

NOLIEGUMU KONSTRUĒŠANA PAMATSKOLĀ KRITISKĀS DOMĀŠANAS KONTEKSTĀ

Construction of Negations in the Context of Critical Thinking for Primary School

Anita Sondore

Elfrīda Krastiņa

Pēteris Daugulis

Elga Drelinga

Daugavpils Universitāte, Latvija

Abstract. *In the modern study process it is important to teach pupils critical thinking and involvement in decision making. Formulation of negations and construction of counterexamples is one of the ingredients of critical thinking which are stressed in the new project of the mathematical standard for primary school „Skola 2030“ in Latvia. The goal of this study is to analyze experience and skills of primary school pupils and students of teacher study programs, which are related to the ability to formulate negations and counterexamples. A qualitative and quantitative analysis of questionnaire answers given by pupils and future teachers is performed in this study. Results of this study show that pupils make mistakes constructing negations and counterexamples. Teachers also have problems constructing correct assertions. These observations should stimulate universities to pay attention to teacher preparation in this sense. Teachers should teach correct usage of the negation operation at different levels of difficulty and correct construction of counterexamples.*

Keywords: *counterexample, critical thinking, logical, negation, operations, statement.*

Ievads

Introduction

Izglītību ilgtspējīgai attīstībai nodrošina mācību process, kurā skolēns aktīvā darbībā konstruē sev jaunas zināšanas, prasmes un iemaņas, veido attieksmes un pieredzi, kas nākotnē ļaus pieņemt sev un citiem nozīmīgus lēmumus, nodrošinot īstermiņa un ilgtermiņa ekoloģisko, sociālo, kultūras un ekonomisko labklājību (Salite, 2002; Drelinga & Krastiņa, 2014). Kritiskā domāšana ir viena no pamatkompetencēm, kura ietverta ilgtspējības kompetencē (NVE, 2015). Pedagoģijā tā tiek saprasta kā mērķtiecīga reflektīva spriedumu veidošanas metode autonomu lēmumu pieņemšanai, kas tiek īstenoti atbildīgā un jēgpilnā darbībā (Rubene, 2006, 2008).

Autori uzskata, ka viens no labi attīstītas kritiskās domāšanas indikatoriem ir prasme pareizi atrast apgalvojuma noliegumu un pretpiemērus. Šīs prasmes ir saistītas gan ar integrētu matemātikas kompetenci, gan ar caurviju prasmi (Raven & Stephenson, 2001; Morou & Kalospyros, 2011; Su et al., 2016). Kā liecina autoru pētījums (Sondore et al., 2016b) gan pamatskolēniem, gan vidusskolēniem ir grūtības ar nolieguma konstruēšanu dotajam apgalvojumam. Pretpiemēru konstruēšana ir viena no loģiskās domāšanas formām, kas akcentēta jaunajā LR pamatizglītības matemātikas standarta „Skola 2030“ projektā.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot pamatskolēnu un skolotāju prasmi un kritiskās domāšanas pieredzi formulēt apgalvojuma noliegumu un pretpiemērus. Tas saistīts ar nepieciešamību pastāvīgi pilnveidot augstākās izglītības studiju programmu kvalitāti. Šajā nolūkā tika veikta pamatskolēnu (tekstā- skolēni), kā arī skolotāju programmā studējošo (tekstā - skolotāji) aptauja.

Tika veidots gadījuma pētījumu dizains (Mārtinsone & Pipere, 2011; Geske & Grīnfelds, 2006). Iesaistītie 5.-9. klašu skolēni (n=40, 2016. gada pētījums) un DU studenti, skolotāju programmās studējošie (n=71, pētījums veikts no 2017. gada decembra līdz 2018. gada janvārim), rakstiski atbildēja uz aptaujas daļēji atvērtajiem jautājumiem, kas paredz izvēlei atbilžu variantus vai savas atbildes veidošanas iespēju (Mārtinsone & Pipere, 2011, 161). Lai paaugstinātu atbilžu pamatotību, aptauja norisinājās pētnieka klātbūtnē (Mārtinsone & Pipere, 2011, 163). Iegūto empīrisko datu (Mārtinsone & Pipere, 2011, 159) analīzei un interpretācijai tika izmantotas gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvās metodes.

Nolieguma teorētiskie aspekti kritiskās domāšanas kontekstā *Theoretical aspects of negation in the context of critical thinking*

Kritiskā domāšana palīdz izkopt lēmumu pieņemšanas un problēmu risināšanas prasmi. Matemātikas mācīšanās nav atdalāma no kritiskās domāšanas, ja tā ir jēgpilna mācīšanās (Jacob, 2012). IAC pētījumā par kritiskās domāšanas pieejas izmantošanu izglītības sistēmā Latvijā secināts, ka skolēnos netiek izkoptas un attīstītas augstākās domāšanas prasmes, kuras arvien vairāk ir nepieciešamas pārejot uz katru nākamo izglītības posmu, īpaši uz augstākās izglītības posmu (IAC, 2008).

Apgalvojuma nolieguma formulēšanas un pretpiemēru konstruēšanas prasme un pieredze ir viens no spriedumu veidošanas posmiem, kas jāapgūst kritiskās domāšanas kontekstā. Uz labi attīstītu kritisko domāšanu attiecas arī spēja piedāvāt alternatīvus risinājumus un efektīva sazināšanās ar citiem domāšanas procesā (Paul & Elder, 2006). Efektīvas un uz lēmuma pieņemšanu virzītas sazināšanās procesā tiek izmantoti jautājumi, pretpiemēri, alternatīvu analīze (Karshner, 2014). Teikumi ar noliegumiem tiek nereti izmantoti reklāmā, sludinājumos un politikajā diskursā. Tas tiek darīts, lai apgrūtinātu šo

izteikumu kritisko analīzi. Šo iemeslu pēc nolieguma izpratne un apgūšana pamatskolēniem ir praktiskā dzīvē nepieciešama prasme.

Noliegums valodā un matemātikā. Noliegums (negation) valodā ir konstrukcija, kas saistīta ar semantisko negāciju, neesamību, aizliegumu. Latviešu valodniecībā termins noliegums ir apgalvojums par predikatīvās pazīmes neesību (Skujiņa 2007). Noliegums valodā ir iespējams visās teikuma grupās: stāstījuma, jautājuma, rosinājuma, vēlējuma un izsaukuma teikumos. Valodniecībā ir termini pilnīgais un daļējais noliegums. Pilnīgajā noliegumā tiek noliegts tikai izteicējs. Lai to izdarītu, priedēklis *ne* pievienojas vai nu sintētiskai darbības vārda formai, vai arī palīgdarbības vārdam. Daļējā noliegumā tiek noliegts tikai kāds no teikuma palīglocekļiem (apzīmētājs, apstāklis u. tml.). To var panākt, ja ieliek partikulu *ne* kāda vārda priekšā. Veidojot noliegumu, tiek lietotas arī citas partikulas un to savienojumi. Nolieguma kā valodas konstrukcijas sintaktiskās un semantiskās problēmas ir analizētas rakstos (Zilgalve, 2017; Kalnača, 2014; Blanco & Moldovan, 2011).

Matemātiskajā loģikā nolieguma (negācijas) loģiskā operācija attiecas tikai uz izteikumiem, kas gramatikā atbilst stāstījuma teikumiem. Izteikumi ir apgalvojumi, kuriem var piešķirt tikai vienu no divām patiesumvērtībām (paties vai aplams). Izteikumus iedala elementārizteikumos un saliktos izteikumos, kas satur vairākus elementārizteikumus. Loģiskās operācijas ir operācijas, ar kurām no viena vai vairākiem izteikumiem veido jaunu izteikumu. Pašus izteikumus sauc par loģisko operāciju argumentiem. Noliegums ir vienvietīga loģiskā operācija, ar kuru izveidotajā jaunajā izteikumā teikts, ka arguments (sākotnējais izteikums) nav paties. Tātad tiek iegūts izteikums ar pretēju semantisko saturu (Cīrulis, 2007). Noliegums ir fundamentāla operācija matemātikā. Kā svarīgākos un pieejamākos pamatskolēniem var minēt tās pielietošanu pierādījumu teorijā (pierādījums no pretējā, kontrpozīcijas likums) un kombinatorikā. Nolieguma jēdziena izpratne ir nepieciešama kombinatorikā pamatskolēnu matemātiskās kompetences pilnveidei (Sondore et al., 2017).

Termins noliegums latviešu valodniecībā un kā loģiskā operācija matemātikā nav līdzvērtīgi. Nolieguma izpratnes un konstruēšanas problēmas skolēniem ir saistītas ar šī termina lietošanas atšķirībām zinātnē un sadzīvē (Sondore et al., 2016a; Рыжик, 2007; Курдюмова, 2001). Loģikā izteikuma A nolieguma korekts formulējums ir: *nav tiesa, ka izpildās A*. Iegūto teikumu ieteicams formulēt ar vienkāršāku teikuma konstrukciju, norādot, kas konkrēti nav tiesa pēc būtības. Lietderīgi pārbaudīt, vai izpildās šāds likums - ja dotais izteikums ir paties, tad tā noliegums ir aplams izteikums un otrādi.

Noliegums gan valodas, gan matemātiskajā nozīmē ir saistīts ar sākotnējo apgalvojumu, Vispirms ir jābūt kaut kam apgalvotam, lai būtu, ko noliegt (Cīrulis, 2007; Kalnača, 2014). Izteikuma „Gaiziņš ir Latvijas viszemākais kalns” noliegums nav apgalvojums „Gaiziņš ir Latvijas visaugstākais kalns”,

tāpēc, ka noliegums jābalsta tikai uz dotajā apgalvojumā esošo informāciju. Konstruējot noliegumu, nedrīkst meklēt informāciju „no malas”, kas šajā gadījumā būtu fakti par to, ka Gaiziņš ir Latvijas visaugstākais kalns. Tāpēc izteikuma „Gaiziņš ir Latvijas viszemākais kalns” pareizs noliegums ir izteikums „Gaiziņš nav Latvijas viszemākais kalns”.

Matemātiskajā loģikā ir formulēti arī citi noderīgi likumi, kas jāievēro nolieguma konstruēšanā: de Morgana likums, trešā izslēgtā likums, divkāršā nolieguma (involūcijas) likums, kontrpozīcijas likums (Daugulis, 2001; Cīrulis, 2007). Piemēram, trešā izslēgtā likums nosaka, ka alternatīvas jāformulē tā, lai pilnīgi izslēgtu jebkuru trešo variantu. Involūcijas likums saka, ka, veicot noliegumu divas reizes, notiek atgriešanās pie sākotnējā apgalvojuma. De Morgana likums saka, ka vairāku apgalvojumu konjunkcijas/ disjunkcijas noliegums ir vienāds ar šo apgalvojumu noliegumu disjunkciju/ konjunkciju.

Noliegumus ir vēlams veidot tā dēvētajā nolieguma kanoniskajā formā, tajā nolieguma loģiskā operācija attiecas tikai uz elementārizteikumiem. Saliktus apgalvojumus var uzskatīt par matemātiskās loģikas (Būla) funkciju, kuras argumenti ir elementārizteikumi un to noliegumi (wikipedia.org). Izteikumus nolieguma kanoniskajā formā ir vieglāk saprast un analizēt.

Pretpiemēri. Pretpiemēri ir svarīga apgalvojumu nepatiesuma pierādīšanas metode jebkurā sfērā. Pamatskolēniem, analizējot apgalvojumus kritiskās domāšanas kontekstā, būtu jāsāk ar pretpiemēru meklēšanu. Pretpiemērs matemātikā, loģikā vai citā disciplīnā ir piemērs, kas demonstrē kādas hipotēzes aplamību vai nepamatotību, norādot konkrētu objektu, kuram neizpildās agrāk izvirzītais hipotēzes apgalvojums (tezaurs.lv). Ja neeksistē vismaz viens pretpiemērs, apgalvojums ir patiess. Ja pretpiemēri eksistē, hipotēzē izvirzītais apgalvojums ir aplams. Piemēram, skolēni bieži par vienīgo kvadrāta raksturīgo īpašību uzskata kvadrāta malu vienādību. Apgalvojuma aplamību pierāda ar pretpiemēru – uzzīmējot rombu, kas nav kvadrāts.

Vairāku profesiju pārstāvji savai profesijai specifisku problēmu risināšanā daudz mazākā mērā pieļauj kļūdas priekšmeta nezināšanas dēļ, bet krietni vairāk – tieši loģiskās kļūdas (Kangro, 2010). Tas apliecina loģikas likumu apguves nepieciešamību, lai sekmētu studējošo argumentētu spriedumu veidošanu.

Pētījuma rezultātu analīze *Analysis of research results*

Lai izvērtētu skolotāju kritiskās domāšanas pieredzi noteikt secinājumu no dotajiem apgalvojumiem, anketā tika piedāvāti divi apgalvojumi, kas satur noliegumu, no bioloģijas: „Neviens zīdītājs nav putns. Neviena zīdītāja nav rāpulis”. Izvēlei tika piedāvāti pieci secinājumi. 60% respondentu piekrita pareizajai atbildei, ka neviens no piedāvātajiem secinājumiem neseko no

dotajiem. Savukārt, 21% respondentu kā secinājumu izvēlējās vienīgo patieso apgalvojumu no piedāvātajiem „Neviens rāpulis nav putns”. Šāds rezultāts norāda, ka cilvēki bieži nevietā izmanto zināmās patiesības. Tās tiek piesauktas neiedziļinoties oponenta argumentos. Sevišķi bīstami tas ir situācijā, kad kritizētājs ir skolotājs, bet oponents ir skolēns.

Tika piedāvāti uzdevumi par nolieguma konstruēšanu dotajiem apgalvojumiem. Kvalitatīvā analīzē par nolieguma konstruēšanas metodēm elementārizteikumiem, kuriem pareizais algoritms ir pilnīgais noliegums, tika konstatētas četras izplatītākās nolieguma formulēšanas mēģinājumu metodes:

- 1) *pilnīgais noliegums*- lokāli noliedz tikai izteicēju;
- 2) *teikuma priekšmeta lokālais noliegums*;
- 3) *pretstatīšana*, t.i. teikumā kādu palīglocekli - apstākli, apzīmējumu, aizvieto ar tā antonīmu. Piemēram, apgalvojuma “*putni lido ātri*” pretstatīšana ir “*putni lido lēni*”. Vietas apstāklim „*uz dienvidiem*” pretstatīšana ir „*uz ziemeļiem*”;
- 4) *pretpiemēru konstruēšanas mēģinājumi*, t.i. formulē apgalvojumus, kas norāda, ka pretpiemēri eksistē, neapprakstot tos precīzi. Piemēram, apgalvojuma „*putni lido*” noliegums ir „*ne visi putni var lidot*”.

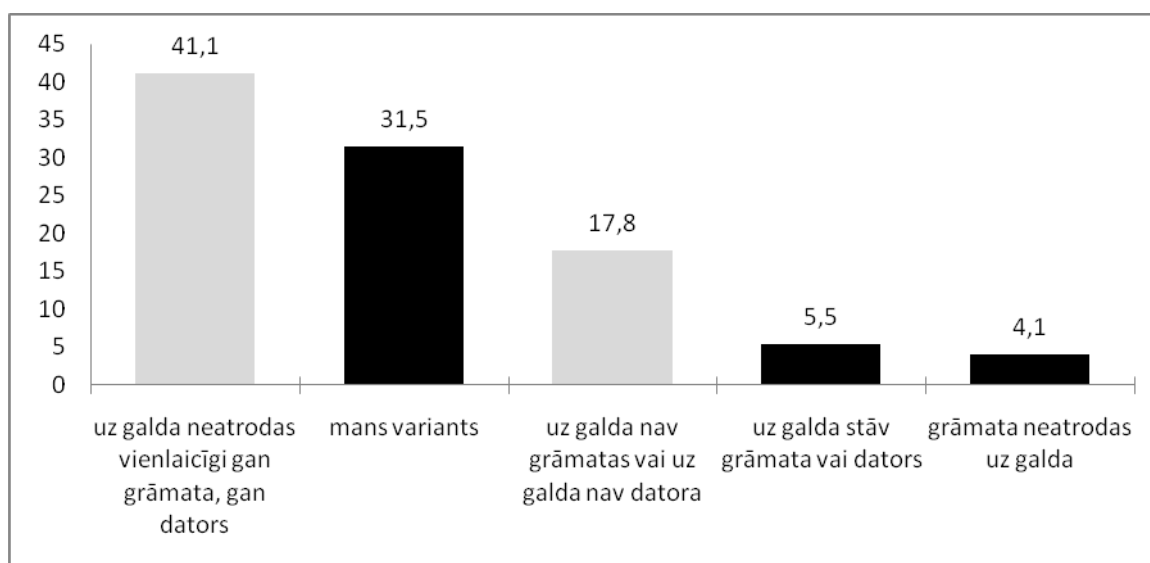
Pārējās metodes, piemēram, nolieguma identificēšana ar daļēju noliegumu vai sākotnējo apgalvojumu, bija relatīvi mazskaitlīgas.

Skolotāju grupā kvantitatīvās analīzes rezultāti par populārākajām nolieguma konstruēšanas metodēm elementārizteikumiem, kuriem pareizais algoritms ir pilnīgais noliegums, rāda, ka vidēji 62% respondentu izvēlas šo metodi. Pretstatīšanu kā nolieguma konstruēšanas metodi atbalsta vidēji 26% respondentu, pretpiemēru konstruēšanas mēģinājumi (vidēji 8,5%), teikuma priekšmeta lokālais noliegums- vidēji 6% respondentu. Raksturosim sīkāk šos rezultātus. Anketā bija pieci tādi elementārizteikumi. Aptuveni 70% respondentu pareizi izvēlējās noliegumu abiem elementārizteikumiem, kuros ir tikai gramatiskais centrs, gan elementārizteikumā ar vienu papildus palīglocekli (vietas apstākli). Respondenti vairāk kļūdījās, kad palīgloceklis ir apzīmētājs. Ja apzīmētājs ir īpašības vārds - 58%, apstākļa vārds- tikai 39% respondentu pareizi formulēja noliegumu. Apstākļa vārda gadījumā 46% respondentu izvēlējās pretstatīšanu „ātri- lēni”. Tas liecina, ka dažāda tipa palīglocekļiem ir dažāds svars nolieguma konstruēšanā.

Saliktiem izteikumiem pilnīgais noliegums nav pareizā metode. Pareizi ir konstruēt noliegumu, liekot dotā apgalvojuma priekšā “*nav tiesa, ka*”, un pēc tam pārejot uz vienkāršākas konstrukcijas teikumu.

Anketā skolotājiem tika piedāvāts viens salikts izteikums ar konjunkciju un divi salikti izteikumi ar disjunkciju. 1. attēlā ir parādīts respondentu sadalījums (procentos), izvēloties noliegumu apgalvojumam ar konjunkciju „*Uz galda atrodas grāmata un dators*”, pelēkie stabiņi atbilst pareizajiem nolieguma

formulējumiem (bija divas pareizās atbildes). Kopumā 73% respondentu pareizi formulēja noliegumu, taču tikai 4 % respondentu pamanīja abas pareizās atbildes. 1. attēlā redzams, ka populārākā atbilde (41%) atbilst apgalvojumam „Uz galda neatrodas vienlaicīgi gan grāmata, gan dators”. Daudzi respondenti (32%) izvēlējās ierakstīt savu variantu, tomēr kļūdaini formulēja noliegumu. Atzīmēsim, ka 27% respondentu kā savu variantu uzrakstīja „Uz galda nav grāmatas un uz galda nav datora”, izvēloties pilnīgā nolieguma metodi. Šādu atbildes variantu anketas autori speciāli nebija pievienojuši, skat. 1. att., aicinot respondentus kritiski izvērtēt nolieguma konstrukcijas mehānismu.



1.att. **Noliegums izteikumam „Uz galda atrodas grāmata un dators”, DU skolotāju programmās studējošo atbilžu sadalījums (%)**

Fig. 1 Negation of the statement „There is a book and a computer on the table”. The distribution of answers of DU teacher study programs students (in %)

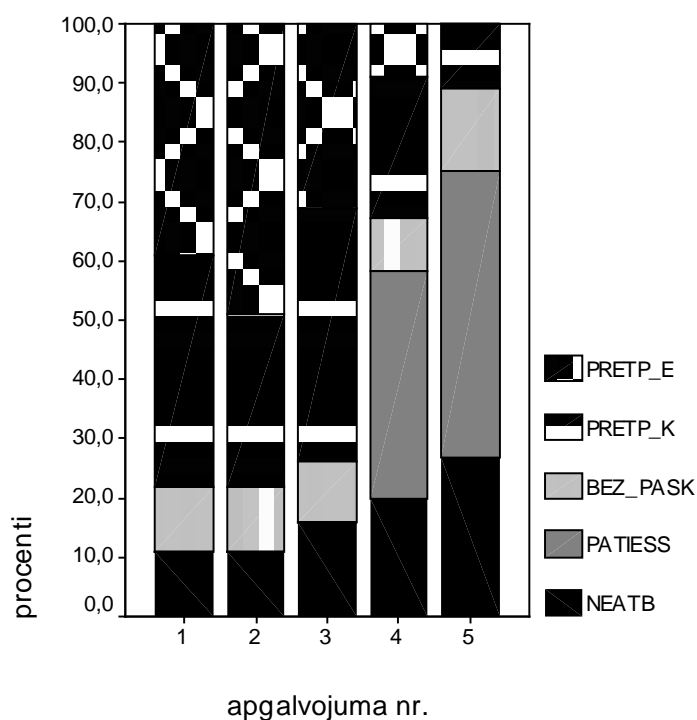
Skolotāju aptaujā diviem saliktiem izteikumiem ar disjunkciju, t. i., ar struktūru „A vai B”, tika piedāvāta atbilde, kas bija dotā izteikuma pilnīgais noliegums ar struktūru „ne A vai ne B”. Šo nolieguma formulējumu kļūdaini izvēlējās jau pāri par 40% skolotāju. Pareizā atbilde bija tikai nedaudz populārāka par kļūdaino respondentu izvēli.

Bet skolēniem populārākā metode bija tieši kļūdainā - pilnīgais noliegums, veidojot noliegumus saliktiem izteikumiem ar konjunkciju/ disjunkciju. Apgalvojumam ar disjunkciju pilnīgo noliegumu izvēlējās 45% (pareizo metodi 35%), apgalvojumam ar konjunkciju pilnīgo noliegumu izvēlējās 47,5 % (pareizo 12,5%) skolēnu.

Pareizo atbilžu īpatsvars noliegumam, ja dots eksistences vai vispārīgais izteikums, skolotājiem bija mazāks nekā 30%, skolēniem bija augstāks - 42,5 % (eksistences izteikumam) un 37,5% (vispārīgajam izteikumam). Skolēniem dominēja pareizā atbilde, bet skolotāju atbildēs dominēja pilnīgā nolieguma

izmantošana, kas eksistences izteikumā sastādīja 40%, bet vispārīgajā - 53%. Neviens no skolotājiem pats neformulēja pareizi noliegumu, kad eksistences izteikumam pie izvēlēm netika piedāvāta pareizā atbilde, jo 55% skolotāju izmantoja pilnīgo noliegumu, 34% pretstatīšanu.

Skolotāju anketā bija jautājuma un izsaukuma teikumi, kuriem jānosaka noliegums. Anketā bija dots pareizais atbildes variants, ka noliegums neattiecas ne uz jautājumiem, ne uz pavēlēm. Attiecībā uz jautājuma teikumu tam piekrita tikai 35% respondentu, bet attiecībā uz pavēlēm tikai 13%. Tas atkal apliecina, ka respondenti, formulējot noliegumu, noliegumu asociē ar pilnīgo noliegumu valodnieciskajā nozīmē. 50% respondentu izmantoja pilnīgo noliegumu pavēlei, bet 28% šo metodi izmantoja jautājuma teikumam. 37% respondentu nolieguma formulēšanai gan jautājuma, gan izsaukuma teikumam izmantoja pretstatīšanas metodi.



2.att. DU skolotāju programmās studējošo atbilžu sadalījums (%) anketas jautājumā par pretpiemēriem

Fig. 2 The distribution of answers of DU teacher study programs students (in %) to the question about counterexamples

Pretpiemēru formulēšana. Gan skolēniem, gan skolotājiem anketā tika piedāvāti apgalvojumi, kuriem jānosaka to patiesumvērtība, aplamajiem apgalvojumiem jāpasaka pretpiemērs. Praksē pārlicināties, ka 3. klases skolēni neizprot jēdzienu pretpiemērs. Skolotājiem tika piedāvāti pieci aplami apgalvojumi: 1., 2., 3. apgalvojums no sadzīves, 4. no algebras, 5. no ģeometrijas. Respondentu atbilžu sadalījumu skatīt 2.att., NEATB- nebija

nekādu komentāru par doto apgalvojumu; PATIESS- apgalvojums ir patiess; BEZ_PASK- apgalvojums ir aplams, nekādu komentāru par pretpiemēriem; PRET_K- apgalvojums ir aplams, uzrāda konkrētu pretpiemēru; PRET_E- apgalvojums ir aplams, norāde, ka pretpiemērs eksistē. Autori par norādi, ka pretpiemērs eksistē, uzskata apgalvojumus, kas pēc respondentu domām liecina, ka dotais apgalvojums ir aplams. Piemēram, pirmajam sadzīves apgalvojumam „*Maizi ēd tikai cilvēks*” populārākais respondentu pretpiemērs bija „*Maizi ēd ne tikai cilvēki*”. No 2. attēlā apkopotajiem rezultātiem izriet, ka pietiekami daudz respondentu mēģināja kritiski izvērtēt anketā doto problēmu, skatīt NEATB. No tiem, kas atbildēja, sadzīves apgalvojumu aplamību pareizi noteica visi respondenti, matemātisko apgalvojumu aplamību- daudz mazāks respondentu īpatsvars, skatīt 2.attēlā PATIESS. Matemātikas apgalvojumu gadījumā bija daudz lielāks to respondentu īpatsvars, kas deva precīzus pretpiemērus, nevis tikai norādīja, ka pretpiemērs eksistē, skatīt PRETP_K un PRETP_E. Tas liecina, ka pretpiemēra jēdziens respondentiem vairāk saistās ar matemātiku nevis ar argumentāciju sadzīvē. Kopumā skolotāju programmā studējošo atbildes liecina, ka kritiskās domāšanas pieredze, uzrādot pretpiemērus, rada grūtības.

Secinājumi *Conclusions*

Mūsdienīgā mācību procesā, kas orientēts uz ilgtspējību ir svarīgi jau pamatskolā skolēniem veidot kritisku domāšanu, kas akcentēta projektā “Skola 2030”. Labi attīstītas kritiskās domāšanas viens no indikatoriem ir prasme pareizi atrast apgalvojuma noliegumu un pretpiemērus.

Pilotpētījums liecina, ka gan pamatskolēniem, gan topošajiem un esošajiem skolotājiem nav stingras izpratnes, ka apgalvojuma loģiskā nolieguma konstruēšana pēc būtības balstās uz sākuma frāzes „nav tiesa, ka” pievienošanu dotajam izteikumam. Bieži tiek izmantotas metodes, kas nav pareizas nolieguma formulēšanā. Pārsvarā matemātiskais noliegums asociējas ar pilnīgo noliegumu valodnieciskajā nozīmē. Šī asociācija rada kļūdas veidojot saliktu izteikumu noliegumus. Nākošā izplatītākā kļūda ir pretstatīšanas jeb antonīmu izmantošana, formulējot noliegumu. Atsevišķos gadījumos loģiskās analīzes vietā tiek izmantotas vispārzināmas patiesības.

Pilotpētījumā pārliecinājāmies, ka pretpiemēra jēdziens nav pazīstams ne tikai pamatskolēniem, bet arī daļai topošo un esošo skolotāju. Integrētās mācībās pretpiemēru formulēšana ir aktuāla ne tikai matemātikā un citos mācību priekšmetos, bet arī to lietošanai sadzīves situācijās.

Tas liecina, ka augstskolās studējošiem ir nepieciešamas loģikas pamatzināšanas. Minētās kļūdainās tendences var novērst, pastiprinot matemātiskās loģikas apguvi topošo skolotāju studiju programmās.

Summary

Ability and experience of constructions of negation and counterexamples is one of the learning steps which has to be mastered in the context of critical thinking.

A case study design was used. The question were answered in written form by pupils of grades 5-9 (n=40, the survey was conducted in 2016) and DU teacher study program students (n=70, the survey was conducted from December 2017 to January 2018). The survey was performed in the presence of one of the authors in order to gain more information and increase credibility of the survey. Both qualitative and quantitative methods were used for the analysis and interpretation of the obtained empirical data.

The authors determined four widely used negation construction methods: complete negation (performing the local predicate negation), local subject negation, using antonyms, attempting counterexample construction. Pupils of primary school, some education students and teachers are not familiar with the concept of counterexample. Respondents relate this concept with mathematics rather than with everyday argumentation.

Conclusions. The pilot research shows that both pupils of primary school and future and actual teachers do not have clear understanding that construction of negation begins with adding the phrase „is is not true that“ to the initial statement. The mathematical negation is associated with the linguistic complete negation. This misconception causes errors constructing negations of composite statements. Another widespread error is usage of antonyms in the construction of negation. These observations show that university students of *teacher study programs* need to study basics of mathematical logic.

Literatūra References

- Blanco, E., & Moldovan, D. (2011). Some Issues on Detecting Negation from Text. *Proceedings of the Twenty-Fourth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*, 228.-233. Pieejams: http://www.cse.unt.edu/~blanco/papers/issues_detecting_negation.pdf
- Cīrulis, J. (2007). *Matemātiskā loģika un kopu teorija*. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Daugulis, P. (2001). *Diskrētā matemātika*. Rēzekne: Rēzeknes augstskolas izdevniecība.
- Drelinga, E., & Krastina, E. (2014). Evaluation of the Process and Outcomes of Junior School children's Project Work. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2841-2846.
- IAC (2008). *Pētījums par kritiskās domāšanas attīstīšanas pieejas izmantošanu izglītības sistēmā – ietekme un efektivitāte Latvijā. Izglītības attīstības centra (IAC) projekts*. Pieejams: <http://arhive.iac.edu.lv/assets/Uploads/Materiali/Kritiska-domasana-web.pdf>
- Geske, A., & Grīnfelds, A. (2006). *Izglītības pētniecība*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
- Jacob, S. M. (2012). Analyzing critical thinking skills using online discussion forums and CCTST. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 805-809.
- Kalnača, A. (2014). Nolieguma un modalitātes attiecības. Valoda: nozīme un forma 5. Opozīcijas sintaksē un semantikā. *LU HZF Latviešu un vispārīgās valodniecības katedras rakstu krājums*; Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 72-79. Pieejams:

- http://www.academia.edu/11906290/Nolieguma_un_modalit%C4%81tes_attieksmes_Relations_between_negation_and_modality
- Kangro, I. (2010). *Studentu matemātiskās domāšanas attīstība profesionālās kompetences veidošanās procesā*. Promocijas darbs Doktora zinātniskā grāda iegūšanai pedagogijā. Pieejams: https://dspace.lu.lv/dspace/bitstream/handle/7/4881/37791Ilmars_Kangro_2010.pdf?sequence=1
- Karshner, D. L. (2014). *Be a critical thinker: hone your mind to think critically*. Bullen Publishing Services.
- Mārtinsons, K., & Pipere, A. (2011). *Ievads pētniecībā: stratēģijas, dizaini, metodes*. Rīga: RAKA.
- Morou, A. P., & Kalospyros, N. A. E. (2011). *The role of logic in teaching, learning and analyzing proof*. Pieejams: http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG1/CERME7_WG1_Morou&Kalospyros.pdf
- NVE (2015). *New Vision of Education*. World Economic Forum. Geneva. Pieejams: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *The miniature guide to critical thinking: Concepts and tools*. Dillon Beach CA: The Foundation for Critical Thinking.
- Raven, J., & Stephenson, J. (Eds.) (2001). *Competence in the learning society*. New York: Peter Lang.
- Rubene, Z. (2008). *Kritiskā domāšana studiju procesā*. R.: LU Akadēmiskais apgāds.
- Rubene, Z. (2006). Kritiskās domāšanas aktualitāte augstākās izglītības reformu kontekstā. R.: *LU Raksti Pedagoģija un skolotāju izglītība*, 700, 9. – 17.
- Salīte, I. (2002). Teachers' Views on the Aim of Education for Sustainable Development. *Journal of Teacher Education and Training*, 1, 68–80.
- Sondore, A., Krastiņa, E., Daugulis, P., & Drelinga, E. (2017). Improving mathematical competence in primary school to enable skill transfers in new situations. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume II, May 27-28*, 330-342.
- Sondore, A., Krastiņa, E., Daugulis, P., & Drelinga, E. (2016a). Pamatjēdzienu izpratne skolas matemātikas kompetenču apgūvē. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume II, May 27-28*, 330-342.
- Sondore, A., Krastiņa, E., Daugulis, P., & Drelinga, E. (2016b). Usage of logical connectives in school mathematics. *Proceedings of the 17th conference „Teaching mathematics: retrospective and perspectives“*, 123-131.
- Skujiņa, V. (2007). *Valodniecības pamatterminu skaidrojošā vārdnīca*. Rīga: LU Latviešu valodas institūts.
- Su, H. F., Ricci, F. A., & Mnatsakanian, M. (2016). Mathematical teaching strategies: Pathways to critical thinking and metacognition. *Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2 (1), 190-200.
- Zilgalve, E. (2017). Ne un nē sintaktisko un semantisko funkciju sastatījums. *RES LATVIENSES. IV. Semantika. Sintakse. Valodas kultūra. Latvijas Universitātes Humanitāro zinātņu fakultātes Latvistikas un baltistikas nodaļas raksti*, 193-204.
- Курдюмова, Н. А. (2001). „Все“ и „некоторые“ на одном уроке. *Математика в школе 1*, 34-35
- Рыжик, В. И. (2007). Логика в школьном математическом образовании. *Математика в школе 3*, 39-47; *4*, 29-37.