

KOGNITĪVAIS DZILUMS BIOLOĢIJAS MĀCĪŠANAS UN MĀCĪŠANĀS PROCESĀ NO 7. LĪDZ 9. KLASEI

Cognitive Depth of Teaching and Learning Process in Biology from 7th till 9th Grade

Dace Bērtule

Dace Namsone

Latvijas Universitāte, Latvija

Abstract. From OECD PISA Science test results presented in 2016 shows that in Latvia only 3,4 % of students performance is in accordance to the 5th and 6th performance level (higher order cognitive skills (HOCS) measured), which is below OECD average. In Latvia from 2016 started Curriculum Development and Implementation project, which one of the priorities is student's ability to apply HOCS (higher order cognitive skills) to improve these results. The development of deeper thinking (cognitive activity) is one of the most advanced skills in all subjects, including biology. In order to reduce the risks, it is necessary to analyze introducing new reforms the opportunities for students to develop HOCS through biology lessons and textbooks in current teaching and learning process. In previous researches it was found out that all items with context of 9th grade biology in the Latvia's National level Science test (period 2015-2017) were measuring only low and average depth and no one was in high cognitive level as opposed to the PISA framework. It is required to study reasons of that more deeply. The research goal is to analyze cognitive depth of given tasks that students have the opportunity to do in the lessons of biology, biology textbooks from 7th till 9th grade and with 9th grade biology tasks in Latvia's National level Science tests from years 2015 till 2017 and to compare these three cognitive depth results to the PISA 2015 Science framework. To find out cognitive depth of given tasks, there were analysed 31 samples of biology lessons and 6 biology textbooks for grades 7th till 9th.

Keywords: biology tasks, biology textbooks, higher order cognitive skills, student performance in National level Science test.

Ievads

Introduction

Sākot ar 2016. gadu, projekts “Kompetenču pieeja mācību saturā” uzsāka darbību, kuras mērķis ir nodrošināt mācību satura kompetenču pieejā izstrādi un saskaņā ar vispārējās izglītības obligāto aprakstu un mācību satura ieviešanas aprobāciju pirmsskolas, pamatskolas un vidējā izglītībā. Viens no projekta “Kompetenču pieeja mācību saturā” mērķiem ir 21. gadsimta prasmju (kompetenču) ieviešana mācību saturā (LR MK, 2016). Lai saprastu, kā labāk

ieviest jaunu pieeju, ir nepieciešams analizēt, kā skolēni ir mācījušies līdz šim un kāda ir saistība ar viņu sniegumu.

Viena no svarīgākajām prasmēm, kompetencēs balstītajā mācīšanās, ir prasme pielietot zināšanas dažādos kontekstos un mācību priekšmetos, kuru var attīstīt ar dziļās mācīšanās palīdzību (Fullan & Langworthy, 2014; Hattie, 2012). OECD PISA pētījumos tiek mērītas tādas prasmes kā prasmes darbā ar informāciju, darbinot dziļo mācīšanos jaunās situācijās. Pētījuma rezultāti Latvijas skolēniem ir viduvēji. Skolēnu skaits, kas sasniedz kognitīvās darbības augstākos līmeņus (5. un 6. līmeni) ir 3.6 % un 1 %, kamēr OECD vidējais rādītājs ir attiecīgi 6.1 % un 1 % (OECD, 2016a; Geske, Grīnfelds, Kangro, & Kiselova, 2016). Šie rezultāti norāda uz nepieciešamību dziļāk izpētīt šādu rezultātu iespējamus cēloņus, lai nākotnē varētu uzlabot mācīšanās kvalitāti.

Viens no veidiem, ko kognitīvā dziļuma mērīšanai piedāvā PISA pētījumos, ir vērtēšanas ietvars ar trīs kognitīvās domāšanas dziļumiem (zems, vidējs, augsts) un septiņiem skolēnu sniegumu līmeņiem (OECD, 2016b); tiek izmantota SOLO taksonomija (Biggs & Collis, 1982; Biggs, 1995), Blūma taksonomija (Bloom, 1956) u.c., kuri ir samērojami ar PISA ietvaru. Šiem vērtēšanas ietvariem ir raksturīgi, ka pamazām no zemākā uz augstāko līmeni aug paša uzdevuma kompleksums un skolēna zināšanu pielietojums jaunās situācijās. Zināmā situācijā, darbinot kādu atsevišķu elementu, runājam par zema līmeņa kognitīvu darbību. Augot kompleksumam un nonākot jaunā situācijā tiek darbinātas augstākā līmeņa domāšanas prasmes – tiek sagaidīta dziļa kognitīva darbība. Domāšanas dziļumu var izmērīt dažādos skolēnam dotos uzdevumos gan diagnostikas darbos, gan stundā lietotajos uzdevumos, gan mācību grāmatā piedāvātajos uzdevumos (skat. 1. tabulu).

1. tab. PISA vērtēšanas ietvars un tā kritēriji (pielāgots no OECD, 2016b)
Table 1 Adapted framework of PISA categories and criteria (adapted from OECD, 2016b)

PISA kognitīvie līmeņi						
Kognitīvie līmeņi	Zems		Vidējs		Augsts	
	1	2	3	4	5	6
Skolēna sniegums	Skolēns veic vienpakāpju procedūru - atceras faktu, terminu, jēdzienu vai nolasa vienkāršu informāciju no diagrammas, tabulas vai attēla		Izmanto zināšanas, lai izskaidrotu fenomenu vai procesu, izvēlās piemērotu procedūru ar divām vai vairākām pakāpēm, sakārto vai attēlo datus, interpretē vienkāršas datu kopas vai diagrammas		Analizē kompleksu informāciju vai datus, apkopo vai novērtē pierādījumus, izvērtē izmanto informāciju no dažādiem avotiem, izveido plānu vai darbības soļus, lai atrisinātu sarežģītas problēmas	

Iepriekšējā pētījumā tika analizēts domāšanas dziļums bioloģijas uzdevumos 9. klašu dabaszinātņu diagnostikas darbos no 2015. līdz 2017. gadam (Bertule & Namsonē, 2017). Tika secināts, ka šajos darbos netika izmantoti uzdevumi, kuri mērītu augstākā līmeņa kognitīvās darbības dziļumu. Lielākā daļa uzdevumu mērīja zemu domāšanas dziļumu, kā arī, palielinoties uzdevuma kompleksumam, ievērojami samazinājās skolēnu skaits, kas spētu atrisināt tāda līmeņa uzdevumus. Šajā rakstā aplūkosim, kā dziļas mācīšanās iespējas tiek piedāvātas bioloģijas mācību stundās un uzdevumos bioloģijas mācību grāmatās no 7. līdz 9. klasei, izmantojot 1. tabulā aprakstīto kognitīvo līmeņu kritērijus.

Pētījumā izvirzītie jautājumi:

- 1) Kāds ir bioloģijas uzdevumu kognitīvais dziļums valsts līmeņa pārbaudes darbos no 2015. līdz 2017. gadam?
- 2) Kāds ir kognitīvais dziļums bioloģijas stundās dotajos uzdevumos no 7. līdz 9. klasei?
- 3) Kāds ir kognitīvais dziļums bioloģijas mācību grāmatās iekļautajos uzdevumos no 7. līdz 9. klasei?

Metodoloģija *Research methodology*

1. Skolēnu snieguma izpētei valsts līmeņa pārbaudījumos tika izvēlēti 9. klašu skolēnu darbi dabaszinātnēs 2015. (kopa - 14600 skolēni), 2016. (kopa - 15340 skolēni) un 2017. (kopa - 15403 skolēni) gadā¹. Nacionālā līmeņa 9. klašu tests dabaszinātnēs 2016. gadā sastāv no 11 strukturētiem uzdevumiem, kas tiek sadalīti 40 testelementos, kuri tiek analizēti. Testā maksimālais punktu skaits ir 40 punkti. 2015. gadā darbs sastāv no 12 uzdevumiem, kas sadalīti 40 testelementos. Pārbaudē maksimāli bija iespējams iegūt 45 punktus. 2017. gadā ir 15 strukturēti uzdevumi, kas sadalīti 35 testelementos, kuri tiek analizēti. Testā ir iespējami ne vairāk kā 35 punkti. Pētījumā tika atlasīti tie testelementi, kuros skolēni strādā ar zināšanām un prasmēm tieši bioloģijas kontekstā - 12 no 2015. gada (4.1., 4.2., 4.3., 4.4., 7.1., 7.2., 7.3., 9.1., 9.2., 9.3., 12.1., 12.2.), 10 testelementi no 2016. gada (1.1.1.2.1.3., 2.1.2.2.3., 3.1., 3.2., 3.3., 3.4.) un 8 no 2017. gada (13.1., 13.2., 14.2., 14.3., 15.1., 15.2., 15.3., 15.4.).

Darbus labo skolās skolotāji, tad rezultāti pa uzdevumiem tiek iesniegti VISC. Datus apstrādājot ar Iteman Test Analysis Program un IRT analīzes programmu WinSteps, tiek noteikta katra uzdevuma grūtības pakāpe, uzdevuma izšķirtspējas koeficients, kā uzdevuma izpilde veikusies skolēnu grupai ar

¹ VISC diagnosticējošo darbu dabaszinātnēs 9. klasei rezultātu analīze un ieteikumi. Pieejams: <http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/metmat.shtml> (Aplūkots 27.02.2018.)

augstiem un zemiem sasniegumiem darbā kopumā. Lai novērtētu darba piemērotību skolēnu kopai, izmantots IRT RASCH modelis.

Lai izmērītu kognitīvo dziļumu izmantotajos uzdevumos, tika izmantoti snieguma indikatori un kritēriju – līmeņu apraksti atbilstoši PISA vērtēšanas ietvara kritērijiem (skat. 1. tabulu).

2. Lai pēc iespējas labāk izprastu tendences bioloģijas mācīšanās procesā, tika analizētas 31 bioloģijas mācību stundu transkripcijas, kuras tika iegūtas laika periodā no 2013. līdz 2017. gadam no 4 dažādām skolām un 14 pedagogiem. Stundu transkripcijas ir veidojuši eksperti, kuri reģistrēja mācīšanās procesā notiekošo un novēroto izveidotās stundu vērošanas lapās atbilstoši kritērijiem. Rakstā aplūkots mācīšanās process atbilstoši kritērijiem, vai skolēni ir aktīvi iesaistīti mācību procesā un vai stundā notiek produktīva mācīšanās (skat. 2. tabulu).

2. tab. Izvēlētie kritēriji stundu transkripciju novērtējumam
Table 2 Selected criteria for evaluating lessons observation transcripts

Skolēni ir aktīvi mācību procesa dalībnieki	nav	vairāk nav	vairāk ir	ir
Stundā notiek produktīva mācīšanās	nav	vairāk nav	vairāk ir	ir

3. Uzdevumu un jautājumu kognitīvais dziļums bioloģijas mācību grāmatās (MG) tika mērīts pēc tādiem pašiem kritērijiem kādi ir aprakstīti 1. tabulā. MG uzdevumu analīzei tika izvēlētas skolu praksē 7.-9. klasei pieejamās jaunākās 6 bioloģijas mācību grāmatas². Katrā MG tika analizēti skolēnam adresēti 211 (F grāmata), 249 (E grāmata), 231 (D grāmata), 106 (C grāmata), 237 (B grāmata), 210 (A grāmata) uzdevumi un jautājumi.

Rezultāti Results

1. Valsts līmeņa dabaszinātņu diagnostikas darbu kognitīvais līmenis laika periodā no 2015. līdz 2017. gadam bioloģijas kontekstā ir parādīts 3. tabulā.

² Pētījumā izmantotās grāmatas un to burtu apzīmējumi:

- A. Kusiņa, M., & Āboliņa, L. (2014). Bioloģija 9. klasei. Zvaigzne ABC.
- B. Gribuste, R., & Brante, D. (2013). Bioloģija 9. klasei. Lielvārds.
- C. Sausiņa, L. (2013). Zooloģija 8. klasei, Zvaigzne ABC.
- D. Nagle, E., & Brante, D. (2012). Bioloģija 8. klasei. Lielvārds.
- E. Aizpure, A. (2012). Bioloģija 7. klasei. Zvaigzne ABC.
- F. Nagle, E., & Gribuste, R. (2011). Bioloģija 7. klasei. Lielvārds.

Bioloģijas uzdevumos mērītais kognitīvā dziļuma procentuālais daudzums tiek parādīts atbilstoši ar PISA vērtēšanas ietvaru.

3. tab. **Kognitīvais dziļums bioloģijas uzdevumos dabaszinātņu diagnostikas darbos no 2015. līdz 2017. gadam**

Table 3 Cognitive levels in National level Science test assignments in context of biology from 2015 till 2017 year

PISA kognitīvie līmeņi						
Kognitīvie līmeņi	Zems		Vidējs		Augsts	
	1	2	3	4	5	6
Skolēna sniegums	Skolēns veic vienkāršu procedūru - atceras faktu, terminu, jēdzienu vai nolasa vienkāršu informāciju no diagrammas, tabulas vai attēla		Izmanto zināšanas, lai izskaidrotu fenomenu vai procesu, izvēlās piemērotu procedūru ar divām vai vairākām pakāpēm, sakārto vai attēlo datus, interpretē vienkāršas datu kopas vai diagrammas		Analizē kompleksu informāciju vai datus, apkopo vai novērtē pierādījumus, izvērtē izmanto informāciju no dažādiem avotiem, izveido plānu vai darbības soļus, lai atrisinātu sarežģītas problēmas	
2015. g.	31%	23%	15%	31%	0	0
2016. g.	10%	80%	10%	0	0	0
2017. g.	12%	50%	38%	0	0	0

2. Bioloģijas stundu transkripcijās tika konstatēts, cik lielā mērā skolēni ir iesaistīti mācīšanās procesā (vai domā līdzīgi, diskutē, darbojas utt.) un vai stundā notiek produktīva mācīšanās (skat. 4. tabulu).

4. tab. **Bioloģijas stundu transkripcijās konstatētais mācīšanās process pēc kritērijiem no 7. līdz 9. klasei**

Table 4 Evaluated criteria from 7th till 9th grade biology lessons transcripts

Skolēni ir aktīvi mācību procesa dalībnieki	nav	vairāk nav	vairāk ir	ir
	6%	74%	10%	10%
Stundā notiek produktīva mācīšanās	nav	vairāk nav	vairāk ir	ir
	26%	54%	16%	4%

3. Pamatskolas posmā (7. - 9. klase) izmantotajās bioloģijas mācību grāmatās kognitīvais dziļums un piedāvātais pētniecisko darbu skaits atspoguļots 5. tabulā.

5. tab. **Bioloģijas mācību grāmatās izmantoto uzdevumu kognitīvais dziļums**
Table 5 Cognitive depth of given tasks in biology textbooks

	Uzdevuma līmenis	Zems		Vidējs		Augsts		
		1	2	3	4	5	6	
Klašu grupa	Grāmatas burtā apzīmējums	Skolēns veic viena soļa procedūru – atceras faktu, terminu, jēdzienu vai nolasa vienkāršu informāciju no grafika vai tabulas		Lieto zināšanas, lai skaidrotu parādību vai procesu, izvēlētos piemērotu procedūru ar diviem vai vairāk soļiem, sakārto/attēlo datus, interpretē vienkāršus datu kopumus vai grafikus.		Analizē kompleksu informāciju vai datus, sintezē vai izvērtē pierādījumus, spriež, izmantojot informāciju no dažādiem avotiem, veido plānu vai darbību secību kompleksas problēmas risināšanai		Pētniecisko darbu skaits
7.	F	56%	32%	12%	0%	0%	0%	14
	E	27%	41%	31%	1%	0%	0%	12
8.	D	44%	33%	21%	2%	0%	0%	12
	C	17%	45%	31%	7%	0%	0%	10
9.	B	57%	30%	9%	3%	1%	0%	12
	A	20%	31%	32%	13%	4%	0%	12

Diskusija Discussion

1. Tā kā tiek noskaidrots, kādā kognitīvā līmenī tiek mērīts skolēnu sniegums valsts līmeņa pārbaudes darbos, tiek konstatēts, ka aplūkoto darbu testelementos bioloģijas kontekstā nav iekļauts neviens uzdevums, kas atbilstu PISA augstākajiem līmeņiem (5. un 6.) (sk. 3. tabulu), bet OECD PISA pētījums iesaka izmantot dažāda līmeņa uzdevumus un kontekstus (OECD, 2016b; OECD, 2016c). Jāņem vērā, ka, atkarībā no skolēnu atbildes, kognitīvais dziļums var būt no 1. līdz 3. līmenim, atkarībā no tā, cik labi skolēns ir veidojis argumentus un vai viņš ir izmantojis norādīto informāciju. 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.

2. Aplūkotajos rezultātos (skat. 4. tabulu) parādās tendence tam, ka lielākajā daļā vēroto stundu mācīšanās procesā skolēni aktīvi neiesaistās darbā, netiek novērota produktīva mācīšanās. Šādas atšķirības, iespējams, ir saistītas ar to, ka skolotājiem nav pietiekamas izpratnes par kognitīvās darbības attīstīšanas nozīmi vai arī nav pieejami labi piemēri caur kuriem var bioloģijā panākt produktīvu mācīšanos (Saavedra & Ofer, 2012; Tang et al., 2015; Zohar & Schwartz, 2012).

3. Rezultātos ir redzams (skat. 5. tabulu), ka tikai 9. klašu (B un A grāmatas) bioloģijas mācību grāmatās tiek piedāvāti atsevišķi uzdevumi - kā attīstīt skolēniem augstākā līmeņa kognitīvo darbību. 7. un 8. klašu grupā vispār netiek

dota iespēja attīstīt kognitīvo darbību augstākajos līmeņos. F un E grāmatas (7. klašu grupa) piedāvā jautājumus un uzdevumus pārsvarā zemā kognitīvā līmenī. C un D grāmatās (8. klašu grupa) tiek izmantoti pārsvarā uzdevumi arī zemajā kognitīvajā līmenī, bet nedaudz vairāk ir uzdevumi vidējā kognitīvajā līmenī kā 7. klašu grupā. 9. klašu grupā starp grāmatām variē izmantoto uzdevumu kognitīvais dziļums, bet līdzīgi kā 7. un 8. klašu grupās, tā arī 9. klašu grupā izvēlētie uzdevumi un jautājumi pārsvarā ir zemajā kognitīvajā līmenī. Kopumā var redzēt tendenci, ka salīdzinoši maz bioloģijas mācību grāmatās tiek izmantoti uzdevumi un jautājumi, kuros varētu skolēns attīstīt vidējās un augstākās domāšanas līmeņus. Dominējoši ir iekļauti uzdevumi, kuros skolēniem tiek prasīts demonstrēt salīdzinoši zema kognitīva līmeņa sniegumu, pretstatā PISA ietvaram. Līdzīgi secinājumi tika iegūti pētot skolēnu prasmes matemātikā un dabaszinātnēs (France, Namsonē, Čakāne, Vilciņš, Dzērve, & Nikolajenko, 2017; France, Namsonē, Čakāne, Dzērve, & Vilciņš, 2016).

Katrā bioloģijas mācību grāmatā tika piedāvāti vismaz 10 pētniecisko darbu piemēri, kas ir pozitīva tendence, jo caur pētnieciskiem darbiem, skolēnam ir iespēja attīstīt augstākā līmeņa kognitīvo darbību, jo ir jāanalizē sakarības, jāspriež un ir jāsecina. Tas, vai stundās tiek izmantoti attiecīgie uzdevumi un pētnieciskie darbi no mācību grāmatām, ir ļoti atkarīgs no pedagoga izvēlētajām metodēm un attiecīgās situācijas, tāpēc ir dziļāk jāpēta skolotāja izvēlētais metodes skolēnu mācību procesa iesaistīšanās un produktīvās mācīšanās nodrošināšanās (Zohar & Schwartz, 2012).

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 arī stundās. Iespējams, ka palielinot šādu piemēru īpatsvaru diagnosticējošos darbos un iestrādājot mācīšanās metodiku mācību grāmatās bioloģijā, būtu daži soļi problēmas risinājumam, ko iesaka arī Harlen (Harlen, 2010).

Secinājumi **Conclusions**

Šajā pētījumā parādīts, ka valsts līmeņa pārbaudes darbos dabaszinātnēs periodā no 2015. līdz 2017. gadam tiek izmantoti uzdevumi pārsvarā zema kognitīvā dziļuma mērīšanai. Skolēni caur šiem uzdevumiem var demonstrēt sniegumu salīdzinoši zemā kognitīvā līmenī, kas ir pretstatā ar vēlamo uzdevumu, kā arī ar OECD pētījumu.

Valsts izglītības politikas dokumentos ir uzsvērtā nepieciešamība attīstīt 21. gadsimta prasmes, kas ir iespējams, attīstot mācīšanās iedziļinoties pieeju. Raugoties no otras puses, valsts pārbaudes darbu uzdevumi dabaszinātnēs galvenokārt paredzēti, lai izmērītu reproduktīvus rezultātus.

Aplūkotajās bioloģijas stundu transkripcijās pārsvarā produktīva mācīšanās un skolēnu iesaistīšana mācīšanās procesā vai nu nav, vai arī ir novērojama tikai nedaudz.

Pieejamajās bioloģijas 9. klašu mācību grāmatās ir atsevišķi uzdevumi, kuru veikšana var attīstīt augstāko kognitīvo līmeni. Pārējās bioloģijas mācību grāmatās ir izmantoti uzdevumi un jautājumi zemā vai vidēji zemā kognitīvajā līmenī.

Pētījums rāda tendenci, ka bioloģijā 7. - 9. klašu posmā kopumā skolēni attīsta un lieto zema un vidēji zema kognitīvā līmeņa darbības.

Summary

In this study, it has been shown that in tasks of Natural Sciences diagnostics from 2015 to 2017 tasks are mainly used for measuring low and medium cognitive depth. Students can demonstrate their performance at a relatively low cognitive level through these tasks, as opposed to the desired task, as well as with the OECD study.

National curriculum policies emphasize the need to develop the skills of the 21st century (which is possible through the development of a deep learning approach), and, on the other hand, national test assignments in science are primarily intended to measure reproductive performance.

The given biology lesson transcripts in the 9th grade group show a slightly better tendency than in the 7th and 8th grade groups - more productive learning and student involvement in the learning process. In grades 7 and 8, productive learning is predominantly involved and the involvement of students in the learning process is either absent or only slightly observed.

The available biology 9th grade textbook offers some tasks that develop the highest cognitive level. Other biology textbooks use tasks and questions at low or moderate cognitive levels.

The study shows a tendency for students to develop and use low and moderate levels of cognitive activity in the 7th-9th grades of biology.

Literatūra References

- Bertule, D., & Namsone, D. (2017). Cognitive depth in National level Science tests biology tasks from 2015 till 2017 year. *ICERI 2017: 10th annual International Conference of Education, Research and Innovation. Sevilla, Spain*, 16-18.11.2017.
- Biggs, J. B. (1995). "Assessing for learning: Some dimensions underlying new approaches to educational assessment," *The Alberta Journal of Educational Research*, vol. 41, no.1, 1-17.
- Biggs, J. B., & Collis, K. (1982). "K.F. Evaluating the Quality of Learning - the SOLO Taxonomy", *New York: Academic Press*, xii, 245.
- Bloom, B. S. (1956). "Taxonomy of Educational Objectives," *Cognitive Domain. New York, McKay*, vol. 1.
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). A rich seam: How new pedagogies find deep learning. Retrieved from http://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf

- France, I., Namsone, D., Čakāne, L., Vilciņš, J., Dzērve, U., & Nikolajenko, A. (2017). Skolēnu prasmes darbā ar grafisku informāciju matemātikā un dabaszinātnēs. *Society, Integration, Education. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume II, May 26th-27th, 2017*, 81-92.
- France, I., Namsone, D., Čakāne, L., Dzērve, U., & Vilciņš J. (2016). Teaching to use in science and mathematics previously asquired skills. *Society, Integration, Education. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume II May 27th - 28th*, 51-65.
- Geske, A., Grīnfelds, A., Kangro, A., & Kiselova, R. (2016). "Latvija OECD Starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā 2015 – pirmie rezultāti un secinājumi," *University of Latvia, Riga*.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: ASE.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- LR MK. (2016). *Latvijas Republikas Ministru kabinets Nr. 670. "Darbības programmas "Izaugsme un nodarbinātība" 8.3.1. specifiskā atbalsta mērķa "Attīstīt kompetenču pieejā balstītu vispārējās izglītības saturu" 8.3.1.1. pasākuma "Kompetenču pieejā balstīta vispārējās izglītības satura aprobācija un ieviešana" īstenošanas noteikumi,*" Retrieved from <https://likumi.lv/ta/id/278201-darbibas-programmas-izaugsmes-un-nodarbinatiba-8-3-1-specifiska-atbalsta-merka-attistit-kompetencu-pieeja-balstitu-visparejas>
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). "Learning 21st-Century Skills Requires 21st-Century Teaching," *Phi Delta Kappan*, vol. 94, no. 2, 8 - 13.
- Tang, X., Coffey, J., & Levin, D. M. (2015). Reconsidering the Use of Scoring Rubrics in Biology Instruction. *The American Biology Teacher*, 77 (9), 669-675.
- OECD (2016a). "PISA 2015 Technical Report". Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2015-Technical-Report-Chapter-12-scaling.pdf>
- OECD (2016b). "PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematical and Financial Literacy," OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016c). "PISA 2015 Technical Report," Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2015-Technical-Report-Chapter-12-scaling.pdf>
- VISC (2016). *Diagnosticēsim dabaszinātņu mācību priekšmetu apguvi 9.klasē!* Retrieved from http://visc.gov.lv/vispizglitiba/eksameni/dokumenti/ce_paraugi/dzm/diagnosticesim_da_bzin_apguvi_9kl.pdf
- Zohar, A., & Schwartz, N. (2012). Assessing Teachers' Pedagogical Knowledge in the Context of Teaching Higher-order Thinking. *International Journal of Science Education*, 1464-5289.