

<b>IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes:</b>	ļoti bieži		bieži		dažreiz		nekad	
Matemātiskās zināšanas	4	8%	19	38%	25	50%	2	4%
Prasmi rēķināt	5	10%	21	42%	24	48%	0	0%
Prasmi loģiski domāt	7	14%	23	46%	20	40%	0	0%
Prasmi telpiski domāt	15	30%	23	46%	12	24%	0	0%
Prasmi modeļu izmantošanā	3	6%	7	14%	36	72%	4	8%
Prasmi grafiku izmantošanā	7	14%	25	50%	18	36%	0	0%
Prasmi diagrammu izmantošanā	11	22%	22	44%	17	34%	0	0%
Prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā	4	8%	19	38%	25	50%	2	4%
Prasmi matemātiski spriest	7	14%	23	46%	20	40%	0	0%
Prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus	5	10%	15	30%	24	48%	6	12%
Prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē	7	14%	20	40%	20	40%	3	6%
Attieksmi pret matemātiku	23	46%	17	34%	10	20%	0	0%
Vidēji		16%		39%		42%		3%



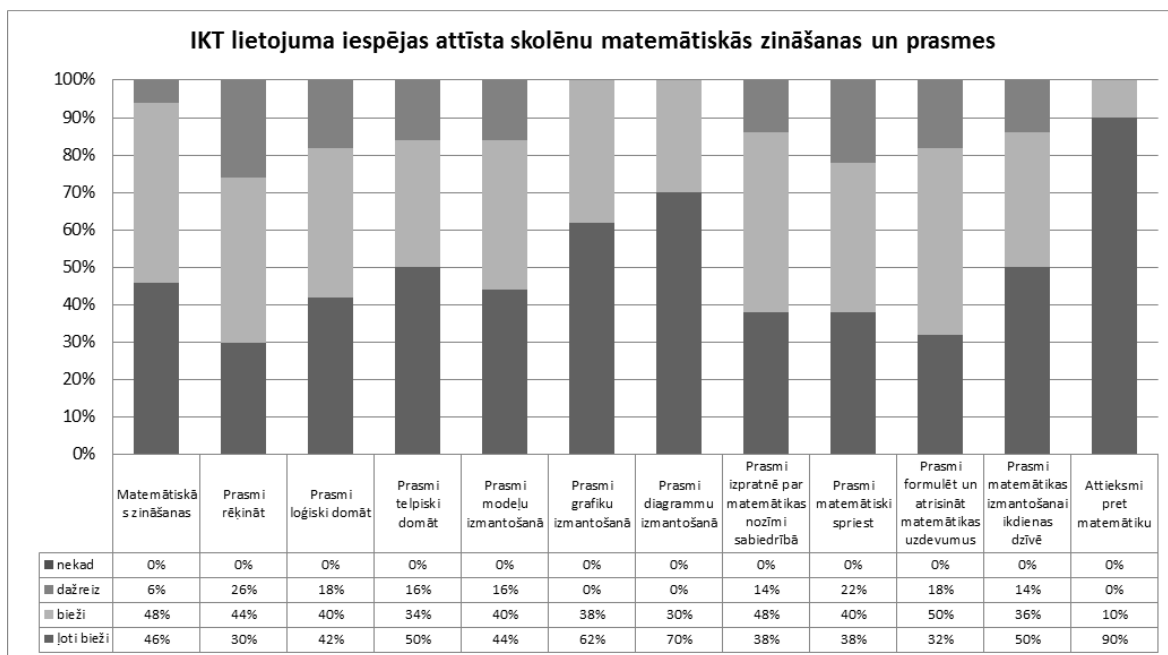
39. attēls. 2008. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

2008. gadā matemātikas skolotāji uzskatīja, ka IKT lietojuma iespējas visvairāk uzlabo attieksmi pret matemātiku (80 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), attīsta prasmi telpiski domāt (76 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), attīsta prasmi diagrammu izmantošanā (66 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”). Savukārt pēc skolotāju domām vismazāk IKT lietojuma iespējas ietekmē prasmi modeļu izmantošanā (20 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), prasmi formulēt un atrisināt matemātiskas uzdevumus (40 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”), matemātiskās zināšanas (46 % izvēlējās atbildi „ļoti bieži” vai „bieži”).

Turklāt uz to pašu apgalvojumu „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” (skatīt 4.4. tabulu un 40. attēlu) 2011. gadā lielākā daļa matemātikas skolotāju (49 %) izvēlējās atbildi „ļoti bieži” un 38 % - atbildi „bieži”. Tikai 13 % skolotāju izvēlējās atbildi „dažreiz” un 0 % skolotāju – atbildi „nekad”.

4.4. tabula. 2011. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

<b>IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes:</b>	ļoti bieži		bieži		dažreiz		nekad	
Matemātiskās zināšanas	23	46%	24	48%	3	6%	0	0%
Prasmi rēķināt	15	30%	22	44%	13	26%	0	0%
Prasmi loģiski domāt	21	42%	20	40%	9	18%	0	0%
Prasmi telpiski domāt	25	50%	17	34%	8	16%	0	0%
Prasmi modeļu izmantošanā	22	44%	20	40%	8	16%	0	0%
Prasmi grafiku izmantošanā	31	62%	19	38%	0	0%	0	0%
Prasmi diagrammu izmantošanā	35	70%	15	30%	0	0%	0	0%
Prasmi izpratnē par matemātiskas nozīmi sabiedrībā	19	38%	24	48%	7	14%	0	0%
Prasmi matemātiski spriest	19	38%	20	40%	11	22%	0	0%
Prasmi formulēt un atrisināt matemātiskas uzdevumus	16	32%	25	50%	9	18%	0	0%
Prasmi matemātiskas izmantošanai ikdienas dzīvē	25	50%	18	36%	7	14%	0	0%
Attieksmi pret matemātiku	45	90%	5	10%	0	0%	0	0%
<b>Vidēji</b>		<b>49%</b>		<b>38%</b>		<b>13%</b>		<b>0%</b>



40. attēls. 2011. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti

2011. gadā arī matemātikas skolotāju domas bija mainījušās par labu IKT lietojumam matemātikas stundās, kas skolēniem attīsta matemātiskās zināšanas un prasmes. Izvēloties atbildes „ļoti bieži” vai „bieži”, matemātikas skolotāji pierādīja, ka IKT lietojuma iespējas uzlabo matemātiskās zināšanas (pieaugums no 46 % 2008. gadā uz 94 % 2011. gadā), attīsta prasmi rēķināt (no 52 % uz 74 %), attīsta prasmi loģiski domāt (no 60 % uz 82 %), attīsta prasmi telpiski domāt (no 76 % uz 84 %), attīsta prasmi modeļu izmantošanā (no 20 % uz 84 %), attīsta prasmi grafiku izmantošanā (no 64 % uz 100 %), attīsta prasmi diagrammu izmantošanā (no 66 % uz 100 %), attīsta prasmi izprātņē par matemātikas nozīmi sabiedrībā (no 46 % uz 86 %), attīsta prasmi matemātiski spriest (no 60 % uz 78 %), attīsta prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus (no 40 % uz 82 %), attīsta prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē (no 54 % uz 86 %), uzlabo attieksmi pret matemātiku (no 80 % uz 100 %).

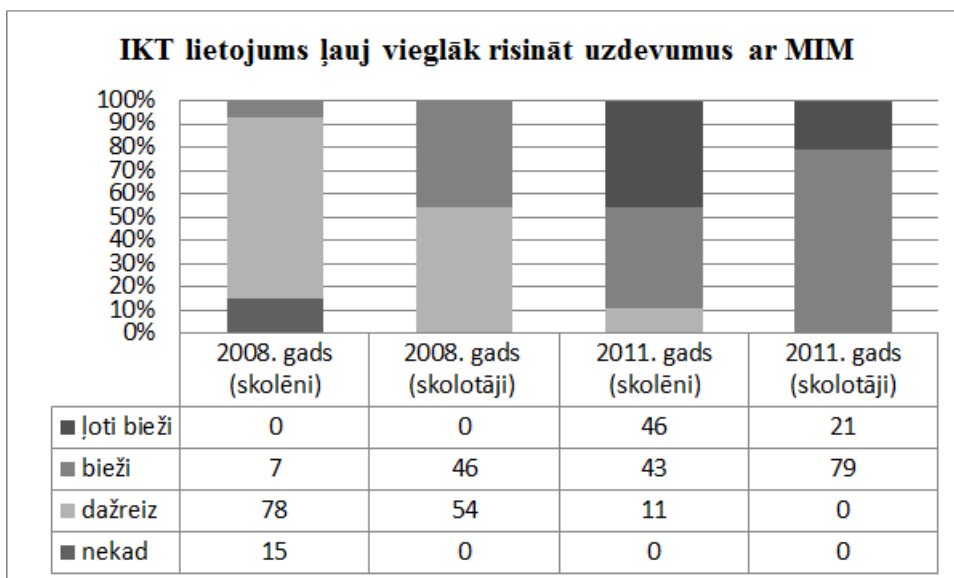
2011. gada optimistiskākās atbildes salīdzinājumā ar 2008. gadu skolēni un skolotāji pamato ar sekojošām tēzēm:

- būtisku ieguldījumu matemātikas mācību procesam ir devis ESF projekts „Dabaszinības un matemātika”;
- ir izveidotas vairākas kvalitatīvas Web lapas ([www.miksike.lv](http://www.miksike.lv), [www.uzdevumi.lv](http://www.uzdevumi.lv), [www.teicamnieks.lv](http://www.teicamnieks.lv), [www.skolas.lv](http://www.skolas.lv), [www.skolotajs.lv](http://www.skolotajs.lv), <http://www.dzm.lu.lv> u.c.), kuras var izmantot matemātikas stundās;
- Galvas rēķinu sacensības valsts un starptautiskā līmenī;
- Tehnoloģiju (datoru, Internet, videoprojektoru u.c.) lielāka pieejamība skolā;
- Skolotāji matemātikas stundās arvien vairāk izmanto IKT iespējas;
- Matemātikas klasēs ir interaktīvās tāfeles;
- Skolotāji ir izstrādājuši digitālus mācību materiālus un datorprogrammas;
- IKT lietojums veicina skolēnu un skolotāju sadarbību un labākus rezultātus;
- IKT lietojums veicina pašu skolēnu motivāciju mācīties un aktivitāti stundās;
- Matemātikas skolotāji veicina IKT lietošanu mājās un pulciņu nodarbībās;



- Skola ir iesaistījusies dažādos starptautiskos projektos;
- Skolotāji vairāk gūst pieredziursos, projektos, semināros u.c.

Anketēšanas rezultātu apkopošana un izvērtēšana skolēnu un skolotāju eksperimentālajās grupās 2008. un 2011. gadā apliecina arī to, ka IKT lietojums ļauj vieglāk izprast MIM būtību un risināt uzdevumus ar MIM palīdzību (skatīt 41. attēlu). Ja 2008. gadā uz apgalvojumu „IKT lietojums ļauj vieglāk risināt uzdevumus ar MIM” visbiežāk lietotā atbilde bija „dažreiz” (78 % skolēnu un 54 % skolotāju), tad 2011. gadā – visbiežāk lietotā atbilde bija „bieži” (43% skolēnu un 79% skolotāju).



41. attēls. Aptaujas „IKT lietojums ļauj vieglāk risināt uzdevumus ar MIM” rezultāti

## 5. NODAĻA. ATBALSTA SISTĒMA PEDAGOGIEM IKT LIETOŠANAI MATEMĀTIKAS MĀCĪŠANĀ

Attiecībā uz skolotāju uzskatiem un paņēmieniem Eiropas valstu Izglītības ministriju tīkla *European Schoolnet* pārskatā par IKT ietekmi (Balanskat, Blamire, Kefala, 2006) tika konstatēts, ka skolotāji atzīst IKT nozīmi izglītībā, tomēr viņiem ir grūti sākt šo tehnoloģiju izmantošanu. Tikai neliela skolotāju daļa ir iekļāvusi tehnoloģijas priekšmeta mācīšanā. Daži no pārskatā norādītajiem šķēršļiem IKT izmantošanai priekšmetu mācīšanā ir skolotāju IKT lietošanas prasmju trūkums, vāja motivācija un pārliecības trūkums par IKT izmantošanas lietderību, nepietiekama skolotāju apmācība, IKT infrastruktūras trūkums vai slikta kvalitāte, kā arī problēmas, kas saistītas ar tradicionālo izglītības sistēmu.

Mūsu bērnu nākotne būs citāda nekā mūsu nākotne šobrīd, un viņiem vajadzēs citādas prasmes. Viņi dzīvos mainīgā, globālā pasaulē, kur prasme iegūt, apstrādāt un izvērtēt informāciju, mācīties mūža garumā, sadarboties, saprasties un sazināties ar dažādu kultūru, vērtību un uzskatu cilvēkiem būs vissvarīgākās. Viņiem būs jāatrod sava vieta šajā pasaulē, lai, radot pievienoto vērtību sabiedrībai, gan spētu nopelnīt sev iztiku, gan rastu savas dzīves papildījumu.

Bērnu sagatavošana drošai nākotnei – dzīvei 21. gadsimtā – ir jauns un komplekss uzdevums. Iemācīt pamatprasmes – lasīt, rakstīt, rēķināt, ielikt dabas zinātņu pamatus un kultivēt ieradumus paklausīgi sekot procedūrām bija pagājušā gadsimta skolas sūtība. Šis jaunais uzdevums ir pietiekami sarežģīts, lai skolotājs to varētu veikt viens. Viens pats četrās sienās aiz rūpīgi aizvērtām klases durvīm, lai neviena skaņa netiek laukā, jo skolas vadība vai kolēģi pārāk trokšņainu klasi varētu uzskatīt par skolotāja neprasmes pazīmi, par nespēju "tikt galā" ar klasi. Viens pats tikai ar savu zināšanu un pieredzes bagāžu un izpratni par pasauli, viens pats kā vienīgais informācijas avots klasē (Oliņa, 2011).

Šodienas pasaule prasa pavisam citas prasmes un kompetences no skolotāja. Ja agrāk no skolotāja sagaidījām pašpietiekamību, autonomiju, pilnīgu paļaušanos uz saviem spēkiem, kas nozīmēja, ka viņam nedrīkstēja būt izaicinājumu, sarežģītu situāciju, kas katru dienu jārisina saskarē ar skolēniem, - par to taču nebija pieņemts runāt. Skolotājam bija jābūt stīpram, viszinošam, tādām, kurām ir visas atbildes. Iespējams, ka pagājušajā gadsimtā skolai izvirzītos mērķus tāds skolotājs varēja īstenot, strādājot lielā mērā izolētā darba vidē, neizrādot savu mulsumu par ikdienas izaicinājumiem, ar kuriem neizbēgami saskaras ikviens skolotājs, kuram ir kaut mazākā ambīcija aizvest savus skolēnus tālāk, nekā viņi ir šobrīd, atmodināt zinātkāri, iegūt pārliecību par saviem spēkiem varēt paveikt vairāk nekā ļauj paša neticība sev.

Šodienas jaunos mācību mērķus skolotāji var sasniegt vienīgi, sadarbojoties komandā kopā ar kolēģiem, aktīvi darbojoties profesionālajās kopienās un atverot klases durvis, lai mācītos viens no otra. Tas prasa citu skolas kultūru, kur visi pieaugušie sadarbojas, kurā visi skolotāji kopā un atsevišķās grupās kopīgi izvirza mērķus savam darbam un plāno, kā tos sasniegt. Tas prasa cita veida domāšanu – proaktivitāti un gatavību meklēt risinājumus, sastopoties ar izaicinājumiem un šķēršļiem, kas neizbēgami radīsies, jo skolēni nāk uz skolu ar dažādu iepriekšējo pieredzi un interesēm. Skolotāja darbs ir pārāk sarežģīts, viņa vara ir pārāk liela, lai pašpietiekamība būtu adekvāts risinājums.

Ne viens vien izglītības pētījums un metaanalīze, arī starpvalstu izglītības pētījumi, parādījuši izcila skolotāja kā nozīmīgākā faktora ietekmi uz izglītības kvalitāti. Kādā no šādiem vairāku simtu pētījumu apkopojumiem prioritārā secībā sarindoti nozīmīgākie faktori pēc to ietekmes uz skolēnu mācīšanos. Saraksta līderi ir sekojoši (Oliņa, 2011):

- Klasvadība – skolotāja spēja veidot produktīvu mācību vidi klasē;
- Meta-izziņa – tas, vai skolotājs modelē skolēniem pats savu domāšanas procesu un rosina skolēnus domāt par savējo;
- Skolēnu iepriekšējās zināšanas – tas, ko skolēns jau zina par attiecīgo tēmu, un skolotāja prasme aktivizēt nepieciešamās zināšanas un pieredzi, uz kuru pamata tālāk būvēt jaunās zināšanas;
- Mājas vide jeb vecāku atbalsts – tas, vai mājās ir pieaugušie, kas interesējas par bērnu mācībām un sasniegumiem, kāds, kas uzdot kaut vienkāršo jautājumu "Vai esi izmācījies?";
- Skolēnu un skolotāja saskarsme klasē – vai viņu starpā valda uzticēšanās, attiecības, kurās guvēji ir abas puses.

Šī vairāku desmitu faktoru saraksta lejasgalā kā trīs faktori, kas vismazāk ietekmē skolēnu mācīšanos, minēti: valsts līmeņa izglītības politika, skolas līmeņa politiskās nostādes un reģiona demogrāfija, kas raksturo skolēnu populāciju attiecīgajā skolā. Vēl citos pētījumos pie faktoriem ar salīdzinoši mazu ietekmi uz skolēnu mācīšanos, var minēt skolēnu skaits klasē, fiziskā skolas vide, arī tehniskā nodrošinājuma klātesamība, ja tas netiek izmantots mērķtiecīgi un efektīvi.

Trīs no pieciem pašiem nozīmīgākajiem faktoriem ir tiešā skolotāja ietekmē, divi – iepriekšējās zināšanas un vecāku atbalsts – ir lietas, kuras skolotājs var veicināt netieši, gan iesaistot vecākus, gan skolas līmenī domājot par veidiem, kā piedāvāt skolēniem bagātīgu tiešo pieredzi. Šis saraksts ir neapgāžams pierādījums SKOLOTĀJA MILZU NOZĪMĪGUMAM un VARAI pār to, kas notiek klasē.

Tādēļ jautājumam par skolotāju kvalitāti, par skolotāju sagatavošanas un atbalsta sistēmām ikdienā, kas palīdz jau esošajiem skolotājiem pārorientēties un pārvērtēt savu lomu un jaunajiem skolotājiem nākt skolā jau ar citu skatījumu, ir prioritāra nozīme. Tas nav tikai profesionāļu un speciālistu jautājums. Par jebkuras izglītības reformas, iniciatīvas, projekta veiksmes kritēriju jāizvirza tas, vai šīs pārmaiņas vēlamajā virzienā ir ietekmējušas skolotāja darbu klasē.

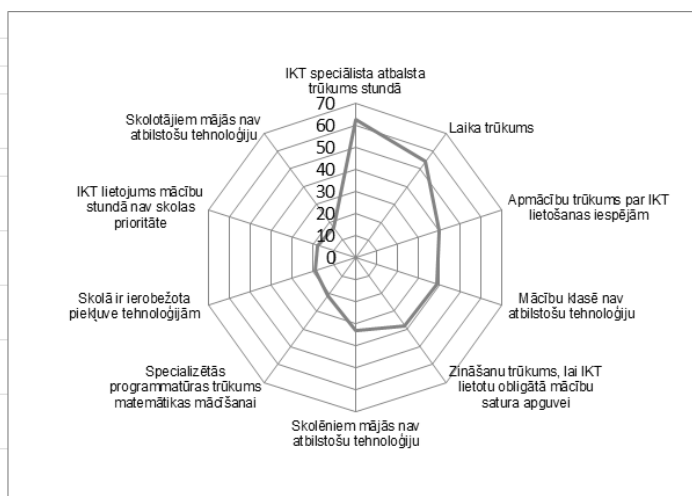
2011. gada oktobra aptaujā, kurā piedalījās 50 matemātikas skolotāji no Auces, Gulbenes, Krāslavas, Ogres un Smiltenes novada skolām, tiek atklātas barjeras, ar kādām ir jāstājas matemātikas skolotājiem, lai iekļautu IKT lietojumu mācību stundās (skatīt 5.1. tabulu).

Kā pats būtiskākais šķērslis tiek minēts IKT speciālista atbalsta trūkums mācību stundā (63%). Tālāk ir minētas barjeras: laika trūkums (54%), apmācību trūkums par IKT lietošanas iespējām (40%), mācību klasē nav atbilstošu tehnoloģiju (39%), zināšanu trūkums, lai IKT lietotu obligātā mācību satura apguvei (38%) – tās vistiešākā mērā norāda uz to, ka matemātikas skolotājiem trūkst atbalsta no IKT speciālistiem, skolas un augstāka līmeņa vadības. Mazāk nozīmīgi šķēršļi IKT lietojumam matemātikas skolotājiem šķiet: skolēniem mājās nav atbilstošu tehnoloģiju (33%), specializētās programmatūras trūkums

(21%), skolā ir ierobežota piekļuve tehnoloģijām (19%), IKT lietojums mācību stundā nav skolas prioritāte (18%) un skolotājiem mājās nav atbilstošu tehnoloģiju (17%).

**5.1. tabula. Matemātikas skolotāju sastaptās barjeras IKT lietojumam stundās**

Barjeras	%
IKT speciālista atbalsta trūkums stundā	63
Laika trūkums	54
Apmācību trūkums par IKT lietošanas iespējām	40
Mācību klasē nav atbilstošu tehnoloģiju	39
Zināšanu trūkums, lai IKT lietotu obligātā mācību satura apguvei	38
Skolēniem mājās nav atbilstošu tehnoloģiju	33
Specializētās programmatūras trūkums matemātikas mācīšanai	21
Skolā ir ierobežota piekļuve tehnoloģijām	19
IKT lietojums mācību stundā nav skolas prioritāte	18
Skolotājiem mājās nav atbilstošu tehnoloģiju	17



## 5.1. MICROSOFT LATVIJA PROGRAMMU ATBALSTS UN DAUDZFUNKCIONĀLA PROGRAMA MATHEMATICS 4.0

2004. gadā *Microsoft Latvija* grupa promocijas darba autori atzina kā inovatīvu matemātikas skolotāju, dodot iespēju prezentēt savu pieredzi Eiropas inovatīvo skolotāju konferencē Briselē.

*Microsoft* vīzija izglītībā ir: palīdzēt skolēniem, studentiem un pedagogiem visā pasaulē īstenot savu potenciālu. Apvienojot dažādus resursus dinamiskā un uz līdzdarbību balstītā vidē, *Microsoft* nodrošina iespējas mācīties – ikvienam jebkurā laikā un jebkurā vietā uz pasaules. *Microsoft* tic, ka laba izglītība ir cilvēka pamattiesības, kas veicina ilgtspējīgas sabiedrības attīstību. Tādēļ veicina tehnoloģiju izmantojumu mācību procesā; palīdz nodrošināt dinamisku, saistošu un personalizētu mācību plānu; tiecas, lai ikviens izglītībā iesaistītais – no mācībspēkiem līdz pat darba devējiem – līdzdarbotos mācību procesā, piedaloties tiešsaistes mācību kopienu aktivitātēs. Tādējādi mācīšanās var kļūt gan par visas sabiedrības, gan katra atsevišķa indivīda attīstību mūža garumā (Ābola, 2007).

Kā atbalstu un palīdzību IKT lietošanai mācību procesā *Microsoft* ir radījusi globālu iniciatīvu *Partners in Learning* – izglītības atbalsta un investīciju programmu, kuras galvenie uzdevumi ir (Matesoviča, 2011; Microsoft, 2012):

- Paplašināt pieeju tehnoloģijām.
- Iedrošināt inovatīvu metožu izmantošanu.
- Atbalstīt skolotāju tālākizglītību.
- Palīdzēt vadītājiem saskatīt, ieviest un vadīt pārmaiņas.

Jebkurš skolotājs zina, ka gatavošanās stundām ir ne tikai radošs, bet arī laikietilpīgs process, jo ne vienmēr ir viegli izdomāt, ko jaunu piedāvāt skolēniem, lai viņi nezaudētu interesi un vēlmi mācīties. Tā kā „gatavoties” un „gatavot” ir vienas saknes vārdi, tad, asociatīvi runājot, skolotājs ir kā pavārs, kam jāspēj ikdienas ēdieniem pagatavot arvien jaunas mērces. Lai palīdzētu skolotājiem gatavošanas/gatavošanās procesā, ir izveidota „IKT pavārgrāmata skolotājiem” – ar informāciju par jaunumiem IKT jomā, kas var

palīdzēt dažādot mācību procesu skolā, un īsiem ieteikumiem, kā to visu lietot, lai maksimāli izmantotu tehnoloģiju sniegtās iespējas un potenciālu (Matesoviča, 2012).

*Microsoft* uzmanības centrā ir sešas prioritārās sfēras, kas palīdz pilnveidot mācību procesu, iedvesmot skolotājus un sagatavot skolēnus dzīvei un darbam 21.gadsimtā:

1. Pedagogu izaugsme;
2. Uzņēmējdarbības, nodarbinātības un darbaspēka attīstība;
3. Pētniecība, e-zinātne un sadarbība;
4. Izglītības inovācijas;
5. Stratēģiskā plānošana;
6. Neierobežota piekļuve digitālajai apmācībai.

Jau vairākus gadus Latvijā darbojas un skolotāju vidē izpelņījies atzinību portāls Skolotājs.lv, kas tapis ar *Microsoft* atbalstu. Portāla mērķis ir veicināt izglītības darbinieku sadarbību un mijiedarbību, kā arī vairot izpratni par IKT piedāvātajām iespējām uzlabot un attīstīt mācību procesu. Portāls piedāvā:

- **Mācību līdzekļu sadaļu** – datorprogrammu apmācības materiāli; jaunāko mācību grāmatu apskats; iespēja skolotājiem dalīties pieredzē un iespaidos; skolotāju izstrādāti un ievietoti mācību materiāli, kas palīdz profesionāli augt un attīsties gan pašiem, gan citiem;
- **Tālākizglītības sadaļu** – informācija par *Microsoft* Virtuālo klasi – tiešsaistes semināriem, kam katru ceturtdienu skolotāji var pieslēgties, lai uzzinātu par mūsdienīgu IKT risinājumu izmantošanu mācību procesā. Tiešsaistes seminārus vada IKT nozares speciālisti, kuri detalizēti soli pa solim parāda, ka datorprogrammu visdažādākās iespējas izmantot ir ērti un viegli.
- **Kopienas** – tā ir iespēja visu mācību priekšmetu asociācijām uzturēt informāciju par savu organizāciju, likt paziņojumus, lai skolotāji mācību priekšmeta ietvaros var apmainīties ar profesionālo informāciju.
- **Blogus** – ir skolotāji, kuri ir piekrituši savus rakstus uzturēt vai pārpublicēt portāla skolotājs.lv vietnes blogos, lai dalītos ar savu pieredzi.

Ik gadu *Microsoft* Latvia meklē inovatīvus skolotājus, lai viņus atbalstītu un dotu iespēju prezentēt savas inovācijas citiem skolotājiem Latvijā un pasaulē. Piemēram, izceļot pedagogu pienesumu un pozitīvās pieredzes, *Microsoft* Latvia sadarbībā ar portāliem Skolotājs.lv un Nākotnesskola.lv 2012. gada 15. martā bija uzsākusi kopīgu projektu skolotāju radošuma un saziņas ar citiem pedagogiem, saviem audzēkņiem un to vecākiem veicināšanai caur blogošanu. Projekta ietvaros ir notikuši klātienē un tiešsaistes semināri, lai aicinātu skolotājus no visas Latvijas veidot savus blogus. Tāpat tika izsludināts konkurss „Veiksmīgākie blogi izglītībā 2012”. Konkursa mērķis ir apzināt skolotājus- blogotājus, kas veiksmīgi izmanto e-vides iespējas savā ikdienas darba procesā ar skolēniem, kā arī pieredzes apmaiņai ar saviem kolēģiem, un izcelt viņu vidū interesantākos un veiksmīgākos blogus un pašus blogotājus, kā arī vairot skolotāju izpratni par e-vides iespējām izglītības jomā un blogošanas kultūras veidošanos izglītības nozarē Latvijā. Balvas tika pasniegtas Latvijas Skolu i-Tehnoloģiju Ekspozīcijā, Pļaviņu novada ģimnāzijā 2012. gada 1. un 2. novembrī.

***Microsoft Mathematics 4.0* ir daudzfunkcionāla bezmaksas programma matemātikas apguvei ar patīkamu lietotāja saskarni. Tā palīdz ieinteresēt skolēnus matemātikā.**

Skolēniem noderīga ir ātra un skaidra algebras un ģeometrijas vienādojumu risināšana, kā arī palīdzība matemātikā (Microsoft Corporation, 2011). Galvenie programmas plusi:

1. Vienkāršība – tā ir lejupielādējama un viegli uzstādāma bezmaksas programma, kas darbojas *Windows* operētājsistēmā. Viegli lietojamā saskarne ir izkārtota pazīstamajā *Microsoft Office* stilā. Izvēlnes ir skaidri sakārtotas un funkcijas – viegli atrodamas. Piemēram, skolēni, kas apgūst parciālatvasinājumus, var sarežģītu funkciju grafikus iegūt ar vienu klikšķi.
2. Mācīšanās soli pa solim - Skolotāji var izmantot, piemēram, vienādojumu risinātāju, lai soli pa solim nodemonstrētu dažādu matemātikas uzdevumu risinājumus, sākot ar algebras pamatiem, līdz pat augstākajai matemātikai.
3. Spēcīgi vizualizācijas rīki – Ja matemātikas koncepti ir attēloti grafiski, skolēni tos uztver labāk. Tieši tāpēc *Microsoft Mathematics 4.0* ir iebūvēts grafiskais kalkulators. Tas ir pietiekami jaudīgs, lai palīdzētu pat sarežģītākajās matemātikas tēmās, bet pietiekami vienkāršs, lai skolēni bez kavēšanās varētu to izmantot. Ar *Microsoft Mathematics 4.0* ir viegli iegūt lielus un krāsainus 2D un uzlabotus 3D grafikus, kas pilnīgi apraksta atbildi. Skolēni var eksperimentēt ar vienādojuma mainīgajiem, acumirkli redzot rezultātus. Animēta grafika parāda, kā funkcijas vērtības mainās dažādos grafika punktos. Tagad skolēniem ir pieejami rīki, ar kuriem var izveidot filmiņu, kurā attēls mainās starp divām otrās kārtas virsmām, piemēram, hiperboliskā un eliptiskā paraboloida.
4. Palīdzības sistēma – Izstrādātas pamācības skolēniem palīdz saprast matemātikas koncepciju un trenēties tajā. Ērta formulu un vienādojumu bibliotēka piedāvā instrukcijas un palīdzību vairāk nekā simts bieži sastopamu vienādojumu risināšanā, likvidējot apjukuma un neskaidrības cēloni.
5. Matemātikas rīku daudzveidība – *Microsoft Mathematics* skolēnus mudina risināt sarežģītākus uzdevumus, piedāvājot rīkus, kas ne tikai palīdz nonākt pie pareizās atbildes, bet arī saprast, kā tas izdarāms. Vislabākā konceptu izpratne skolēniem rodas tad, ja viņi paši ar tiem var eksperimentēt. Tas skolēniem palīdz radīt pārliecinātu un neatkarīgu pieeju matemātikai. Piemēram, iekļautais *Triangle Solver* (trijstūru rēķinātājs) ir noderīgs un ērts grafiskais rīks, kas palīdz skolēniem izprast trijstūrus.
6. Ātra konvertēšana – Konvertācijas rīks palīdz skolēniem ātri pāriet no vienām mērvienībām uz citām, ieskaitot garuma (piemēram, no collām uz milimetriem), laukuma, spiediena, temperatūras, ātruma, laika un citas mērvienības. Mazāk patērēta laika, pārrēķinot mērvienības, dod vairāk laika pārbaudīšanai, matemātikas konceptu pētīšanai un eksperimentiem ar tiem.

Lai uzzinātu vairāk par *Microsoft Mathematics 4.0*, ir jāapmeklē [www.microsoft.com/mathematics](http://www.microsoft.com/mathematics) [15]. Tur var atrast noderīgus, informatīvus video materiālus, kas parāda, kā IKT rīkus var viegli integrēt mācību stundās. Tāpat ir iespējams aplūkot un lejupielādēt instrukcijas, kas soli pa solim izskaidros tādas noderīgas funkcijas kā grafisko kalkulatoru, trijstūru rēķinātāju un citas.

## 5.2. DABASZINĀTŅU UN MATEMĀTIKAS IZGLĪTĪBAS CENTRS

Kopš 2005. gada Smiltenes ģimnāzija promocijas darba autores vadībā uzsāka darbību ESF atbalstītajā projektā „Dabaszinātnes un matemātika”, attīstījās kopā ar projektu, dodot arī savu pienesumu.

Būtisku pieredzi Latvijas projekta komanda ir guvusi izstrādātajā Eiropas Savienības struktūrfondu nacionālās programmas "Mācību kvalitātes uzlabošana dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos vidējā izglītībā" projektā "Mācību satura izstrāde un skolotāju tālākizglītība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos" Latvijas vidusskolās no 2005. līdz 2008. gadam. Projekta ieguvumi ir modernizēts mācību saturs 10. - 12. klasēs bioloģijā, ķīmijā, matemātikā, fizikā un dabaszinībās un izdotie 15 atbalsta materiālu komplekti skolotājiem.

Savukārt 2011. gada 31. decembrī noslēdzās VISC īstenotais Eiropas Sociālā fonda projekts „Dabaszinātnes un matemātika”. Laika posmā no 2008. gada 15. decembra līdz 2011. gada 31. oktobrim projekta ietvaros tika pilnveidots pamatskolas mācību saturs dabaszinātnēs un matemātikā, izstrādāti un nogādāti skolām elektroniskie un drukātie mācību materiāli bioloģijā, fizikā, ķīmijā un matemātikā 7. – 9. klasei, veikta pedagogu profesionālā pilnveide, uzsāktas daudzveidīgas aktivitātes bērnu un jauniešu intereses veicināšanai par dabaszinātnēm un matemātiku un īstenotas citas aktivitātes pieejas maiņai dabaszinātņu un matemātikas izglītībā.

Projektā izstrādāto mācību sistēmu matemātikas apguvei raksturo:

- iespēja skolēnam apgūt personīgi nozīmīgu, ar reālo dzīvi saistītu mācību saturu; strādāt kā pētniekam, prognozējot, plānojot, novērojot, analizējot un secinot, strādājot ar informāciju, sadarbojoties;
- izpratnes un pamatprasmju apguve, izmantojot efektīvas mācību metodes un tehnoloģijas un nodrošinot atgriezenisko saikni par apgūto;
- uz konkrētu skolēnam sasniedzamo rezultātu plānots mācību process katrā mācību stundā, tematā, kursā;
- iespēja skolotājam no zināšanu devēja kļūt par skolēnu konsultantu;
- mācību satura apguves pēctecība un savstarpējā saskaņotība vienotā sistēmā fizikā, ķīmijā, bioloģijā un matemātikā, 7.- 12. klasei.

Ar 2011./2012. mācību gada sākumu vairāk nekā 750 mācību iestādēs ir pieejami projektā "Dabaszinātnes un matemātika" izstrādātie elektroniskie un drukātie mācību materiāli matemātikā 7. – 9. klasei. Materiālu komplekts izstrādāts 3 gadu laikā, projektam sadarbojies ar pašvaldībām, uzņēmējiem, skolām un augstskolām. Tas ietver 66 dažādas inovatīvas izstrādnes, lai atbalstītu skolotāju mācot un skolēnus mācoties: mācību priekšmetu programmas, mācību spēles, brošūras un rokasgrāmatas skolotājiem, mācību filmas, elektroniskos un drukātos materiālus, kuros iekļautas prezentācijas, animācijas, video, interaktīvās tāfeles materiāli, laboratorijas darbu piemēri, mūsdienīgu mācību stundu piemēri u.c. Līdz šim nebijusi ir iespēja izmantot skolotāju atbalsta materiālu elektronisko salikumu centra *Interneta* vietnē [www.dzm.lu.lv](http://www.dzm.lu.lv). Tajā vienotā sistēmā pieejami visi izveidotie skolotāju atbalsta materiāli.

Materiālu komplekts veidots tā, lai skolēns mācību vielu matemātikā apgūtu sev pievilcīgā veidā un prastu iegūtās zināšanas un prasmes izmantot dzīvē. Gan drukātajos, gan elektroniskajos materiālos iestrādāta mūsdienīga pieeja, lai skolēns apgūtu personīgi

nozīmīgu, ar reālo dzīvi saistītu mācību saturu, tādējādi attīstot dzīvei nepieciešamās prasmes.

Visi materiāli un tajos iestrādātās metodes pārbaudīti praksē 64 projekta izmēģinājuma skolās Latvijā. Kā rāda, projekta izmēģinājuma skolu pieredze, jaunā pieeja ir attaisnojusies – auguši gan skolēnu mācību sasniegumi matemātikā, gan arī viņu motivācija mācīties. 8. klases skolēnu aptaujā par pārmaiņām skolā, skolēni atzinuši, ka „tagad visu var daudz labāk saprast”, „stundas kļuvas daudz interesantākas”, „ir lielāka vēlme mācīties” [11].

Pieklūt materiāliem, kas paredzēti reģistrētajiem lietotājiem, iespējams, autorizējoties elektroniskajā skolvadības sistēmā E-klase vai mācību sociālajā tīklā *Mykoob*.

"Dabaszinātņu un matemātikas skolotājiem Latvijā pietrūkst pastāvīgās profesionālās pilnveides, jo pašlaik viņi likumdošanā noteiktajā kārtībā iziet atsevišķus kursus. Par maz tiek mācītas arī citas mūsdienās par nepieciešamām atzītas prasmes, piemēram, diferencēta pieeja dažāda dzimuma skolēniem atkarībā no viņu sasniegumiem šajos priekšmetos. Taču kā pozitīvs fakts minama sagaidāmā Latvijas dabaszinātņu un matemātikas centra atklāšana šā gada 14.decembrī, kas noteikti veicinās skolēnu interesi un motivāciju apgūt šos priekšmetus," stāstīja Valsts izglītības satura centra ESF projekta "Dabaszinātnes un matemātika" vadītāja Dace Namsone (Lietaviete, 2011).

Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centrs tapis uz Eiropas Sociālā fonda projekta „Dabaszinātnes un matemātika” bāzes 2011. gada 30. novembrī saskaņā ar Latvijas Universitātes rīkojumu Nr. 1/321 "Par centra izveidi Fizikas un matemātikas fakultātē". Tas izveidots ar mērķi veidot tiltu starp universitāti un skolu, strādājot ar talantīgajiem skolēniem, dabaszinātņu un matemātikas skolotājiem, kā arī atrodot jaunus talantus. Jaunizveidotā centra uzdevumi ir veicināt jauniešu interesi par dabaszinātnēm un matemātiku, sekmēt inovāciju ienākšanu vispārējā izglītības sistēmā, pēctecību un sadarbību starp vispārējo un augstāko izglītību, popularizēt zinātņi skolēnu un visas sabiedrības vidū, kā arī stiprināt pētniecisko darbību vispārējā izglītībā. Centra uzdevumi ir:

- Skolotāju profesionālā pilnveide un metodiskais atbalsts skolotājiem;
- Skolēnu ieinteresētība izvēlēties karjeru, kas saistīta ar dabaszinātnēm un matemātiku;
- Pētnieciskā darbība dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju izglītībā;
- Zinātnes popularizācija un komunikācija ar sabiedrību.

Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centra *Web* lapā ([www.dzm.lu.lv](http://www.dzm.lu.lv)) ir teikts: „Šodien ikvienam skolēnam būtu jābūt iespējai apgūt dabaszinātnes un matemātiku ieinteresēti, saistībā ar reālo dzīvi, ar mūsdienīgām mācību metodēm, izmantojot elektroniskos mācību līdzekļus un e-vides sniegtās iespējas. Tāpat arī ikvienam skolotājam jāklūst par atbalstu un konsultantu, lai skolēni ar interesi un laikmetam atbilstoši mācītos dabaszinātnes un matemātiku.”

2011. gada augustā Latvijas skolas un skolotāji pirmo reizi saņēma Ekselences balvas, kuras izveidotas sadarbojoties Valsts izglītības satura centra projektam „Dabaszinātnes un matemātika” un Latvijas uzņēmumu asociācijām un attiecīgās nozares uzņēmumiem. Ekselences balvas saņēma 3 skolas – Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, Smiltenes ģimnāzija un Vecumnieku vidusskola un 4 skolotāji: Vecumnieku vidusskolas fizikas skolotāja Aldona



Alenčika, Ogres Valsts ģimnāzijas ķīmijas skolotāja Ilze Pomere, Baumaņu Kārļa Viļķenes pamatskolas bioloģijas skolotāja Pārsla Treimane un Rīgas Zolitūdes ģimnāzijas matemātikas skolotāja Olga Šeremeta.

2012. gada 11. oktobrī semināri ievadīja 16 pasākumu ciklu visā Latvijā, kura ietvaros 22 Inovatīvās pieredzes skolas (A.Upīša Skrīveru vidusskola, Baumaņu Kārļa Viļķenes pamatskola, Brocēnu vidusskola, Cēsu 2. pamatskola, Daugavpils pilsētas centra ģimnāzija, Daugavpils 3. vidusskola, Druvas vidusskola, Jelgavas Valsts ģimnāzija, Kalsnavas pamatskola, Krustpils pamatskola, Liepājas Valsts 1. ģimnāzija, Lizuma vidusskola, Ogres Valsts ģimnāzija, Rīgas Valsts 3. ģimnāzija, Rīgas Zolitūdes ģimnāzija, Smiltenes ģimnāzija, Tukuma 2. pamatskola, Valmieras Valsts ģimnāzija, Vecumnieku vidusskola, Ventspils 1. ģimnāzija, Ventspils 2. pamatskola, Viļānu vidusskola) pulcējas vienkopus ar Latvijas Universitātes Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centra ekspertiem, lai profesionāli sadarbotos, savstarpēji apmainītos ar inovatīvu pieredzi mūsdienīgu stundu plānošanā un īstenošana, atbalsta materiālu un tehnoloģiju izmantošanā, skolēnu intereses veicināšanā par eksaktajām zinātnēm u.c. Iegūtās prasmes un zināšanas Inovatīvās pieredzes skolas izmantos tālāk, strādājot kopā ar citām sava novada skolām, radot pamatu ilgtspējīgas atbalsta sistēmas izveidei uzsākto reformu dabaszinātnēs un matemātikā ieviešanai katrā skolā, katrā klasē.

### **5.3. ETWINNING – EIROPAS SAVIENĪBAS PROGRAMMA MŪŽIZGLĪTĪBAS JOMĀ**

Kopš 2004. gada promocijas darba autore ir ES programmas *eTwinning* vēstniece un kursu vadītāja Latvijā.

*Web* portālā [www.etwinning.lv](http://www.etwinning.lv) ir norādīts, ka *eTwinning* ir Eiropas Komisijas Lifelong Learning programmas apakšprogramma, kas tika izveidota 2004. gadā ar mērķi organizēt sadarbību starp Eiropas izglītības iestādēm, kopīgi realizējot projektus mācību procesa ietvaros ar IKT palīdzību.

*eTwinning* mērķi:

- sadarbība starp Eiropas skolām, izmantojot projektu kā metodi mācību un audzināšanas procesā un veicinot skolotāju tālākizglītību IKT un valodu jomā;
- veicināt izglītības iestāžu sadarbību, izmantojot informācijas un komunikācijas tehnoloģijas.

*eTwinning* piedāvā unikālu iespēju skolām ne tikai piedalīties sadarbību projektos ar augsti attīstītu atbalsta sistēmu un veselu virkni tiešsaistes rīku, bet arī lai ļautu skolotājiem kopīgi strādāt bez jebkādiem ilgtermiņa darba ieguldījumiem, kurus parasti realizē citi Eiropas projekti. Dalība *eTwinning* piedāvā iespēju, kas ļauj skolas ikdienas rutīnā ieviest un attīstīt rotaļīgas, realitātē balstītas mācības, nepatērējot lielus resursus un ieguldījumus (Stahovska, 2008).

2008. gadā *eTwinning* sākotnējie principi, kas bija ietverti devīzē „Skolu partnerība Eiropā”, pārauga drosmīgākā un perspektīvākā ar jaunu devīzi „Eiropas skolu kopiena”. Vārdam „kopiena” ir vairākas nozīmes. Ar to var būt domāta cilvēku grupa, kas dzīvo un sadarbojas kopīgā vidē, vai grupa, kas sadarbojas un dalās kopējās vērtībās un resursos, neņemot vērā cilvēku fizisko atrašanās vietu. 2009. gadā *eTwinning* uzsāka veidot dažādas grupas, kurās skolotāji var dalīties pieredzē un sadarboties dažādās aktivitātēs. Kā pirmās

tika izveidotas trīs grupas: 1) matemātika, dabaszinības un tehnoloģijas, 2) skolu direktori, 3) radoši skolotāji.

2009. gadā *eTwinning* sāka organizēt arī Tiešsaistes mācību notikumus, kas norit portāla Mācību laboratorijā. Indikatori [I2] ir parādījuši, ka apmeklētāju skaits mēnesī ir 600000. 2012. gada augustā Turcija bija pirmajā vietā ar 15636 reģistrētām skolām un 27913 reģistrētiem lietotājiem, savukārt Latvija no 33 valstīm atradās 24. vietā ar 667 reģistrētām skolām un 1626 reģistrētiem lietotājiem.

Darbību *eTwinning* ietvaros atbalsta speciāli izveidoti dienesti. Centrālais Atbalsta dienests (CAD) Eiropas mērogā un Valsts Atbalsta dienests (VAD) Latvijas mērogā, kas piedāvā apmācību, palīdzību, atbalstu un padomu skolotājiem. VAD arī organizē konferences, konkursus, seminārus, kursus, publicē informatīvos biļetenus un veicinošus materiālus, kā arī uztur *Web* lapu [www.etwinning.lv](http://www.etwinning.lv). No 2011. gada janvāra programmu Latvijā vada v/a „Jaunatnes starptautisko programmu aģentūra”.

Projekta pamatdarbības joma ir portāls [www.etwinning.net](http://www.etwinning.net), kas nodrošina iespēju 32 valstu (skolas no Eiropas Savienības, Norvēģijas, Īslandes, Horvātijas, Turcijas un Šveices) skolotājiem un skolēniem darboties drošā *Interneta* vidē – veidot virtuālos sadarbības projektus, izvietot savus metodiskos materiālus, piedalīties interešu grupās, apgūt tālmācības kursus par IKT izmantošanu skolā dažādos mācību priekšmetos, kā arī atrast sadarbības partnerus citiem projektiem (Comenius, Nordplus u.tml.)

Portāls [www.etwinning.net](http://www.etwinning.net) ir labi attīstīta sadarbības un komunikāciju platforma, kura piedāvā dažādus palīgriekus skolotājiem, lai sekmīgi veiktu projektus. Skolotājiem ir iespēja izmantot Eiropas kolēģu pieredzi ne tikai projektu vadīšanā, bet arī izmantot viņu sagatavotos mācību materiālus savā ikdienas darbā. Portālā ir izveidota vietne, kurā tiek saglabāti individuāli un projektos sagatavotie mācību materiāli. *eTwinning* darba virsmā katram *eTwinning* dalībniekam ir sadaļa ar nosaukumu Resursi, kur viņš var meklēt, augšupielādēt un kontrolēt paša vai citu kopienas skolotāju izstrādātos resursus.

Eiropas Savienība ieguldījusi lielus līdzekļus *eTwinning* projekta veidošanā, uzturēšanā, vadīšanā un popularizēšanā. Bet Latvijā šo Eiropas Savienības piedāvāto iespēju sadarboties ar citām valstīm izmanto ļoti maz. Lai iesaistītos *eTwinning* viss, kas skolām patiešām ir nepieciešams, ir nedaudz radošuma un vēlmes strādāt kopā (Balode, 2011).

Ar *eTwinning* vārdu var droši identificēt vienu no mācību īstenošanas modernajām metodēm – paaugstinot apmācāmo aktivitāti un atbildību par viņu pašu mācīšanos, ko saistīt ar reālu problēmu apzināšanu un risināšanu, kā arī pašizpaušmi. Skolotājs šādā gadījumā darbojas kā starpnieks, virzītājs un palīgs, piedāvājot resursus, zināšanas un pieredzē gūtās gudrības. Šīs metodes pielietošanas rezultātā skolēns vairs ne tik ļoti cenšas izpildīt skolotāja prasības, zinot, ka kļūdas tiks izlabotas, cik pats mēģina rast veidus, kā sasniegt izvirzīto mērķi. To sauc par aktīvu un atbildīgu mācīšanos. Skolēns sadarbojas ar skolotāju, un pats pilnā mērā ir atbildīgs par savu izglītību (Stahovska, 2008).

Lai arī *eTwinning* ietvaros projekta īstenošanas laikā nav nepieciešams satīties klātienē, jo to aizstāj tikšanās virtuālajā telpā, *eTwinning* tomēr saprot, ka personīgs cilvēcis kontakts nozīmē daudz. Tieši tāpēc *eTwinning* partneru meklēšanas platforma bieži kalpo kā starta laukums tālāku projektu, piemēram, Comenius, izstrādei, kuru ietvaros skolām tiek

piešķirti līdzekļi vizīšu organizēšanai pie partneriem. Skolotājiem savukārt tiek organizēti Profesionālās attīstības semināri Eiropas līmenī (Stahovska, 2008).

Veiksmīgāko matemātikas projektu piemēri:

- „Apļi labības laukos” – vairāku Eiropas valstu skolu sadarbības projekts ar mērķi: 1) iepazīstināt skolēnus ar zinātnieku atklājumiem un informāciju par apļiem labības laukos; 2) izmantojot brīvpieejas matemātikas programmu *GeoGebra*, uzzīmēt labības laukos fiksētos matemātiskos rakstus, kā arī atklāt matemātiskas īpašības un likumsakarības tajos.
- „Sniega Saule” – matemātiska sadarbības spēle starp Somijas (sniegs) un Grieķijas (saule) 16 līdz 18 gadu veciem skolēniem, lai ar matemātisku sakarību, lielumu un figūru palīdzību pastāstītu par savas valsts tradīcijām, kultūrām un sadzīvi.
- „Arhitektūra manā pilsētā” – matemātikas sadarbības projekts, kurā piedalās Horvātijas, Lielbritānijas un Francijas 14-gadīgi skolēni, lai iepazītos ar savas pilsētas un valsts arhitektūrā izmantotajiem ģeometrijas elementiem, kā arī prezentētu tos citiem.

#### 5.4. DIGITĀLIE MĀCĪBU LĪDZEKĻI

Iespēja jebkurā vietā un laikā piekļūt digitālajai apmācībai veicina laikmetam raksturīgo pāreju no industriālās ekonomikas uz zināšanu ekonomiku.

Šobrīd Izglītības un zinātnes ministrija (IZM) meklē risinājumus, kā labāk nodrošināt skolas ar mācību līdzekļiem, un viens no variantiem ir piedāvāt kvalitatīvus digitālos mācību līdzekļus.

Digitālie mācību līdzekļi ir kasetēs, diskos un kompaktdiskos tiražēti skaņu ieraksti, videoieraksti vai datorieraksti (elektroniskie izdevumi) un *Internetā* pieejamas tiešsaistes publikācijas (*Interneta* resursi) (Švarca, 2012).

Lai sniegtu atbalstu pedagogiem digitālo mācību līdzekļu pieejamībā un izmantošanā, Valsts Izglītības Satura Centrs ir apkopojis informāciju par centra un citu institūciju izstrādātajiem digitālajiem mācību un metodiskajiem līdzekļiem, kuri izmantojami pirmsskolas izglītības, pamatzglītības vai vispārējās vidējās izglītības programmu apguvei.

Matemātikai paredzētie digitālie mācību līdzekļi:

- *Matemātika, 8. klase* [elektroniskais resurss]: skolēniem: interaktīvs kurss skolēniem pašmācībai / [VISC]. [Rīga]: VISC, 2011. 1 CD-ROM. Dabaszinātnes un matemātika. ISBN 9789984573311
- *Matemātika, 8. klase* [elektroniskais resurss]: vizuālie materiāli / [VISC]. [Rīga]: VISC, 2011. 1 CD-ROM. Dabaszinātnes un matemātika. ISBN 9789984573359
- *Matemātika, 9. klase* [elektroniskais resurss]: skolēniem: interaktīvs kurss skolēniem pašmācībai / [VISC]. [Rīga]: VISC, 2011. 1 CD-ROM. Dabaszinātnes un matemātika. ISBN 9789984573311
- *Matemātika, 9. klase* [elektroniskais resurss]: vizuālie materiāli / [VISC]. [Rīga]: VISC, 2011. 1 CD-ROM. Dabaszinātnes un matemātika. ISBN 9789984573359
- *Mācīties fiziku, ķīmiju, bioloģiju un matemātiku ir aizraujoši!* Konkursi, eksperimenti, „cietie rieksti” [interaktīvie diski pašmācībai]. Rīga: ISEC, DZM, 2008
- *Matemātika, 10. klase* [elektroniskais resurss]: interaktīvs kurss skolēniem pašmācībai. Rīga: ISEC, DZM, 2008. 1 CD-ROM ietverē; 11,5

- *Matemātika, 10. klase*: skolotāja atbalsta materiāli / [materiālus izstrādāja A.Ančupāns ... [u.c.] ; redaktore I.Kreicberga]. Rīga: ISEC, DZM, 2008. 9 sēj. ietverē: il.; 24 x 36 cm + 1 CD-ROM. ISBN 9789984573243; ISBN 9789984573205
- *Matemātika, 11. klase* [elektroniskais resurss]: interaktīvs kurss skolēniem pašmācībai. Rīga: ISEC, DZM, 2008. 1 CD-ROM ietverē; 11,5 cm
- *Matemātika, 11. klase*: [skolotāja atbalsta materiāli / materiālus izstrādāja Aivars Ančupāns ... [u.c.] ; redaktore Ingrīda Kreicberga]. Rīga: ISEC: DZM, 2008. 7 sēj.: il.; 24 x 35 cm. ISBN 9789984573205
- *Matemātika, 12. klase* [elektroniskais resurss]: interaktīvs kurss skolēniem pašmācībai. [Rīga]: ISEC: DZM, c2008. 1 CD-ROM ietverē; 11,5 cm
- *Matemātika, 12. klase*: skolotāja atbalsta materiāli / [materiālus izstrādāja A.Ančupāns... [u.c.]; redaktore I.Kreicberga]. Rīga: ISEC, 2008. 7 sēj. ietverē: il.; 24 x 36 cm. ISBN 9789984573205
- *Matemātika, 10.-12. klase*. Mācību filmas [datorieraksts]. Rīga: ISEC, DZM, 2008, 1 CD-ROM
- *Mācību filmas dabaszinātnēs un matemātikā* [elektroniskais resurss]. Rīga: VISC, 2011. 3 DVD. ISBN 9789984573373; ISBN 9789984573366; ISBN 9789984573380

Matemātikas mācīšanai paredzēti digitāli mācību līdzekļi latviešu valodā ir pieejami arī (*Web* lapu pārbaude veikta 2012. gada oktobrī):

- Bauskas Valsts ģimnāzijas *Web* lapā <http://b1v.lv/index.php/macibu-materiali/matematika/>
- Izdevniecības „Lielvārds” Digitālajā bibliotēkā <http://ldb.lv/>
- Izdevniecības „Zvaigzne ABC” *Web* lapas iZvaigznes sadaļā <http://www.zvaigzne.lv/lv/izvaigzne/aktualitates/>
- Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centra *Web* lapā <http://www.dzm.lu.lv>
- A.Liepas Neklāties matemātikas skolas *Web* lapā <http://nms.lu.lv/macmat/index.shtml>
- Projekta „E-grāmatu izdevniecība” *Web* lapā <http://gramataselektroniski.wordpress.com/category/zin-matematika/>
- „Lielvārds IT”, kurš ir oficiālais Interaktīvo tehnoloģiju ražotāja “Promethean” pārstāvis Latvijā, *Web* lapā <http://www.activboard.lv/lv/digitalie-resursi/matematika>
- *Web* lapā [www.uzdevumi.lv](http://www.uzdevumi.lv)
- *Web* lapā [www.teicamnieks.lv](http://www.teicamnieks.lv)

Valsts izglītības satura centra vadītājs G. Vasiļevskis izsaka pieņēmumu, ka mācību grāmata paliks kā viens no vadošajiem izziņas veidiem, taču ļoti liela uzmanība būs veltīta digitālajiem materiāliem, arī mācību literatūras digitālās bibliotēkas veidošanai. Mācību grāmatas papīra formātā varētu atrasties skolās, bet mājās, pieslēdzoties pie skolas servera, skolēni varētu atvērt šo grāmatu digitālās versijas. Tomēr pilnībā grāmatu aizstāt nevar, jo ir bērni, kam grāmata būs vienīgais izziņas avots (Lielbārde, 2012).

LR Izglītības un zinātnes ministrs R. Kīlis uzsver: mācību grāmata ir tikai viens no mācību procesa elementiem. Digitālais mācību līdzeklis nozīmē daudzveidīgas un plašas iespējas. Materiāli ir integrēti, tas nav tikai teksts, bet arī vizuālā informācija, pārbaudes darbi, padziļinātās versijas tēmas pētījumiem. Digitālos materiālus var veiksmīgi izmantot bērniem ar īpašām vajadzībām dažādu iemaņu attīstībai. Tātad kopumā digitālie materiāli palielina pedagoģiskās iespējas (Lielbārde, 2012).

Tendence šobrīd ir tāda, ka, lai arī drukāto grāmatu apjoms turpina pieaugt, digitālo grāmatu tirgus ar lieliem soļiem skrien tam garām. To apliecina 2012. gada augustā

publiskotā informācija no pasaulē lielākā grāmatu pārdevēja *Amazon.com* par to, ka uz katrām 100 drukātajām grāmatām tiek pārdotas 104 digitālās grāmatas (Malik, 2012).

Lai apgūtu digitālo materiālu izveidi, Latvijā pašlaik tiek piedāvātas vairākas profesionālās pilnveides programmas matemātikas skolotājiem, piemēram, izdevniecības “Lielvārds” Tālākizglītības centrs, Dabaszinātņu un matemātikas Izglītības centrs, portāls [www.uzdevumi.lv](http://www.uzdevumi.lv), izdevniecība „Zvaigzne ABC”, vairāku Latvijas skolu informātikas skolotāji, piemēram, Inga Savicka (Smiltenes ģimnāzija), Frīdis Sarcevičs (Auces vidusskola) u.c.

## 5.5. LATSTE – ATBALSTA SISTĒMA MATEMĀTIKAS SKOLOTĀJIEM

LatSTE (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija) ir viens no nozīmīgākajiem notikumiem Latvijas skolu dzīvē un valsts IK pasākumu klāstā, kura mērķi ir:

- sekmēt zināšanu sabiedrības attīstību, daloties pieredzē par IKT izmantošanas iespējām mācību procesā;
- iedrošināt skolotājus novitātēm;
- ienest radošumu, sadarbību un inovācijas mācību priekšmetā, izmantojot IKT rīkus;
- izprast būtību, ka rītdienas skola nevar mācīt skolēnus ar vakardienas paņēmieniem.

LatSTEi nav teorētiskās bāzes un zinātniska pamatojuma, jo to radīja trīs Latvijas skolu (Auces vidusskola, Ogres Valsts ģimnāzija, Smiltenes ģimnāzija) skolotāji. Vēsturiski tas sākās 1997.gadā pasākuma „Baltic IT” laikā, kad kopā satikās 3 Latvijas skolotāji un matemātikas profesors Ivars Kalme no ASV, un 1998.gada jūnijā notika pirmais LatSTE pasākums Ogres Valsts ģimnāzijā trīs dienu garumā. Par būtiskākajiem pagriezieniem jeb akcentiem LatSTE vēsturē var uzskatīt:

- 2000.gadu, kad pasākumā sāk piedalīties cilvēki ar īpašām vajadzībām, uzstājoties ar referātiem un prezentācijām;
- 2002.gadu, kad ar LU Neklātienes Matemātikas Skolas finansiālu atbalstu tiek sagatavota un izdota starptautiski atzīta referātu grāmata (pirmajā grāmatā bija 26 referāti un 133 lappuses);
- 2005.gadu, kad pasākumā piedalījās 10 valstu pārstāvji un ar *Microsoft Latvia* atbalstu notika sinhronā tulkošana.

Pasākuma organizētāji katru gadu mainās, lai dotu iespēju Latvijas skolām palepoties ar saviem IKT veiksmes stāstiem un radošajiem skolotājiem: Ogres Valsts ģimnāzija (1998., 2001., 2004., 2008.), Smiltenes ģimnāzija (1999., 2002., 2005., 2009.), Auces vidusskola (2000., 2003., 2006., 2010.), Ventspils Digitālais Centrs (2007., 2011.), Pļaviņu novada ģimnāzija (2012.).

Gadiem ritot, pasākumam ir izveidojušies atsaucīgi atbalstītāji. Tie vairs nav jāaicina, jo tie paši piesakās, nāk ar iniciatīvu un novitātēm izglītībai:

- Valsts un pašvaldību iestādes: LR IZM, Auces novada dome, Ogres novada dome, Smiltenes novada dome, Ventspils novada dome;
- Augstskolas: Latvijas Universitāte, Rīgas Tehniskā Universitāte, Liepājas Universitāte, Latvijas Lauksaimniecības Universitāte;
- Projekti: *eTwinning* ([www.etwinning.net](http://www.etwinning.net)), LIIS (Latvijas Izglītības Informatizācijas Sistēma), ESF projekts „Dabaszinātnes un matemātika”;
- FIRMAS: Lattelecom, *Microsoft Latvia*, Lielvārds, Tilde, Datorzinību Centrs, DEAC;

- Skolas un privātpersonas.

Pētot pasākuma LatSTE reģistrācijas lapas un izvērtējuma anketas, var secināt, ka piecpadsmit gadu laikā pasākumā ir piedalījušās 70% no Latvijas skolām (skolotāji, skolēni, skolvadība un atbalsta personāls), 50% no Latvijas Augstskolām, 3 ministriju pārstāvji, Saeimas deputāti, 4 grāmatu izdevniecības, divdesmit trīs ārvalstu pārstāvji. Katru gadu:

- Dalībnieku skaits ir no 300 līdz 1200 atkarībā no telpu iespējām;
- Tiek nolasīti vairāk kā 10 valstiskas nozīmes aktuāli referāti;
- Paralēli darbojas ne mazāk kā 10 radošās darbnīcas jeb kursi skolotājiem;
- Matemātikas skolotāji sastāda 30% no dalībnieku skaita;
- Matemātikas skolotāji ir visatsaucīgākie, jo viņiem ir gan radošās darbnīcas, gan inovāciju stendi, gan referāti, gan publikācijas.

Pētījumā ir izveidots un tabulās apkopots kopsavilkums par publikācijām LatSTE pasākumos. Tabulās ir norādīts: autors, nosaukums, ietekme uz matemātikas mācību procesu (pastarpināta (apzīmēts ar P) vai tieša (apzīmēts ar T)), kā arī dota īsa anotācija.

2002. gada 24. - 26. oktobrī Smiltenes ģimnāzijā notika 69 prezentācijas, 26 publikācijas 133 lappusēs, 5 publikācijas matemātikai (skatīt 5.2. tabulu):

**5.2. tabula. Publikācijas matemātikai 2002. gada LatSTE referātu krājumā**

M.Pilv	Miksike Learning Environment	P	Miksike ir virtuāla mācību vide, kur skolēni var mācīties darot. Mental Math ir programma, kas palīdz skolēniem iemācīties rēķināt galvā.
I.Znotiņa, Dz.Tomsons	Animācijas izmantošanas iespējas dažādos mācību priekšmetos	P	Macromedia Flash ir integrēta darba vide, kas domāta <i>Interneta</i> mājas lapu interaktīvās animācijas veidošanai – arī matemātikas stundām.
I.Sarceviča, F.Sarcevičs	Testu un uzdevumu veidošanas rīki	P	Lietotņu kompleksam Hot Potatoes ir visai plašas pielietojuma iespējas testu, dažāda sarežģītības līmeņa uzdevumu un vingrinājumu sagatavošanai stundām.
J.Valdovskis, G.Šēršņevs	www.zit.lv – zināšanas, informācija, tehnoloģijas	P	Web resurspunkts tiek veidots ar domu radīt publisku informācijas un mācību materiālu krātuvi par aktuālāko IKT un izglītības jomā.
A.Grīnfelds	IKT inovatīvas lietošanas iespējas skolās	P	Starptautiska pētījuma dalībvalstīs uzsver, ka IKT inovatīvas lietošanas rezultātā pieaug skolēnu motivācija mācīties, kā arī uzlabojas skolēnu sasniegumi mācību priekšmetos.

2004. gada 27. - 29. oktobrī Ogres Internet centrā notika 90 prezentācijas, 33 publikācijas 195 lappusēs, 7 publikācijas matemātikai (skatīt 5.3. tabulu):

**5.3. tabula. Publikācijas matemātikai 2004. gada LatSTE referātu krājumā**

E.Spalāns	Skolotāju virtuālā sabiedrība jeb portāls skolotājiem Skolotajs.lv	P	Tiek veidota Web platforma labākās prakses piemēru un pieredzes apmaiņai, kur liela atsauksme no matemātikas skolotājiem.
A.Andžāns	Mācību līdzekļu izstrāde LIIS	P	Aplūkota izglītības satura informatizācijas stratēģija un galvenie rezultāti LIIS projekta ietvaros 1997.-2004. Gadā.
E.Abel, H.Jukk, K.Kokk, T.Lepmann	The integration of information technology into the training of mathematics teachers	T	Topošo matemātikas skolotāju apmācība Tartu Universitātē, kur elementārās matemātikas kursa ietvaros tiek mācītas datorprogrammas StudyWorks, Mapple un GeomeTricks.
L.Narkevicius	The demand of using latest Technologies in solving geometry problems	T	Aplūkotas vairākas ģeometrijas problēmas no vidusskolas matemātikas kursa, kur risinājumu būtiski var atvieglot precīzu zīmējumu veidošana un šeit lielisks palīgs var būt datorgrafika.
D.Bonka	IKT ietekme uz matemātikas padziļinātas izglītības sistēmu Latvijā	T	Attīstoties IKT, ir mainījušās LU A.Liepas neklātienas matemātikas skolas (NMS) darba formas: mājas lapa, sarakste ar skolēniem elektroniskā formā, elektroniska sasniegumu datu bāze, elektroniski mācību materiāli, almanahs „Matemātika”, mainījies olimpiāžu uzdevumu tematika.

I.France, L.Ramāna	Par dažiem dinamiskās ģeometrijas sistēmu lietojumiem	T	Parādītas divu datorprogrammu <i>Cabri</i> un <i>Sketchpad</i> lietojuma iespējas pamatskolas ģeometrijas kursā.
I.Veilande	Interneta resursi vidējās vērtības metodes apgūšanai	T	Norādīti <i>Internet</i> resursi vidējās vērtības metodes apgūšanai, kā arī doti vērtīgi padomi matemātikas skolotājiem, veidojot mācību materiālu krājumus.

2005. gada 27., 28. oktobrī Smiltenes ģimnāzijā notika 85 prezentācijas, 25 publikācijas 92 lappusēs, 8 publikācijas matemātikai (skatīt 5.4. tabulu):

**5.4. tabula. Publikācijas matemātikai 2005. gada LatSTE referātu krājumā**

A.Andžāns, L.Ramāna	Datoru izmantošana ģeometrijas mācīšanās studentiem - nākamajiem skolotājiem	T	Darbā izklāstīts 12 tēmu saturs no ģeometrijas kursiem, kurus Latvijas Universitātē lasa matemātikas didaktikas specializācijas studentiem un kuru mācīšanās IKT izmantošana sniedz būtisku efektu.
I.Bērziņa	IKT izmantošanas iespējas neklātienē mācību procesā	T	Sākotnēji sarakste ar skolēniem notika tikai tradicionāli pa parasto pastu ar vēstulēm, bet nu jau piekto gadu ir iespēja izmantot arī elektronisko pastu sarakstei ar Neklātienē Matemātikas skolu.
R.Birziņa	IKT lietošana: dabaszinātņu skolotāju iespējas un problēmas	P	Pētījums (2002.-2005.gads) atspoguļo atziņas par Latvijas vispārīgizglītojošo skolu dabaszinātņu skolotāju iespējām un problēmām IKT izmantošanā.
G.Lāce	Daži IKT lietošanas aspekti matemātikas mācību procesā vispārīgizglītojošās skolās. Realitāte un vīzija	T	Aprakstīta pieredze, problēmas un ieteikumi, kā mācīt matemātiku skolā ar IKT palīdzību.
J.Miķelsons, A.Andžāns, Ē.Ikaunieks	IKT aspekti Latvijas izglītības sistēmā	P	LIIS (Latvijas Izglītības Informatizācijas Sistēma) projekta ietvaros ir izveidota tehniskā, programmatūras un organizatoriskā infrastruktūra, kura kalpo par bāzi nozīmīgu e-pakalpojumu sniegšanai skolās.
E.Spalāns	Skolotāju virtuālā sabiedrība jeb portāls skolotājiem	P	Aprakstītas portāla skolotajs.lv iespējas, kur skolotāji iesūta un lejuplādē mācību materiālus un ieteikumus.
I.Veilande	Ģeometrijas nodarbību modelēšana ar datora palīdzību	T	Apskatītas priekšrocības datora lietošanai ģeometrijas stundās, noteiktas problēmas un to iespējamie risinājumi, kā arī doti konkrēti piemēri vidējās vērtības metodes uzdevumu atrisināšanai ar programmu <i>Compass</i> un <i>Ruler</i> palīdzību.
D.Žaīne, I.Znotiņa	Dinamiskās ģeometrijas programmas GEONExT un mērījumu saskarnes aparatūras Coach5 izmantojamība mācību procesā	T	Atklāts, ka Liepājas Pedagoģijas Akadēmijas topošie matemātikas skolotāji tiek iepazīstināti ar dinamiskās programmas GEONExT un mērījumu saskarnes programma Coach5 iespējām.

2006. gada 26., 27. oktobrī Auces vidusskolā notika 58 prezentācijas, 18 publikācijas 99 lappusēs, 6 publikācijas matemātikai (skatīt 5.5. tabulu):

**5.5. tabula. Publikācijas matemātikai 2006. gada LatSTE referātu krājumā**

I.Bērziņa, A.Andžāns	The Evolution of algorithmic Problems in Competitions	T	Apskatīti iemesli, kāpēc matemātikas olimpiādēs un konkursos arvien vairāk tiek iekļautas jauna veida algoritmiskās problēmas. Ir sniegti dažī raksturīgākie piemēri.
V.Blaua, A.Cunskā, I.Savicka	IKT projekti izglītības kvalitātei	P	Tiek apskatīti Smiltenes ģimnāzijas vadītie un ES fondu atbalstīti projekti: eXcitement – izaicinājums matemātikai un dabaszinībām, Multimediju mācību objektu izstrādes prasmes un atbalsta sistēma skolotājiem, Atbalsts Vidzemes un Latgales reģionu skolotāju mūsdienīgu akadēmisko kompetenču papildināšanai.
D.Bonka	Matemātikas skolotāji un modernās tehnoloģijas	T	Ir aprakstītas un salīdzinātas divas matemātikas skolotāju aptaujas (2004.gada oktobrī un 2006.gada septembrī) par datoru pieejamību skolā un IKT izmantošanu savā ikdienas darbā.
N.Krievāne	IKT izmantošana matemātikas stundās	T	Izveidotas divas prezentācijas PowerPoint programmas vidē un divi praktiskie darbi Excel programmas vidē, apgūstot tēmas par leņķiem, leņķu veidiem un leņķu mērīšanu 5.klasei.
Dz.Rove	IKT izmantošana matemātikas mācīšanās procesā	T	Aprakstītas un izvērtētas Latvijā un pasaulē pieejamās programmas un Web lapas matemātikas mācīšanai (piemēram, Galvas rēķini, Bymath, Demoums, Math Homework Maker u.c.)

R.Birziņa	Skolotāja kā datorlietotāja attīstība informācijas sabiedrībā	P	Pētījums atklāj Latvijas vispārīglītojošo skolu dabaszinātņu skolotāja kā datorlietotāju attīstību.
-----------	---	---	---

2007. gada 25., 26. oktobrī Ventspils Digitālajā centrā notika 63 prezentācijas, 25 publikācijas 96 lappusēs, 6 publikācijas matemātikai (skatīt 5.6. tabulu):

**5.6. tabula. Publikācijas matemātikai 2007. gada LatSTE referātu krājumā**

L.Ābola	21.gadsimta izglītība – tehnoloģiju izmantošana potenciāla realizēšanai	P	Korporācija Microsoft visā pasaulē cieši sadarbojas ar pedagogiem un izglītības iestādēm – daudz laika, cilvēkresursu, naudas un citu resursu investējot izpētei un attīstībai.
A.Andžāns, S.Zabarovska	E-support to Advanced Mathematical Education	T	A.Liepas Neklātienes Matemātikas Skolas darbinieki ir izveidojuši Web lapu <a href="http://nms.lu.lv">http://nms.lu.lv</a> Latvijas skolu atbalstam matemātikā.
A.Cunskā	Multimediju mācību objektu izstrādes prasmes un atbalsta sistēma skolotājiem	P	Projektā iesaistītie skolotāji ieguva jaunas zināšanas un iemaņas IKT jomā, apgūstot multimediju mācību objektu izstrādi. Projekta ietvaros tika izstrādāti 50 multimediju mācību objekti jeb Mācolas.
A.Gribusts	Interaktīvā klase, lai mācītu un mācītos ar prieku	P	PROMETHEAN interaktīvās klases spēj piesaistīt un noturēt mūsdienu skolēnu uzmanību gan ar prasmīgi veidotiem skolotāja instrumentiem un resursiem ātrai interaktīvu plakātu sagatavošanai, gan skolēnu dinamisku līdzdarbošanos mācību procesā.
J.Mucenieks	Videospēļu tehnoloģijas un to iespējas izglītības procesa veicināšanai Latvijā	P	Tehnoloģiju un ar to saistīto iespēju attīstība un pieejamība nav gājusi garām arī video spēlēm. Internetā ir izveidots bezmaksas rīks Metaplace.com, ar kura palīdzību iesācējs var radīt virtuālu telpu, iestrādāt tajā noteikumus un izmantot izklaides un mācību vajadzībām.
F.Sarcevičs	Strādāt tiešsaistē – tas ir moderni, ērti un vienkārši	P	Pēdējos divos gados strauji attīstās tiešsaistes programmatūra, pieaug tās iespējas un darbības ātrums.

2008. gada 30., 31. oktobrī Ogres ģimnāzijā notika 56 prezentācijas, 26 publikācijas 109 lappusēs, 5 publikācijas matemātikai (skatīt 5.7. tabulu):

**5.7. tabula. Publikācijas matemātikai 2008. gada LatSTE referātu krājumā**

I.France, A.Andžāns	How did the prodigal son save his kin	T	Projekta LAIMA (LATvian – Icelandic MAThematical) ietvaros tika izstrādāta pieeja, kura balstīta uz pētījumu par dažādu valstu matemātikas sacensību problēmām
A.Andžāns, L.Ramāna	Influence of theoretical computer science on math competitions	T	Kopš algoritmiskie uzdevumi tiek iekļauti matemātikas olimpiādēs visām klašu grupām no 5. līdz 12.klasēm, interese par matemātikas sacensībām ir augusi.
I.Veilande	Interneta resursi par vidējās vērtības metodes lietojumiem un to vizuālām interpretācijām skaitļu teorijā	T	Tiek aplūkoti tādi skaitļu teorijas rezultāti, kuri lielākā vai mazākā mērā saistīti ar vidējās vērtības metodi. Labas idejas par skaitļu teoriju piedāvā virkne dažādu <i>Interneta</i> resursu.
A.Cunskā, V.Mālkalne	Tehnoloģijas un sadarbība – kvalitatīvs atbalsts matemātikas mācīšanā	T	Piedaloties Eiropas Savienības akciju projektos, ir izveidota virtuāla vide <a href="http://www.miksike.lv">www.miksike.lv</a> , kurā skolotāji un skolēni var veidot uzdevumus pieejamajās 5 veidu sagatavēs. Virtuālajā vidē atrodas arī treniņu un sacensību vieta „Rēķini galvā!”, kur skolēni var attīstīt matemātisko darbību risināšanas prasmes.
Dz.Rove	Skolēnu telpiskās iztēles pilnveidošana ar IKT	T	Aprakstītas datorprogrammas <i>Elica</i> iespējas, kas paredzēta telpiskās iztēles veidošanai.

2009. gada 29., 30. oktobrī Smiltenes ģimnāzijā notika 90 prezentācijas, 23 publikācijas 112 lappusēs, 7 publikācijas matemātikai (skatīt 5.8. tabulu):

**5.8. tabula. Publikācijas matemātikai 2009. gada LatSTE referātu krājumā**

L.Dzene	Windows Live pakalpojumi tiešsaistē	P	Windows Live ir programmu kopums, kas veidots un pielāgots mūsdienu lietotāja prasībām darba un ikdienas lietošanai
A.Cunskā	Sadarbības projekti matemātikas mācību procesa pilnveidei	T	Sadarbības projekti palīdz matemātiku apgūt un saprast netradicionālā ceļā – iemācīties spēlējoties un izprotot dzīves likumsakarības. Piemēram, viens no programmas eTwinning matemātikas sadarbības



			projektiem ir „Maths and creative imagination”.
F.Sarcevičs	Tiešsaistes servisu iespējas mācību procesa modernizēšanā	P	Google Dokumenti ir tiešsaistes biroja programmu komplekts ar tiešsaistes dokumentu glabātuvī.
M.Zinbergs	NeRIS – building database that works	T	Ik gadu Neklātienes Matemātikas Skola organizē dažādas sacensības skolēniem. Ir izstrādāts datubāzes risinājums, kas ļauj saglabāt sacensību dalībniekus un viņu rezultātus.
A.Cunskā	Runājošie e-pasti jeb Voki sākumskolas matemātikai	T	Runājošos e-pastus var veiksmīgi izmantot matemātikas mācību procesā, īpaši sākumskolas klasēs. Piemēram, skolotājs var sagatavot uzdevuma tekstu vai problēmas izklāstu VOKI (grafiska ikona, kas attēlo reālu personu kibertelpā) izskatā.
A.Cunskā	Programma Lectora multimediju matemātikas objektu izveidei	T	Ar Lectora programmas palīdzību ir izveidots multimediju mācību objekts „Hiperboliskas plaknes un to īpašības”
B.Pjalkovska	IKT izmantojums skolēnu patstāvīgam darbam matemātikas stundās	T	Ir sagatavots matemātikas materiālu komplekts, dodot iespēju skolēnu patstāvīgai darbībai. Materiālu izveidei izmantota programma CeoNext un interaktīvās tāfeles SMART Board programmnodrošinājums Notebook.

2010. gada 28.,29. oktobrī Auces vidusskolā notika 73 prezentācijas, 20 publikācijas 105 lappusēs, 5 publikācijas matemātikai (skatīt 5.9. tabulu):

**5.9. tabula. Publikācijas matemātikai 2010. gada LatSTE referātu krājumā**

A.Cunskā	IKT mūsdienīgai un aktuālai izglītībai	P	Parādīti IKT lietojuma veidi izglītībā un uzsvērts, ka IKT palīdz veidot uz skolēnu centrētu apmācību: aktīvu, vērstu uz sadarbību, radošu, integrētu un vērtējošu.
I.Lipska	IKT iespēju izmantošana skolu mācību procesā mūžizglītības un Eiropas Savienības kontekstā	P	Viens no ērtākajiem mūsdienu tehnoloģiju izmantošanas veidiem skolu mācību procesā ir Eiropas skolu kopienas portāls eTwinning, kur iesaistītajiem skolotājiem ir pieejami izglītojošie resursi.
I.Dudareva, A.Bruņeiece, A.Brangule, I.Muceniece, A.Nikolajenko	Kā ESF projekta „Dabaszinātnes un matemātika” elektroniskie resursi skolotāju un skolēnu atbalstam var mainīt mācību procesu Latvijas skolās	T	Projekta „Dabaszinātnes un matemātika” ietvaros notiek plašs darbs pie digitālo mācību materiālu izstrādāšanas un nodrošināšanas visām Latvijas skolām dabaszinātnēs un matemātikā.
G.Šeršņevs	OneNote ciparu piezīmes skolēnam un skolotājam	T	Programma OneNote, kas iekļauta Microsoft Ofisa sistēmā ļauj veikt aprēķinus - nav jāmeklē cita programma vai kalkulators – tikai jāuzraksta matemātiska izteiksme un rezultāts tiks aprēķināts.
A.Porejs	Interaktīvās tehnoloģijas – skolotāju labākais draugs	T	Interaktīvai tāfeli bez standarta <i>Notebook</i> programmatūras tiek piedāvāta arī iespēja iegādāties speciāli matemātikai paredzētu programmatūru <i>SMART Notebook Math Tools</i> .

2011. gada 27., 28. oktobrī Ventspils Digitālajā Centrā notika 67 prezentācijas, 17 publikācijas 85 lappusēs, 6 publikācijas matemātikai (skatīt 5.10. tabulu):

**5.10. tabula. Publikācijas matemātikai 2011. gada LatSTE referātu krājumā**

A.Cunskā	Saistošā Matemātiskās Indukcijas metode	T	Sniegti Matemātiskās Indukcijas metodes dažādie pasniegšanas veidi un IKT atbalsts tās pasniegšanai. Ir izveidots multimediju mācību objekts „Matemātiskā indukcija”.
I.Dudareva, A.Bruņeiece	Informācijas tehnoloģijas skolā	P	2011.gada maijā tika veikta aptauja trīs Latvijas skolās ar mērķi: noskaidrot, kā skolēni bez tradicionāli piedāvātajiem veidiem redz iespējas, kā vēl varētu izmantot informācijas tehnoloģijas mācību procesā.
S.Buhanovska	„Interaktīvi mācību materiāli katru stundu? Lūdzu!” jeb skolēnu kognitīvās spējas digitālajā laikmetā	P	Apgāda Zvaigzne ABC Interaktīvo mācību materiālu izstrādes grupa strādā pie iZvaigzne sērijas materiālu veidošanas.
Z.Matesoviča	Microsoft Partners in Learning School Research (Partneri mācībās – Skolu pētījums) – iespēja	P	Lai palīdzētu skolām izprast, ko praksē nozīmē izglītības sistēmas pārveide, tika izveidota programma Partners in Learning School Research, kuras galvenais uzdevums ir

	novērtēt un attīstīt 21.gadsimtam nepieciešamo iemaņu apguvi skolā		palīdzēt izveidot priekšstatu par inovatīvu mācību procesu skolā.
N.Kučerenko	Elementāro matemātisko funkciju transformācijas vizualizācija	T	Datorprogramma, kura izstrādāta ar Izglītības inovācijas fonda (IIF) finansiālo atbalstu, paredzēta elementāro matemātisko funkciju transformācijas vizualizācijai.
E.Spalāns	Informācijas un komunikāciju tehnoloģiju attīstība skolās	P	Turpmāk skolās izplatīsies jaunas, šobrīd mazāk pazīstamas tehnoloģijas: mākoņskaitļošana (cloud computing), mobilo tālrunu izmantošana, atvērta saturs (open content) izmantošana, digitālās mācību grāmatas, sociālo tīklu izmantošana, planšetdatori, datorspēles, aktuālā statistika, gudrā datu meklēšana, virtuālā realitāte, gudrās lietas u.c.

2012. gada 1., 2. novembrī Pļaviņu novada ģimnāzijā notika 77 prezentācijas, 19 publikācijas 91 lappusē, 9 publikācijas matemātikai (skatīt 5.11. tabulu):

**5.11. tabula. Publikācijas matemātikai 2012. gada LatSTE referātu krājumā**

A.Cunška	IKT mācību metode – svarīga matemātikas stundas sastāvdaļa	T	Ir dots skaidrojums par izziņas aktivitāti veicinošām mācību metodēm matemātikas mācību priekšmetā, par mācību metožu klasifikāciju, par interaktīvām un IKT lietojuma mācību metodēm.
A.Cunška	Matemātikas pastaiga LatSTE vēstures labirintos	T	Pētījumā ir izveidots un tabulās apkopots kopsavilkums par publikācijām LatSTE pasākumos, kas pastarpināti vai tieši attiecas uz matemātikas mācību procesu, kā arī doti noderīgi secinājumi matemātikas skolotājiem.
A.Cunška	Modernā elementārā dzīves un dabas matemātika	T	Ir identificētas problēmas skolu matemātikas mācību procesā un doti metodiski ieteikumi IKT lietojumam matemātikas mācīšanā.
I.Ņikiforova	Interaktīvo materiālu veidošana, izmantojot SMART Notebook kolekciju Lesson Activity Toolkit	T	Pļaviņu novada ģimnāzijas matemātikas skolotāja dalās pieredzē par kolekcijas Lesson Activity Toolkit (LAT 2.0) izmantošanu un izveidotajiem mācību materiāliem matemātikā priekš SMART Board interaktīvajām tāfelēm.
G.Šulce	Ar Funkcijas jēdzienu saistītu tēmu apguve matemātikas stundās, izmantojot <i>Interneta</i> resursus	T	Rīgas 25. vidusskolas matemātikas skolotāja dalās pieredzē par IKT lietojuma iespējām matemātikas mācīšanā skolā par tēmām, kas saistītas ar funkcijas jēdzienu. Tiek apskatītas 14 dažādas datorprogrammas.
A.Balode	Latvijas un Eiropas skolotāju līdzdalība eTwinning starptautiskajos projektos	P	Āgenskalna Valsts ģimnāzijas matemātikas skolotāja ir devusi skaidrojumu, kāpēc darbu ES programmā <i>eTwinning</i> izvēlēties kā vienu no mācīšanas un mācīšanās darba formām skolā, un ir aprakstījusi pētījuma „Latvijas un Eiropas skolotāju motivācija līdzdalībai eTwinning starptautiskajos projektos” rezultātus.
A.Reihenova	Jauna pieeja cilvēkbērna zināšanu apguvē	T	Rīgas Valsts 3. ģimnāzijas matemātikas skolotāja pamato tēzi, ka skolēnu un pedagogu izglītošanā ir jāveic izmaiņas pašos pamatos, lai attīstītu bērna domāšanu, līdz ar to mainot uzskatus par bērnu mācību procesu.
M.Gulbis	Uzdevumi.lv Interneta vietne kā skolotāja palīgrieks mācību procesā	P	Tiek parādīts skolotājiem īss ieskats par to, kāpēc ir vērts izmantot <a href="http://www.uzdevumi.lv">www.uzdevumi.lv</a> Interneta vietni mācību procesā.
S.Bukovska	Digitālā kompetence skolēniem	P	Diskusijām par tehnoloģiju izmantošanu izglītības procesā autore piedāvā savu skatījumu un piedāvā risinājumus, kuri var veiksmīgi palīdzēt digitālo prasmju attīstīšanā.

Būtiski secinājumi, kas izriet no publikācijām un ir noderīgi matemātikas mācību procesam:

- Visi jauninājumi, modernās IKT skolēniem palīdz radīt interesi par matemātiku un ilgāk to noturēt, skolotājiem atvieglo iespēju piekļūt dažādiem mācību līdzekļiem, NMS darbiniekiem palīdz optimālāk organizēt savu darbu. Tomēr, lai arī cik modernas tehnoloģijas un palīg līdzekļus būtu iespējams izmantot, labus rezultātus var sasniegt tikai rūpīga un regulāra darba rezultātā (Bonka, 2006);
- Atbilstoši normatīvajiem dokumentiem skolotājiem jādod iespēja matemātikas stundu ietvaros papildināt matemātiskās zināšanas, izmantojot datoru un tā daudzveidīgās iespējas. Tieši matemātisko modeļu veidošanas un analizēšanas

- jomā dators nākotnē spēlēs lielu lomu skolēnu mācību procesā (France, Ramāna, 2004);
- Apgūstot ģeometriju, mācību procesā ir būtiski rosināt skolēnus izvirzīt hipotēzes un tās pamatot vai atspēkot, ne tikai iegaumēt jau gatavus faktus. Lai skolēns varētu izvirzīt kādu hipotēzi, dažkārt ir nepieciešams veidot vairākus zīmējumus, aplūkot dažādas situācijas, kas ir darbietilpīgi un prasa daudz laika. Dinamiskās ģeometrijas sistēmas ļauj analizēt dažādas iespējamās konfigurācijas pierādījuma uzdevumos (France, Ramāna, 2004);
  - Matemātikas skolotājam ir jābūt augsta ranga profesionālim, lai iedvesmotu skolēnus iepazīties ar svarīgām matemātikas problēmām un arvien sarežģītākiem uzdevumiem, pieliekot neatlaidīgas pūles patstāvīgu pētījumu veikšanā. Skolotāja arsenālā ir jābūt apjomīgam, tematiski katalogizētam resursu krājumam, kura galvenās sadaļas varētu būt izziņas materiāli, uzdevumi, metožu krājumi un matemātiskas spēles (Veilande, 2004);
  - Matemātikas novitātes un atklātās problēmas, tas ir, hipotēzes un problēmas, kuras atrisinātas daļēji, jāmeklē jo īpaši, lai varētu skolēnus ieinteresēt un iesaistīt teorētiskos pētījumos, kā arī, lai demonstrētu zinātnes nepārtraukto attīstību (Veilande, 2004);
  - Matemātisko spēļu spēlēšana, kā arī spēles pamatā esošā matemātiskā likuma atklāšana ir viens no labākajiem veidiem, kā izraisīt skolēnu interesi par matemātiku (Veilande, 2004);
  - IKT neapšaubāma priekšrocība salīdzinājumā ar iespiestu materiālu ir spēja parādīt kustību, procesu (Lāce, 2010);
  - Īpaši izstrādāti mācību moduļi skolēnu darbam ar datoru sniedz precīzu izpratni par ģeometrijas likumiem un to pielietojumiem un attīsta matemātisko intuīciju (Veilande, 2004);
  - Mācību līdzekļu izstrādei jāpatērē ļoti daudz cilvēkstundu, lai atrastu piemērotus uzdevumus, apgūtu jaunas datorprogrammas, izveidotu paskaidrojošas un interaktīvas ģeometriskas konstrukcijas. Tāpēc matemātikas skolotājiem vajadzētu kooperēties uzkrātās informācijas un pieredzes apmaiņas nolūkā (Veilande, 2005);
  - Inovatīvs skolotājs ir nevis tas, kurš mācās un māca „labi” izmantot tehnoloģijas, bet gan tas, kurš dod iespēju saviem skolēniem izmantot tehnoloģijas viņu dzīvē (Ābola, 2007);
  - Sadarbības projekti palīdz matemātiku apgūt un saprast netradicionālā ceļā – iemācīties spēlējoties un izprotot dzīves likumsakarības. Daudzi skolēni nobīstas no matemātikas tehniskās puses, no tās precizitātes un teorētiskā materiāla izklāsta. Ar projektu palīdzību matemātikas apmācība kļūst viegla, interesanta, līdzīga spēlei (Cunška, 2009);
  - Vienas apjoms ir pietiekami liels, bet stundu skaits vispārējā vidējās izglītības programmā matemātikā, savukārt nav liels. Kā atrast laiku? Šeit labus risinājumus var sniegt modernās tehnoloģijas, kas ļauj ātri paveikt tehniski izpildāmas lietas, atbrīvojot laiku domāšanai, pētniecībai, analīzei (Pjalkovska, 2009);
  - Multimediji ir digitālā laikmeta recepte zālēm pret garlaicību (Cunška, 2009);
  - Ieliekot mācību saturu IKT vidē, var veicināt skolēnu iesaistīšanos mācību procesā (Cunška, 2010);

- Tas, kas saistīts ar dzīvi un realitāti ir pieņemams, saprotams un mīlēts no skolēnu puses. Tāpēc ir būtiski, ka skolēni darbojas praktiski: liek domino kauliņus, būvē Hanojas torņus, veido uzdevumu vizuālus modeļus, Excel tabulās aprēķina matemātiskās indukcijas metodes apgalvojumu vērtības pie  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6...$  Un tikai pēc tam var sākt vispārīgo un sarežģīto, aplūkojot  $n = k$  un  $n = k+1$  (Cunška, 2011).

## SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS

Pētījuma procesa laikā autore pilnveidoja savas pētnieciskās prasmes un būtiski paplašināja zināšanu bāzi par IKT lietojuma iespējām matemātikas mācīšanā skolā, paredzot iespēju turpmākai izaugsmei.

**Pētījuma mērķis:** *pilnveidot matemātikas mācīšanu Latvijas skolās, veicinot IKT lietojumu un veidojot atbalsta pasākumus skolotājiem, tika sasniegts.*

### **Pētījuma uzdevumi ir izpildīti:**

- (1) Apzinātas izziņas aktivitāti veicinošas mācību metodes un to ietekme uz matemātikas mācību procesu skolā;
- (2) Analizēts un izprasts teorētisks pamatojums IKT lietojumam un attīstībai;
- (3) Izpētītas IKT rīku lietojuma iespējas matemātikas mācīšanai skolā un noteiktas veiksmīgākās;
- (4) Aprakstītas un pamatotas IKT lietojuma priekšrocības matemātikas kvalitatīvai mācīšanai skolā;
- (5) Pilnveidota atbalsta sistēma pedagogiem IKT lietošanai matemātikas mācīšanā;
- (6) Sniegtas rekomendācijas, pamatojoties uz pētījuma rezultātiem.

### **Nozīmīgākie secinājumi:**

#### **1. Pareizs IKT lietojums ir instruments skolotāja rokās, lai mācītu matemātiku un uzlabotu matemātikas izglītību kopumā:**

IKT izglītībā nenozīmē mācīt par tehnoloģijām. Tas nozīmē izmantot tehnoloģijas, lai mācītu un mācītos;

IKT lietojums matemātikā: nodrošina pilnībā jaunas iespējas, veicina mācīšanos un mācīšanu, atvieglo sadarbību, veicina inovācijas un radošumu, dod pieeju netradicionāliem informācijas avotiem, paaugstina pašmācības efektivitāti, ļauj realizēt jaunas mācību metodes, atdzīvina mācību vidi un padara to atraktīvu, palīdz attīstīt algoritmiskās prasmes, ietaupa laiku, ļauj analizēt datus un pētīt funkciju grafikus, spēj parādīt kustību un procesu, dod piekļuvi jaudīgiem rīkiem, skolēniem palīdz radīt interesi par matemātiku un ilgāk to noturēt, skolotājiem atvieglo iespēju piekļūt dažādiem mācību līdzekļiem, maina skolotāja lomu – no „prātniekiem uz skatuves” par „padomdevējiem no malas” un skolēna lomu – no „pasīva informācijas uztvērēja” par „aktīvu līdzdalībnieku, kas producē zināšanas un mācās, sadarbojoties ar citiem”;

Ar IKT ienākšanu matemātikas mācību procesā ir jāpievērš uzmanība modernās pedagoģijas paradigmai – skolēns atrodas praktiska mācību procesa centrā, un viņš var mācīties patstāvīgi un neatkarīgi sev pieņemamā vietā, laikā un tempā;

Tieši vājākie skolēni matemātiku apgūst labāk ar tehnoloģiju palīdzību;

Mācību process nebeidzas klases sienās, tas ir nepārtraukts un te IKT izmantošana var ļoti daudz palīdzēt, ja skolēns izprot mērķus un sagaidāmos rezultātus, bet skolotājs spēj sekmīgi vadīt un motivēt.

## **2. IKT lietojums ir svarīga matemātikas stundas sastāvdaļa, skolotāja un skolēnu sadarbības veids, lai sasniegtu konkrētus mācību mērķus:**

Pareizas mācību metodes izvēle ir ļoti svarīga. No tās ir atkarīgs, vai skolēns stundā garlaikosies un mācību viela tikai pārslīdes skolēna smadzenēm, neatstājot nekādas zināšanu pēdas, vai arī, tieši otrādi, skolēns mācību vielu uztvers viegli kā rotaļu, kā daļu no savas dzīves, un zināšanas paliks skolēnam uz mūžu;

No izvēlētas mācību metodes būs atkarīgs, vai klase uz stundu skatīsies kā „katorgu” un ar savu uzvedību traucēs vadīt mācību procesu vai arī klase būs ieinteresēta un ar savu labvēlīgo draudzību palīdzēs skolotājam mācību procesa kvalitatīvā vadīšanā;

Šodienas izglītības mērķis liek izvēlēties aktīvu izziņas procesu veicinošas mācību metodes, kas attīsta gan prasmes mācīties, gan radoši izmantot zināšanas, gan arī prasmes sevi novērtēt, kontrolēt, sadarboties ar citiem, iecietīgi izturēties pret atšķirīgu viedokli;

Interaktīvo metožu efektivitāte izpaužas ne tikai kā interesants mācīšanās process, bet arī rosina mācību dalībniekus radošai pieejai, liek domāt, analizēt iegūto informāciju, apjēgt to, salīdzināt ar savu personisko pieredzi un lietot praksē;

IKT lietojuma pozitīvās iezīmes ir: skolēnu augošā interese par mācāmo priekšmetu, labāki mācību sasniegumi, savstarpējais atbalsts, labākas savstarpējās attiecības, labāka attieksme pret mācību priekšmetu un izglītības iestādi, lielāka gatavība uzņemties atbildību un izpildīt uzdevumus, iespējas aktīvāk apgūt mācību procesu un motivēt skolēnus pašmācībai u.c.

## **3. IKT rīki (elektroniskās tabulas, dinamiskās ģeometrijas programmas, datoru algebras sistēmas, funkciju grafiku veidotāji, programmēšanas valodas, matemātiski modeļi, multimediju mācību objekti) palīdz labāk izprast Matemātiskās indukcijas metodi:**

IKT rīki palīdz izprast MIM būtību, pierādījuma soļus, uzskatāmus modeļus, ģeometrisku interpretāciju un shēmu pielietojumu uzdevumu risināšanā: ja indukcijas bāze un induktīvā pāreja ģeometriski attēlojas ar shēmu, kas dod iespēju aizkrāsot visas lentas (viendimensionālai indukcijai) vai kvadranta (divdimensionālai indukcijai) rūtiņas, tad dotā uzdevuma risināšanai šī shēma ir derīga.

## **4. IKT rīku izmantošana matemātikas mācību procesā ļauj uzlabot matemātikas mācīšanu:**

Elektroniskās tabulas ir vienkāršākais un saprotamākais IKT rīks, ko var izmantot matemātikas stundās (kā kalkulatoru, radošu vidi, dinamisku vidi, vizuālu vidi, izpētes rīku, skaitļošanas sistēmu u.c.) pirms sarežģītāku programmu lietojuma;

Dinamiskā ģeometrija programmas ļauj lietotājiem 1) veikt eksperimentus, 2) ātri un precīzi izveidot, kā arī pētīt ģeometriskas konstrukcijas, 3) noteikt, izpētīt un veidot matemātiskas likumsakarības starp lielumiem, 4) pārbīdīt ģeometriskus lielumus (virsošnes, centra punktus, nogriežņus, malas u.c.), lai redzētu pārmaiņas un ģeometriskas īpašības, 5) patstāvīgi atklāt esošus un jaunus rezultātus, 6) apskatīt un pierādīt teorēmas, 7) izmantojot funkciju grafiku konstruēšanas un iebūvētās algebras sistēmas iespējas, veidot matemātiskus modeļus dažādu dabas procesu izskaidrošanai;

Datoru algebras sistēmas ļauj lietotājiem rēķināt vienādojumus un nevienādības, pētīt algebriskas izteiksmes, veikt sarežģītus aprēķinus (diferenciālrēķiniem, kompleksiem skaitļiem, matricām u.c.);

Funkciju grafiku veidotāji ir ekskluzīvs palīgs skolotājiem, lai mācītu funkcijas, atvasinājumus, laukumus, skaitliskās metodes, integrēšanas metodes, histogrammas, diagrammas, nevienādības, kā arī īpaši efektīvas ir trīsdimensiju iespējas mācot skolēniem vektorus, līnijas un plaknes;

Programmēšanas valoda LOGO ļauj lietotājiem izprast algoritmus un programmēšanas pamatus; trenēt algoritmisko, loģisko un pētniecisko domāšanu; konstruēt vienkāršas un sarežģītas ģeometriskas figūras; pētīt un darīt, saskatīt matemātiskas problēmas;

Datu apstrādes un modelēšanas programmatūra ļauj ievadīt, apkopot, vizuāli parādīt un analizēt datus;

Matemātisko datorspēļu spēlēšana, kā arī spēles pamatā esošā matemātiskā likuma atklāšana ir viens no labākajiem veidiem, kā izraisīt skolēnu interesi par matemātiku. Tās palīdz vieglāk izprast matemātikas mācību grāmatu lapās rakstīto;

Multimediji ir dārgi un prasa daudz laika, lai tos izveidotu. Taču, ja tie tiek pareizi izstrādāti un efektīvi pielietoti, tie uzlabo mācību produktivitāti un piedāvā papildus elastību mācību procesam;

Virtuālajā sadarbības vidē [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv) skolotāji un skolēni var ērti veidot un risināt matemātikas uzdevumus, kā arī trenēties galvas rēķinos – saskaitīšanā, atņemšanā, reizināšanā, dalīšanā, decimāldaļās, salīdzināšanā, kā arī jauktajās darbībās ne tikai ar viencipara, bet arī vairākciparu skaitļiem;

Arvien nozīmīgāku vietu ieņem *Internet* resursu izmantošana. Ir daudz mūsdienīgas *Internet* iespējas, kuras radušās pēc 2000.gada un var tikt izmantotas matemātikas mācīšanai skolā: *Blog, Elluminate Live!, Facebook, Moodle, Voki, Web 2.0, Wiki, Youtube*.

##### **5. Prioritāra nozīme ir jautājumam par matemātikas skolotāju sagatavošanu un atbalsta sistēmām ikdienā, kas palīdz jau esošajiem skolotājiem pārorientēties un pārvērtēt savu lomu un jaunajiem skolotājiem nākt skolā jau ar citu skatījumu:**

Skolotāji atzīst IKT lietojuma nozīmi matemātikas mācīšanā, tomēr ir vairāki šķēršļi: IKT speciālista atbalsta trūkums mācību stundā, IKT lietošanas prasmju trūkums, vāja motivācija un pārliecības trūkums par IKT izmantošanas lietderību, nepietiekama skolotāju apmācība, IKT infrastruktūras trūkums vai slikta kvalitāte, kā arī problēmas, kas saistītas ar tradicionālo izglītības sistēmu;

*Microsoft* Latvija programmu atbalsts veicina skolotājus dalīties pieredzē ar savām izstrādātnēm un radīt inovācijas, kuras dod iespēju skolēniem izmantot tehnoloģijas;

Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centrs veicina matemātikas skolotāju profesionālo pilnveidi, lai ikvienam skolēnam būtu iespēja apgūt dabaszinātnes un matemātiku ieinteresēti, saistībā ar reālo dzīvi, ar mūsdienīgām mācību metodēm, izmantojot elektroniskos mācību līdzekļus un e-vides sniegtās iespējas;

Eiropas Savienības programmas *eTwinning* pasākumi paaugstina skolēnu aktivitāti un

atbildību par mācīšanos, kā arī apstiprina tēzi: šodienas jaunos mācību mērķus skolotāji var sasniegt, sadarbojoties komandā kopā ar kolēģiem, aktīvi darbojoties profesionālajās kopienās un atverot klases durvis, lai mācītos viens no otra;

Šobrīd Izglītības un zinātnes ministrija meklē risinājumus, kā labāk nodrošināt skolas ar mācību līdzekļiem, un viens no variantiem ir atbalstīt kvalitatīvu digitālo mācību līdzekļu veidošanu;

Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija LatSTE ir viens no nozīmīgākajiem notikumiem Latvijas skolu dzīvē un valsts IKT pasākumu klāstā, kura mērķi ir: sekmēt zināšanu sabiedrības attīstību, daloties pieredzē par IKT izmantošanas iespējām mācību procesā; iedrošināt skolotājus novitātēm; ienest radošumu, sadarbību un inovācijas mācību priekšmetā, izmantojot IKT rīkus; izprast būtību, ka rītdienas skola nevar mācīt skolēnus ar vakardienas paņēmieniem.

### **Rekomendācijas:**

Pamatojoties uz teorētiskās literatūras analīzi un pētījuma rezultātiem, darba autore iesaka šādus priekšlikumus, kā veicināt IKT lietojuma iespējas matemātikas mācīšanās skolā:

#### 1. Skolotājiem:

- IKT nav universāls rīks, kas var atrisināt izglītības problēmas. IKT nedrīkst un nevar ieņemt centrālo vietu mācību stundā. Tam ir jābūt kā sekmīgam palīgam mācību mērķu sasniegšanai. Tam ir jābūt tikai kā palīglīdzeklim skolotāja rokās, kuru nedrīkst izmantot akli un bezmērķīgi;
- Lai arī cik modernas tehnoloģijas un palīglīdzekļus būtu iespējams izmantot, labus rezultātus var sasniegt tikai rūpīga un regulāra darba rezultātā;
- Modernās tehnoloģijas jālieto tehniski izpildāmām lietām un skaitļošanai, atbrīvojot laiku domāšanai, pētniecībai un analīzei;
- Mācību līdzekļu izstrādei jāpatērē ļoti daudz cilvēkstundas, lai atrastu piemērotus uzdevumus, apgūtu jaunas datorprogrammas, izveidotu paskaidrojošas un interaktīvas konstrukcijas. Tāpēc matemātikas skolotājiem jākooperējas uzkrātās informācijas un pieredzes apmaiņas nolūkā;
- *Internet* resursos matemātikas novitātes un atklātās problēmas, tas ir, hipotēzes un problēmas, kuras atrisinātas daļēji, jāmeklē jo īpaši, lai varētu skolēnus ieinteresēt un iesaistīt teorētiskos pētījumos, kā arī, lai demonstrētu zinātnes nepārtraukto attīstību;
- Skolotāja arsenālā ir jābūt apjomīgam, tematiski katalogizētam resursu krājumam, kura galvenās sadaļas varētu būt izziņas materiāli, uzdevumi, metožu krājumi un matemātiskas spēles;
- Ir jābūt gataviem pārmaiņām, jo skolās ienāks arvien jaunas, šobrīd maz pazīstamas tehnoloģijas, kas būtiski mainīs mācību procesu skolās un profesijas uzņēmumos: mākoņskaitļošana, mobilās aplikācijas, sadarbības vides, sociālās tīklošanās, paplašinātā realitāte, mācīšanās analītika, masveida atvērtie tiešsaistes kursi, personīgas mācību vides, lietu *Internets*, dabiska lietotāja saskarne, tērpju tehnoloģijas;
- Jāizmanto Eiropas Savienības piedāvāto iespēju sadarbīties ar citām valstīm matemātikas mācīšanās, jo Eiropas Savienība ieguldījusi lielus līdzekļus *eTwinning* projekta veidošanā, uzturēšanā, vadīšanā un popularizēšanā, bet Latvijā šo iespēju



izmanto ļoti maz.

## 2. Skolvadībai:

- Skolas attīstības plānā jāiekļauj metodes un ieteikumus IKT lietojuma veicināšanai matemātikas stundās;
- Izglītības sistēma būtiski iegūtu, ja IKT radītos jauninājumus un pārmaiņas pieņemtu, lietu un attīstītu gan skolēni, gan skolotāji, gan skolas vadība, gan atbalsta personāls (bibliotekāri, karjeras speciālisti, pulciņu skolotāji u.c.), gan lēmumu pieņēmēji (pašvaldībās un valsts institūcijās), gan vecāki;
- IKT infrastruktūra skolā jāveido tā, lai katrs skolēns, kurš uz skolu atnāk ar savu viedtālruni vai planšetdatoru, var izveidot stabila un ātra *Interneta* pieslēgumu ar Wi-Fi iespējām IKT lietojumam mācību stundās.

## 3. Izglītības politikas veidotājiem:

- Ir jāizveido un jārealizē vispusīga IKT lietojuma atbalsta sistēma matemātikas skolotājiem valsts līmenī, atbalstot arī reģionālās iniciatīvas;
- Ir jāizstrādā matemātikas paraugprogramma, kura norāda tehnoloģiju priekšrocības mācību tēmas apguvei;
- Ir jāveicina IKT lietojuma veiksmes stāstu un inovāciju rašanos matemātikas mācīšanās skolā un tos jāpopularizē.

## 4. Promocijas darba autorei:

- Turpmāk jāpopularizē Matemātiskās indukcijas metode un tās izpratnes pilnveide ar IKT lietojuma iespējām, izstrādājot metodiskus materiālus un pasniedzot nodarbības skolēniem un skolotājiem;
- Jāpilnveido atbalsta sistēmu matemātikas skolotājiem, saglabājot un turpinot pasākuma LatSTE tradīciju, dodot iespēju klātienē satīties matemātikas skolotājiem, dalīties pieredzē, publicēt savas izstrādnes un radīt inovācijas.

## PATEICĪBAS

Paldies par promocijas darba vadīšanu un konsultēšanu zinātniskajiem vadītājiem Dr. habil. math., profesoram Agnim Andžānam un Dr. math., docentei Dacei Kūmai.

Paldies par konsultācijām un ieteikumiem Latvijas Lauksaimniecības universitātes Dr. paed., profesorei Andai Zeidmanei un Dr. math., asociētai profesorei Līgai Ramānai.

Promocijas pētījuma daļas kvalitatīva izstrāde bija iespējama pateicoties Eiropas Sociālā fonda (ESF) mērķstipendijai projekta „Atbalsts doktora studijām Latvijas Universitātē” ietvaros. (Stipendiāte kopš 2009. gada 1. oktobra līdz 2013. gada 31. janvārim).

Paldies ģimenei par pacietību, sapratni, palīdzību un laukietilpīgo atbalstu – vīram Dainim, meitām: Diānai, Ramonai un Annijai, kā arī mammai un tētim.

Paldies par atsaucību un sadarbību aptaujas veikšanā Aizkraukles novada ģimnāzijas matemātikas skolotājiem un direktores vietniecei informātikas jautājumos Aijai Romanovskai, Auces vidusskolas matemātikas skolotājiem, Gulbenes novada Valsts ģimnāzijas matemātikas skolotājiem un īpaši Birutai Pjalkovskai, Krāslavas Valsts ģimnāzijas matemātikas skolotājiem un angļu valodas skolotājai Līgijai Kolosovskai, Pļaviņu novada ģimnāzijas matemātikas skolotājiem un informātikas skolotājam Aldim Lazdam, Ogres Valsts ģimnāzijas matemātikas skolotājiem, Smiltenes novada skolu matemātikas skolotājiem, Ventspils ģimnāzijas matemātikas skolotājiem.

Paldies Smiltenes ģimnāzijas kolēģiem par palīdzību, atbalstu, izpratni un pamudinājumu doktorantūras studijām: Ilgai Kušnerai, Velgai Māikalnei, Aldai Miķei, Andrejam Miķim, Ingūnai Kondratjevai, Sandrai Pakulei, Litai Paulsonei, Verai Rācenei, Ingai Savickai, Ārijai Viļumai un Aijai Vizulei.

Paldies Smiltenes Trīs pakalnu pamatskolas direktores vietniecei un informātikas skolotājai Vitai Leitei par konsultācijām, palīdzību un tradīciju turpināšanu, organizējot un vadot sacensības „Rēķini galvā”.

Paldies par ilggadīgu sadarbību pasākuma LatSTE (Latvijas skolu tehnoloģiju ekspozīcija) dibināšanā, organizēšanā un attīstīšanā starptautiskā līmenī Auces vidusskolas direktores vietniekam informātikas jautājumos Frīdim Sarcevičam un Ogres Valsts ģimnāzijas direktorei Aina Bērcei.

Paldies par atvērtību un vērtīgiem padomiem IKT jomas profesionāļiem: Ventpils Digitālajam centram, sabiedrības „Tilde” darbiniekiem, *Microsoft Latvia* darbiniekiem, izdevniecībai „Lielvārds”, ES programmas *eTwinning* darbiniekiem un vēstniekiem Latvijā, A/S „Datorzinību centrs” darbiniekiem, sabiedrības „Miksike” darbiniekiem.

Paldies darba biedriem „Firmā Madara 89” par atbalstu, izpratni un koleģialitāti.

Liels paldies LU Fizikas un matemātikas fakultātei par studijās pavadīto laiku un ierosinājumiem, ko devuši profesore Svetlana Asmuss, asociētā profesore Inese Bula, asociētais profesors Andrejs Cibulis, asociētais profesors Jānis Cepītis, docente Ingrīda Uļjane, A.Liepas Neklātienes matemātikas skolas darbinieki.

Pateicos visiem citiem, kuri bija klāt noteiktos pētījuma tapšanas posmos un iedvesmojuši, atbalstījuši vai kā citādi devuši savu ieguldījumu veiksmīga rezultāta sasniegšanai.

## IZMANTOTO AVOTU SARAKSTS

- [1] Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45, p. 425 – 455
- [2] Ala-Mutka, K., Punie, Y., Redecker, C. (2008). *ICT for Learning, Innovation and Creativity*, European Communities, Spain, 10 p.
- [3] Albrehta, Dz. (1998). *Pētīšanas metodes pedagogijā*. Rīga: Mācību grāmata, 104 lpp.
- [4] Amarasinghe, R., Lambdin, D. (2000). *Uses of Computer Technology in Interdisciplinary Mathematics Learning*. International Conference on Learning With Technology; 2000 Mar 8 - 10; Philadelphia: Temple University, 185 p.
- [5] Andžāns, A., Zariņš, P. (1983). *Matemātiskās indukcijas metode un varbūtību teorijas elementi*. Rīga: Zvaigzne, 186 lpp.
- [6] Andžāns, A. (1995). *Vispārīgas kombinatorikas metodes un to lietojumi elementārajā matemātikā*. Rīga: LU
- [7] Arends, R.I. (1994). *Learning to teach*. New York, NY: McGraw Hill, Inc (ch.11)
- [8] Ābola, L. (2007). 21.gadsimta izglītība – tehnoloģiju izmantošana potenciāla realizēšanai. *LatSTE 2007. Latvijas Skolu Tehnoloģiju Ekspozīcija. Referātu apkopojums*. Rīga: LU, 9. - 13. lpp.
- [9] Babanskis, J. (1989). *Mācību metodes mūsdienu vispārīgajai skolai*. Rīga: Zvaigzne, 202 lpp.
- [10] Balacheff, N., Kaput, J.J. (1996). *Computer-based learning environments in mathematics*. In A.J. Bishop et. al. (Eds.), *International handbook of mathematics education*. New York: Macmillan, p. 469 – 501
- [11] Balanskat, A., Blamire, R., Kefala, S. (2006). *The ICT Impact Report. A review of studies of ICT impact on schools in Europe*, European Communities. [http://ec.europa.eu/education/pdf/doc254\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/pdf/doc254_en.pdf)
- [12] Balklavs, A. (2004). *Inovācijas un Latvijas inovācijas programma*. Rīga: Zvaigžņotā debess, 2004. gada pavasaris, 61. – 63. lpp.
- [13] Balode, A. (2011). *Starptautiskie izglītības projekti un projekts eTwinning, skolotājs tajos*. Latvijas Skolu i-Tehnoloģiju Ekspozīcija. Rakstu apkopojums. Rīga: LU. 39. – 45. lpp.
- [14] Betrancourt, M. (2005). *The animation and interactivity principles in multimedia learning*. In R. E. Mayer (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- [15] Bērziņa, I. (2005). *IKT izmantošanas iespējas neklātienē mācību procesā*. *LatSTE`2005. Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums*. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 12. – 16. lpp.
- [16] Bidarian, Sh., Bidarian, So., Davoudi, A. M. (2011). *A Model for application of ICT in the process of teaching and learning*. International Conference on Education and Educational Psychology (ICEEPSY 2011). *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 29, Islamic Azad University, Tehran, IRAN, p. 1032 – 1041
- [17] Birziņa, R. (2005). *IKT lietošana: dabaszinātņu skolotāju iespējas un problēmas*. *Proceedings of The LatSTE`2005 Conference*, LU, Rīga, 16. – 22. lpp.
- [18] Bloom, B.S. (1975). *Taxonomy of Educational Objectives, Book 1 Cognitive Domain*. Longman Publishing
- [19] Bokhove, C. (2012). <http://bokhove.net/category/mathed/math-education/>
- [20] Bonka, D. (2006). *Matemātikas skolotāji un modernās tehnoloģijas*. *LatSTE`2006. IKT nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums*. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 41. – 46. lpp.
- [21] Brown, T.H. (2005). *Towards a model for m-Learning in Africa*. *International Journal on ELearning*, 4(3): p. 299 – 316
- [22] Brown, J.S. (2005). *New Learning Environments for the 21st Century, Future of Higher Education's 2005 Aspen Symposium*, [www.johnseelybrown.com](http://www.johnseelybrown.com)
- [23] Burnett, J., Senker, P., Walker, K., (2009). *The myths of technology. Innovation and Inequality*. Peter Lang Publishing, New York, USA

- [24] Burns, M. (2009). Win-Win Math Games, Reprinted with permission from Instructor Magazine and Marilyn Burns, March/april 2009, [http://www.mathsolutions.com/documents/WinWin\\_MathGames.pdf](http://www.mathsolutions.com/documents/WinWin_MathGames.pdf)
- [25] Butler, J.G. (2012). A History of Information Technology and Systems, USA: University of Arizona
- [26] Candy, P.C. (2003). Does digital literacy mean more than clicking your fingers? New literacies for the digital age. In Guthrie, H. (ed.), Online learning: Research readings. Leabrook, SA: National Centre for Vocational Education Research, pp. 21 – 40
- [27] Chandler, D., Munday, R. (2012). Information technology, A Dictionary of Media and Communication, UK: Oxford University Press
- [28] Churches, A. (2008). Bloom's Digital Taxonomy. <http://edorigami.wikispaces.com/file/view/bloom%27s+Digital+taxonomy+v3.01.pdf>
- [29] Collins, A., Brown, J.S. & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser, pp. 453 – 494
- [30] Cuban, L., Kirkpatrick, H. & Peck, C. (2001). High access and low use of technology in high school classrooms: explaining an apparent paradox. American Educational Research Journal, 38 (4), pp. 813 – 834
- [31] Cunska, A. (2002). WBA – uz Web bāzēta apmācība. <http://www.liis.lv/wba/>
- [32] Cunska, A. (2007). Multimediju mācību objektu izstrādes prasmes un atbalsta sistēma skolotājiem. LatSTE 2007. Latvijas Skolu Tehnoloģiju Ekspozīcija. Referātu apkopojums. Rīga: LU, 22. – 25. lpp.
- [33] Cunska, A., Mākalne, V. (2008). Tehnoloģijas un sadarbība – kvalitatīvs atbalsts matemātikas mācīšanā. LatSTE 2008. Latvijas Skolu Tehnoloģiju Ekspozīcija. Referātu apkopojums. Rīga: LU, 40. – 43. lpp.
- [34] Cunska, A. (2009). Runājošie e-pasti jeb Voki sākumskolas matemātikai. Proceedings of The LatSTE`2009 conference. Riga: LU, p. 71 – 75
- [35] Cunska, A. (2009). Programma *Lectora* multimediju matemātikas objektu izveidei. Proceedings of The LatSTE`2009 conference. Riga: LU, p. 75 – 82
- [36] Cunska, A. (2009). Use of ICT in the teaching of mathematics. 2nd International Scientific Conference. Gifted Children: Challenges and Possibilities. Proceedings. October 11-16, 2009, Riga: Latvia, p. 27 – 30
- [37] Cunska, A. (2010). IKT mūsdienīgai un aktuālai izglītībai. Proceedings of The LatSTE`2010 conference, Riga: LU, p. 5 – 11
- [38] Cunska, A. (2011). Saistošā Matemātiskās Indukcijas metode. LatSTE`2011. Rakstu apkopojums. Rīga: LU. 4. – 10. lpp.
- [39] Daintith, J. (2009). "IT", A Dictionary of Physics, UK: Oxford University Press
- [40] Dwyer, D. C., Ringstaff, C., Sandholtz, J. H. (1990). The Evolution of Teachers` Instructional Beliefs and Practices in High-Access-to-Technology Classrooms. First-Fourth Year Findings. Apple Classrooms of Tomorrow Research Report Number 8. Apple Computer, Inc, 13 p.
- [41] Eihelbeks, R. (2004). Sadarbība, ne cīņa // Vides Vēstis. – Nr.1, 16. – 23. lpp.
- [42] Eurydice, (2012). Matemātikas izglītība Eiropā: kopīgie izaicinājumi un valstu rīcībpolitika. Valsts izglītības attīstības aģentūra, [http://www.viaa.gov.lv/files/news/8066/matematika\\_viaa\\_2012\\_28.08..pdf](http://www.viaa.gov.lv/files/news/8066/matematika_viaa_2012_28.08..pdf)
- [43] France, I., Ramāna, L. (2004). Par dažiem dinamiskās ģeometrijas sistēmu lietojumiem. LatSTE`2004. Modernās Tehnoloģijas Tev! Referātu apkopojums. Rīga: LU. 101. – 107. lpp.
- [44] Gardner, H. E. (1999). Howard Intelligences Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century, Basic Books
- [45] Gee, J.P. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines, *E-Learning*. Vol.2, p. 5 – 16
- [46] Geitss, B. (1999). Ceļš ved uz priekšu. Rīga: Tapals, 403 lpp.
- [47] Geske, A., Grīnfelds, A., Kangro, A., Kiseļova, R. (2010). Ko skolēni zina un prot – kompetence lasīšanā, matemātikā un dabaszinātnēs, Latvija OECD valstu Starptautiskajā

- skolēnu novērtēšanas programmā 2009. Rīga: LU
- [48] Gorbāns, I. (2008). Promocijas darbs: Izšķirošās IKT izvēles nākamās digitālās dekādes robežšķirtnē Latvijas skolu izglītības politikas veidošanas sistēmā. – LU, Rīga, 259 lpp.
- [49] Gudjons, H. (1998). Pedagoģijas pamatatziņas. Rīga: Zvaigzne ABC, Sorosa fonds Latvija. 195 lpp.
- [50] Gunderson, D. S. (2011). Handbook of mathematical induction. Theory and applications. USA: Taylor and Francis Group, LLC, 895 p.
- [51] Ģingulis, E. (2005). Kā saprast un iemācīties matemātiku. Rīga: RaKa, 120 lpp.
- [52] Hennessy, S., Ruthven, K., Brindley, S. (2003). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution and change, UK: University of Cambridge, 40 p.
- [53] Hiebert, J., Carpenter, T., Fennema, E., Fuson, K., Wearne, D., Muiray, H., Olivier, A., Human, P. (1997). Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding. UK: Heinemann, Portsmouth. 208 p.
- [54] Higgins, S. (2001). ICT and Teaching for Understanding. In Evaluation and research in education, Vol. 15, No. 3, p. 164 – 171
- [55] Hirtz, S., Harper, D. G., & Mackenzie, S. (2008). Education for a Digital World: Advice, Guidelines, and Effective Practice from Around the Globe. Vancouver: Commonwealth of Learning
- [56] Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. [http://www.geogebra.org/publications/pecs\\_2004.pdf](http://www.geogebra.org/publications/pecs_2004.pdf)
- [57] Ivanova, I. (2000). Moderno tehnoloģiju kopienas. <http://www.col.lv/LV/Moderno%20tehnoloģiju%20kopienas.htm>
- [58] Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., and Estrada, V. (2012). Technology Outlook for STEM+ Education 2012-2017: An NMC Horizon Report Sector Analysis. Austin, Texas: The New Media Consortium. <http://www.nmc.org/pdf/2012-technology-outlook-for-stem-education.pdf>
- [59] Kajler, N., Soiffer, N. (1994). Some human interaction issues in computer algebra, SIGCHI Bulletin, 26 (4): 64
- [60] Khvilon, E., UNESCO, (2002). Information and communication technology in education. A curriculum for schools and programme of teacher development. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129538e.pdf>
- [61] Kilpatrick, J., Davis, R.B. (1993). Computers and curriculum change in mathematics. In C. Keitel & K. Ruthvan (Eds.) Learning from computers: Mathematics education and technology (NATO ASI series F: Computers and Systems Science, Vol. 121), p. 203 – 221
- [62] Kmetič, S. (2008). Calculations, competitions and the web. International conference „Strategies, Media and Technologies in European Education Systems”. Proceedings. Rīga: LU, p. 31 – 34
- [63] Kotrlík, J. W., Redmann, D. H. (2005). Extend of technology integration in instruction by adult basic education teachers. Adult Education Quarterly, Vol. 55 No. 3, p. 200 – 219
- [64] Krievāne, N. (2006). IKT izmantošana matemātikas stundās. LatSTE`2006. IKT nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 59. – 63. lpp.
- [65] Laborde, C. (2003). The design of curriculum with technology: lessons from projects based on dynamic geometry environments. Paper presented on the CAME Symposium, Reims
- [66] Law, N. Y. (2000). Conceptual Framework For Use Of ICT in Education: Roles and Interactions Of The Laerners, Teacher and The Technology: Faculty Of Education, University Of Hong Kong
- [67] Lāce, G. (2005). Daži IKT lietošanas aspekti matemātikas mācību procesā vispārizglītojošās skolās. Realitāte un vīzija. LatSTE`2005. Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 46. – 48. lpp.
- [68] Lāce, G. (2010). Latvijas pamatskolas matemātikas skolotāju kompetence matemātikas didaktikā. Disertācijas kopsavilkums. Rīga: LU

- [69] Leavitt, H.J., Whisler, T.L. (1958). Management in the 1980s, Harvard Business Review 11
- [70] LETA. (2011). Pētījums: Latvijas skolās nepietiekami izmanto mūsdienīgas tehnoloģijas dabaszinātņu apgūvē. [www.leta.lv](http://www.leta.lv). 25.11.2011.
- [71] Lielbārde, Z. (2012). Skolās ienāk digitālie mācību līdzekļi. Vai tie izkonkurēs grāmatas? Latvijas vēstneša portāls par likumu un valsti. <http://www.lvportals.lv/likumi-prakse.php?id=251380>
- [72] Lietaviete, L. (2011). Latvijas skolās nepietiekami izmanto mūsdienīgas tehnoloģijas dabaszinātņu un matemātikas apgūvē. [http://www.viaa.gov.lv/lat/info\\_medijiem/?text\\_id=12729](http://www.viaa.gov.lv/lat/info_medijiem/?text_id=12729)
- [73] Malik, S. (2012). Kindle ebook sales have overtaken Amazon print sales, says book seller. The Guardian, Monday 6 August 2012
- [74] Mason, R. (2004). ICT and lifelong learning. Paper presented in European Conference „Lifelong Learning: Realities, Challenges and Prospects in Cyprus and in the European Union”, April, 2004
- [75] Matesoviča, Z. (2011). Microsoft Partners in Learning School Research (Partneri mācībās – Skolu pētījums) – iespēja novērtēt un attīstīt 21. gadsimtam nepieciešamo iemaņu apgūvi skolā. Latvijas Skolu i-Tehnoloģiju Ekspozīcija. Rakstu apkopojums. Rīga: LU, 46. – 49. lpp.
- [76] Matesoviča, Z. (2012). Microsoft Latvia, Microsoft Partners in Learning, IT pavārgrāmata skolotājiem, Rīga: Dardedze hologrāfija, [http://download.microsoft.com/documents/UK/Latvia/education/Microsoft\\_PIL\\_2011.pdf](http://download.microsoft.com/documents/UK/Latvia/education/Microsoft_PIL_2011.pdf)
- [77] Mayer, R.E. (2005). Introduction to multimedia learning. in R. E. Mayer (Ed.). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York: Cambridge University Press
- [78] Mayes, R. (1997). Current State of Research into CAS in Mathematics Education. In J. Berry and J.Monaghan (Eds.), *The State of Computer Algebra in Mathematics Education*. Bromley: Chartwell-Bratt, p. 171 -189
- [79] Microsoft, (2012). [http://www.microsoft.com/latvija/education/index.htm#info/vizija\\_info.htm](http://www.microsoft.com/latvija/education/index.htm#info/vizija_info.htm)
- [80] Microsoft Corporation, (2011). Your students’ interest will multiply with Microsoft® Mathematics 4.0. <http://www.microsoft.com/education/en-us/teachers/guides/Pages/Mathematics-guide.aspx>
- [81] Mihačova, T. (2003). Mācāmieš droši un kritiski domāt ķīmijā. Skolotājs, maijs, 73. -75. lpp.
- [82] Milone, M. N., (1997). From Kindergarten to College-Partnerships That Span the Years, Technology & Learning, April issue, p. 44 – 51
- [83] MK noteikumi Nr. 715 (02.09.2008). Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības mācību priekšmetu standartiem
- [84] MK noteikumi Nr. 1027 (19.12.2006). Noteikumi par valsts standartu pamatizglītībā un pamatizglītības mācību priekšmetu standartiem
- [85] Müller-Falcke, D. (2006). The Impact of ICT on Small Enterprises: The Case of Small-Scale Industry in India. In: Torero, M. and von Braun, J (eds.): Information and Communication Technologies for Development and Poverty Reduction - The Potential of Telecommunications. Baltimore, p. 174 – 178
- [86] Munirah, G. (1996). The use of spreadsheet in the teachnig of calculus in seconadry schools. Menemui Matematik, Buletin Persatuan Matematik Malaysia
- [87] Namsone, D., Čakāne, L. (2011). Matemātika. Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam. 2.daļa. Eiropas Sociālā fonda projekts „Dabaszinātnes un matemātika” (Līguma Nr.2008/0002/1DP/1.2.1.2.1/08/IPIA/VIAA/001). VISC, 122 lpp.
- [88] Oliņa, Z. (2011). Skolotājam ir jādara citādas lietas, 04.03.2011: [www.delfi.lv](http://www.delfi.lv)
- [89] Ormrod, J. (1995). Educational psychology: Principles and applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- [90] Parham, Ch. (1996). Interacting with the Past, Technology & Learning, February issue, p. 8 – 11

- [91] Pea, R. D. (1985). Educational Communication and Technology, New York University Cognitive Technologies for Mathematics Education. [http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/05/47/PDF/A41\\_Pea\\_87b.pdf](http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/05/47/PDF/A41_Pea_87b.pdf)
- [92] Pilv, M. (2002). Miksike Learning Environment. Proceedings of the international conference LatSTE 2002. Riga: LU, p. 29 – 34
- [93] Pjalkovska, B. (2009). IKT izmantojums skolēnu patstāvīgam darbam matemātikas stundās. LatSTE`2009 materiālu apkopojums. Sadarbība rītdienas skolai. Rīga: LU. 83. – 85. lpp.
- [94] Polya, G. (1969). The goals of Mathematical education, in ComMuniCator, the magazine of the California Mathematics Council
- [95] Pratt, D. (2012). Making Mathematics Phenomenal (IOE Inaugural Professional Lectures). Institute of Education, 26 p.
- [96] Reece, I., Walker, S. (1997). Teaching. Training and Learning – a Practical Guide// Third edition. GB. Sunderland: Business Education Publishers Ltd.
- [97] Rogerso, S. (2008). Key issues in ethics and ICT, [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/einclusion/archive/workshop\\_ethics/docs/presentations/ethics\\_and\\_e-inclusion-srogerson-send.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/archive/workshop_ethics/docs/presentations/ethics_and_e-inclusion-srogerson-send.pdf)
- [98] Romane, R. (2010). Problēmu uzdevumi, nestandarta un pētnieciskie darbi matemātikā pamatskolā. Interaktīvās mācību metodes matemātikas stundās skolēnu radošās domāšanas attīstībai. Projekta „Atbalsts vispārējās izglītības pedagogu nodrošināšanai prioritārajos mācību priekšmetos” ietvaros, Rēzekne: <http://www.rezeknesip.lv/spaw/uploads/files/Ritas%20Romanes%20darbs.pdf>
- [99] Rosenshine, B. (1986). Synthesis of research on explicit teaching, Educational Leadership, April issue, p. 60 – 69
- [100] Rove, Dz. (2006). IKT izmantošana matemātikas mācīšanās procesā. LatSTE`2006. IKT nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums. Rīga: SIA „Mācību grāmata”. 69. – 72. lpp.
- [101] Russel, A. (1995). Stages in learning new technology: Naive adult email users. Computers and Technology, 25 (4), p. 173 – 178
- [102] Sandholtz, J. H., Ringstaff, C., Dwyer, D. C. (1997). Teaching with technology: Creating studentcentered classrooms. New York: Teachers College Press. p. 37 – 47
- [103] Seely-Brown, J. (2004). Learning in the Digital Age. [www.johnseelybrown.com/speeches.html](http://www.johnseelybrown.com/speeches.html)
- [104] Solans, D. B., Mezcuca, B. R. (2003). Building an interactive training methodology to develop multimedia elearning software, Utrecht, The Netherlands [http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/321/2/BURGOS\\_RUIZ\\_Building%20an%20interactive%20training%20methodology%20to%20develop%20multimedia%20elearning%20software.pdf](http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/321/2/BURGOS_RUIZ_Building%20an%20interactive%20training%20methodology%20to%20develop%20multimedia%20elearning%20software.pdf)
- [105] Spink, A. (2000). Informing Science Special Issue on Information Science Research. Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline. 3(2), p. 47 – 48. [http://www.inform.nu/\\_Articles/Vol3/v3n2p47-48.pdf](http://www.inform.nu/_Articles/Vol3/v3n2p47-48.pdf)
- [106] Stahovska, G. (2008). eTwinning: IKT un starptautiskās sadarbības pedagoģiskais aspekts. LatSTE 2008. Latvijas Skolu Tehnoloģiju Ekspozīcija. Referātu apkopojums. Rīga: LU, 76. – 80. Lpp.
- [107] Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. in R. E. Mayer (Ed.). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York: Cambridge University Press
- [108] Švarca, I. (2012). Digitālie mācību līdzekļi. Mācību literatūra vispārējās izglītības iestādēm. Valsts izglītības satura centrs. <http://visc.gov.lv/vispizglitiba/saturs/maclit.shtml>
- [109] Toure, K. (2009). Appropriating technologies and making them work for you in teaching and learning: depth is essential. In T. Karsenti (Ed.), Pedagogical Use of ICT: Teaching and Reflecting Strategies. Ottawa: IDRC, p. 94 – 110
- [110] UNESCO. (2002). Information and communication technology in education. A curriculum for schools and programme of teacher development. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129538e.pdf>

- [111] Van Brakel, P. A., Chisenga, J. (2003). Impact of ICT-based distance learning: the African story. *The Electronic Library*, 21(5): p. 476 – 486
- [112] Veilande, I. (2004) Interneta resursi vidējās vērtības metodes apgūšanai. *LatSTE`2004. Modernās Tehnoloģijas Tev! Referātu apkopojums*. Rīga: LU, 112. – 117. lpp.
- [113] Veilande, I. (2005). Ģeometrijas nodarbību modelēšana ar datora palīdzību. *LatSTE`2005. Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums*. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 85 – 91. lpp.
- [114] VIAA. (2011). Latvijas skolās nepietiekami izmanto mūsdienīgas tehnoloģijas dabaszinātņu un matemātikas apgūvē. 25.11.2011. [http://www.viaa.gov.lv/lat/karjeras\\_atbalsts/eurydice/eurydice\\_jaunumi/?text\\_id=12739](http://www.viaa.gov.lv/lat/karjeras_atbalsts/eurydice/eurydice_jaunumi/?text_id=12739)
- [115] Vorobjovs, A. (2012). Bailes un atzīmes, *Diena, piektdiena*, 1. jūnijs, 2012, 3. lpp.
- [116] Zadeh, E. (2002). Approach is necessary to open and distance education system and the use of technology in teaching and learning process is organized. *Journal of Peik Noor*, 1:8
- [117] Zeidmane, A. (2013). Development of Mathematics Competences in Higher Education Institutions. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, Vol. 3, North America, 3, feb. 2013. Available at: <http://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/2394>. Date accessed: 7 Jan. 2013
- [118] Žaime, D., Znotiņa, I. (2005). Dinamiskās ģeometrijas programmas GEONExT un mērījumu saskarnes aparatūras Coach5 izmantojamība mācību procesā. *LatSTE`2005. Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas nākotnes mācību procesā! Referātu apkopojums*. Rīga: SIA „Mācību grāmata”, 91. – 92. lpp.
- [119] Walklin, L. (2002). *Teaching and learning in further and adult education*. London: Stanley Thornes (Publishers) Ltd
- [120] Wang, Q., Woo, H. L. (2007). Systematic Planning for ICT Integration in Topic Learning. *Educational Technology & Society*, 10 (1): p. 148 – 156
- [121] Wimbish, J. (1992). Calculus students' difficulties in a technology-rich environment. In M. Artigue & G. Ervynck (Eds.), *Proceedings of Working Group 3 on Students' Difficulties in Calculus*. College de Sherbrooke, Quebec, Canada: 7th International Congress on Mathematical Education, p. 81 – 83
- [122] Wolfram, C. (2010). Stop Teaching Calculating, Start Teaching Math - Fundamentally Reforming the Math Curriculum, [http://www.computerbasedmath.org/resources/Education\\_talk\\_transcript.pdf](http://www.computerbasedmath.org/resources/Education_talk_transcript.pdf), p. 15
- [123] Ершов, А.П. (1990). Компьютеризация школы и математическое образование // Программирование, 1990. № 1, с. 3 – 25
- [124] Иоанисиани, А.З. (1930). "Спорные проблемы марксистской педагогики", сб. статей под ред. А. З. Иоанисиани, Изд-во "Работник просвещения"
- [125] Карп, А. (1992). Даю уроки математики...: кн. для учителя, Москва: Просвещение, 192 с.
- [126] Лернер, И. (1981). Дидактические основы методов обучения, Москва: Педагогика, 186 с.
- [127] Лордкипанидзе, Д.О. (1957). Принципы, организация и методы обучения, Москва: Учпедгиз, 172 с.
- [128] Луначарский, А. В. (1925). Третий фронт. Москва, с. 49 – 52
- [129] Макаренко, А. (1986). Педагогические сочинения в 8-ми томах, Москва: Педагогика
- [130] Манвелов, С. (1997). Основы творческой разработки урока математики. Математика / Прил. к ПС №11.
- [131] Манвелов, С. (2002). Конструирование современного урока математики, Москва: Просвещение, 175 с.
- [132] Окунев, А. А. (1988). Спасибо за урок, дети!: О развитии творческих способностей учащихся: кн. для учителя, Москва: Просвещение, 128 с.
- [133] Саранцев, Г. И. (2001). Методология методики обучения математики, Саранск: "Красный Октябрь", 144 с.
- [134] Ситаров, В. А. (2004). Дидактика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. В. А. Сластенина. Москва: Издательский центр «Академия», 368 с.



- [135] Скаткин, М. Н. (1982). Дидактика средней школы. Москва: "Просвещение", 324 с.
- [136] Скаткин, М. Н. (1984). Проблемы современной дидактики. Москва: Педагогика, 96 с.
- [137] Солсо, Р. Л. (1996). Когнитивная психология. Москва: Тривола, 600 с.
- [138] Шаталов, В. Ф. (1987). Точка опоры. Москва: Педагогика, 160 с.
- [139] Воробейчикова, О. В. (2001). Структурированные тесты как средство контроля знаний // Информатика и образование. № 7. Москва, с. 14 – 17
- [140] Пойа, Дж. (1975). Математика и правдоподобные рассуждения. М.: Наука, 464 с.

***Interneta resursi***

- [I1] Dabaszinātņu un matemātikas izglītības centrs. <http://www.dzm.lu.lv>
- [I2] ES programma eTwinning. [www.etwinning.net](http://www.etwinning.net)
- [I3] Lielā terminu vārdnīca. [www.termini.lv](http://www.termini.lv)
- [I4] Mathematical Association of America. [www.maa.org](http://www.maa.org)
- [I5] Microsoft. [www.microsoft.com/mathematics](http://www.microsoft.com/mathematics)
- [I6] Microsoft. <http://www.microsoft.com/education/ww/partners-in-learning/Pages/index.aspx>
- [I7] Miksike. [www.miksike.lv](http://www.miksike.lv)
- [I8] National Library of Virtual Manipulatives. <http://www.modelsformath.com/>
- [I9] Promethean. <http://www.activboard.lv>

## ATTĒLU SARAKSTS

Nosaukums	Lpp
1. attēls. Apkopjoša matemātikas mācību metožu shēma	25
2. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda	32
3. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar pirmo aizkrāsoto rūtiņu	32
4. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar divām pirmajām aizkrāsotām rūtiņām	32
5. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar k aizkrāsotām rūtiņām	32
6. attēls. Bezgalīga rūtiņu rinda ar k+1 aizkrāsotām rūtiņām	32
7. attēls. Vienkāršās jeb stingrās indukcijas shēmas grafiska interpretācija	33
8. attēls. Sarežģītākas indukcijas shēmas grafiskā interpretācija	33
9. attēls. Sarežģītākas indukcijas shēmas grafiskā interpretācija	33
10. attēls. Sarežģītākas indukcijas shēmas grafiskā interpretācija	33
11. attēls. Divvirzienu indukcijas shēmas grafiskā interpretācija	33
12. attēls. Paralēlās indukcijas shēmas divas bezgalīgas lentas	33
13. attēls. Paralēlās indukcijas shēmas pirmā induktīvā pāreja	33
14. attēls. Paralēlās indukcijas shēmas otrā induktīvā pāreja	34
15. attēls. Divdimensionālās indukcijas shēmas grafiskā interpretācija	34
16. attēls. 1. piemēra risinājums ar programmas Excel palīdzību	47
17. attēls. 1. piemēra grafisks attēlojums programmas Excel vidē	47
18. attēls. 2. piemēra risinājums ar programmas Excel un vienkāršas MIM shēmas palīdzību	48
19. attēls. 3. piemēra risinājums ar programmas Excel un sarežģītākas MIM shēmas palīdzību	49
20. attēls. 4. piemēra risinājums ar programmas Excel un sarežģītākas MIM shēmas palīdzību	50
21. attēls. 5. piemēra risinājums ar programmas Excel un paralēlās MIM shēmas palīdzību	50
22. attēls. 6. piemēra risinājums ar programmas Excel un divdimensionālās MIM shēmas palīdzību	52
23. attēls. Konstrukcija divu nogriežņu vidējam aritmētiskam un vidējam ģeometriskam programmā GEONExT	53
24. attēls. 7. piemēra ģeometrisks attēlojums programmā GEONExT	53
25. attēls. Rūtiņu rinda shēmai, ka no $A(k)$ izriet $A(2k)$	54
26. attēls. 8. piemēra attēlojums datoralgebras sistēmā WolframAlpha	56
27. attēls. 9. piemēra attēlojums datoralgebras sistēmā WolframAlpha	56
28. attēls. 10. piemēra attēlojums datoralgebras sistēmā WolframAlpha	57
29. attēls. 11. piemēra ģeometriskā interpretācija	59
30. attēls. Kvadrātu var sagriezt 6, 7 un 8 kvadrātos	60
31. attēls. 12. piemēra grafiskā interpretācija, ja kvadrātu var sagriezt 6 kvadrātos	60
32. attēls. Procesu matemātiskas modelēšanas shēma	61
33. attēls. Matemātisks modelis Hanojas torņa problēmai	62
34. attēls. Uzdevums virtuālajā vidē <a href="http://www.miksike.lv">www.miksike.lv</a> par tēmu „leņķi”	66
35. attēls. Skolēnu aptaujas „IKT lietojums rosina manu interesi par matemātiku” rezultāti	75
36. attēls. 2008. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	76
37. attēls. 2011. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	77
38. attēls. Skolotāju aptaujas „IKT lietojums rosina skolēnu interesi par matemātiku” rezultāti	78

39. attēls. 2008. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	79
40. attēls. 2011. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	80
41. attēls. Aptaujas „IKT lietojums ļauj vieglāk risināt uzdevumus ar MIM” rezultāti	81

## TABULU SARAKSTS

Nosaukums	Lpp
1.1. tabula. Faktori, kuri jāņem vērā, izvēloties metodes mācību procesam	21
1.2. tabula. Mācību metožu dažādas klasifikācijas	21
1.3. tabula. Mācību metožu klasifikācija pēc skolēnu aktivitātes un patstāvības pakāpes mācībās	22
1.4. tabula. Mācību metožu iedalījums atbilstoši skolēnu lomai mācību procesā	28
1.5. tabula. Sociālo prasmju iedalījums	30
2.1. tabula. Mūsdienu skolēna vērtības un prioritātes	38
2.2. tabula. Skolu IKT lietojuma pakāpes	41
2.3. tabula. Skolotāja kā datorlietotāja IKT apguves un lietošanas stadijas	42
2.4. tabula. Digitālā taksonomija	43
3.1. tabula. Matemātikas skolotāju IKT rīku lietojuma prioritātes	46
3.2. tabula. Multimediju izstrādes, pielietojuma un satura svarīgi kritēriji	65
3.3. tabula. Mūsdienīgas <i>Internet</i> iespējas matemātikas mācīšanai skolās	68
3.4. tabula. Skolām mazāk pazīstamas nākotnes tehnoloģijas	69
3.5. tabula. MIM tematiski katalogizēts IKT resursu krājums	70
4.1. tabula. 2008. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	76
4.2. tabula. 2011. gada skolēnu aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta manas matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	77
4.3. tabula. 2008. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	78
4.4. tabula. 2011. gada skolotāju aptaujas „IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātiskās zināšanas un prasmes” rezultāti	79
5.1. tabula. Matemātikas skolotāju sastaptās barjeras IKT lietojumam stundās	84
5.2. tabula. Publikācijas matemātikai 2002. gada LatSTE referātu krājumā	94
5.3. tabula. Publikācijas matemātikai 2004. gada LatSTE referātu krājumā	94
5.4. tabula. Publikācijas matemātikai 2005. gada LatSTE referātu krājumā	95
5.5. tabula. Publikācijas matemātikai 2006. gada LatSTE referātu krājumā	95
5.6. tabula. Publikācijas matemātikai 2007. gada LatSTE referātu krājumā	96
5.7. tabula. Publikācijas matemātikai 2008. gada LatSTE referātu krājumā	96
5.8. tabula. Publikācijas matemātikai 2009. gada LatSTE referātu krājumā	96
5.9. tabula. Publikācijas matemātikai 2010. gada LatSTE referātu krājumā	97
5.10. tabula. Publikācijas matemātikai 2011. gada LatSTE referātu krājumā	97
5.11. tabula. Publikācijas matemātikai 2012. gada LatSTE referātu krājumā	98

## **PIELIKUMI**

## ANKETA MATEMĀTIKAS SKOLOTĀJIEM – IKT rīku lietojuma prioritātes un barjeras

**Kuras no mūsdienu tehnoloģijām Jūs izmantojat?**

	mājās	skolā	Kādiem mērķiem?
Word			
Excel			
PowerPoint			
Interaktīvā tāfele			
Wikipedia			
Virtuāli ceļojumi			
Virtuālas laboratorijas			
Blogi			
Vārdnīcas			
Mind Maps			
SlideShare			
Twitter			
Facebook			
Moodle			
Wikis			
Podcasts, Vodcasts			
E-grāmatas			
Youtube			
Quizzes, Puzzles			
Internet			
Web portāli			
Citas			

**Nosauciēt citas mūsdienu tehnoloģiju iespējas, kuras Jūs izmantojiet matemātikas mācīšanai:**

---



---



---



---

**Nosauciēt, konkrēti kādus *Web* portālus Jūs izmantojiet matemātikas mācīšanai:**

---



---



---



---

**Nosauciēt barjeras, lai iekļautu IKT lietojuma metodi mācību stundās:**

---



---



---



---

Paldies! Skola \_\_\_\_\_ Datums \_\_\_\_\_

**ANKETA MATEMĀTIKAS SKOLOTĀJIEM**

Novērtējiet, cik lielā mērā IKT lietojums rosina skolēna interesi par matemātiku:

Nekad	Dažreiz	Bieži	Ļoti bieži

Novērtējiet, cik lielā mērā IKT lietojuma iespējas attīsta skolēnu matemātisko kompetenci:

	Nekad	Dažreiz	Bieži	Ļoti bieži
Matemātiskās zināšanas				
Prasmi rēķināt				
Prasmi loģiski domāt				
Prasmi telpiski domāt				
Prasmi modeļu izmantošanā				
Prasmi grafiku izmantošanā				
Prasmi diagrammu izmantošanā				
Prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā				
Prasmi matemātiski spriest				
Prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus				
Prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē				
Attieksmi pret matemātiku				

Pamatojiet, kas pēc Jūsu domām veicina to, lai IKT lietojuma iespējas attīstu skolēnu matemātisko kompetenci:

---



---



---



---



---



---



---



---

Paldies! Skola \_\_\_\_\_ Datums \_\_\_\_\_



## ANKETA SKOLĒNIEM

Novērtējiet, cik lielā mērā IKT lietojums rosina manu (skolēna) interesi par matemātiku:

Nekad	Dažreiz	Bieži	Ļoti bieži

Novērtējiet, cik lielā mērā IKT lietojuma iespējas attīsta manu (skolēna) matemātisko kompetenci:

	Nekad	Dažreiz	Bieži	Ļoti bieži
Matemātiskās zināšanas				
Prasmi rēķināt				
Prasmi loģiski domāt				
Prasmi telpiski domāt				
Prasmi modeļu izmantošanā				
Prasmi grafiku izmantošanā				
Prasmi diagrammu izmantošanā				
Prasmi izpratnē par matemātikas nozīmi sabiedrībā				
Prasmi matemātiski spriest				
Prasmi formulēt un atrisināt matemātikas uzdevumus				
Prasmi matemātikas izmantošanai ikdienas dzīvē				
Attieksmi pret matemātiku				

Pamatojiet, kas pēc Jūsu domām veicina to, lai IKT lietojuma iespējas attīstu manu (skolēna) matemātisko kompetenci:

---



---



---



---



---



---



---

Novērtējiet, cik lielā mērā IKT lietojums ļauj vieglāk risināt uzdevumus ar MIM:

Nekad	Dažreiz	Bieži	Ļoti bieži

Paldies! Skola, klase \_\_\_\_\_ Datums \_\_\_\_\_