Tartu Ülikool
Matemaatika ja statistika instituut
Matemaatika- ja informaatikaõpetaja õppekava

Aljona Kotška

TEKSTÜLESANNETE TÜÜBI MÕJU ÕPILASTE TÖÖ TULEMUSELE NING ÕPILASTE SUHTUMINE MATEMAATIKASSE JA ELULISTESSE ÜLESANNETESSE

Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja: Kerli Orav-Puurand, PhD

Tartu 2023

TEKSTÜLESANNETE TÜÜBI MÕJU ÕPILASTE TÖÖ TULEMUSELE NING ÕPILASTE SUHTUMINE MATEMAATIKASSE JA ELULISTESSE ÜLESANNETESSE

Magistritöö

Aljona Kotška

Lühikokkuvõte

Praktiliste ja eluliste probleemülesannete lahendamine on oluline matemaatiline ja üldpädevus, millega õpilased on tihti raskustes. Antud magistritöö eesmärgid on välja selgitada õpilaste arvamus, mis neid raskusi põhjustab. Samuti leida seos matemaatika huvi ja õpilaste vanuse vahel.

Eesmärkide saavutamiseks korraldati kaks erinevat uuringut: esimese käigus viidi läbi üle-eestiline mugavusvalimiga küsitlus, mille eesmärk oli uurida õpilaste huvi ja suhtumist matemaatikasse kui õppeainesse igas klassis. Teise uuringu valimisse kuulusid kahe Eesti kooli 9. klasside õpilased, kes lahendasid matemaatika ülesandeid eesmärgiga uurida ülesannete teksti tüübi mõju sooritustulemustele. Lisaks kontrolltööde ülesannete lahendamisele täitsid uuringus osalenud õpilased küsimustiku, millega uuriti nende suhtumist elulistesse ülesannetesse.

Esimese uuringu tulemustest selgus, et õpilased suhtuvad matemaatikasse kui õppeainesse paremini esimeses kooliastmes ning kõige negatiivsem on suhtumine matemaatikasse 6. ja 9. klassis. Teise uuringu tulemustest selgus, et üle poole õpilasi peab elulisi ülesandeid keerulisemaks, samas umbes sama palju peab neid lihtsamaks ning liigikaudu kolmandik leiab, et elulised ülesanded on huvitavad. Selgus, et ülesannete tüüp mõjutab tulemusi minimaalselt ning selle edasine uurimine võib olla kasulik.

Eluliste ja matemaatiliste probleemülesannete lahendamise oskuse arendamiseks tuleb harjutada praktilisi või elulisi ülesandeid ning rakendada lõimitult neid oskusi teistes ainetes.

CERCS teaduseriala: S272 Õpetajakoolitus

Märksõnad: koolimatemaatika, matemaatikapädevus, matemaatiline probleemülesanne, tekstülesanne, eluline ülesanne, aine huvi.

THE EFFECT OF TYPE OF TEXT-BASED MATH PROBLEMS ON STUDENTS PERFORMANCE AND STUDENTS ATTITUDES TOWARD MATHEMATICS AND REAL-LIFE WORDED PROBLEMS

Master thesis

Aljona Kotška

Abstract

The solving of real-life problems is among the most critical tasks for mathematical and general competence. However, students generally experience difficulties with this. This study aims to investigate what, in the students' opinion, causes these difficulties and to examine the correlation between students' interest in mathematics and their grade level.

Two studies have been organized to achieve the goal. The first study was conducted using a convenience sampling survey across Estonia to look at students' interests and attitudes towards mathematics within each grade level. In the second study, 9th grade students from two Estonian schools participated in mathematical tests to explore the impact of the type of worded problem on the results. The students also participated in a subsequent questionnaire to further investigate their perspectives regarding real-life tasks.

The results of the first study showed that students have a better attitude towards mathematics during the first three years of school and the most negative attitude in the 6th and 9th grades. The second study revealed that most students find real-life tasks more complicated, a significant part find them easier, and about a third find real-life tasks more interesting. However, the type of task hardly affects the results, and it might be useful to investigate this further.

For the development of skills in solving real-life and mathematical problem tasks, it is recommended to practice more practical or real-life tasks and apply these skills in other subjects.

CERCS scientific field: S272 Teacher education

Keywords: school mathematics, mathematics competence, mathematics problem-task, worded problems, real-life task, subject interest.

Sisukord

Lühikokkuvõte 2

Abstract 3

Sissejuhatus 6

1. Teoreetiline ülevaade 7

1.1 Matemaatikapädevus 7

1.2 Probleemülesanne. Teooria 7

1.3 Tekst probleemülesanded. Elulised ülesanded (praktilised ülesanded) 8

2. Metoodika. Uurimused 10

2.1 Uurimisküsimused 10

2.2 Uurimus 1. Suhtumine matemaatikasse 11

2.2.1 Valim 11

2.2.2 Mõõtevahend 11

2.2.3 Andmetöötlusmeetodid 11

2.2.4 Tulemused 12

2.3 Uurimus 2. Tekstülesande tüübi mõju õpilaste tulemustele 15

2.3.1 Valim 15

2.3.2 Mõõtevahend 16

2.3.3 Andmetöötlusmeetodid 17

2.3.4 Tulemused 17

3. Arutelu 26

3.1 Eluliste ülesannete vajadus 28

3.2 Kuidas toetada õpilasi ja vähendada probleeme. 29

3.3 Praktiline väärtus ja suunad edasiseks uurimistööks 31

Autorsuse kinnitus 32

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks 33

Kasutatud kirjandus 34

Lisa 1: Kiri küsitluse saatmiseks.....37
Lisa 2: Küsitlus „Matemaatika“.....38
Lisa 3: Kontrolltöö 1 „Pythagorase teoreem“.....39
Lisa 4: Kontrolltöö 2A „Pythagorase teoreem“.....40
Lisa 5. Kontrolltöö 2B „Pythagorase teoreem“.....41
Lisa 6. Tunnikontroll „Täisnurkne kolmnurk“.....42
Lisa 7. Kontrolltöö 3 „Täisnurkne kolmnurk“.....43
Lisa 8. Kontrolltöö 5 „Trigonomeetria“.....44
Lisa 9. Tagasisideküsitlus.....45

Sissejuhatus

Matemaatika mängib olulist rolli inimeste mõtlemise arendamisel, kuna see soodustab strateegiliste ja süsteemsete mõtlemisprotsesside kasutamist probleemide analüüsimisel ja lahendamisel. Lisaks aitab matemaatika arendada igapäevaelus olulisi oskusi - suutlikkust planeerida, otsustada ja probleeme lahendada. Matemaatika on vahend tehnoloogiliste teaduste uurimiseks, mis aitavad parandada elukvaliteeti, seega on ta meie elus eriti kasulik. Matemaatiliste probleemide lahendamine treenib mõtlemisprotsesse, mis aitavad lahendada ka mitte-matemaatilisi probleeme. (Phonapichat et al., 2014)

Matemaatilised oskused võimaldavad meil olla tõhusad ja iseseisvad, aidates meil paremini mõista ümbritsevat maailma ja lahendada praktilisi probleeme. Peamine eesmärk matemaatika õpetamises on võimaldada õpilastel lahendada igapäevaelu probleeme.

Konfutsiuse doktriini ja konfutsianistliku filosoofia järgi esindas Kaug-Ida tsivilisatsiooni pedagoogiline süsteem ühtseid ideid ning nende praktilist rakendust. Antiikaja filosoofia ja pedagoogika tuntumad esindajad Sokrates, Platon ja Aristoteles rõhutasid, et lisaks teadmiste hankimisele on olulised ka praktilised tegevused, mille eesmärk oli kasvatada vooruslikku inimest. Teooria ja praktika seostamise teema koolihariduses tõstsid esile ka neli Renessansi ajastu mõtlejat: T. More, E. Rotterdam, M. Montaigne, F. Bacon. (Бтемирова, 2007)

Jüri Kurvits ja Kristin Parve arvavad, et matemaatika õpetamisse Eesti koolides tuleb suhtuda nagu millessegi, mis ühest küljest pidevalt areneb, vastates ühiskonna muutustest tulenevatele nõuetele, teisest küljest aga on see piisavalt stabiilne ja universaalne teadusharu. Oma artiklis avaldavad nad arvamust, et enam ei piisa pelgalt matemaatiliste põhioskuste omandamisest üldises haridusprotsessis, oluline on, et õppija suudaks hiljem neid oskusi ka uutes olukordades rakendada (Kurvits & Parve, 2022). Algkursuse matemaatika mõte ongi ühendada teooria ja praktika, kujutades õppetöös igapäevaelu situatsioone (Бтемирова, 2007).

Kakskümmend kolm aastat tagasi kirjeldas Yager (2001) oma visiooni, kuidas 25 aasta pärast peaks teaduste õpetamine välja nägema. Ta väitis, et elame dünaamilises ühiskonnas, kus sotsiaalpoliitilised ja tehnoloogilised tegurid on pidevas muutumises, mistõttu peaksid pedagoogid analüüsima ja hindama sündmusi, et otsustada sobiva õppekava ja õppemeetodi üle, mis valmistaks õpilasi reaalseks eluks ette. Eestis kasutatavates õppekavades on tehtud antud suunas muudatusi.

1. Teoreetiline ülevaade

1.1 Matemaatikapädevus

Eesti Põhikooli Riikliku Õppekava (2011) lisa 3 Ainevaldkond „Matemaatika" valdkonnapädevuse järgi on õppeaine õpetamise eesmärgiks põhikoolis arendada suutlikkust kasutada matemaatilisi mõisteid, seoseid, meetodite tundmist ja nende sisemise loogika mõistmist ning rakendamise oskust nii eluliste kui ka ainealaste probleemide lahendamisel. Ainevaldkonna kirjelduses on matemaatikaõpetuse mõned peamised eesmärgid koostada ja lahendada probleemülesandeid, analüüsida olemasolevat informatsiooni ja jõuda loogilise arutluse kaudu järelduseni (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Gümnaasiumi ajakohastatud õppekavas on veel suurem rõhk asetatud probleemide lahendamisele ning info- ja kommunikatsioonitehnoloogia vahendite kasutamisele (Gümnaasiumi riiklik ajakohastatud õppekava, 2022).

Riiklik õppekava on uuendatud ja viitab vajadusele integreerida matemaatika õpetamisse rohkem probleemülesannete lahendamist. Suureks muudatuseks matemaatika õppekavas on probleemide lahendamise teemavaldkonna lisandumine (Eesmäe, 2023). See aitab õpilastel omandada vajalikke oskusi probleemülesannete lahendamiseks ning loob tugevama vundamendi loogilise mõtlemise ja üldise kognitiivse arengu edendamiseks. (Polya, 1981).

1.2 Probleemülesanne. Teooria

Sõna „probleem" (*problema*) tähendab Vana-Kreeka keeles „takistust". Eesti keele sõnaraamatu järgi selgitatakse sõna „probleem" kui küsimust, mille lahenduseks pole piisavalt teadmisi või igasugust lahendust vajavat keerulist küsimust (Eesti keele seletav sõnaraamat, s.a.). Mõiste „probleem" on subjektiivne ning iga inimese jaoks erinev, näiteks mis on ühe inimese jaoks probleem võib olla teise inimese jaoks igapäevane olukord.

Erinevad uurijad käsitlesid probleemi ja probleemide lahendamist erineval moel ning neil on palju erinevaid tõlgendusi. Toon välja mõned kõige levinumad neist.

Ruseffendi (1991a, viidatud Phonapichat et al., 2014 j) nimetab *probleemideks* olukordi, mis: esiteks, on tundmatud. Teiseks, õpilasel on vaja neid lahendada, olenemata sellest, kas lahendus on leitav või mitte. Kolmandaks, inimene ise defineerib olukorda probleemina, kui ta on võtnud eesmärgiks probleemi lahendada. Kantowski (1980) järgi nimetatakse *probleemiks* olukorda, kus indiviid peab probleemi lahendamiseks (tema jaoks) uut teavet uuel viisil kombineerima. Kui inimene tunneb vajalikud protseduurid probleemi

lahendamiseks kohe ära, siis on tegemist *tavaülesandega* (või rutiinse ülesande või harjutusega).

Polya (1973) defineeris, et *probleemilahendus on* pingutus leida raskele olukorrale üks lahendus, mida pole kerge saavutada. Ruseffendi (1991b, viidatud Phonapichat et al., 2014 j) toob välja, et inimene kvalifitseerub probleemilahendajaks siis, kui ta omab vajalikke teadmisi ja oskusi probleemi lahendamiseks, kuid ei pruugi teada, kuidas seda teha, kui ta seisab silmitsi konkreetse probleemiga. Gagne (1992) järgi on *probleemilahendus* üks intellektuaalse loovuse vorme, mida ta peab keerukamaks ja kõrgemal tasemel seisvaks kui teisi intellektuaalse loovuse vorme. Tema tõstab esile, et probleemi lahendus nõuab keerukate reeglite järgimist ning need reeglid ja mõisted saab selgeks teha ainult siis, kui need on seotud konkreetsete, mõistetavate kontseptsioonidega. Pärast konkreetsete kontseptsioonide mõistmist on vaja omandada oskusi ja diferentseeruda. Gagne sorteerib intellektuaalseid oskusi keerukusastmete alusel, alates lihtsamatest vaimsetest toimingutest kuni kõige keerukamate tasemeteni. Niisiis, lähtudes ülaltoodud seisukohtadest, võib probleemilahendust käsitleda erinevatest vaatenurkadest kui püüdlust leida lahendust eesmärkide saavutamiseks. See nõuab valmisolekut, loovust ning teadmiste ja oskuste rakendamist igapäevaelus (Fuadi et al., 2017).

Probleemülesannete lahendamisel on vaja kaasata palju matemaatilisi oskusi. Siiski suur osa õpilastest ei ole omandanud matemaatikas vajalikke põhioskusi (Berch & Mazzocco 2007). See on üks põhjustest, miks paljude õpilaste jaoks on need eriti keerulised (Tambychik & Meerah, 2010).

Matemaatilised probleemülesanded võivad olla esitatud erinevatel viisidel. Antud töös pööratakse põhilist tähelepanu elulise kontekstiga tekstiga ülesannetele.

1.3 Tekst probleemülesanded. Elulised ülesanded (praktilised ülesanded)

Tekstülesanneteks nimetatakse tekstina esitatud matemaatilist ülesannet (Haridussõnastik, s.a.). Kasutades seletavat sõnaraamatut, leiti selgitus, et „eluline“ on tõepärane, elus esinev, elust saadud, elu nõuetele vastav või isegi eluks oluline asi (Eesti keele seletav sõnaraamat, s.a.). Edasi kasutatakse antud töös eluliste ülesannete mõistena elus esinevaid ja reaalsusele vastavaid ülesandeid.

Tekstülesannete lahendamiseks on tähtis probleemülesannete lahendamise võime. Kuigi tekst- ja probleemülesanded on oma olemuselt sarnased mõisted, ei pruugi kõik tekstülesanded olla lahendaja jaoks tingimata probleemülesanded. Matemaatiliste tekstülesannete lahendamise üks oluline aspekt on matemaatilise teksti mõistmine ja

funktsionaalne lugemisoskus. Matemaatilises ülesandes võib olla tekstis palju informatsiooni korraga, mis teeb matemaatilise teksti veelgi keerukamaks võrreldes teist tüüpi tekstiga. Olulised aspektid (mida peab kasutama või leidma) võivad matemaatilises tekstis asuda teksti iga osas, ehk seda tüüpi tekst erineb vormi ja struktuuri poolest teistest informatiivsetest tekstidest (Metsisto, 2005).

Lisaks tekitavad keerulisust matemaatilises tekstis erinevad mõisted ja mitmetähenduslikud sõnad, mis võivad esineda igas lõigus ja lauses, mille tähendus võib erineda olenevalt kontekstist. (Metsisto, 2005)

2. Metoodika. Uurimused

Käesoleva uurimistöö raames viidi läbi küsitlusi ja teadmiste kontrolle ning uurimisemeetodiks kasutati kvantitatiivset analüüsi ning kirjeldavat statistikat.

2.1 Uurimisküsimused

Magistritöö eesmärgiks oli uurida, kuidas matemaatiliste ülesannete liik mõjutab õpilaste tulemusi. Uurimistöös käsitleti ning analüüsiti, mis põhjustas õpilastele raskusi, mõjutas töö tulemusi ja kuidas suhtusid õpilased elulistesse ülesannetesse. Lisaks uuriti töös, milline on õpilaste suhtumine matemaatikasse erinevates kooliastmetes.

Eelnevale tuginedes sõnastati järgmised uurimisküsimused:

1. Kuidas suhtuvad erinevate klasside õpilased matemaatikasse?
2. Kuidas sõltub 9. klassi õpilaste sooritustulemus ülesande teksti tüübist?
3. Milline on 9. klassi õpilaste arvamus elulise tekstiga ülesannetest?

Paljudel õpilastel on raskusi matemaatika õppimisega, eriti probleemide lahendamisega (Garderen, 2006; Fuadi et al., 2017). Varasemates uuringutest on välja toodud, et läbi aegade on tekstülesannete lahendamine õpilaste jaoks kõige keerulisem osa matemaatikas (Metsisto, 2005; Palu, 2010).

2.2 Uurimus 1. Suhtumine matemaatikasse

Läbi viidud uuringu abil taheti teada saada, kuidas suhtuvad õpilased matemaatikasse ja kuidas see on seotud klassiga, kus õpilane õpib. Küsitlus toimus ajavahemikul 13.04.2023 (küsitluse väljasaatmise aeg) kuni 06.08.2023 (viimane vastus). Kuna põhikooli õpilased on alaealised, siis käis suhtlus läbi õpilaste vanemate e-posti teel. Uurimuse läbiviimiseks saadeti kiri (Lisa 1), milles tutvustas uurimuse läbiviija ennast lühidalt, selgitati uuringu eesmärki ja paluti vanematelt luba, et õpilased võiksid küsitlusele vastata. Lapsevanematele anti ka võimalus märkida ise oma lapse vastuseid.

Küsitlus oli vormistatud elektrooniliselt ja seda oli võimalik täita veebikeskkonnas *Google Forms*. Küsitlusele vastamine oli vabatahtlik ning anonüümne, mis vastab teadustöö eetika ja heade akadeemiliste tavade nõuetele. *Eetika nõuete järgimiseks tutvuti Tartu Ülikooli Eetikaveebi (Teaduseetika, s.a) ja Eesti teadlaste eetikakoodeksiga (2002).*

2.2.1 Valim

Magistritöö raames korraldati üleeestiline küsitlus, millele vastas 254 õpilast. Tegemist oli mugavusvalimiga, kuna selleks, et saada maksimaalselt suur vastuste hulk, saadeti küsitlus (Lisa 2) antud töö autori tutvusringkonnale. Küsitlust paluti vastajatel võimalusel ka edasi jagada.

2.2.2 Mõõtevahend

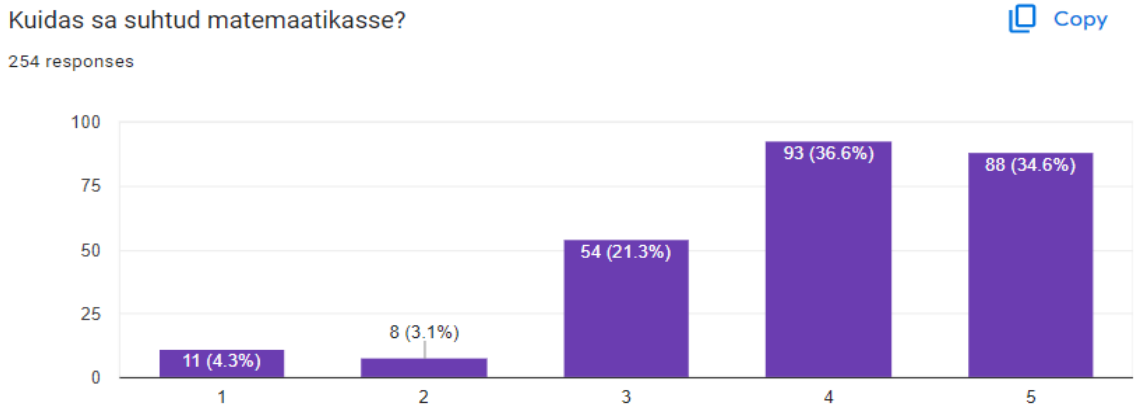
Küsitlus (Lisa 2) koosnes kolmest küsimusest. Õpilastele ja vanematele saadetud küsitlusega on võimalik tutvuda Lisas 2. Esimese küsimusega sooviti uurida, kuidas õpilased suhtuvad matemaatikasse üldiselt. Selle jaoks kasutati Likerti tüüpi järjestusskaalal põhineva küsimustiku alust, mille alaskaaladeks olid 1) „ei meeldi üldse“ ja 5) „väga meeldib“. Teine küsimus oli valikvastustega, kus õpilane sai valida ühe või mitu vastusevarianti ning anda ka oma lõpp lausele „Matemaatika on minu jaoks…“. Viimases, kolmandas küsimuses, oli vaja märkida mitmendas klassis vastaja õpib.

2.2.3 Andmetöötlusmeetodid

Uurimisandmete töötlemisel kasutati Microsoft Office Excel programmi ning andmete kirjeldamiseks ja analüüsiks kirjeldavat statistikat - aritmeetiline keskmine, standardhälve jne. Matemaatikasse suhtumiseks ja klassi vahelise seose leidmiseks kasutati Spearmani ja Pearsoni korrelatsioonanalüüsi.

2.2.4 Tulemused

Esimesele küsimusele oli õpilastel vaja valida vastus pakutud 5-punkti skaalal, kus 1) „ei meeldi üldse“ ja 5) „väga meeldib“. Saadud tulemusi näitab joonis 1, kus 36,6% vastajatest valis „meeldib” ja 34,6% vastajatest valis vastuseks „väga meeldib”.



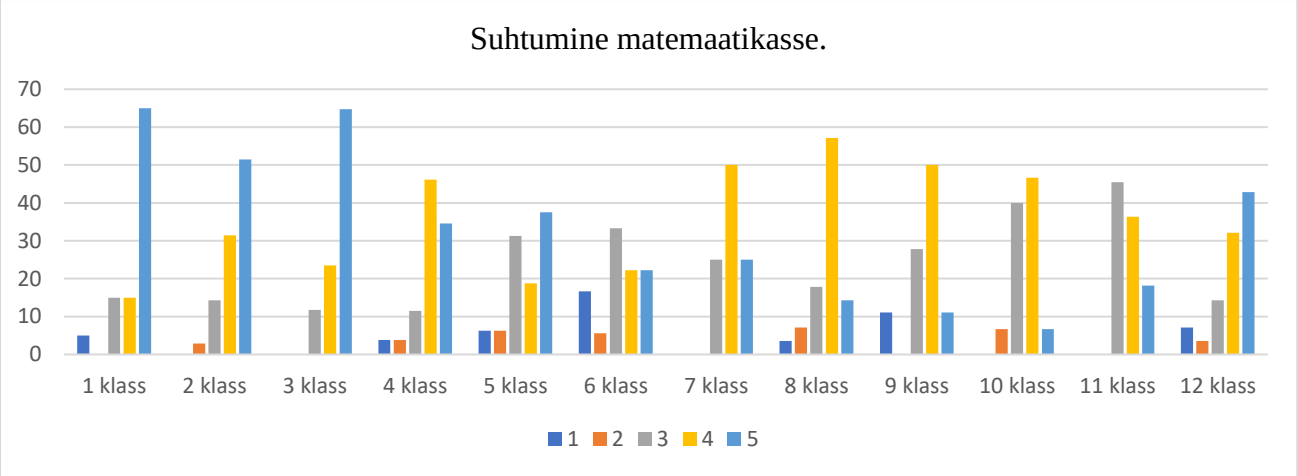
Joonis 1. Õpilaste suhtumine matemaatikasse (vastajate arv ja protsentuaalne jaotus)

Vastajate jaotus klasside kaupa on välja toodud tabelis 1, kus Pearsoni lineaarne korrelatsioonikordaja on -0.265.

Tabel 1. Vastajate jaotus klasside kaupa

Klass	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Õpilaste arv	20	35	17	26	16	18	20	28	18	15	11	28

Hinnates tulemuste võimalikku varieerumist klasside lõikes (vt joonis 2) (Spearmani astakkorrelatsioonikordaja on 0.349 ja Pearsoni lineaarne korrelatsioonikordaja -0,202) on saadud eriti hea suhtumine matemaatikasse I kooliastmes (1.-3. klass), kus igas klassis märkis üle 50% vastajatest matemaatikasse suhtumise hinnanguks „väga meeldib“.



Joonis 2. Kuidas sa suhtud matemaatikasse? (protsentides igast klassist)

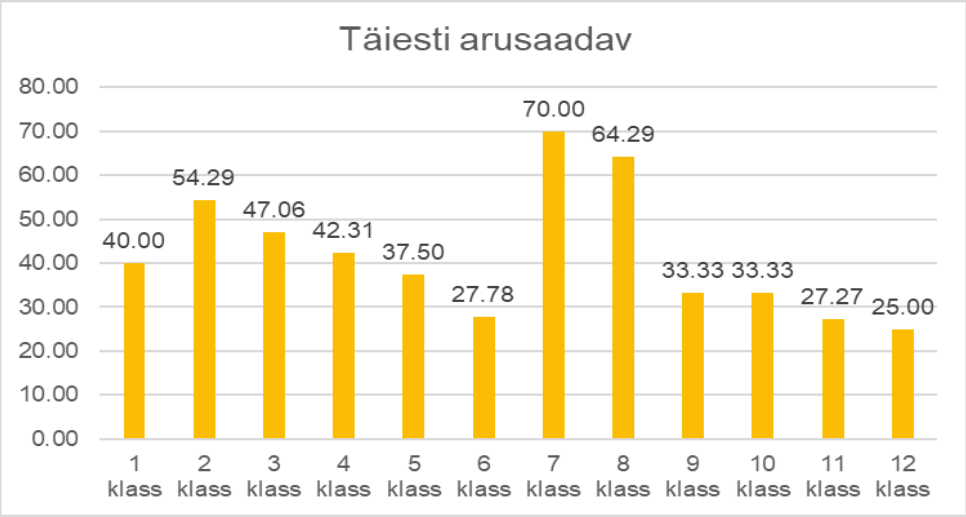
Edasi on esitatud teise küsimuse tulemused (vt tabel 2), mille eesmärk oli aru saada, milliseid tundeid ja mõtteid tekitab nendes matemaatika.

Tabel 2. Õpilaste suhtumine matemaatikasse

Matemaatika on minu jaoks….	**Õpilaste arv**	**Õpilasest osakaal (protsentides)**
liiga raske (raske)	31	12,2
täiesti arusaadav	111	43,7
lemmikõppeaine	64	25,2
arusaamatu, miks ma pean seda õppima?	9	3,5
lihtne, sest kõik on omavahel seotud	60	23,6
raske, sest valemeid on palju	37	14,6
nii ja naa, vahepeal, mõnikord, oleneb teemast	21	8,3
igav, tüütu	4	1,6
huvitav, meeldib	4	1,6
õpetajast sõltuv	5	2

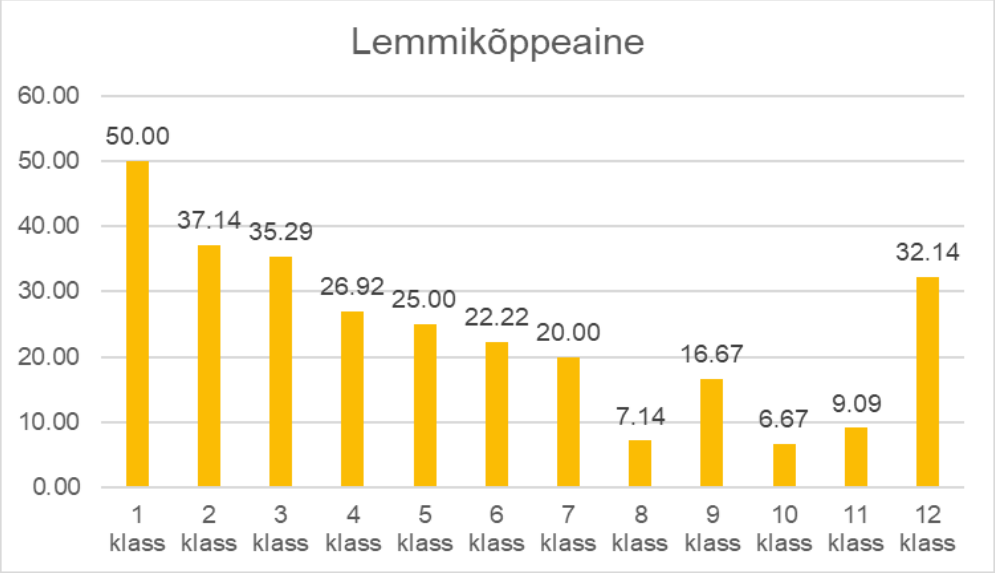
Kõige suurema protsendi vastajatest (43,9%) valisid, et matemaatika on nende jaoks täiesti arusaadav. Vaadates vastuseid „täiesti arusaadav“ klasside kaupa, saab teha järelduse (vt joonis 3), et matemaatika õppeaine tundub kõige arusaadavam 7. ja 8. klassi õpilaste jaoks, mis moodustab vastavalt 70% ja 64% antud klassi vastajatest. Järgmisena on

matemaatika “täiesti arusaadav” 2. klassi õpilastele, kus selle klassi vastanutest märkisid 54% õpilastest (vt joonis 3).



Joonis 3. Vastuse „täiesti arusaadav“ jaotus klasside kaupa

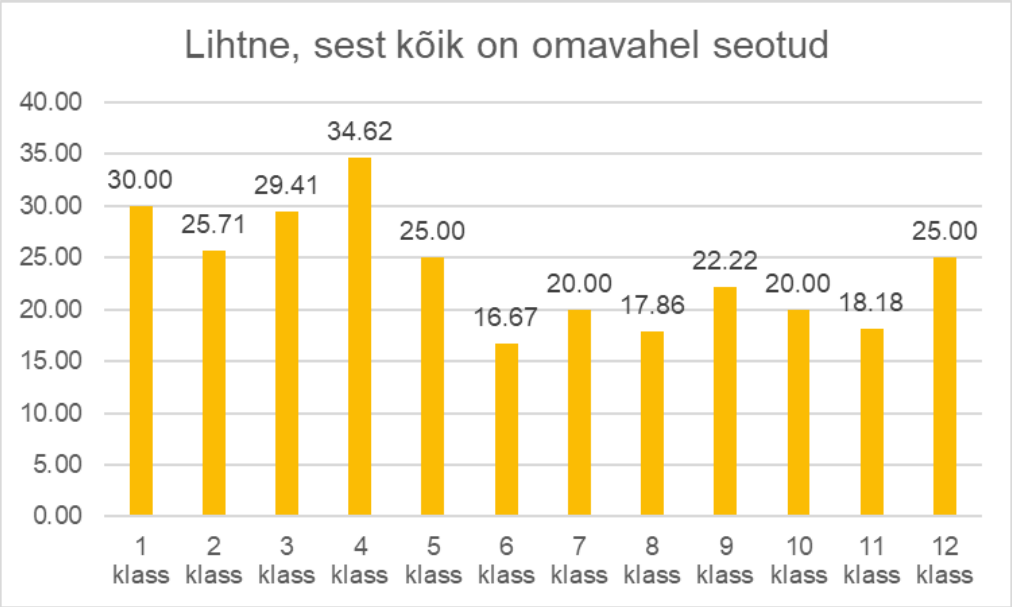
Järgmised kõige levinumad vastused on „lemmikõppeaine“ (25,2%) ja „lihtne, sest kõik on omavahel seotud“, (23,6%) mille jaotust klasside kaupa toodud joonise 4 ja joonise 5 diagrammide peal.



Joonis 4. Vastuse „Lemmikõppeaine“ jaotus klasside kaupa

Sarnaselt esimese küsimusega, saime teada, et matemaatika on lemmikõppeaine enamasti I kooliastmes (vt joonis 4). Vastusele „Lihtne, sest kõik on omavahel seotud”, oli kõrgeim

tulemus 4. klassis (34,6% õpilastest) ning rohkem kui veerand I kooliastme õpilastest märkasid sama (vt joonis 5).



Joonis 5. Vastuse „Lihtne, sest kõik on omavahel seotud“ jaotus klasside kaupa

2.3 Uurimus 2. Tekstülesande tüübi mõju õpilaste tulemustele

Antud uurimuse eesmärk oli teada saada õpilaste tulemuste sõltuvust ülesannete tüübist. Küsitluses saadi tagasisidet iga ülesande kohta koos õpilaste suhtumisega elulistesse ülesannetesse.

2.3.1 Valim

Tulemuste ja küsimustiku valimi moodustasid 59 õpilast Viimsi koolist ja 26 õpilast Tallinna Tõnismäe Reaalkooli (TTRK) 9. klassidest. Lisaks võrreldi tulemusi TTRK 23 õpilase 10. klassist. Valimisse võeti koolid ja klassid mugavusvalimi alusel, mis tähendab, et kogutud andmeid ei saa üldistada üldkogumile (Rämmer, 2014). Koolide ja klasside valimisel lähtuti järgmistest kriteeriumitest:

1. erinev õppekeel koolides;
2. erinev koolitüüp: põhikool ja gümnaasium;
3. kättesaadavus;
4. koostöö aineõpetajatega.

Korraldati tööde järel küsitlused (Lisa 9) mille vastajate arv on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. Tööde ja küsitluse tehtud õpilaste arv

Töö	Lisa	Uuritud tööde arv	Vastanud küsitlusele õpilaste arv
Kontrolltöö 1	Lisa 3	59	–
Kontrolltöö 2A	Lisa 4	20	14
Kontrolltöö 2B	Lisa 5	21	14
Tunnikontroll	Lisa 6	20	–
Kontrolltöö 3	Lisa 7	59	67
Kontrolltöö 4	Lisa 7	21	16
Kontrolltöö 5	Lisa 8	21	18

2.3.2 Mõõtevahend

Kontrolltöö defineeritakse kui õppeveerandi või kursuse õpitulemuste omandamist kontrolliv kirjalik töö (RTL 2007, 8, 132 - jõust. 29.01.2007). Käesolevas uuringus mõeldakse "kontrolltöö" all ühe konkreetse teema kirjalikku teadmiste kontrolli, lisaks võivad olla vajalikud teadmised ka mõne eelnevalt läbitud teemade kohta.

Kontrolltöö tulemused moodustavad käesoleva töö mõõtevahendi. Kokku viidi läbi 7 tööd (vt tabel 3) teemadel "Pythagorase teoreem", "Täisnurkne kolmnurk (Trigonomeetria)" ja "Trigonomeetria". Kontrolltööde hindajateks olid vastavate klasside aineõpetajad, kes kõik kasutasid sama hindamise skeemi, et õpilased saaksid hinnatud ühtemoodi. Õpilastel oli testi lahendamiseks aega 45 minutit, vajadusel võisid nad kasutada 10 lisaminutit. Töödes oli 3 - 5 kohustuslikku ülesannet, mille raskusaste varieerus. Eesmärgiks oli kontrollida õpilaste baasteadmisi matemaatilistes ja elulistes ülesannetes ning esitada mõningaid ülesandeid, mis julgustaksid õpilasi sügavamalt mõtlema. Mõnes töös oli lisaülesanne kiirematele lisapunktide teenimiseks. Tööd esitati paberkandjal ja hinnati individuaalselt. Paberkandjal esitamise eesmärk oli saada õpilastelt tagasisidet ning matemaatiliste tehete teostamiseks eelistatakse paberit, saadud järeldus tuleneb varasemalt läbiviidud uurimise põhjal (Sõrmus, 2018). Kõik uurija poolt pakutud teemad olid kooskõlas Põhikooli ja Gümnaasiumi riikliku õppekavaga.

Peale mõningaid kontrolltöid korraldati täiendava tagasiside saamiseks neli analoogset küsitlust (Lisa 9), Tallinna Tõnismäe Reaalkoolis olid küsitlused vene keeles (autori tõlge). Õpilastelt küsiti kuni kaheksa Likerti skaalal põhinevat küsimust ja üks lahtine küsimus. Nendes küsitlustes vastasid õpilased, kuidas nad kontrolltööks valmistusid, kuidas

hindasid kontrolltöö üldist raskusastet, iga ülesande keerukustaset, prognoosisid oma tulemusi ja hindasid enda ettevalmistust.

2.3.3 Andmetöötlusmeetodid

Hindelised tööd kontrolliti kõik ühe ja sama hindamisjuhendi alusel, mis oli koostatud uurimise läbiviija poolt ja jagatud teiste hindajatega. Suurem osa töödest kontrolliti uurija poolt. Need tööd, mis olid kontrollitud teise õpetaja poolt, läbisid ka uurijapoolse ülevaatuse, et tagada ühtlane ja õiglane hindamine.

Hinnatud tööde tulemusi võrreldi klasside kaupa, eraldi vaadeldi iga ülesande tulemust. Andmete töötlemiseks kasutati tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel. Võrreldi analoogsete ülesannete lahenduste tulemusi kogu klassi ulatuses ning analüüsiti võrdlevalt eluliste ja matemaatiliste ülesannete tulemusi. Saadud tulemuste põhjal võrreldi klassi keskmisi tulemusi vastavate ülesannete lõikes. Kontrolltöö tulemuste ja nende analüüsi alusel uuriti küsitluse vastuseid, et mõista, kuidas õpilased õppisid ja millised ülesanded neile kõige raskemad tundusid.

2.3.4 Tulemused

Kontrolltöö 1 (Lisa 3) toimus Viimsi Koolis 24.01.2023, kontrolltööga kontrolliti Pythagorase teoreemiga seotud teadmisi ja oskusi. Töös tuli lahendada viis ülesannet, millest teine ja viies olid elulise tekstiga ning ülejäänud kolm (1, 3, 4) matemaatilise tekstiga ülesanded. Tabelis 4 on esitatud õpilaste töö keskmised tulemused ülesanne kaupa.

Tabel 4. Viimsi Kooli 9. klassi Pythagorase kontrolltöö keskmised tulemused ülesannete kaupa protsentides ja erinevus protsendipunktides

Kontrolltöö 1	**Matemaatiline ülesanne (M)**	**Eluline ülesanne (M)**	**SD**	**Erinevus**
Ülesanne 1	87,8		1,02	
Ülesanne 2		28,7	2,99	
Ülesanne 3	70,9		2,24	
Ülesanne 4	71,7		2,92	
Ülesanne 5		51,7	2,46	
M	76,8	40,2		36,6

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve

Esimese töö hindamise järel tuli ilmsiks, et õpilased seisid silmitsi teise ülesande lahendamisel oluliste raskustega. Ajapuuduse tõttu 17 õpilast 59-st ei jõudnud viienda (viimase) ülesandeni ning 7 õpilast jõudsid vaid alustada andmetest. See tähendab, et 28,8% õpilastest ei teinud viiendat ülesannet üldse ning 11,9% jõudis ainult joonise teha ja andmed kirjutada. Sellest tulenevalt otsustati mainitud ülesanne järgnevast analüüsist välja jätta.

Tulemuste võrdlemine on keeruline, kuna nagu varem mainitud, ülesanne kaks ja ülesanne viis olid elulised ning samas oli nende ülesannete raskusaste kõige suurem.

Tööjärgset küsitlust ei korraldatud, kuna autor jõudis küsitluse vajalikkuse ideeni alles hiljem.

Kontrolltöö 2A (Lisa 4) ja Kontrolltöö 2B (Lisa 5) toimusid Tallinnas Tõnismäe Reaalkoolis 17.02.2023 ja 20.02.2023. Nende tööde sisuks oli Pythagorase teoreemi teema teadmiste kontroll. Käesoleva uuringu raames oli antud klassis kokku 26 õpilast. Töös, mis viidi läbi 17.02.2023, analüüsiti 20 tulemusi, võttes arvesse, et sel hetkel oli klassis 5 puudujat ning ühe õpilase tühja töö tulemust uuringus ei arvestatud. 20.02.2023 toimunud töö raames analüüsiti 21 tulemusi, arvestades, et klassis oli sel päeval 4 puudujat ning üks töö jäi tühjaks, mis jäi uuringust välja. Kontrolltöö 2A (Lisa 4), ehk esimene osa Pythagorase teoreemi teema kontrolltööst toimus 17.02.2023, mille käigus õpilased lahendasid viit erineva keerukusastmega matemaatilist ülesannet. Teine osa, Kontrolltöö 2B (Lisa 5), toimus 20.02.2023 ning see osa sisaldas kolme elulist tekstülesannet, mis olid koostatud Kontrolltöö 2A (Lisa 4) baasil. Õpilaste keskmised tulemused ülesannete kaupa on esitatud tabelis 5. Omavahel võrreldavate ülesannete tulemused tabelis on toodud ühes reas.

Tabel 5. TTRK Pythagorase teema kontrolltööde tulemused, iga ülesande klassi keskmine tulemus protsentides ja erinevus protsendipunktides

Kontrolltöö 2A	**M**	**SD**	**Kontrolltöö 2B**	**M**	**SD**	**Erinevus**
Ülesanne 1	91,7	1,45	Ülesanne 1	87,5	1,24	4,2
Ülesanne 2	65	1,58				
Ülesanne 3	75	1,72	Ülesanne 3	75,6	2,62	0,6
Ülesanne 4	73	2,11	Ülesanne 2	87,3	1,70	14,3
Ülesanne 5	64,4	1,52				
M	79,9			83,5		3,6

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve

Õpilased tegid Kontrolltöö 2B enne kui said tagasisidet Kontrolltöö 2A töö kohta. Mõlemas osas olid ülesanded samaväärse keerukusastmega ja omavahel väga sarnased. Esimene ülesanne oli igas töös sama keerukusastmega. Kolmandad ülesanded olid mõlemas töös ühesuguste vastuste, andmete ja lahendussammudega. Kontrolltöö 2A (Lisa 4) neljanda ülesande vastused on kaks korda väiksemad Kontrolltöö 2B (Lisa 5) teise ülesande vastustest ning andmed on esitatud samal kujul. Kontrolltöös 2B esitatud ülesanded olid praktilise sisuga, liigsete andmetega ning pikemate tekstidega. Ülesannete maht oli esimese osaga võrreldes vähendatud, raskusastmelt olid mõlemad tööd võrdsed.

Õpilaste tulemuste põhjal saab järeldada, et kahe esimese võrreldava ülesande tulemused ei ole oluliselt muutunud, kuid kolmanda ülesande tulemus paranes 14,3 protsendipunkti võrra. Vaadates Kontrolltöö 2A ülesannete üks, kolm ja neli keskmisi tulemusi ning Kontrolltöö 2B ülesannete keskmisi tulemusi saame, et vahe on minimaalne, eriti kui arvestada, et Kontrolltöö 2B maht oli vähendatud.

Küsimustiku (Lisa 9) tulemused näitasid, et 30,8% vastanutest ei olnud piisavalt valmistunud Kontrolltöö 2A (Lisa 4) jaoks ja sama kogus olid ette valmistatud ainult osaliselt. Enamus vastanutest (37,5%) märkis, et antud kontrolltöö oli keskmise raskusastmega ja 42,8% valisid alla keskmist raskust. 42,9% õpilastest hindasid Kontrolltöö 2B (Lisa 5) kõige lihtsamaks, kuid klassi keskmine tulemus võrreldes eelmise tööga paranes minimaalselt. Antud klassi keskmine õpilaste eeldatav hinnang (vt tabel 6) tehtud Kontrolltöö 2A tulemusele oli 67,9%, samas kui kontrolltööde saadud tulemuste keskmine oli 74,9% ning Kontrolltöö 2B 69,3% ja 78% vastavalt. Seega võib öelda, et õpilaste keskmine enesehinnang antud töös oli veidi madalam, mille üheks põhjuseks võis olla nende vähene ettevalmistus. Klassi keskmine tulemus tõusis üldiselt 3,1 protsendipunkti võrra. Selle põhjusena võib tuua välja, et Kontrolltöö 2A viies ülesanne oli keerukam ja terve töö nõudis rohkem aega ning ressurssi võrreldes Kontrolltööga 2B, kus õpilastel oli rohkem aega lahendamiseks. Vaadates küsimustiku (Lisa 9) vastuseid, näeme et 85,7% õpilastest märkisid, et pärast esimest kontrolltööd mõtlesid nad hoolikalt läbi oma lahendused ning 50% õpilastest arutasid küsimusi klassikaaslaste või õpetajaga – see võis olla põhjus tulemuste paranemiseks, kuid sel juhul võiks muutus olla suurem.

Viimase küsimuse vastused näitasid, et 42,9% õpilastest märkas, et praktiliste ülesannete lisainformatsioon segas nende ülesannete lahendamist, samas kui sama arv õpilasi leidis, et lisainformatsioon oli huvitav ja toetas lahenduste leidmist. See mõjutas natukene tulemusi ja keskmine kontrolltöö tulemus läks paremaks.

Tabel 6. Õpilaste tööde keskmised tulemused protsentides ja erinevus protsendipunktides

Töö	Eeldav M	Saadud (M)	Erinevus
Kontrolltöö 2A (Lisa 4)	68,9	74,9	6
Kontrolltöö 2B (Lisa 5)	69,3	78	8,7
Kontrolltöö 3 (Lisa 7)	70,3	72	1,7
Kontrolltöö 4 (Lisa 7)	79,4	68	11,4
Kontrolltöö 5 (Lisa 8)	61,7	68	6,3

Märkused. M – keskmine

Viimsi Kooli 20 õpilast osalesid 09.02.2023 tunnikontrollis (Lisa 6), mille teema oli „Täisnurkne kolmnurk“. Tunnikontroll oli samaväärne kontrolltöö taseme ja mahuga, kuid tulemuse arvestamine on vabatahtlik (õpetaja ja õpilaste omavaheline kokkuleppe). Antud töös oli viis erineva raskusastmega ülesannet, milles ülesanded 1 ja 5 on matemaatilise tekstiga ning ülejäänud ülesanded (2, 3, 4) on elulise tekstiga. Ülesande 4 keerukustase vastab ülesande 5 tasemele ning ülesanded 2 ja 3 vastavad ülesande 1 keerukusele. Tabelis 7 on esitatud õpilaste tunnikontrolli tulemused.

Tabel 7. Viimsi Kooli 9. klassi trigonomeetria temaalise tunnikontrolli keskmised tulemused ülesannete kaupa protsentides, erinevus protsendipunktides

Tunnikontroll	Matemaatiline ülesanne (M)	Eluline ülesanne (M)	SD	Erinevus
Ülesanne 1	78,1		1,46	
Ülesanne 2		71,1	0,83	
Ülesanne 3		81,4	0,54	
Ülesanne 4		37,8	3,10	
Ülesanne 5	19,4		1,20	
M*	78,1 (ül 1)	76,3 (ül 2, ül 3)		1,8

Märkused. M – keskmine; M* – tabelis näidatud ülesannete keskmine, SD – standardhälve, ül - ülesanne

Tunnikontrollis osales 20 õpilast, kellest 14 ei jõudnud viimase ülesandeni. See võis juhtuda liiga suure töö mahu või õpilaste vähese motivatsiooni tõttu, kuna tunnikontrolli

hinde arvestamine jäi õpilaste endi otsustada. Üle poole (70%) õpilastest ei alustanud viimase ülesande lahendamist, seega jäeti see edasisest analüüsist välja.

Esimese ülesande tulemus (78%) ja järgneva kahe ülesande keskmine (76%) ei avaldanud tulemustele olulist mõju. Antud rühma puhul võime järeldada, et lühikeste ja lihtsate eluliste tekstidega ülesanded ei mõjutanud tulemusi märgatavalt. Kolmas ülesanne, millel oli pikem ja keerulisem tekst, eristub selgelt oluliselt madalama tulemusega. Kahjuks, nagu varem mainitud, viimase ülesande tulemusi ei võetud analüüsi.

Viimsi Koolis toimus 22.02.2023 Kontrolltöö 3 teemal „Täisnurkne kolmnurk“ (Lisa 7). Uuringus uuriti 58 õpilase tulemusi. Kontrolltöös oli esitatud viis ülesannet, mis olid erineva raskusastmega. Esimesed kaks ülesannet olid matemaatilised, ülejäänud kolm (3, 4, 5) aga elulise sisuga. Esimene, kolmas ja neljas ülesanne olid raskusastmelt võrdsed, kuid erinesid mahukuse poolest. Teine ja viies ülesanne olid samuti raskusastmelt ühetaolised, kuid olid teistest natuke keerukamad. Õpilaste keskmine tulemus ülesannete kaupa on näha tabelis 8.

Tabel 8. Viimsi Kooli 9. klassi ülesannete keskmised tulemused kontrolltöös „Täisnurkne kolmnurk“

Kontrolltöö 3	**Matemaatiline ülesanne (M)**	**Eluline ülesanne (M)**	**SD**	**Erinevus**
Ülesanne 1	78,1		2,32	
Ülesanne 2	78,5		2,36	
Ülesanne 3		68,5	1,36	
Ülesanne 4		70,6	1,38	
Ülesanne 5		64,3	3,92	
M	78,3	67,8		10,5

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve

Ülesannete tulemusest näeme, et esimese ülesande keskmine tulemus on parem kui kolmanda (9,6 protsendipunkti võrra) ja neljanda (7,5 protsendipunkti võrra) ülesande oma ning viienda ülesande tulemus on 14% madalam kui teise ülesande oma. Viienda ülesande madal tulemus võib tuleneda sellest, et õpilased ei suutnud seda lõpuni lahendada või lahendati ülesannet osaliselt, kuna ülesanne nõudis eelmiste teemade oskusi.

Õpilaste küsitluse (Lisa 9) vastuste analüüs näitab, et suurem osa õpilastest (31,3%) õppisid kontrolltööks keskmiselt. Järgnevad 26,9% õpilastest, õppisid ainult tunnis ning 25,4% õpilastest, õppisid veidi. Umbes pool (47,8%) õpilastest hindas kontrolltöö raskusastme keskmiseks, samas kui üksikud (1,5% ja 3%) leidsid, et töö oli kas väga lihtne või väga raske. Vastajate keskmine eeldatav hinnang tehtud töö tulemusele (vt tabel 6) oli 70,3%, samas kui kontrolltööde tulemuste keskmine oli 72,0%. Seega võib öelda, et õpilaste enesehinnang vastas tegelikule tulemusele väga lähedaselt.

Esimene ülesanne tundus suuremale osale (46,3%) vastanutest väga lihtne ning selle ülesande keskmine tulemus oli 78,1%. Teise ülesande puhul hindas 35,8% vastajatest seda lihtsaks, 29,9% väga lihtsaks ning 25,4% keskmise raskusastmega, ehk veidi raskem kui esimene ülesanne, samas aga klasside keskmine tulemus oli sama (78,5%). Kolmas ülesanne oli eluline ning lühikese tekstiga, mis tundus õpilaste jaoks samal tasemel nagu teine, kus 34,8% leidis, et see on „lihtne“, 27,3% peab seda keskmiseks ning 25,8% arvas, et see on „väga lihtne“. Vaadates aga tulemuste keskmist, ei saanud õpilased sellega nii hästi hakkama, saadud keskmine tulemus oli 68,5%. Neljas ülesanne, torni kõrguse leidmine, tundus keskmiselt veidi raskem kui kolmas, kus 37,3% hindas seda lihtsaks ning 28,4% väga lihtsaks ülesandeks, samas aga klasside keskmine oli isegi 2% parem võrreldes „redeli“ ülesannetega. Viienda ülesande puhul oli arvamus täielikult muutunud, kus 36,4% õpilastest pidas seda raskeks, 33,3% väga raskeks ning 22,7% keskmise raskusastmega ülesandeks. Viimane ülesanne oli pikema tekstiga, keerukam ning nõudis ka eelmiste teemade teadmiste rakendamist. Hinnates saadud tulemusi, selgub, et õpilased said sellega hakkama veidi halvemini kui näiteks kolmanda ülesandega, mis tundus neile lihtne.

Viimase küsimuse vastused näitasid, et 44,6% vastajatest arvasid, et elulised ülesanded tunduvad raskemad, kuna tekstist oli raske aru saada. Populaarsuselt järgmine vastus oli, et elulised ülesanded on huvitavamad, mille märkis ära 29,2% õpilastest, ning 24,6% leidis, et elulised ülesanded tundusid lihtsamad, kuna neil oli võimalus kujutada ülesannet paremini ette.

Tallinna Tõnismäe Reaalkoolis toimus 16.03.2023 Kontrolltöö 4 „Täisnurkne kolmnurk (Trigonomeetria)” (Lisa 7), millest võttis osa 20 õpilast ühest klassist ning saadud tulemused on esitatud tabelis 9.

Tabel 9. TTRK 9. klass ülesannete kaupa keskmised tulemused trigonomeetria teema kontrolltöös (protsentides)

Kontrolltöö 4	Matemaatiline ülesanne (M)	Eluline ülesanne (M)	SD	Erinevus
Ülesanne 1	85,7		1,36	
Ülesanne 2	56,1		3,54	
Ülesanne 3		65,7	1,21	
Ülesanne 4		59,2	1,03	
Ülesanne 5		65,2	3,78	
M	70,9	63,4		7,5

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve

Antud töö (Lisa 7) lahendamisel osalesid samad õpilased, kes osalesid Kontrolltöö 2A ja 2B (Lisa 4, Lisa 5) sooritamises. Uuringus arvestati 19 tulemust, kuna tervest klassist, kus on 26 õpilast, oli 6 puudujat ning üks esitas tühja töö, millega pole arvestanud tulemuste analüüsides. Tuleb märkida, et tühja töö esitaja ei olnud sama isik, kes oli eelnevalt tühja töö esitanud. Saadud tulemusi analüüsiti ja võrreldi samasuguse metoodika alusel, nagu ka teisi kontrolltöid.

Võrreldes ülesannete tulemusi, saab välja tuua, et esimese ülesande tulemus on oluliselt parem, kui kolmanda ja neljanda ülesande oma. Tulemused olid kooskõlas Viimsi Koolis sooritatud Kontrolltöö 3 (Lisa 7) tulemustega. Viienda ülesande tulemus on võrreldes teiste ülesannetega on heal tasemel, keskmine tulemus oli 65,2%, mis on kõrgem võrreldes Viimsi kooli keskmise tulemusega antud ülesandes.

Õpilaste küsitluse (Lisa 9) vastuste analüüs näitab, et suurem osa õpilastest (43,8%) õppis kontrolltööks palju ja kolmandik (31,3%) õppisid keskmiselt. Peaaegu pool (43,8%) õpilasest hindasid töö raskusastet keskmiseks ja raskeks ning kontrolltöö keskmine tulemus (tabel 6) oli 68%, kuid nad ülehindasid enda tulemusi, oodates keskmiselt tulemuseks 79,4%. Võrreldes Viimsi Kooliga näitab see, et õpilased valmistusid kontrolltööks rohkem ja seetõttu ootasid paremaid tulemusi, kuid nende tulemused olid madalamad võrreldes tegeliku tulemusega.

Esimene ülesanne oli poolte õpilaste arvates väga lihtne ja tulemus näitas, et nad said sellega hästi (keskmine 85,7%) hakkama. Teine ülesanne tundus 37,5% õpilastest väga lihtne ja lihtne, kuid tulemus näitas, et nad ei saanud sellega nii hästi (keskmine 56,1%) hakkama.

Kolmas ülesanne tundus 31,3% õpilastest keskmise ja väga lihtsa raskusastmega, keskmine klassi tulemus oli 64,7%. Neljas ülesanne oli 50% õpilastest arvates väga lihtne, kuid keskmine tulemus klassist (59,2%) näitas, et õpilased ei saanud sellega hästi hakkama. Viimane, viies ülesanne tundus õpilastele kõige raskem, 31,3% arvas, et see oli „väga raske" ja 25% valis vastuseks „raske", kuid tulemus oli parem kui teise ja neljanda ülesande oma, mis õpilaste arvates olid lihtsamad. Võib eeldada, et raskusastme keerukamaks märkimine võis tuleneda ülesannete pikematest tekstidest.

Küsimustiku (Lisa 9) viimase küsimuse vastused, 62,5% vastajatest, näitasid, et elulised ülesanded tunduvad raskemad, kuna on raske aru saada, mida on vaja leida. Järgmine populaarne vastus oli 50% õpilastest, kes tunnistasid, et neile on raskemad elulised ülesandeid, kuna liigne informatsioon segab nende kontsentreerumist ülesande lahendamisele. Päris suur osa (37,5%) vastanutest, märkisid, et elulised ülesanded on huvitavamad, ning 25% leidis, et elulised ülesanded tundusid raskemad, kuna neil oli raskusi teksti mõistmisega.

Lisaks korraldati 14. aprillil 2023 Tallinna Tõnismäe Reaalkooli 10. klassis Trigonomeetria teemaline teadmiste kontroll. Kontrolltööst 4 (Lisa 8) võttis osa 21 õpilast 23-st, kuna töö ajal puudus klassist kaks õpilast. Kontrolltöö sisaldas kolme ülesannet: esimene oli matemaatiline ning koosnes kolmest osast, hõlmates kolme alamülesannet, teine ja kolmas ülesanne olid elulise taustaga tekstülesanded. Õpilaste tulemused ülesannete kaupa on toodud tabelis 10.

Tabel 10. TTRK 10. klass ülesannete kaupa keskmised tulemused trigonomeetria teema kontrolltöös (protsentides)

Kontrolltöö 5	**Matemaatiline ülesanne (M)**	**Eluline ülesanne (M)**	**SD**	**Erinevus**
Ülesanne 1a	75		2,21	
Ülesanne 1b	73,2		2,42	
Ülesanne 1c	58,9		2,95	
Ülesanne 2		60	1,58	
Ülesanne 3		70,2	2,19	
M	69,1	65,1		4

Märkused. M – keskmine; SD – standardhälve

Matemaatiliste ülesannete keskmine tulemus on 3,9 protsendipunkti kõrgem võrreldes elulise tekstiga ülesannete keskmisega. Ülesande 1a ja ülesande 3 andmed on samaväärsed, ülesande algandmetes on antud kaks nurka ja üks külg, kuid ülesandes 1a on lisanõue kolmnurga pindala leidmiseks. Hoolimata sellest on keskmine klassi tulemus ülesandes 3 ikkagi madalam kui ülesande 1a oma.

Õpilaste tagasiside küsitlusest (Lisa 9), millele vastas 18 õpilast 21-st, selgub, et enamus õpilasi (38,9%) hindas oma kontrolltöö ettevalmistuse 4 palli peale, kus 5 oli maksimaalne ja tähendas „Päris palju harjutasin”. Kontrolltöö keerukustase oli mõõdukas, mis tundus olevat kooskõlas õpilaste arvamusega, kuna 55,6% vastajatest hindas kontrolltöö keskmise raskusega. Õpilaste eeldatav klassi keskmine tulemus (vt tabel 6) oli 61,7% mis oli veidi madalam, kui nende saadud tulemus (68%).

Ehkki pooled õpilastest pidas ülesannet 2 kõige lihtsamaks, ei kajastanud tulemused seda. Võib arvata, et ülesanne tundus õpilastele lihtne, kuid nad said sellest valesti aru. Viimasele küsimusele võis õpilane valida ühe vastuse, mitu vastust või pakkuda oma vastusevarindi, ning nende arvamuste põhjal elulistesse ülesannetesse leiti, et enamus õpilasi (72,2%) tajus neid raskemana, kuna liigne informatsioon segas matemaatiliste ülesannete lahendamisel. Pooled vastanutest, 9 õpilast, väljendasid arvamust, et elulised ülesanded on keerulisemad seetõttu, et teksti mõistmine oli raske (teksti spetsiifilisus või ebapiisav sõnavara). Suur osa vastanutest (44,4%) arvas, et elulised ülesanded on lihtsamad, kuna nende abil on võimalik ülesannet paremini ette kujutada.

3. Arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärgiks ja uurimiseks oli leida vastused järgmistele küsimustele:

1. Kuidas suhtuvad erinevate klasside õpilased matemaatikasse?
2. Kuidas sõltub 9. klassi õpilaste sooritustulemus ülesande teksti tüübist?
3. Milline on 9. klassi õpilaste arvamus elulise tekstiga ülesannetest?

Põhinedes ülaltoodud uurimisküsimustele, analüüsiti mõlemast uuringust saadud tulemusi ning seostati neid teoreetilise materjaliga.

Esimese uuringu tulemuste põhjal selgus, et enamus õpilastest suhtuvad matemaatikasse kui õppeainesse hästi. Vastajad leiavad, et matemaatika on täiesti arusaadav, matemaatika on nende lemmikaine ning matemaatika tundub nende jaoks lihtne. Uuringu tulemuste põhjal võib väita, et õpilased suhtuvad ainesse positiivselt, eriti I kooliastmes ja 12. klassis. Sama tulemuse sai kokkuvõttes Jukk (2004) analüüsides tasemetöö tulemusi, kus ta tõi välja, et nooremate kooliastmete õpilased eelistavad liikumise-, tööõpetuse- ja matemaatika koolitunde. „Ei meeldi üldse“-suhtumine matemaatikasse on suuremal osal 6. ja 9. klassi õpilastest. See võib olla seotud antud klassides käsitletavate teemadega. Samuti võib arvata, et 9. klassi õpilased suhtuvad õppeainesse halvemini, kuna nad on stressis eksamite ja sisseastumistestide pärast. Seetõttu tunduvad mõned asjad keeruliste või arusaamatutena. Tulemuste põhjal võib järeldada, et õpilaste jaoks sõltub matemaatika aine arusaadavus mitte ainult õpetavas klassist, vaid ka teistest faktoritest – teemast, vajadusest, õpetajast, õpimotivatsioonist jne.

Kahe Eesti kooli 9. klassi õpilaste kontrolltööde tulemuste ja nende õpilaste arvamustest tagasiside küsimustikest, näeme teise uurimisküsimuse vastusena, et õpilastele tunduvad raskemad just elulised ülesanded, kuid tööde tulemustele see mõju ei ole märkimisväärne. Saadud tulemus näitab, et suurele osale õpilastest tunduvad elulised ülesanded huvitavamad, seega võiks kasutada elulisi ülesandeid, et tõsta õpilaste huvi õppeaine vastu. Kislenko (2011) uuringu põhjal tuli samuti välja, et õpilased hindasid matemaatilisi ülesandeid kõrgemalt, kui need olid seotud reaalsete olukordadega ning näited pärinesid probleemidest, mis tekivad igapäevaelust.

Mitmetele õpilastele tekitas raskusi probleemide lahendamisel matemaatiliste oskuste puudumine. Õpilastelt oodatakse matemaatiliste kontseptsioonide ja oskuste rakendamist ning integreerimist otsustusprotsessis ja probleemide lahendamisel. Garderen (2006) väitis, et puudulik visuaal-ruumiline oskus võib põhjustada raskusi informatsiooni tähenduslikus eristamises, seostamises ja korraldamises. Siiski on õpilaste matemaatikaoskuste puudused

erinevad (Kaufman, 2008; Berch & Mazzocco, 2007; Garderen, 2006). Magistritöö raames läbi viidud uuring näitas, et neljandikule küsimustiku vastajatest tundusid elulised ülesanded lihtsamad, kuna õpilased said ülesandeid paremini ette kujutada.

Ainult 3 õpilast vastanutest (0,01%) arvas, et aine on igav, mis on vastuolus varasemate uuringutega, kust on selgunud, et õpilased peavad matemaatikat igavaks, sest nähakse vähest seost eluliste olukordadega (Kislenko, 2011). See erinevus võib tulla ka sellest, et Kislenko uuringutest on möödunud umbes 11 aastat ning õppematerjal ja selle edasi andmise meetodid on muutunud õpilaste huvitavamaks või sellest, et küsitluse valikute vastustes sellist vastusevarianti, mida Kislenko kasutas, polnud.

Gümnaasiumiastme lisauuringust võib välja tuua, et gümnaasiumi- ja põhikooli astme õpilased suhtuvad elulistesse ülesannetesse sarnaselt. 10. klassi õpilased valmistuvad kontrolltöödeks rohkem, järeldus on aga sama, ehk suur osa vastajatest leiab, et elulised ülesanded on raskemad teksti tõttu. Võimalus ülesannet paremini ette kujutada, teeb need peaaegu pooltele õpilastele lihtsamaks, töö tulemustele on mõju siiski minimaalne.

Võimalikud põhjused, mille tõttu tunduvad tekstülesanded õpilastele raskemad on järgnevad:

1. keelelised raskused;
2. lugemisoskuse puudulikkus;
3. matemaatiliste tekstide lugemise ja mõistmise keerukus võib tuleneda nende vormi ja struktuuri erinevusest võrreldes teiste informatiivsete tekstidega. (Metsisto, 2005).

Antud uuringu küsitluse vastused kinnitavad eeltoodud väiteid, täpsemalt õpilastele tundusid elulised tekstülesanded keerulisemad „kuna tekstist oli raske aru saada (keeleliselt või sõnade omapära tõttu)”, mis oli kõige levinum vastus ühest küsitlusest. Mõned õpilased kohtasid raskusi eluliste tekstide mõistmisel keelebarjääri tõttu, näiteks tekkisid järgmised küsimused kontrolltööde ajal või pärast seda: „Ei saanud aru sõnast 'tross'”, „Milline mast? Kas piirde mast? Mis on mobiilimast?” „Mast? Tross?”

Lisaks on välja toodud mõned teised põhjuseid, miks just tekstülesannete lahendamine võis olla õpilaste jaoks raske:

1. Tekstülesande teksti on raske lugeda ja mõista, selle põhjuseks võib olla, et matemaatilised tekstid erinevad teistest informatiivsetest tekstidest vormilt ja struktuurilt (Metsisto, 2005).
2. Ühes lauses võib olla rohkem infot (Sule, 2021). Kontrolltöödele järgnenud küsitlused näitasid, et liigne informatsioon segas matemaatilise ülesande lahendamisel.

3. Õpilasel võivad olla raskused matemaatiliste mõistete mõistmisel, mis võib tuleneda sellest, et varasemalt õpitud teadmistesse on jäänud sisse lüngad (Sule, 2021). Kontrolltööde tulemused olid madalamad, kui ülesande lahendus vajas eelnevalt läbitud teemade teadmisi (Meola, 2023). Antud väited kinnitavad ka Kontrolltöö 3 (Lisa 7) Ülesanne 5 tulemused, mis lahendamiseks nõudis eelmiste teemade oskusi, nagu protsendid ja hektarid.

3.1 Eluliste ülesannete vajadus

Vaatamata kõikidele raskustele peavad õpilased õppima matemaatikat, kuna see on oluline meie igapäevaelus (Kaufman 2008; Berch & Mazzocco 2007) ning selle tähtsuse toovad õpilased ise välja (Kislenko, 2011). Nad peavad olema võimelised probleeme lahendama, kuna probleemide lahendamine on oluline inimeste oskuste arendamisel (T. Subahan, 2007). Õpilastel tuleb igapäevaelus lahendada erinevaid praktilisi probleeme, kuna see on põhiline viis elus hakkama saamiseks ning matemaatika võib olla lahenduste võtmeks (Tambychik & Meerah, 2010). Noorte kodanikukasvatuse suurendamisel on lisaks teadmistele, arutlemise kogemusele ja arengu toetamise huvile oluline tegur ka otsustamise kogemuste rohkus.

Lisaks matemaatika teadmistele saab eluliste probleemide lahendamise käigus arendada õpilaste planeerimis- ja arutlusoskust (Palu, 2015) ning rakendada saadud oskust nii eluliste kui ka ainealaste probleemide lahendamisel (Põhikooli riiklik õppekava, 2011).

Anu Palu (2015) artiklis kirjeldatud uuringute põhjal on välja toodud, et erinevatel põhjustel ei oska õpilased seostada enda reaalelu ja kogemust, matemaatikatunni sõnaliste ülesannetega ning see on takistuseks matemaatikateadmiste rakendamisel igapäevaelu probleemide lahendamisel. Sellest tulebki eriti populaarne küsimus õpilaste hulgas „Kus mul seda vaja läheb?“. Õpilastele tekitas raskusi eluliste matemaatika ülesannete teksti mõistmine, teksti tõlkimine matemaatilisse keelde ja tulemuse hindamine.

Arvestades, et probleemülesannete lahendamise oskus on tihedalt seotud õpilase arenguga ja mõjutab kogu tema arusaama nii akadeemilistest teadmistest kui ka hilisemas elus tekkivate probleemide lahendamisel, on selle oskuse arendamine vaieldamatult oluline. (Pehkonen, 1997). Lisaks soodustab probleemülesannete lahendamine üldistamise, sünteesi, analüüsi, konkretiseerimise ja abstraheerimise oskuste arengut. Seetõttu tuleks erilist rõhku asetada just nende ülesannete lahendamise õpetamisele (Palu, 2010).

Melody Põder (2023) magistritöö tulemused näitasid, et nii 3. klasside kui ka 6. klasside kontekstis olid kõige nõrgemaks matemaatika alampädevuseks kommunikatsioonipädevus, millele järgnes arutluspädevus ning seejärel probleemide

lahendamise pädevus. Tema tõi välja, et nende aspektide tõttu on oluline keskenduda koolis rohkem probleemülesannete lahendamise arendamisele.

3.2 Kuidas toetada õpilasi ja vähendada probleeme.

Vana-Hiina filosoof Kong Fuzi otsetõlges on öeldu „Ma kuulen ja ma unustan. Ma näen ja ma mäletan. Ma teen ja ma mõistan.” toob välja selle, et kõige paremini õpib inimene just läbi tegevuste (Vaillancourt, 2009). Just läbi praktilise kogemuse on võimalik omandada teooria mõistmine, kooli kontekstis võiks eelkõige lahendada praktilisi ülesandeid või lahendada neid läbi tegevuste.

Polya (1981) on oma raamatus maininud, et kui õpilasel on raskusi mõistmise või huvi leidmisega, ei pruugi see alati olla õpilase enda viga. Ta rõhutab, et ülesanne peaks olema hoolikalt valitud, ei tohiks olla liiga keeruline ega liiga lihtne, see peaks olema loogiline ja põnev ning selle esitlus peaks samuti olema loomulik ja huvipakkuv. Fuadi jt (2017) soovitavad probleemülesannete lahendamise parandamiseks rohkem neid harjutada ning teha need huvitavamaks, ehk mitte rutiinseks õpilaste jaoks. Kikas ja Toomela (2015) pakuvad tuua tundidesse rohkem ülesandeid päevakajaliste teemadega, mis arendaks õpilate kodanikupädevust igapäevasest elust. Matemaatika võiks olla õpilaste jaoks huvitavam, kui seda õpetatakse välisõhus ja teises kontekstis, ehk väljaspool kooli, pakub Korts (2017) assamblee kokkuvõttes.

Eelmainitud uuringus Meola (2023) tõid õpetajad välja, et I kooliastmes esinevad probleemid eelkõige õpilaste funktsionaalses lugemisoskuses ja loogilises mõtlemises. Õpetajad pakkusid välja mitmeid võimalikke lahendusi, et muuta tekstülesannete lahendamine õpilastele lihtsamaks. Nende hulgas tõid nad kõige enam esile teksti markeerimise, joonistamise õpetamise ning erinevate lahendusstrateegiate tutvustamise, mis annaksid õpilastele võimaluse valida endale kõige sobivama meetodi. (Meola, 2023)

Tiiu Kaljase hinnangul on märkimisväärne matemaatikapädevuse arendamine teistes õppeainetes. Ta usub, et kui õpilane tegeleks matemaatiliste teemadega ka muude ainete tundides, peaks tal tekkima parem mõistmine sellest kontseptsioonist ning kasvama huvi matemaatika õppimise vastu. Kaljas pakub välja idee, et elulise, praktilise ja piltliku matemaatika õpetamise näitena võiks mõõtmise teema raames õpilasi juhendada lumest kuupmeetri ehitamisele. (Juurak, 2021)

Samas artiklis väljendab Annika Volt seisukohta, et tugev suhtlus õpetaja ja tema klassi vahel muudab matemaatika huvitavamaks ning selle mõistmise hõlpsamaks. Matemaatikaõpetaja ja õpilaste vaheline side areneb, kui õpetaja interakteerub õpilastega ka

õppetundide välisel ajal, olgu see loovtööde juhendamine või huviringide juhtimine. Tugeva sideme taustal lahendavad õpilased entusiastlikult ka keerukamaid ülesandeid. (Juurak, 2021)

Madis Loorens soovitab parandada suhteid õpilastega huumori kaudu. Tema hinnangul on õpilasi, kes pelgavad matemaatikat niivõrd, et ei püüagi sellest aru saada. Nende suurimad hirmud hõlmavad kontrolltöid, eksameid ning eksimise kartust. Matemaatika hirm väheneb, kui õpilased lahendavad oma huvidega seotud ülesandeid. Ühe võimaliku lähenemisvõimalusena soovitab ta kasutada arvutimängude teemasid õpilaste huvi tõstmiseks. (Juurak, 2021)

Holton ja Neyland (1998) toovad välja, et ei ole olemas ainulaadset viisi probleemülesannete lahendamise õpetamiseks, ehk iga õpetaja ja kool peavad looma enda individuaalse õpetamisstiili. Iga õpetaja on unikaalne ja kasutades enda tugevaid külgi saab teha enda tunde huvitavamaks õpilaste ja enda jaoks.

Polya (1973) soovitas probleemide lahendamise parandamiseks mõned heuristikat, näiteks analoogia loomine (kas saad leida sarnase probleemi?), induktsiooni (ülesannete näidete põhjal üldistades) ja mustrite sobitamist (kas olete sarnast probleemi lahendanud?). Samad soovitused sobivad ka eluliste teksti ülesannete puhul.

Anu Palu (2015) toob enda artiklis välja, et lahendades erinevate aine tundides probleemülesandeid, aitab see paremini lahti mõtestada õppeainete sisu. Matemaatika rakendamist erinevates valdkondades saab arendada läbi teiste ainete. Lõiming ja ainete teemad võiks anda õpilastele pikaajaliste projekti või uurimistöö kujul.

Õpetajate lehe artiklist uuringus üldpädevuste kohta järeldus, et eluliste ülesannete lahendamine arendab matemaatikapädevusi. Samuti on kasulik suunata õpilasi märkama igasuguseid matemaatilise seoseid. Arvutusoskuse puudulikkus ei too tavaliselt kaasa matemaatilisi lahendamise raskusi, pigem võib olla selle põhjuseks probleemi lahendamise oskuse puudulikkus. Probleemide lahendamise õpetamisel ei piisa ainult sisulisest mõtestamisest, tähtis on kasutada erinevaid lahendusviise, eluga seostamist ja tulemuste hindamist. Matemaatikateadmiste praktiline rakendamine konkreetses elulises kontekstis aitaks tugevdada arusaamist ja mõistmist matemaatikast. (Palu, 2015)

Zimakov ja Shmakov (2009) pakuvad oma artiklis parandada matemaatika õpetamist koolis kasutades lapse kaasasündinud uudishimu ja kujutlusvõimet nagu pedagoogilist ressurssi, pakkudes õpilastele fantastilise, salapärase ja paradoksaalse sisuga matemaatilisi probleeme. Õpilaste huvi tõstmiseks võiks kasutada mitte ainult päris eluga seotud tekste, vaid sobivad ka lihtsalt huvitava (muinasjutu stiilis) tekstiga ülesanded. (Zimakov & Shmakov, 2009)

3.3 Praktiline väärtus ja suunad edasiseks uurimistööks

Käesoleva töö tulemusi on võimalik kasutada õpetajate suunamiseks, et nad rohkem rõhutaks eluliste ja praktiliste ülesannete õpetamist, et tõsta õpilaste huvi ja näidata õppeaine praktilist vajadust. Töö tulemused näitavad, et õpilaste poolt on huvi eluliste ülesanne vastu, neid on vaja rohkem kasutusse võtta. Oleks kasulik viia läbi uuring üldkogumi valimiga. Eriti huvitav oleks eraldi uurida, miks just 6. ja 9. klassi õpilased suhtusid matemaatikasse kõige halvemini ja millega see on seotud. Selliste tulemuste põhjal oleks võimalik teha juba konkreetsemaid soovitusi selleks, kuidas õpilasi toetada ja muuta ainesse suhtumist paremaks. Selleks, et uurida põhjuseid, miks just elulised ülesanded tundusid õpilastele keerulised ning millega on seotud õpilaste tekstist arusaamise oskus, on vaja koguda rohkem testi tulemusi ja tagasisidet.

Edaspidi võiks uurida ka seda, kas eluliste ülesannete arusaadavus ja eelistused on seotud õpilaste sooga. Kasutatud metoodikat on võimalik kohandada ning võtta aluseks ka õppeainete põhise võrdleva uuringu teostamiseks.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrektselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli matemaatika ja statistika instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

Aljona Kotška
/*allkirjastatud digitaalselt*/
17.08.2023

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Aljona Kotška**,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose **Tekstülesannete tüübi mõju õpilaste töö tulemusele ning õpilaste suhtumine matemaatikasse ja elulistesse ülesannetesse**, mille juhendajaks on Kerli Orav-Puurand, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commonsi litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomadi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Aljona Kotška
17.08.2023

Kasutatud kirjandus

Berch, D.B. & Mazzocco M.M.M. (2007). *Why is math so hard for some children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities.* Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.

Бтемирова, Р. И. (2007). *Педагогический принцип связи теории с практикой и его реализация в школьном обучении*. [Диссертация, Северо-Осетинский Государственный Университет].

Eesmäe, E. (2023). Valitsus kiitis heaks ajakohastatud riiklikud õppekavad. *Haridus- ja Teadusministeerium*. https://www.hm.ee/uudised/valitsus-kiitis-heaks-ajakohastatud-riiklikud-oppekavad

Eesti keele instituut. (s.a.). *Eesti keele seletav sõnaraamat*. https://www.eki.ee/dict/ekss/index.cgi?Q=s%C3%B5na

Eesti keele instituut. (s.a.). *Haridussõnastik*. http://www.eki.ee/dict/haridus/index.cgi

Fuadi, I., Minarni, A., & Banjarnahor, H. (2017). *Analysis of students' mathematical problem solving ability in IX grade at junior high school ar-rahman percut. International Journal of Novel Research in Education and Learning*, *4*(2), 153–159.

Gagne, R. M. (1992). *The condition of learning and theory of instruction*. Rinehart & Winston.

Garderen, D.V. (2006). Spatial Visualization, Visual Imaginary and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities. Journal of Learning Disabilities 39(6): 496– 506

Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011). *Riigi Teataja I 2022, 11*. https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021011

Holton, D., & Neyland, J. (1998). Mathematical problem solving: A teaching strategy. *The Mathematics Educator*, *3*(2), 1–25.

Jukk, H. (2004). *Matemaatika tasemetöö tulemuste seos õpilaste suhtumise ja arvamustega*. http://hdl.handle.net/10062/40880

Juurak, R. (2021). Mis teeks matemaatika õpilastele huvitavamaks? Õpetajate Leht. https://opleht.ee/2021/02/mis-teeks-matemaatika-opilastele-huvitavamaks/

Kantowski, M. G. (1980). Some thoughts on teaching for problem solving. In S. Krulik & R. E. Reys (Eds.), *Problem solving in school mathematics* (pp. 195–203). National Council of Teachers of Mathematics.

Kaufman, L. (2008). Dyscalculia: Neuroscience and Education. Journal Education Research, 50(2): 163–175

Kikas, E., & Toomela, A. (2015). *Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. Üldpädevused ja nende arendamine*. Haridus- ja Teadusministeerium.

Kislenko, K. (2011). *Exploring pupils' beliefs about mathematics: Cases from Estonia and Norway*. [Doctoral dissertation, University of Agder].

Korts, T. (2017). *CIC 64 peaassamblee: Harmoonia looduses linna ja maapiirkondade vaatenurgast*. Šveitsi, Montreux.

Kurvits, P., & Parve, K. (2022) *Raalmõtlemine kui probleemilahenduse oskuse arendamise võimalus koolimatemaatikas*. Koolimatemaatika, XLVIII, 38–50.

Meola, M. (2023). *Probleemid matemaatika tekstülesannete lahendamisel ja võimalikud lahendused*. [Magistritöö, Tartu Ülikool].

Metsisto, D. (2005). Reading in mathematics classroom. In J. M. Kenney, E. Hancewicz, L. Heuer, D. Metsisto & C. Tuttle (Eds.) *Literacy strategies for improving mathematics instruction* (pp. 9–23). ASCD Press.

Palu, A. (2010). Matemaatika. E. Kikas (Toim), *Õppimine ja õpetamine esimeses ja teises kooliastmes* (lk 243–261). Haridus- ja Teadusministeerium.

Palu, A. (2015). Eluline matemaatikaõpetus ehk kuidas tõsta põhikooliõpilaste matemaatikapädevust. *Õpetajate Leht*. https://opleht.ee/2015/06/eluline-matemaatikaopetus-ehk-kuidas-tosta-pohikooliopilaste-matemaatikapadevust/

Phonapichat, P., Wongwanich, S., & Sujiva, S. (2014). An analysis of elementary school students' difficulties in mathematical problem solving. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, *116*, 3169–3174. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.728

Pehkonen, E. (1997). *Use of open-ended problems in mathematics classroom. Research Report 176*. University of Helsinki, Department of Teacher Education.

Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.

Polya, G. (1981). *Mathematical discovery on understanding learning and teaching problem solving*. John Wiley & Sons.

Põhikooli riiklik õppekava (2011). *Riigi Teataja I 2021, 3, 3*. https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020?leiaKehtiv

Põder, M. (2023). *Eesti õpilaste probleemi lahendamise oskus matemaatikas*. [Magistritöö, Tartu Ülikool].

Rämmer, A. (2014). Valimi moodustamine. K. Rootalu, V. Kalmus, A. Masso, ja T. Vihalemm (Toim), *Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas*. http://samm.ut.ee/korrelatsioonikordajad

Sule, K. (2021). *Matemaatilise teksti mõistmist arendavad õppetegevused ja lugemisstrateegiad põhikooli matemaatika tundides.* [Magistritöö, Tartu Ülikool].

Sõrmus, M. (2018). *Matemaatiline probleemilahendamine gümnaasiumis*. [Magistritöö, Tartu Ülikool].

Tambychik, T., & Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say? *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, *8*, 142–151. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.020

Vaillancourt, R. (2009). I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand. *The Canadian journal of hospital pharmacy*, *62*, *4*, 272–273. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2826962/

Yager, R. E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, *100*, 327–341.

Zimakov, N., & Shmakov, P. (2009). Teaching mathematics: Puzzles and fairy-tale problems. In M. Lepik (Ed.), *Teaching mathematics: Retrospective and perspectives* (pp. 303–309). Tallinn University.

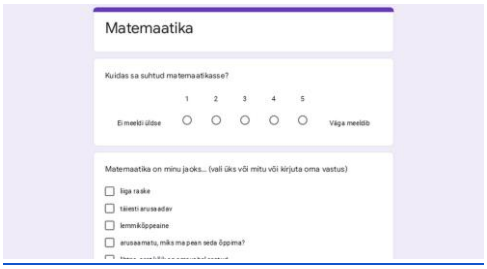
Lisa 1: Kiri küsitluse saatmiseks

Tere kallid lapsevanemad,

oma magistritöö raames soovin teha ühe uurimuse. Selle käigus soovin teada saada, kuidas õpilased suhtuvad matemaatikasse.

Kuna õpilased on alaealised, siis on vaja teiepoolset nõusolekut. Küsitluse saadangi teile ja kui te olete nõus, et teie laps seda täidab, siis palun edastage see talle või täitke koos.

Küsitlus koosneb kolmest küsimusest ja võtab aega kuni 3 minutid. Vastamine on täielikult anonüümne:
https://forms.gle/xWYUJkRhDm3fDpcP8



Matemaatika

forms.gle

Kõige paremat soovides,

Aljona Kotska

Viimsi Kool
Matemaatikaõpetaja

Lisa 2: Küsitlus „Matemaatika“

Kuidas sa suhtud matemaatikasse?

	1	2	3	4	5	
Ei meeldi üldse	○	○	○	○	○	Väga meeldib

Matemaatika on minu jaoks... (vali üks või mitu või kirjuta oma vastus)

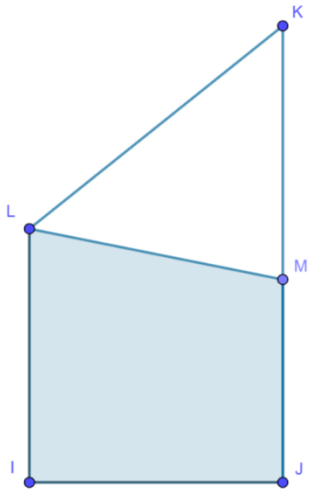
- ☐ liiga raske
- ☐ täiesti arusaadav
- ☐ lemmikõppeaine
- ☐ arusaamatu, miks ma pean seda õppima?
- ☐ lihtne, sest kõik on omavahel seotud
- ☐ raske, sest valemeid on palju
- ☐ Other: _____

Mitmendas klassis õpid?

- ○ 1. klass
- ○ 2. klass
- ○ 3. klass
- ○ 4. klass
- ○ 5. klass
- ○ 6. klass
- ○ 7. klass
- ○ 8. klass
- ○ 9. klass
- ○ 10. klass
- ○ 11. klass
- ○ 12. klass

Lisa 3: Kontrolltöö 1 „Pythagorase teoreem“

1. Leia täisnurkse kolmnurga ümbermõõt, kui kolmnurga kaatetid on 0,9 dm ja 40 cm.



Joonis 1

2. Kinnistu IJKL (Joonis 1) on täisnurkse trapetsi kujuline, mille paralleelsed küljed on 144 m ja 96 m ning pikem haar on 80 m. Lõik MK on 75,8 m. Sellest maatükist müüakse ära kolmnurkne maatükk LMK. Mitme protsendi võrra vähenes kinnistu pindala? Vastus ümarda ühelisteni.

3. Leia võrdkülgse kolmnurga pindala, kui külg on 16 cm. Vastus ümarda sajandikeni.

4. Rombi ümbermõõt on 52 m ja lühem diagonaal 10 m. Leia rombi pindala.

5. 12-meetrise mobiilimasti püsti hoidmiseks kinnitatakse ta 0,5 meetri kõrguselt enne tippu nelja trossiga maa külge 5 meetri kaugusele antennist. Kui palju kulub selleks trossi? Tee selgitav joonis.

Lisaülesanne. Võrdhaarse täisnurkse kolmnurga ümbermõõt on 30 cm. Leia kolmnurga külgede pikkused ümardatud kümnendikeni.

Lisa 4: Kontrolltöö 2A „Pythagorase teoreem“

Контрольная работа по т. Пифагора

Задание 1. В прямоугольном треугольнике a и b - катеты, c - гипотенуза. Найдите неизвестную сторону треугольника

a = 6 см, b = 8 см

$a = \frac{3}{11}$ дм, $b = \frac{4}{11}$ дм

a = 5 см, c = 1,3 дм

Задание 2. Найдите катеты прямоугольного треугольника, если их сумма равна 47 см, а гипотенуза равна 37 см.

Задание 3. Известны стороны ромба a = 25 см и одна из его диагоналей d = 48 см. Найдите вторую диагональ ромба и его площадь.

Задание 4. Известны основание прямоугольной трапеции a = 17 см и b = 25 см, а также её высота h = 6 см. Найдите боковые стороны трапеции.

Задание 5. С помощью теоремы, обратной теореме Пифагора, определите, является ли прямоугольным треугольник с данными сторонами:

а) 9, 15, 12 б) 5, $2\sqrt{5}$, $5\sqrt{5}$

Kontrolltöö, Pythagorase teoreem (autori tõlge)

Ülesanne 1. Täisnurkses kolmnurgas a ja b on kaatetid, c – hüpotenuus. Arvuta kolmnurga puuduva külje pikkus:

a = 6 cm, b = 8 cm

$a = \frac{3}{11}$ dm, $b = \frac{4}{11}$ dm

a = 5 sm, c = 1,3 dm

Ülesanne 2. Arvuta täisnurkse kolmnurga kaatetite pikkused, kui nende summa on 47 cm, hüpotenuus on 37 cm.

Ülesanne 3. On teada rombi külje pikkus a = 25 cm ja üks tema diagonaalidest d = 48 cm. Arvuta rombi teine diagonaal ja selle pindala.

Ülesanne 4. Antud täisnurkse trapetsi aluste pikkused a = 17 cm ja b = 25 cm ning selle kõrgus h = 6 cm. Arvuta trapetsi haarade pikkused.

Ülesanne 5. Kasutades teoreem, mis on Pythagorase pöördteoreem, otsusta, kas kolmnurk antud külgedega on täisnurkne:

a) 9, 15, 12 b) 5, $2\sqrt{5}$, $5\sqrt{5}$

Lisa 5. Kontrolltöö 2B „Pythagorase teoreem“

Контрольная 2. Теорема Пифагора 20.02

1. В мае в школе планируют провести городскую олимпиаду. На школьном дворе установили флагшток чтобы повесить на него символ школы. Флагшток высотой 2 метра нужно закрепить тросом на расстоянии 1,5 м от флагштока, чтобы держался крепко. Какой длины трос для этого нужен?

2. Семья Тамм получила в наследство дачный участок 15 километров от Таллинна, который по форме является прямоугольной трапецией. В доме на участке был пожар в 2021 году и все документы сгорели. Семья Тамм решила поставить забор по всему периметру участка. Некоторые стороны граничат с соседями, по их данным длины параллельных сторон 34 и 50 метра, а менее длинная из оставшихся двух 12 метров. Найди длину забора, который нужен для этого участка.

3. На турецком рынке продают драгоценную ткань с золотыми нитями по цене 250 евро за квадратный метр. Данную ткань можно заказать в любой форме, дабы не переплачивать за лишние обрезки. Для спецзаказа Пеетер решил приобрести отрезок данной ткани. Ему нужен кусок в форме ромба со стороной 25 дм и расстояние между углами 14 дм. Какое количество ткани ему надо и сколько он за это заплатит?

Kontrolltöö 2. Pythagorase teoreem 20.02 (autori tõlge):

1. Mais on koolis plaanis läbi viia linnaolümpiaad. Kooli hoovi püstitati lipumast, mille külge riputati kooli sümbol. 2 meetri kõrgune lipumast tuleb kinnitada trossiga lipumastist 1,5 m kaugusele, et kinni hoida. Leia kinnituse trossi pikkus.

2. Perekond Tamm sai päranduseks Tallinnast 15 kilomeetri kaugusel asuva suvila, mis on täisnurkse trapetsi kujuga. 2021. aastal toimus kohapeal tulekahju ja kõik dokumendid põlesid maha. Perekond Tamm otsustas rajada kinnistu perimeetri ümber aia. Mõned küljed piirnevad naabritega, nende sõnul on paralleelsete külgede pikkused 34 ja 50 meetrit ning ülejäänud kahest lühem 12 meetrit. Leidke selle piirkonna jaoks vajalik tara pikkus.

3. Türgi turul müüakse kullast niitidega vääris kangast ruutmeetrihinnaga 250 eurot. Seda kangast saab tellida mis tahes kujul, et mitte üle maksta lisajääkide eest. Eritellimusel otsustas Peeter tüki seda kangast osta. Ta vajab rombi kujulist tükki, mille külg on 25 tolli ja nurkade vaheline kaugus on 14 tolli. Kui palju kangast ta vajab ja kui palju ta selle eest maksab?

Lisa 6. Tunnikontroll „Täisnurkne kolmnurk“

Kõik joonelemendid anna kümnendike ja nurgad minuti täpsusega.

1. Lahenda täisnurkne kolmnurk, kui üks kaatetid on 123 mm ja 16,8 cm.

2. Leia lennuki maandumisnurk, kui iga pooleteise kilomeetri kohta on lennuk lasknud 210 meetrit?

3. Posti varju pikkus on 9 m. Leia torni pikkus, kui päikesekiired langevad 43° nurga all maapinna suhtes.

4. Kui pikka liniku kanti on vaja, et ääristada rombikujulise kangatükki, kui on teada, et rombi teravnurk on 64° ja pikem diagonaal 8,2 m. Kui palju läheb maksma kanga eest, kui üks ruutmeeter kangast maksab 15€.

5. Täisnurkse trapetsi teravnurk on 71° ning alused 35 cm ja 2,8 dm. Arvuta trapetsi pindala.

Lisa 7. Kontrolltöö 3 „Täisnurkne kolmnurk“

Ülesanne 1. Lahenda täisnurkne kolmnurk ja leia selle kolmnurga pindala, kui kolmnurga üks teravnurk on 60° ja hüpotenuus on 27 dm. Kõik ligikaudsed tulemused anna kümnendiku täpsusega.

Ülesanne 2. Leia võrdhaarse kolmnurga ümbermõõt millimeetrites, kui tipunurk on 64° ja alus on 30 cm.

Ülesanne 3. Redeli alumine ots on asetatud maja seinast 1,8 m kaugusele ja ülemine ots on asetatud vastu maja seina 3,2 m kõrgusele maapinnast. Leia redeli pikkus kümnendiku täpsusega. Leia nurgaminuti täpsusega nurk, mille redel moodustab maapinnaga.

Ülesanne 4. Kui päikesekiired langevad 39° nurga all maapinna suhtes, on kirikutorni vari 22 m pikk. Leia kirikutorni kõrgus 1 meetri täpsusega.

Ülesanne 5. Leia ristkülikukujulise maatüki ümbermõõt ja pindala algandme täpsusega, kui maatüki diagonaal on 186 m ning nurk külje ja diagonaali vahel on 43°. Arvuta antud maatüki hind, kui hektari turuhind on hetkel 359 200 €, aga kindla tehingu toimumiseks on kasulik müüa 7% madalama hinnaga turuhinnast.

Lisaülesanne. Avalda kolmnurga pindala, kui on teada, et kolmnurga ümberringjoone keskpunkt poolitab pikema külje.

Kontrolltöö 4. Контрольная. Тригонометрия (autori tõlge)

Задание 1. Реши прямоугольный треугольник и найди его площадь, если один острый угол 60° и гипотенуза 27 дм. Все ответы дай с десятичной точностью.

Задание 2. Найди периметр равнобедренного треугольника в миллиметрах, если угол при вершине 64° и основание 30 см.

Задание 3. Лестницу установили на 1,8 м от стены дома и верхний конец лестницы упирается в дом на высоте 3,2 м от земли. Найди длину лестницы с десятичной точностью. Найди угол который образует лестница с поверхностью земли с точностью до минут.

Задание 4. Солнечные лучи падают на землю под углом 39° и длина тени церковной башни 22 м. Найди длину церкви с точностью до метра.

Задание 5. Найди периметр и площадь прямоугольного земельного участка с точностью начальных данных, если диагональ земельного участка 186 м и угол между стороной и диагональю 43°. Высчитай стоимость данного земельного участка, если рыночная цена гектара в данный момент 359200 €, а для надёжности сделки эффективнее продать на 7% дешевле рыночной цены.

Lisa 8. Kontrolltöö 5 „Trigonomeetria“

Задание 1. Решите треугольник и вычислите его площадь

a = 14 дм, α =32°, $\beta = 75°$

b = 12 мм, c = 20 мм, α =42°

a = 13 см, b = 8 см, c = 6 см

Задание 2. Найдите высоту башни, если её тень имеет длинну 66 м, а солнечные лучи падают на землю под углом 38°. Сделайте соответствующий заданию чертёж. Ответ дайте в метрах с точностью до десятых.

Задание 3. Маленький Кайдо смотрел на карту и думал почему дороги между городами не строят прямыми линиями. Он соединил прямой красной линией дороги от дома в Виимси до деревни бабушки Тригиня и Пярну, куда хотел поехать на пляж. Получился красный треугольник, причём угол между дорогами к Виймси получился 50°и угол между дорогами к Пярну 110°. Расстояние между Виймси и Пярну по прямой Кайдо примерно 140 км. Вычисли недостающие расстояния между городами в данном треугольнике. Сделайте соответствующий заданию чертёж.

Autori tõlge:

Ülesanne 1. Lahenda kolmnurk ja leia selle pindala

a = 14 dm, α =32°, $\beta = 75°$

b = 12 mm, c = 20 mm, α =42°

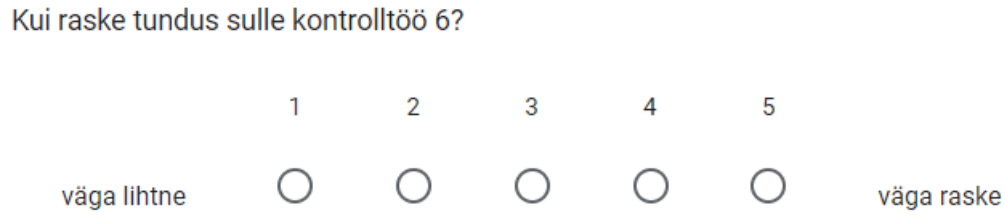
a = 13 cm, b = 8 cm, c = 6 cm

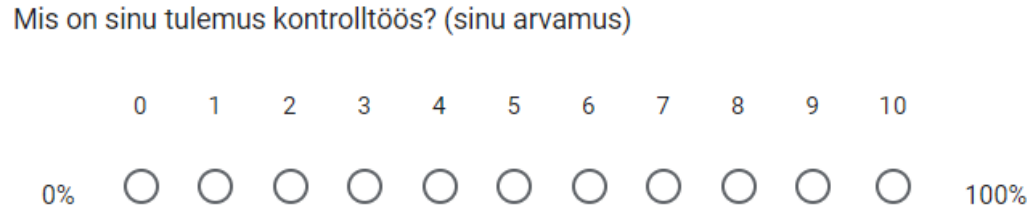
Ülesanne 2. Leia torni kõrgus, kui selle vari on 66 m pikk ja päikesekiired langevad maapinnale 38° nurga all. Koostage ülesandele vastav joonis. Esitage oma vastus meetrites kümnendiku täpsusega.

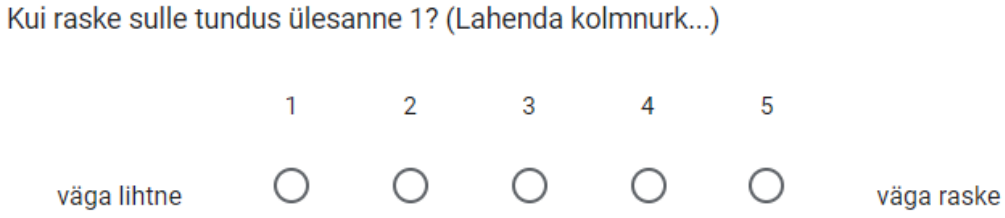
Ülesanne 3. Väike Kaido vaatas kaarti ja imestas, miks pole linnadevahelised teed sirgjooneliselt ehitatud. Ta ühendas punase sirge joonega tee oma Viimsis asuvast majast vanaema Triginya külla ja Pärnuni, kuhu tahtis randa minna. Selgus punane kolmnurk ning Viimsi suunduvate teede vaheline nurk osutus 50° ja Pärnu poole suunduvate teede vaheline nurk 110°. Viimsi ja Pärnu vaheline kaugus mööda Kaido sirget on ca 140 km. Arvutage antud kolmnurga linnadevahelised puuduvad kaugused. Koostage ülesandele vastav joonis.

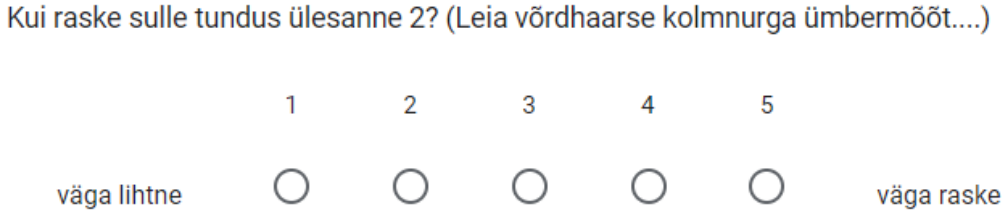
Lisa 9. Tagasisideküsitlus

Kõik töö järgnevad küsitlused on analoogsed (eesti ja vene versioon)









Kui raske sulle tundus ülesanne 3? (Redel ja maja....)

	1	2	3	4	5	
väga lihtne	○	○	○	○	○	väga raske

Kui raske sulle tundus ülesanne 4? (Päikesekiired....)

	1	2	3	4	5	
väga lihtne	○	○	○	○	○	väga raske

Kui raske sulle tundus ülesanne 5? (Ristkülikukujuline maatükk....)

	1	2	3	4	5	
väga lihtne	○	○	○	○	○	väga raske

Vali üks, mitu või oma variant

- ☐ Elulised ülesanded tunduvad mulle raskem, kuna raske tekstist aru saada (keeleliselt või sõnade omapärasuse tõttu)
- ☐ Elulised ülesanded tunduvad mulle raskem, kuna ei saa aru mida on vaja leida.
- ☐ Elulised ülesanded tunduvad mulle raskem, kuna liigseid andmeid segavad kontsentreeruda matemaatilise ülesannete lahendamisi.
- ☐ Elulised ülesanded tunduvad mulle lihtsam, kuna saan ette kujutada kujundid
- ☐ Elulised ülesanded tunduvad mulle lihtsam, kuna saan näha kus praktiliselt on vaja matemaatilised teadmised.
- ☐ Elulised ülesanded on huvitavamad
- ☐ Elulised ülesanded tunduvad mulle raskem, kuna liigseid andmeid segavad kontsentreeruda ülesannete lahendamisi.
- ☐ Other: _____