

SKOLĒNU PRASMES DARBĀ AR GRAFISKU INFORMĀCIJU MATEMĀTIKĀ UN DABASZINĀTNĒS¹

Student Graphical Information Literacy in Mathematics and Science²

Ilze France

Dace Namsone

Līga Čakāne

Jānis Vilciņš

Uldis Dzērve

Andris Nikolajenko

Latvijas Universitāte, Latvija

Abstract. Among the most important 21st century skills that every student needs are the ability to work with information. The key for implementing competency based approach to learning will be related to how students' ability to apply skills acquired in, for example, mathematics can be transferred to other subject contexts. Newest OECD PISA results presented in 2016 show a recurring tendency that in Latvia there is a small number of students whose performance is in accordance to the 5th and 6th level of the framework. These two levels represent students' ability to apply deep thinking skills in new learning contexts. It is necessary to analyze the causes of this situation in order to identify opportunities for how to improve student performance. Accordingly, the research goal is to analyze how Latvian students manage to apply deep thinking skills in 9th grade national test assignments where they need to analyze graphic information in science and real life context. Additionally, the research aims to analyze the cognitive depth of science and mathematics assignments included in the national test as well as how the acquisition of these skills are planned in the learning content of educational regulations and learning materials.

Keywords: student skills for work with graphic information, student performance in national testing.

¹ Šis pētījums ir veikts sadarbībā ar Valsts pētījumu programmu VPP 2014-2017

² This research is supported by National Research Program Project VPP 2014-2017

Ievads ***Introduction***

Valstī 2016. gadā uzsāktā mācību satura reforma pēctecīgi turpina mācību satura dokumentos 2006. gadā formulēto nostādņu tālāku virzību uz 21.gs. prasmju (kompetenču) attīstīšanu. Lai mazinātu riskus, pirms jaunu reformu ieviešanas, ir nepieciešams analizēt, kā skolēniem izdodas sasniegt iepriekš izvirzītos mērķus un pētīt skolēnu snieguma iespējamās cēloņus.

Pamatprasmes darbā ar informāciju (t.sk. grafisku, vizuālu) ir starp nozīmīgākajām 21.gs. prasmēm, kas skolēnam jāapgūst. Plašākā nozīmē literatūrā tiek runāts par informācijas pratību.

Ieviešot kompetencēs balstītu mācīšanos, atslēga būs, kā skolēni spēs vienā mācību priekšmetā apgūto darbināt citos mācību priekšmetos. To ir iespējams izdarīt dziļas mācīšanās procesā (Fullan & Langworthy, 2014; Hattie, 2012).

Iepriekšējā pētījumā (France, Namsone, Čakāne, Dzērve, & Vilciņš, 2016) aplūkojām, kā skolēniem veicas dabaszinātnēs aprēķināt daļu no veselā procentos, kas vispirms tiek apgūta matemātikā. Šajā rakstā aplūkosim, kā skolēniem Latvijā 9. klasi beidzot valsts līmeņa pārbaudījumos izdodas lietot matemātikā apgūto prasmi lasīt grafiski dotu informāciju dabaszinātņu un reālās dzīves kontekstā dziļā kognitīvā līmenī.

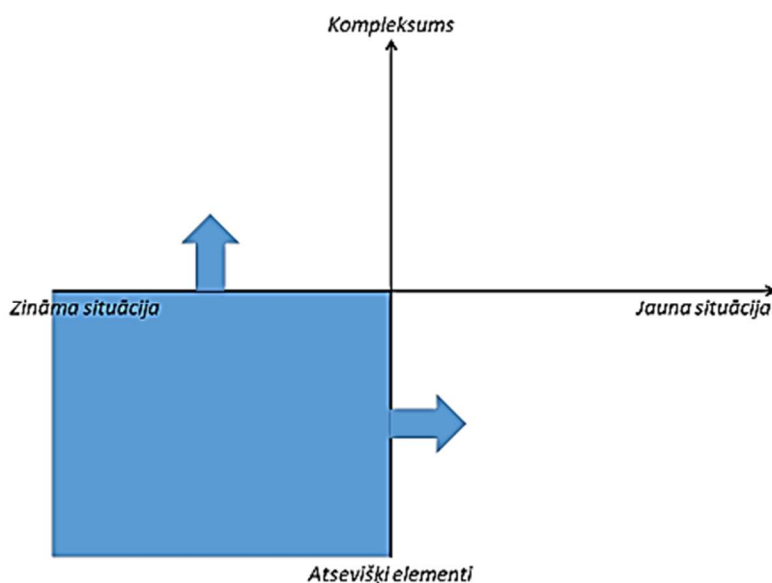
Prasmes darbā ar informāciju, t.sk. darbinot dziļu domāšanu jaunās situācijās tiek mērītas OECD PISA pētījumos, kurā Latvijas skolēnu rezultāti ir viduvēji - vidēji 490 punkti; 3,8 % skolēnu sniegums augstākajos (5.un 6.) līmeņos 2015.gadā ir zem vidējā snieguma OECD valstīs (Geske, Grīnfelds, Kangro, & Kiselova, 2016). Tas uzrāda nepieciešamību uzlabot skolēnu sniegumu. Uzdevumi, kuru mērķis mērīt prasmi darbā ar informāciju ir iekļauti arī valsts līmeņa pārbaudes darbos dabaszinātnēs 9.klasē (skolēnu vecums atbilst PISA pētījuma grupai). Valsts izglītības satura centrs kā darba mērķi uzrāda noskaidrot *izglītojamo spējas dabaszinātņu mācību priekšmetos iegūtās kompetences izmantot praktisku dabaszinātņu problēmu risināšanā ar nolūku tās pilnveidot (atbilstoši PISA 5. un 6. līmenim)* (VISC, 2016).

Lai precīzāk saprastu skolēnu sniegumu attiecībā pret konkrēto prasmi darbā ar informāciju, ir nozīmīgi pārlicināties, kādā kognitīvā dziļumā skolēnu sniegums tiek mērīts valsts pārbaudījumos dabaszinātnēs un matemātikā kopumā, samērojot to ar PISA ietvaru. PISA vērtēšanas ietvars (OECD, 2016a) definē trīs kognitīvos līmeņus (zems, vidējs, augsts) un septiņus skolēnu snieguma līmeņus, kas ietver kognitīvo dimensiju. Kognitīvā dziļuma noteikšanai tiek izmantoti arī citi instrumenti, piemēram, SOLO taksonomija (Biggs & Collis, 1982), kas ir samērojami ar PISA ietvaru. Aplūkojot PISA ietvaru, vai SOLO taksonomiju redzams, ka no zemākā līmeņa uz augstāko aug skolēna veicamā uzdevuma kompleksums, nepieciešamība rīkoties jaunā kognitīvajā situācijā.

Analizējot konkrētus uzdevumus un to rezultātus, ir iespējams salīdzināt, kā skolēni tiek galā ar vienkāršiem uzdevumiem, kas mēra atsevišķu elementu (prasmi) pazīstamā (mācītā) situācijā un kā skolēniem veicas ar kompleksu uzdevumu jaunā situācijā (skat. 1.att). Augot kompleksumam un nonākot jaunā situācijā tiek darbinātas augstākā līmeņa domāšanas prasmes – tiek sagaidīta dziļa kognitīva darbība. Zināmā situācijā, darbinot kādu atsevišķu elementu, runājam par zema līmeņa kognitīvu darbību. Pētījumu vajadzībām izveidots kategoriju un kritēriju ietvars, kura fragmentu skat. 1.tabulā.

1.tab. **Kategoriju un kritēriju ietvars**
Table 1 Framework of categories and criteria

Pēctecība reformu dokumentos (kategorijas)		Kritēriji
Mācību satura aspekti (2006)	Caurviju kompetences (2016)	
Analītiskā un kritiskā domāšana	Kognitīva darbība t.sk. kritiskā domāšana	Kognitīvās darbības dziļums



1.att. **Uzdevuma struktūrelementi un kompleksums**
Fig.1 Elements and complexity of assignments

Pētījumam izvirzīti jautājumi:

- 1) Kāds ir 9.kl. skolēnu sniegums uzdevumos, kuros tiek mērītas prasmes darbā ar grafisku informāciju dabaszinātņu kontekstā?
- 2) Kāds ir uzdevumu kognitīvais dziļums valsts pārbaudījumos dabaszinātnēs un matemātikā 2016.gadā?
- 3) Kā mācību līdzekļos matemātikā un dabaszinātņu priekšmetos tiek aplūkota metodika, kā mācīties strādāt ar grafisku informāciju?

Metodoloģija **Research Methodology**

1. Pētījumam par skolēnu snieguma analīzi izvēlēti valsts diagnosticējošie darbi dabaszinātnēs 9. klasei 2015.gadā (kopa - 14600 skolēni) un 2016.gadā (kopa – 15340). Diagnosticējošo darbu dabaszinātnēs 9. klasei 2016. gadā veido 11 strukturēti uzdevumi, kuri ir sadalīti 40 testelementos, kas aplūkoti analizē. Darbā maksimāli iespējams iegūt 40 punktus. 2015. gadā darbu veido 12 uzdevumi, kuri sadalās 40 testelementos. Darbā maksimāli iespējams iegūt 45 punktus. Analīzei izvēlēti uzdevumi, kuros skolēni strādā ar grafikiem – 6 testelementi 2015. g. (6., 7., 16., 22., 28., 29.) un 5 testelementi 2016. g. (6.4., 7.3., 9.2., 11.1., 11.2.).

Darbus labo skolotāji skolās, tad iesniedz VISC kopējos skolēnu rezultātus pa uzdevumiem. Datus apstrādājot ar IteMan Test Analysis Program un IRT analīzes programmu WinSteps, noteikta katra uzdevuma grūtības pakāpe, uzdevuma izšķirtspējas koeficients, kā uzdevuma izpilde veikusies skolēnu grupai ar augstiem un zemiem sasniegumiem darbā kopumā. Lai novērtētu darba piemērotību skolēnu kopai, izmantots IRT RASCH modelis.

2. Skolēnu darbu padziļinātai analīzei atlasīti 2015. gadā 300 skolēnu darbi 2016. gadā 270 no 8 skolām, kuru skolotāji atsaucās aicinājumam darbus iesniegt. **Ierobežojumi** – skolēnu darbu analīze uzrāda skolotāju neprecizitātes, kļūdas skolēnu darbu vērtēšanā. Ņemot vērā lielo kopu, pieļaujams, ka kļūdaini izlabotie kopējo tendenci nemaina.

3. Valsts pārbaudes darbu uzdevumu analīzei izvēlēti 2016. gada pārbaudes un diagnosticējošie darbi matemātikā un dabaszinātnēs kopā 10 uzdevumu komplekti. Kognitīvā dziļuma noteikšanai izmantoti snieguma indikatori un kritēriju – līmeņu apraksti atbilstoši SOLO taksonomijai. Katrs eksperts noteica kognitīvā dziļuma līmeni individuāli, izmantojot kritēriju līmeņu aprakstu (skat. 2. tabulā). Vērtējumi tika salīdzināti, vienojoties kopīgi par gala vērtējumu.

2.tab. Kognitīvā dziļuma salīdzinājums dažādos instrumentos
Table 2 Comparison of cognitive depth among different instruments

PISA sniegumalīmenis	PISA kognitīvais līmenis (2015)	Valsts pārbaudes darbu kognitīvais līmenis	SOLO taksonomija
5, 6	Augsta	Augsts	4 - paplašināta abstrakcija
4, 3	Vidējs	Vidējs	3 - vairāki elementi saistīti kopējā struktūrā
2	Zems	Zems	2 – vairāki nesaistīti struktūrelementi
1a			1 - viens struktūrelements
1b			0 - nav struktūras

Kognitīvā līmeņa vērtējumu iespējams samērot ar PISA ietvaru, jo skolēna snieguma apraksts vienā tabulas rindā izmantojot dažādus instrumentus atbilst analogām kognitīvām darbībām.

4. Mācību līdzekļu (ML) analīze veikta atbilstoši kritērijiem: kādi uzdevumi skolēnam darbā ar grafisku informāciju ir iekļauti, kāds ir uzdevumu kognitīvais dziļums un kādas iespējas skolēnam ir apgūt prasmi patstāvīgi, izmantojot grāmatu. ML analīzei izvēlētas skolu praksē pieejamās 14 mācību grāmatas matemātikā 4. - 9. klasei, 17 grāmatas dabaszinātņu mācību priekšmetos (dabaszinībās, fizikā, ķīmijā un bioloģijā) posmā līdz 9. klasei.³

Rezultāti

Results

1. Skolēnu sniegums diagnosticējošajā darbā dabaszinātnēs 9. klasei izvēlētajos testelementos, kas pārbauda prasmes darbā ar informāciju parādīts 3. un 4.tabulās.

3.tab. Skolēnu sniegums testelementos ar grafisku informāciju (2016)
Table 3 Student performance in testelements with graphical information (2016)

Uzd.	Skolēna snieguma indikators	Grūtības pakāpe (p)
7.3.	Nolasa vienkāršu informāciju no grafika	0,80
9.2.	Nolasa vienkāršu informāciju no grafika, lietojot arī tekstā un attēlā doto informāciju	0,72
6.4.	Nolasa kompleksu informāciju no teksta un grafika, lai spriestu, veidotu secinājumu, analizējot situāciju	0,49
11.2.	Analizē tekstā, grafikā un citā vizuālā veidā dotu informāciju par jaunu reālās dzīves situāciju	0,36
11.1.	Analizē tekstā un grafikā doto komplekso informāciju par jaunu reālās dzīves situāciju	0,25

³ R. Arājs, V. Drulle, A. Miesniece, (2005). Izzini pasauli! Dabaszinības 4. klasei, Zvaigzne ABC.
M. Kusiņa, D. Mežzīle. A. Nikolajenko, B. Šķēle. (2006). Izzini pasauli! Dabaszinības 5. klasei, Zvaigzne ABC.
I. Kreicberga, M.Kusiņa, D.Mežzīle, A.Nikolajenko. (2007). Izzini pasauli! Dabaszinības 6.klasei, Zvaigzne ABC.
Mācību grāmatu komplekts: I. Vilks, R. Gribuste, S. Vilciņa. (2005-2007). Dabaszinības 4. - 6.klase. Lielvārds.
Ē. Nagle, R. Gribuste, (2011). Bioloģija 7, klase, Lielvārds.
L. Sausiņa. (2013). Zooloģija 8. klasei, Zvaigzne ABC.
R. Gribuste, D. Brante. (2013). Bioloģija 9. klasei. Lielvārds.
Mācību grāmatu komplekts: A. Brangule, D. Namsone. (2013-2014.). Ķīmija 8.-9. klasei. Lielvārds.
Mācību grāmatu komplekts: M. Drille, V. Kakse, (2013-2014). Ķīmija 8.-9.klasei. Zvaigzne ABC.
Mācību grāmatu komplekts: B. Āboltiņa, S. Januma. (2013-2015). Matemātika 7.-9.klasei. Zvaigzne ABC.
Mācību grāmatu komplekts: I. France, G. Lāce, L. Pickaine, A. Miķelsone. (2008-2010). Matemātika 7.-9.klasei, Zvaigzne ABC.
Mācību grāmatu komplekts: J.Mencis (sen.), J.Mencis (jun.). (2008-2010). Matemātikas 4.-6. kl., Zvaigzne ABC.
Mācību grāmatu komplekts: I. France, G. Lāce. (2014-2015). Matemātika 5-6. klasei. Lielvārds.
Mācību grāmatu komplekts: I. Lude, J. Lapiņa. (2013-2015). Matemātika 7.-9.klasei, Pētergailis.
Mācību grāmatu komplekts: E. Šilters. (1998, 2000). Fizika 8.-9. klasei, Lielvārds.
Mācību grāmatu komplekts: I. Vilks. (2007-2008). Fizika 8.-9. klasei, Zvaigzne ABC.

4.tab. Skolēnu sniegums testelementos ar grafisku informāciju (2015)
Table 4 Student performance in testelements with graphical information (2015)

Uzd. nr.	Snieguma indikators	Grūtības pakāpe (p)
6	Nolasa no grafika skaitļus, lielumus.	0,77
29		0,71
7	Atpazīst starp citiem nelineāru grafiku.	0,68
28	Attēlo grafiski datus no tabulas.	0,51
16	Analizē tekstā (arī attēlā un grafikā) doto komplekso informāciju par situāciju	0,29
22	Saista tekstā un grafikā dotu komplekso informāciju, analizē grafiku un nolasa datus.	0,26

Statistiskā analīze rāda, ka kopumā darbs piemērojas skolēnu spēju spektram, skolēniem šis darbs ir vidēji grūts, jāatzīmē, ka nav pietiekami daudz uzdevumu skolēniem ar augstām spējām, lai precīzāk veiktu šķirošanu.

2. Kognitīvais dziļums valsts pārbaudes darbos matemātikā un dabaszinātnēs redzams 5. tabulā. Norādīts katram līmenim atbilstošo testelementu skaits procentos katrā pārbaudes darbā.

5.tab. Kognitīvais dziļums valsts pārbaudījumu uzdevumos dabaszinātnēs un matemātikā 2016.gadā

Table 5 Cognitive depth in national test assignments in science and mathematics (2016)

SOLO līmenis	Matemātika				Dabaszinātnes			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
3.klase	40%	49%	11%	0%				
6.klase	23%	60%	17%	0%	52%	39%	9%	0%
8.klase	12%	56%	24%	8%				
9.klase	23%	59%	18%	0%	32%	60%)	8%	5%
12.klase	9%	66%	17%	8%	45%	42%	13%	0%
					Fizika			
					37%	61%	2%	0%
					Ķīmija			
					46%	39%	15%	0%

3. Konstatēts, cik uzdevumi, kuros informācija dota grafikā, atrodami katrā analizētajā dabaszinātņu mācību grāmatā (skat. 6. tabulu). Mācību līdzekļu analīzē aplūkoti piemēri iekļauti diskusijas daļā.

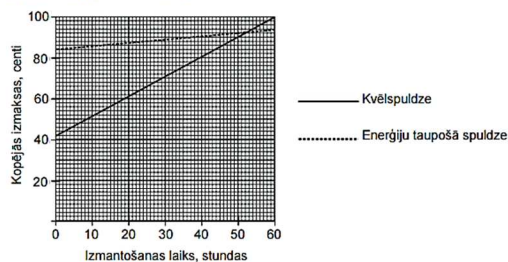
6.tab. Piemēru skaits ar grafisku informāciju mācību grāmatās
Table 6 Number of examples with graphical information

Piemēru skaits	Grāmatu skaits mācību priekšmets
Vairāk nekā 10	2 fizikas mācību grāmatās
5-9	1 ķīmijas un 1 fizikas grāmatā
2-4	1 zooloģijas un 1 dabaszinību grāmatā 6.klasei
1 vai 0	11 dabaszinātņu mācību grāmatās

Diskusija Discussion

1. Skolēnu sniegums izvēlētajos uzdevumos 2015. un 2016. gadā, kuru izpildei nepieciešams darbināt elementāras prasmes darbā ar informāciju (prot atrast tekstā, shēmā, tabulā vajadzīgo informāciju, atpazīst tekstā dotu informāciju, nolasa vienkāršu informāciju no lineāra grafika u.c.), ir salīdzinoši augsts (piemēram, 2. attēlā uzdevuma 7.3. p = 0,8).

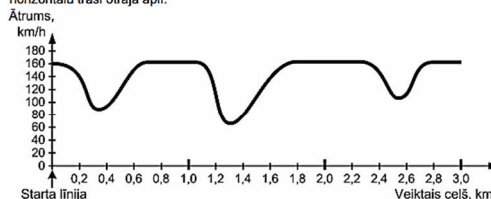
7.3. Grafikā attēlotas kopējās izmaksas, pērkot un izmantojot vidēji dārgu kvēlspuldzi un vislētāko enerģiju taupošo spuldzi.



Pēc cik stundām enerģiju taupošās spuldzes iegāde un izmantošana kļūst ekonomiski izdevīgāka, salīdzinot ar kvēlspuldzi? *Atzīmē vienu atbildi!*

- A pēc 42 stundām
- B pēc 84 stundām
- C pēc 93 stundām
- D pēc 52 stundām

Grafikā parādīts, kā mainās sacikšu automašīnas ātrums, braucot pa trīs kilometrus garu horizontālu trasi otrajā apļā.



11.1. Aptuveni cik garu ceļu veic automašīna no starta līnijas līdz trases garākā taisnā posma sākumam? *Atzīmē vienu atbildi!*

- A 2,6 km
- B 1,8 km
- C 1,4 km
- D 0,5 km

2.att. 7.3.un 11.1. uzdevums (2016.)
Fig.2 Testelement No.7.3., 11.1. (2016)

Uzdevumos, kuros nepieciešama dziļāka domāšana (iegūto informāciju lietot, to pārveidojot, spriežot, analizējot jaunā situācijā reālu procesu) skolēnu sniegums ir ievērojami zemāks (piemēram, 2. attēlā uzdevuma 11.1. p = 0,25).

11.1. uzdevumā (skat. 2. att.) pareizo atbildi B atzīmējuši 25 % skolēnu, atbildi A izvēlējušies 5 %, atbildi C – 60 % skolēnu, atbildi D – 8 % skolēnu, bet 1 % nav snieguši atbildi vai atzīmējuši vairākas. Tas vedina domāt, ka skolēni šo situāciju primitivizē, iespējams domājot, ka garākais trases posms, sākas tur, kur automašīnas ātrums sasniegts vislielākais. Lai gan skolēniem ir pieredze braukt ar velosipēdu vai sēdēt blakus autovadītājam un ikdienas situācijās skolēniem ir reāla situācijas pieredze, ka braucot ātrums tiek uzņemts, jau izejot no līkuma, ir

konstatējams, ka skolēniem ir grūtības pārnest šo reālo pieredzi uz pārbaudes darbā aplūkoto situāciju. Tas izvirza diskusijai jautājumu, ar kādiem grafikiem skolēns sastopas matemātikā un dabaszinātņu priekšmetos.

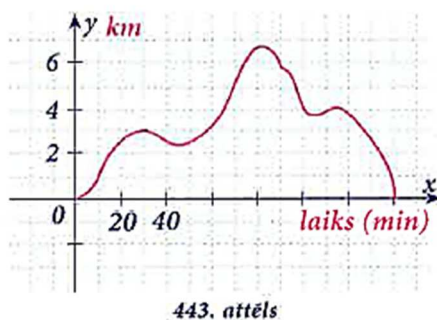
2. Kopējais pārbaudījuma apjoms, gan teksta apjoms atsevišķos uzdevumos ir liels, kas daļai skolēnu noteikti varēja radīt papildu grūtības. Tomēr pieaugot uzdevumu kompleksumam, parādoties jaunām (nezināmām) situācijām skolēnu sniegums ir salīdzinoši pārāk daudz zemāks. Līdzīga tendence tika konstatēta, analizējot skolēnu sniegumu 2015. gada diagnosticējošā darba uzdevumos (France et. al., 2016). Viens no iespējamiem iemesliem, skolēnu grūtībām jaunās un kompleksās situācijās ir nepietiekama pieredze darbā ar šādiem uzdevumiem mācību procesā. Tam, savukārt cēlonis var būt tendence, ka skolotāji nereti savā praksē izmanto tāda veida uzdevumus, kādi tiek iekļauti pārbaudes darbos (Harlen, 2010) - šajā gadījumā zema kognitīva līmeņa uzdevumus. Jo, noskaidrojot, kādā kognitīvajā dziļumā tiek mērīts skolēnu sniegums valsts līmeņa darbos, konstatējams, ka 2016. gada valsts pārbaudījumos dabaszinātnēs nav neviena uzdevuma, kas atbilstu augstākajam PISA līmenim (skat. 5. tabulu), bet PISA darbā tādu ir pēc dažādiem avotiem 8 – 14 % (OECD, 2016b; OECD, 2016c). Valsts pārbaudījumos dabaszinātnēs un matemātikā 2016. gadā skolēnu sniegums tiek mērīts kognitīvi vidēji zemā līmenī. Tas lielā mērā pastiprina iespēju, ka skolotāji mācību procesā darbina šāda kognitīva dziļuma uzdevumus. Turpmākajos pētījumos būtu svarīgi noskaidrot, cik ilgā laika periodā ir vērojama šāda tendence, sākot no 3. līdz pat 12. klasei. Šī situācija uzrāda pretrunu starp valsts mācību satura attīstības dokumentos iezīmēto vajadzību attīstīt 21. gs prasmes, kas ir iespējams, attīstot dziļu domāšanu, un valsts pārbaudījumiem dabaszinātnēs, kuri mēra dominējoši virspusēju (reproduktīvu) rezultātu.

3. Cits iespējams skolēnu grūtību cēlonis ir saistīts ar veidu, kā darbs ar grafisku informāciju ir atsegtis mācību līdzekļos matemātikā un dabaszinātņu priekšmetos, jo nav noslēpums, ka daudzi skolotāji savā praksē “cieši turas” pie mācību grāmatām.

Funkciju grafisku attēlošanu un grafiku lasīšanu matemātikā skolēni apgūst 7. klasē. Skolēni iegūst daudzveidīgu pieredzi darbā ar teorētiskiem matemātiskiem modeļiem (lineāra funkcija, kvadrātfunkcija u.tml., to grafikiem - nosaka funkciju īpašības u.tml.), kas tikai tuvināti apraksta reālu procesu (ir idealizēti). Piemēram, attāluma izmaiņa no laika tiek apskatīta tikai kā lineāra funkcija (ar atsevišķiem izņēmumiem). Veidojas pretruna ar to, ko prasa minētais 11. uzdevums 9. klases diagnosticējošajā darbā – analizēt reālo procesu (automašīnas kustību), balstoties savā pieredzē. Atbilstoši mācību grāmatām matemātikā skolēni praktizējas, veicot uzdevumus ar matemātisku un reālu kontekstu, kuros tiek prasīts noteikt kādu „atsevišķu elementu” vai pārbaudītas matemātikas teorētiskās zināšanas. Piemēram, nolasīt konkrēta mainīgā vērtību; noteikt mazāko/lielāko vērtību; veikt skaitliskus aprēķinus ar nolasītajiem

lielumiem un noteikt nemainīgā lieluma (piemēram, ātruma) skaitlisko vērtību. Skolēni mācās nolasīt informāciju par kāda “reāla” procesa izmaiņām – kad atkarīgais lielums palielinās, kad samazinās, kad paliek nemainīgs. Tipiski, ka uzdevumi ir salīdzinoši zemā kognitīvā līmenī.

Ir atsevišķi mēģinājumi mācību līdzekļos matemātikā iekļaut piemērus, lai skolēns analizētu grafiku skatoties gan uz konkrēto situāciju un tai atbilstošu terminoloģiju un tai pat laikā to saistot ar matemātikas terminoloģiju. Ir sastopami atsevišķi uzdevumi, kuros mēģināts iekļaut autentiskas situācijas, bet arī šeit kognitīvi dziļi jautājumi netiek uzdoti. No skolēna tiek prasīts tieši nolasīt informāciju no grafika un parādīt atsevišķu teorijas jautājumu (terminoloģijas) zināšanu. Piemēram, kognitīvi dziļāku uzdevumu varētu iegūt jautājot, vai informācija ir pietiekama, lai secinātu par jahtas pārvietošanās ātrumu un aicinot to pamatot (skat. 3. attēlu). Mācību grāmatās ir tikai atsevišķi uzdevumi, kuros skolēniem grafiskā attēlojuma kontekstā jādomā par procesu kopumā - kā veselumu.



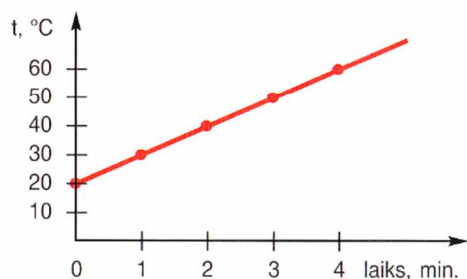
149.1. Pa ezeru brauc jahta. Tās attālums no piestātnes mainās atkarībā no laika. Šī sakarība (attālums y no laika x) parādīta grafikā (443. att.). Cik tālu jahta atradās kopš izbraukšanas no piestātnes pēc 20 min; pēc 40 min; pēc 1 h 20 min un pēc 2 h 30 min? Vai ar šo grafiku tiek dota funkcija? Vai tā ir lineāra funkcija? Kāds ir tās definīcijas apgabals un kāds — vērtību apgabals?

3.att. Autentiska uzdevuma piemērs mācību grāmatā matemātikā

Fig.3 Example of authentic testelement from Mathematics textbook

Analizējot mācību līdzekļus dabaszinātnēs, atrodams salīdzinoši maz piemēru, kur skolēniem tiktu prasīts strādāt ar informāciju, kas dota grafiski (skat. 6. tabulu). Daudz grafiku doti kā ilustrācija. Kā tipisks vērtējams lineāra grafika piemērs fizikā (skat 4. attēlu). Tiek sagaidīts, ka skolēni nolasa konkrētus datus no grafika, uzdevumu kognitīvais līmenis ir salīdzinoši zems. Tas arī kopumā atbilst tiem uzdevumiem, ar kādiem liela skolēnu daļa diagnosticējošā darbā ir tikusi galā. Pozitīvi vērtējams, ka mācību grāmatās ir sastopami atsevišķi uzdevumi, kas ietver autentiskas situācijas, kaut tikai atsevišķi uzdevumi vērtējami kā kognitīvi dziļi. Konstatēts, ka dabaszinātņu mācību grāmatās nav aprakstīts, kā skolēniem jāstrādā ar grafikiem, ja skolēns to vēlas apgūt pats (izņemot *Ķīmija 8. klasei*, Lielvārds, 2013). Lielā mērā rezultāts ir atkarīgs no tā, kādā veidā skolotājs stundās māca to darīt. Analizēt, kā tas notiek, būtu turpmāko pētījumu uzdevums.

Ja silda vai atdzesē ķermeni, tad tā temperatūras maiņu var attēlot grafiski. Šajā nolūkā ik pēc noteikta laika sprīža ir jāizmēra ķermeņa temperatūra. Uz grafika horizontālās ass atliek laika sprīžus, bet uz vertikālās — temperatūru.



Mērījuma rezultātus grafikā attēlo ar punktiem, kurus pēc tam savieno ar līniju. Iegūtā līnija ir ķermeņa temperatūras maiņas grafiks.

4.att. Tipisks uzdevums darbā ar grafisko informāciju fizikā
Fig.4 Example of authentic testelement from Physics textbook

Diskutējami ir 6. klases dabaszinību grāmatā iekļautie uzdevumu piemēri, ja līdz tam matemātikā aplūkotā grafika veids skolēnam vēl nav mācīts (skat. 5. attēlu).

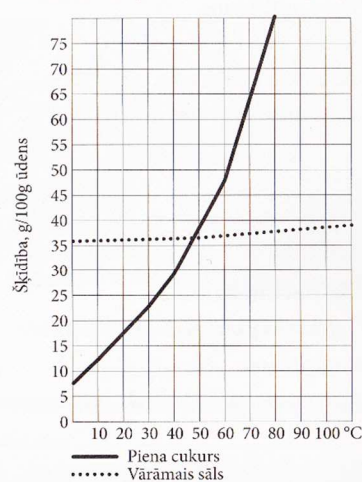
2. uzdevums.

Izpēti grafiku!

2.1. Aizpildi tabulu!

Piena cukura jeb laktozes šķīdība ūdeni atkarībā no temperatūras	
Temperatūra (°C)	Izšķīdušās vielas masa 100 g ūdens
10 °C	
30 °C	
50 °C	
70 °C	
80 °C	

Dažu cietu vielu šķīdība atkarībā no temperatūras



2.2. Vai 100 gramos ūdens iespējams izšķīdināt 50 gramus vārāmā sāls? Atbilde pamato, izmantojot datus no šķīdības liknes!

5.att. Uzdevuma piemērs dabaszinībās 6. klasei

Fig.5 Example of testelement from Science textbook for grade 6

Ja matemātiskā jēga skolēnam nav skaidra, tad pārnest to kā prasmi no vienas situācijas uz otru, skolēns nespēj. Tas arī varētu skaidrot skolēnu tālākās grūtības darbā ar dažādiem grafikiem. Matemātikas grāmatās ir piemēri, kur vērojama

pretējā tendence – matemātikā pamatskolā dotas fizikā tikai vidusskolā lietotas formulas. Tas liecina par sadarbības trūkumu mācību satura un mācību līdzekļi izveidē starp dažādiem mācību priekšmetiem.

Salīdzinot veidu, kā ar grafisku informāciju tiek mācīts darboties matemātikā un dabaszinātnēs, konstatējams, ka matemātikā salīdzinoši daudz tiek strādāts ar grafisku informāciju, tas tiek darīts izmantojot specifisku matemātisku terminoloģiju; skolēnam var nebūt vienkārši pašam pārnest matemātikā apgūto uz autentiskām situācijām. Daudz jēdzienu, kurus teorētiski lieto mācību situācijās, nonākot līdz praktiskam saturam, nav nepieciešami, piemēram, punkta piederība grafikam; grafika atrašanās noteiktā kvadrantā; funkcijas nulles utt.; tikai atsevišķos gadījumos tie tiek saintegrēti.

4. Ja vēlamies, lai skolēnu sniegums uzlabojas uzdevumos, kuros nepieciešams demonstrēt prasmi risināt kompleksu uzdevumu jaunās situācijās, tad akūti nepieciešams skolēniem ir apgūt šāda veida mācīšanās pieredzi. Iespējams, ka palielinot šādu piemēru īpatsvaru diagnosticējošos darbos un iestrādājot mācīšanās metodiku mācību grāmatās dabaszinātnēs, būtu daži praktiski soļi problēmas risinājumam. Attiecībā uz dažiem uzdevumu veidiem, kas Latvijas tradīcijai ir jauni, ir bažas, vai skolotājiem ir pietiekams metodisks atbalsts šo uzdevumu jēgpilnā izmantošanā.

Secinājumi **Conclusions**

Pētījums rāda, ka skolēni tiek veiksmīgi galā ar uzdevumiem, kuros jādemonstrē elementāra prasme, piemēram, nolasīt lielumu no lineāra grafika, bet tikai nedaudz skolēnu spēj veikt uzdevumus, kuros jāstrādā ar sarežģītāku grafiku dziļa kognitīva līmeņa uzdevumos.

Redzama tendence, ka valsts pārbaudījumos izvēlētajos darbos matemātikā un dabaszinātnēs no 3. līdz 12. klasei dominējoši ir iekļauti uzdevumi, kuros skolēniem tiek prasīts demonstrēt salīdzinoši zema kognitīva līmeņa sniegumu, pretstatā PISA ietvaram.

Tas var būt viens no cēloņiem, kāpēc skolēnu rezultāti ir zemi, jo skolotāji nereti mācību procesā vadās pēc tā, ko mēra pārbaudījumi nevis pēc tā, ko prasa standarti. Pētījums parāda, ka no valsts (sistēmas) puses uz skolu tiek raidītas divas pretējas informācijas plūsmas - tiek radīti standarti, kuros tiek iezīmēta vajadzība pēc 21. gs prasmju attīstīšanas, un veidoti valsts pārbaudījumi, kuri mēra citu rezultātu.

Skolēni kopumā diagnosticējošos darbos tiek galā ar tādiem uzdevumiem darbā ar grafikiem, kādi tipiski ir atrodamī mācību līdzekļos.

Tikai atsevišķos mācību līdzekļos posmā no 1.-9. klasei ir iekļauti daži kompleksi uzdevumi darbam ar autentiskām situācijām, kas dod iespēju skolēnam

vingrināt matemātikā apgūtās prasmes darbā ar grafisku informāciju, lietot dabaszinātņu kontekstā. Ir minimāli atrodami gadījumi, kuros tiek skaidrots (mācīts), kā kompleksu grafisku informāciju interpretēt. Tas var būt vēl viens cēlonis nepietiekami augstam skolēnu sniegumam.

Summary

Student performance is relatively high (degree of difficulty 0,6 – 0,8) in selected average difficulty level assignments (in the period of 2015-2016) for measuring students' information literacy skills. In assignments where deeper levels of thinking are required (use of acquired information, transforming it, making judgments, analyzing it in a new situation) student performance varies considerably (difficulty level 0,25 – 0,36).

Research findings indicate a tendency that the content of science and mathematics national tests in years 2015 and 2016 are dominated with assignments where students are asked to demonstrate relatively low cognitive performance. There are almost no assignments included where students should demonstrate performance that comply with OECD PISA framework highest levels 5 and 6. A contradiction is identified where, on the one hand, national curricula policy stresses the need to develop 21st century skills (which is possible by developing deep learning approaches) and where, on the other hand, national test assignments in science and mathematics are predominantly designed to measure reproductive results.

Literatūra References

- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning – the SOLO Taxonomy*. New York: Academic Press.
- France, I., Namsonē, D., Čakāne, L., Dzērve, U., & Vilciņš, J. (2016). Teaching to Use in Science and mathematics Previously Acquired Skills. *SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference, 2016*. Volume II, (pp. 51-65). Rezekne: Rezeknes Academy of Technologies.
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A rich seam: How new pedagogies find deep learning*.
- Geske, A., Grīnfelds, A., Kangro, A., & Kiselova, R. (2016). *Latvija OECD Starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā 2015 – pirmie rezultāti un secinājumi*. Latvijas universitāte, Rīga.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: ASE.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- OECD (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematical and Financial Literacy*. OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016b). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016c). *PISA 2015 Technical Report*. Pieejams: <https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2015-Technical-Report-Chapter-12-scaling.pdf>
- VISC (2016). *Diagnosticēsim dabaszinātņu mācību priekšmetu apguvi 9.klasē!* Pieejams: http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/ce_paraugi/dzm/diagnosticesim_da_bzin_apguvi_9kl.pdf