Tartu Ülikool

Sotsiaalteaduste valdkond

Haridusteaduste instituut

Põhikooli mitme aine õpetaja õppekava

Helena Kloss-Xouria

RAALMÕTLEMISOSKUSE SEOSED SOO JA HINNETEGA ÜHE KOOLI 7. KLASSIDE ÕPILASTE NÄITEL

Magistritöö

Juhendaja: informaatika didaktika nooremteadur Riin Saadjärv

informaatika didaktika professor Piret Luik

Tartu 2025

Kokkuvõte

Raalmõtlemisoskuse seosed soo ja hinnetega ühe kooli 7. klasside õpilaste näitel

Käesoleva töö eesmärk oli analüüsida 7. klassi õpilaste soolisi erinevusi raalmõtlemisülesannete lahendamise tulemustes ning hinnata nende sooorituste seoseid õpilaste hinnega matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles. Raalmõtlemise hindamiseks kasutati seitsmest Kobras-viktoriini ülesandest koosnevat testi, mille alamoskused määratleti Ternik jt (2020) kuuekomponentse mudeli alusel. Tulemused ei võimaldanud väikese valimi (n=16) ja piiratud andmevariatiivsuse tõttu teha kindlaid järeldusi seoste olemasolu või puudumise kohta. Siiski viitasid esialgsed tulemused võimalikule seosele raalmõtlemisülesannete soorituse ja matemaatikahinde vahel. Soolisi erinevusi testitulemuste põhjal ei ilmnenud. Samas pakkus töö esmast ülevaadet sellest, kuidas raalmõtlemise alamoskused võivad avalduda erinevates õppeainetes ning millised ülesandetüübid võivad olla tundlikumad nende oskuste esiletoomiseks. Edasised uuringud suurema valimi ja mitmekesisema andmestikuga on vajalikud, et kinnitada või ümber lükata töö esialgseid tähelepanekuid.

Võtmesõnad: raalmõtlemine, 7. klass, soolised erinevused, Kobras, hinded, õpitulemused

Abstract

Connections Between the Computational Thinking Skills, Gender, and Grades: A Case Study of 7th Grade Students from One School

The aim of this study was to analyze gender differences in 7th-grade students' performance on a computational thinking test and to examine the relationship between their test results and their grades in mathematics, Estonian, and English. To assess computational thinking, a test consisting of seven tasks from the Bebras Challenge was used, with sub-skills categorized according to the six-component model by Ternik et al. (2020). Due to the small sample size (n = 16) and limited data variability, no definitive conclusions could be drawn regarding the presence or absence of correlations. Nevertheless, preliminary findings suggested a potential relationship between performance on computational thinking tasks and mathematics grades. No gender differences were observed in the test results. Despite its limitations, the study offers an initial overview of how computational thinking sub-skills may be reflected in different school subjects and which types of tasks might be more effective in highlighting these skills. Further research with a larger and more diverse sample is needed to validate these preliminary observations.

Keywords: computational thinking, 7th grade, gender differences, Bebras, grades, academic achievement

Sisukord

1. Sissejuhatus 4
2. Teoreetiline ülevaade 5
2.1 Raalmõtlemise kujunemine ja tähendus hariduses 5
2.2 Raalmõtlemise alamoskused 6
2.2.1 Olulisemad käsitlused raalmõtlemise alamoskustest 6
2.2.2 Ternik jt (2020) kuuekomponentne mudel 6
2.3 Raalmõtlemise alamoskuste tasandid 8
2.4 Raalmõtlemise seosed õpitulemustega: varasemad uuringud 9
2.5 Raalmõtlemise rakendamine erinevates õppeainetes 10
2.6 Soovitused ja väljakutsed raalmõtlemise arendamisel 11
3. Töö eesmärk ja uurimisküsimused 13
4. Metoodika 14
4.1 Valim 14
4.2 Andmekogumisprotsess 15
4.3. Andmeanalüüs 16
5. Tulemused 16
5.1 Millised on soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises? 16
5.2 Millised seosed ilmnevad raalmõtlemisülesannete lahendamise edukuse ja õpilaste hinnete vahel matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles? 18
6. Arutelu 21
6.1 Soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises 21
6.2. Õpilaste tulemused raalmõtlemises ja nende seos hinnetega kolmes õppeaines 22
Kasutatud kirjandus 26
Lisa 1. Digitaalse testivormi küsimuste kujundus 31
Lisa 2. Valimi ülesanded 35

1. Sissejuhatus

Raalmõtlemine (*computational thinking*) on tänapäeva digitaalses ühiskonnas järjest olulisem kognitiivne oskus, mis seisneb probleemide süstemaatilises analüüsimises ja lahenduste leidmises loogiliste, algoritmiliste ja struktureeritud meetodite abil (Shute *et al.*, 2017). Mitmed autorid (nt Cansu & Cansu, 2019; Grover & Pea, 2013; Wing, 2006;) on toonud esile, et selline mõtteviis toetab loogilist probleemilahendust, kriitilist mõtlemist ja loovust, aidates samaaegselt mõista keerulisi kontseptsioone ja rakendada neid praktikas. Raalmõtlemise oskused on rakendatavad erinevates valdkondades, edendades meeskonnatööd ja innovaatiliste lahenduste leidmist ka väljaspool tehnoloogia konteksti (Adeoye & Prastikawati, 2024). Käesoleva töö autori hinnangul ei seisne raalmõtlemise väärtus üksnes tehnoloogiliste oskuste arendamises, vaid ka üldises võimes läheneda probleemidele metoodiliselt ja tõhusalt.

Lisaks eelnevale ühendab raalmõtlemine endas mitmeid erinevaid mõtteviise, nagu loogiline, matemaatiline, teaduslik ja uuenduslik mõtlemine, mida täiendavad loovus ja intuitsioon (Curzon *et al.*, 2009). Seetõttu ei peaks raalmõtlemise õpetamine piirduma üksnes informaatika või programmeerimisega seotud valdkondadega, vaid kuuluma kogu üldhariduse juurde. Siiski on teaduskirjanduses märgitud, et raalmõtlemise ideid mõistetakse sageli erinevalt, mistõttu tekib mitmeid väärarusaamu. Raalmõtlemine ei tähenda tingimata arvuti kasutamist ega piirdu ainult programmeerimisega, vaid hõlmab tegelikult laiemat lähenemist probleemide analüüsimisele ja lahendamisele (Haddad & Kalaani, 2015; Mohaghegh & McCauley, 2016; Shute *et al.*, 2017). Laiapõhjaline arusaam raalmõtlemisest võimaldab seda rakendada nii humanitaar- kui ka reaalainetes, luues sügavamaid seoseid eri valdkondade vahel.

Raalmõtlemise arendamise seisukohalt on oluline vastavaid oskusi hinnata juba varajases kooliastmes, et märgata õpilaste individuaalseid tugevusi ja arenguvajadusi (Haddad & Kalaani, 2015). Töö autori hinnangul loob varajane hindamine aluse sihipärasteks sekkumisteks, mis toetavad iga õppija potentsiaali maksimaalset avardumist. Nii väidavad ka Mills jt (2024), kelle järgi tõstab sobivate õpetamismeetodite ja individuaalse lähenemise rakendamine õppetöös hariduse kvaliteeti ning toetab õpilaste terviklikku ja jätkusuutlikku arengut. Lisaks pakub varajane hindamine õpetajatele väärtuslikku sisendit paindlikumate õppekavade kujundamiseks ja teadlikumateks metoodilisteks valikuteks (Mills *et al.*, 2024).

Varasemad uuringud on näidanud, et raalmõtlemise oskused on seotud õpilaste akadeemiliste saavutustega ning mitmed autorid on pööranud tähelepanu ka soolistele erinevustele nende oskuste kujunemisel (Bounou *et al.*, 2023; Gunawan *et al.* 2023; Haddad

& Kalaani, 2015). Siiski on seni vähe tähelepanu pööratud sellele, kuidas raalmõtlemise oskused avalduvad erinevates õppeainetes, milline on nende seos konkreetsete õppeainete hinnetega ning kas soo ja hinnetevahelised seosed raalmõtlemisoskusega peegeldavad või lükkavad ümber varasemate uuringute tulemused. Varasemad tööd on keskendunud peamiselt tehnoloogiapõhistele oskustele või üldisele kognitiivsele võimekusele, jättes tagaplaanile ainepõhise käsitluse. Käesoleva tööga soovin teada saada, kuidas seonduvad õpilaste raalmõtlemise oskused nende õpitulemustega matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles ning kuivõrd mängivad rolli soolised erinevused.

2. Teoreetiline ülevaade

2.1 Raalmõtlemise kujunemine ja tähendus hariduses

Raalmõtlemise ideest on hariduses räägitud juba mitmeid aastakümneid. Üheks esimeseks oluliseks mõtestajaks selles vallas oli Seymour Papert (1980), kes rõhutas arvutite rolli inimeste mõtteprotsesside arendamisel. Papert näitas, kuidas arvuti saab toetada mustrite äratundmist ja probleemide lahendamist ning propageeris õppijakeskset ja loovat lähenemist hariduses. Tema töö lõi aluse konstruktsionismi levikule ja arvutipõhiste meetodite kasutamisele õppetöös.

Paperti ideedele tuginedes täiendas Wing (2006) raalmõtlemise käsitlust, võrreldes selle olulisust lugemise, kirjutamise ja arvutamise oskustega. Ta rõhutas, et raalmõtlemise oskused peaksid kuuluma iga lapse põhioskuste hulka. Oma hilisemas töös (Wing, 2008) määratles ta raalmõtlemise kui analüütilise mõtlemise vormi, mis ühendab loovuse, intelligentsuse ja süsteemse probleemilahenduse mille rakendatavus ulatub igapäevaeluni.

Paperti ja Wingi käsitlused on oluliselt mõjutanud tänapäevast hariduspraktikat, kus raalmõtlemist nähakse kui üldpädevust, mis toetab õppimist kõikides ainetes. Nende ideed on leidnud rakendust mitmete riikide õppekavades ning neid on hakatud süstemaatiliselt lõimima erinevate ainete õpetamisse – alates matemaatikast ja loodusainetest kuni humanitaar- ja kunstivaldkondadeni (Voogt *et al.*, 2015). Ka Eesti riiklikus õppekavas on rõhutatud raalmõtlemise tähtsust, eelkõige informaatika õppekavas, kus see on määratletud kui osa eluliste ülesannete lahendamise viisist, hõlmates algoritmilist mõtlemist, üldistamist, mustrite leidmist ja probleemi osadeks jaotamist (Ainevaldkond „Informaatika“, 2011).

2.2 Raalmõtlemise alamoskused

2.2.1 Olulisemad käsitlused raalmõtlemise alamoskustest

Raalmõtlemise kontseptsioon on aja jooksul arenenud ja mitmekesistunud. Uurijad on määranud erinevaid alamoskusi, mille alusel raalmõtlemist kirjeldada ja õpetada. Tüüpiliselt on raalmõtlemine jaotatud 3 kuni 9 alamoskuseks, sõltuvalt rõhuasetusest ja teoreetilisest lähtekohast.

Näiteks Brennan ja Resnick (2012), pakkusid välja kolmeosalise raamistiku, mis põhineb Scratchi programmeerimiskeskkonnal ja digiloovusel. Nende käsitluses hõlmab raalmõtlemine kontseptuaalseid teadmisi (mõisteid ja printsiipe) ehk mida õpilane peaks teadma, praktikaid (tegevusi) ehk mida õpilane teeb probleemide lahendamiseks ja hoiakuid ehk kuidas õpilane tajub end õppija ja probleemilahendajana. Antud lähenemine annab suure tähtsuse õppija vaatenurgale, hoiakutele ja identiteedi kujunemisele, võimaldades käsitleda raalmõtlemist ka pedagoogilisest ja psühholoogilisest vaatepunktist. Shute jt (2017) määrasid kuus alamoskust: dekonstrueerimine, abstraktsioon, algoritmi koostamine, silumine, kordus ja üldistamine. Nende protsessikeskne lähenemine on suunatud eelkõige programmeerimise õpetamisele ja hindamisele, rõhutades ülesannete lahendamise loogilist ja süsteemset olemust. See mudel on tugevalt seotud programmeerimispraktikate ning probleemilahenduse protsessidega. Grover ja Pea (2013) tõid esile lausa üheksa raalmõtlemise kognitiivset komponenti (abstraktne mõtlemine ja mustrite üldistamine, süstemaatiline analüüs; sümbolsüsteemide kasutamine, algoritmiline mõtlemine, dekonstrueerimine, korduv, järjestikune ja paralleelne mõtlemine, tingimusloogika, tõhususe ja piirangute arvestamine, vigade leidmine ja parandamine). Viimases jaotuses tuleb esile analüütiliste ja hindavate tegevuste olulisus, mistõttu sobib see raamistik hästi laiema probleemilahenduse konteksti.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et erinevad klassifikatsioonid peegeldavad raalmõtlemise käsitluse mitmekesisust ja võimaldavad selle õpetamist, hindamist ning arendamist, lähtudes erinevatest vaatenurkadest – olgu fookuses õppija hoiak, protsessipõhine oskuste arendamine või sügavam kognitiivne analüüs.

2.2.2 Ternik jt (2020) kuuekomponentne mudel

Erinevalt eelmainitud lähenemistest, mis keskenduvad pigem protsesside kirjeldamisele, pakuvad Ternik jt (2020) süsteemset raamistikku, mis võimaldab raalmõtlemise alamoskusi ülesannetes täpsemalt määratleda, hinnata ning õpilaste lahendustulemusi süvitsi analüüsida. Nende kuuekomponentne mudel eristab algoritmilist mõtlemist, modelleerimist ja simulatsiooni, dekonstrueerimist, üldistamist, hindamist ja abstraktset mõtlemist, kus iga

komponent on selgelt määratletud ning seotud konkreetse mõtteprotsessiga. Käesolevas töös on see jaotus aluseks nii ülesannete struktuuri mõtestamisel kui ka tulemuste tõlgendamisel.

Erinevad uurijad (Dagienė *et al.*, 2017; Wing, 2006) on neid komponente kirjeldanud järgmiselt:

- Algoritmiline mõtlemine keskendub järjestuste ja reeglite järgimisele, mida õpilane rakendab probleemi lahendamiseks. Selle oskuse arendamine võimaldab õpilastel ülesandeid lahendada samm-sammult, järgides kindlaid tegevusjuhiseid, mis võivad sisaldada ka erandeid ja tingimusi. See oskus on tihedalt seotud programmeerimise ja loogilise mõtlemisega, kus iga sammu tuleb täpselt määratleda ja järgida.
- Modelleerimine ja simulatsioon tähendavad reaalse maailma nähtuste lihtsustamist ja analüüsimist nende toimimise mõistmiseks. Õpilased loovad ja testivad mudeleid, et ennustada, kuidas süsteem või protsess võiks töötada. See oskus aitab õpilastel arendada võimet visualiseerida keerukaid süsteeme ja simuleerida olukordi, olles eriti oluline loodusõpetuses, geograafias ja matemaatikas.
- Dekonstrueerimine on mõtlemisprotsess, kus keeruline probleem jagatakse paremaks mõistmiseks väiksemateks osadeks. Õpilased õpivad analüüsima ülesande struktuuri ja leidma, kuidas erinevad osad omavahel seotud on. Selline oskus aitab õpilastel lahendada keerukaid ülesandeid, jagades need lihtsamateks ja hallatavateks komponentideks, muutes lahendamise protsessi arusaadavamaks ja süsteemsemaks.
- Üldistamine keskendub eelnevate kogemuste ja lahenduste põhjal mustrite ja seaduspärasuste tuvastamisele. Õpilased arendavad võimet rakendada varasemaid lahendusi uutele, sarnastele probleemidele. Selle oskuse arendamine aitab õpilastel kasutada induktiivset mõtlemist ja analüüsida, kuidas lahendused võivad ulatuda teistesse valdkondadesse või kontekstidesse ning olla ka vastavalt sealt leitavad.
- Hindamine hõlmab lahenduste võrdlemist sobivaima valimiseks. Õpilased analüüsivad erinevaid võimalikke lahendusi ja hindavad nende efektiivsust vastavalt kasutada olevatele ressurssidele ja antud eesmärkidele. See on oluline oskus, kuna see arendab kriitilist mõtlemist ja võimaldab teha teadlikke valikuid, tagades, et probleemidele leitud lahendused on optimaalsed.
- Abstraktne mõtlemine on seotud ebavajalike detailide eemaldamise ja oluliste elementide eristamisega. Õpilased õpivad vaatama probleemi laiemas kontekstis, keskendudes sellele, mis on ülesande edukaks täitmiseks oluline. Samuti tuvastatakse ja jäetakse kõrvale ebaoluline. Selle oskuse arendamine võimaldab leida lihtsustatud ja tõhusaid lahenduskäike, mis väldivad liigseid komplikatsioone ja suunavad tähelepanu probleemi tuumale.

Ternik jt (2020) mudelit iseloomustab ülesandekeskne ja rakenduslik fookus, mis võimaldab siduda teoreetilised mõtlemisprotsessid konkreetsete õpiülesannetega. Tänu oma selgele jaotusele on see raamistik valitud käesolevas töös aluseks raalmõtlemise ülesannete struktureerimisele.

2.3 Raalmõtlemise alamoskuste tasandid

Raalmõtlemine on mitmekesiste ja tihedalt seotud kognitiivsete protsesside kogum, mille areng toimub järk-järgult. Alamoskused ei esine isoleeritult, vaid moodustavad üksteist toetava süsteemi, kus lihtsamad oskused loovad aluse keerukamate mõtlemistegevuste kujunemiseks. Uuringud (Dagienė *et al.*, 2017; Román-González *et al.*, 2017) viitavad sellele, et et teatud alamoskused toimivad aluselementidena, millele tuginevad järgmised arengutasemed.

Käesolevas töös käsitletakse raalmõtlemise arengut kolme mõtlemistaseme kaudu, lähtudes Haridus- ja Noorteameti (2024) matemaatikaeksamite ülesannete koostamise eristuskirjas määratletud tasemetest. Neid tasemeid võib vaadelda kui arenguetappe, mille kaudu avalduvad ka erinevad raalmõtlemise alamoskused.

- I tase – algoskused: faktide teadmine, klassifitseerimine ja järjestamine. Sellel tasemel avalduvad peamiselt algoritmiline mõtlemine ja dekonstrueerimine, mis aitavad õppijal mõtestada tegevuste järjekorda, lahendada ülesandeid samm-sammult ning jaotada keerulisemad probleemid lihtsamateks osadeks. Need on alusoskused, millele tugineb kogu edasine raalmõtlemise areng (Román-González *et al.*, 2017; Grover & Pea, 2013).
- II tase – rakendamine: teadmiste kasutamine tüüpilistes või rutiinsetes olukordades. Siin avalduvad sellised alamoskused nagu abstraktne mõtlemine, üldistamine ning modelleerimine ja simulatsioon. Need võimaldavad õppijal kasutada varasemaid teadmisi uutes olukordades, leida mustreid ja luua üldistusi, mis toetavad teadmiste ülekandmist (Dagienė *et al.*, 2017; Brennan & Resnick, 2012; Wing, 2008).
- III tase – arutlemine: analüüsimine, süntees, põhjendamine ja kriitiline hindamine. Kõige kõrgemal tasemel paikneb hindamine, mis eeldab kõigi eelnevate alamoskuste integreeritud rakendamist, lahendusvariantide võrdlemist ning teadlikku mõtlemise suunamist (Román-González *et al.*, 2017).

Neid tasemeid võib käsitleda kui raalmõtlemise arenguetappe, kus iga järgnev tase tugineb eelnevale. Kui õppijal on tugevad baasteadmised, avaldub see sageli ka abstraktset või modelleerivat mõtlemist nõudvate ülesannete parema sooritusega (Wing, 2006, 2008). Raalmõtlemise alamoskused arenevad kihiliselt ja üksteisest sõltuvalt. Näiteks

dekonstrueerimine loob aluse abstraktsele mõtlemisele ja üldistamisele, samas kui hindamine eeldab sageli kõigi eelnevate oskuste teadlikku ja koordineeritud rakendamist. Mõtlemistasemete omavahelise seotuse mõistmine aitab paremini selgitada ka raalmõtlemise alamoskuste arengulist järjestust ning toetab õpetajat teadlike ja sihipäraste õpetamis- ja hindamismeetodite valikul.

2.4 Raalmõtlemise seosed õpitulemustega: varasemad uuringud

Raalmõtlemise oskuse uurimine ei ole oluline üksnes tehnoloogiliste pädevuste arendamise seisukohalt, vaid sellel on ka laiem tähendus õpilaste akadeemilise arengu mõistmisel. Tõenduspõhised uuringud on näidanud, et paremad raalmõtlemisoskused on positiivselt seotud akadeemilise eduga, viidates võimalusele, et need oskused võivad ennustada paremaid õpitulemusi (Haddad & Kalaani, 2015; Polat *et al.*, 2021). Mitmed teadustööd osutavad, et raalmõtlemine toetab analüütilise ja kriitilise mõtlemise arengut – oskusi, mis on vajalikud keerukate probleemide lahendamiseks ja iseseisvaks teadmiste rakendamiseks (Román-González *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2024). Eriti tugevalt ilmneb raalmõtlemisoskuse mõju loodus- ja täppisteadustes, näiteks matemaatikas ja füüsikas, kus struktureeritud mõtlemine ning loogiline lähenemine on edu saavutamisel keskse tähtsusega (Saidin *et al.*, 2021; Soboleva *et al.*, 2021).

Mitmetes uuringutes on vaadeldud ka võimalikke soolisi erinevusi raalmõtlemise arengus. Näiteks Lin ja Wong (2024) toovad esile, et poisid ja tüdrukud võivad erineda nii oma õpikogemuste kui ka neile sobivate õpetamismeetodite poolest. On leitud, et poistele võib mängustatud programmeerimine sobida mustrite äratundmise ja hindamisoskuse arendamiseks, samas kui tüdrukutel avaldub paremini abstraktsiooni ja dekonstrueerimise oskus (Sun & Liu, 2024). Sellised leiud viitavad, et raalmõtlemise arengut saab suunata sobivate õppevahendite ja -meetodite kaudu, arvestades õpilaste individuaalseid tugevusi ning nende soolist tausta.

Õpilaste raalmõtlemise tugevused ja eelistused võivad samuti varieeruda. Sun ja Liu (2024) juhivad tähelepanu sellele, et ülesande tüüp – näiteks mustrite äratundmine või dekonstrueerimine – võib olla poistele ja tüdrukutele erinevalt sobiv. Seetõttu on oluline pakkuda mitmekesiseid ülesandeid ja lähenemisviise, mis toetavad erinevate kognitiivsete oskuste arengut ning toovad esile õpilaste individuaalsed tugevused. Selline mitmekesistatud lähenemine aitab tagada, et kõik õpilased saavad osaleda ning areneda vastavalt oma võimetele ja vajadustele.

Raalmõtlemise oskuste ja õpitulemuste vahelised seosed on mitmetahulised. Bounou jt (2023) uuringust selgus, et raalmõtlemisoskused on tihedalt seotud reaalainete õpitulemustega, kuid positiivne mõju võib ilmneda ka keeleõppes. Lei jt (2020) metaanalüüs näitas, et lisaks valdkonnale ja valimi eripärale võivad raalmõtlemise arengut mõjutada sellised tegurid nagu, õpilase vanus (õppeaste) ja sugu. Sellised järeldused rõhutavad vajadust kohandada raalmõtlemise hindamist ja arendamist vastavalt õppijate taustale ja arengutasemele.

Raalmõtlemise mõju ulatub ka humanitaarainetesse. Näiteks keeleõppes on leitud, et raalmõtlemise strateegiad toetavad tekstimõistmist, argumenteerimist ja loovat kirjutamist. Yu jt (2024) osutavad, et süsteemne ja struktureeritud mõtlemine aitab õpilastel paremini mõista keele struktuuri ja sisu. Ka digitaalsete lugude jutustamise (*digital storytelling*) rakendamine keeleõppes võib toetada raalmõtlemise oskuste kasutamist: narratiivide ülesehitus eeldab loogilist jada, üldistamist ja informatsiooni süstematiseerimist. Lisaks on leitud, et sellised tegevused suurendavad motivatsiooni ja vähendavad keeleõppega seotud äervust (Murti *et al.*, 2022; Parsazadeh *et al.*, 2021; Yeni *et al.*, 2022).

Kokkuvõttes ei saa raalmõtlemist käsitleda üksnes tehnoloogilise või reaalainetel põhineva oskusena – see on mitmekülgne mõtlemisviis, millel on tähtis roll erinevates õppeainetes. Selle arengut mõjutavad nii soolised kui ka kontekstuaalsed tegurid. Arvestades raalmõtlemise seoseid akadeemilise eduga ja selle rakendusvõimalusi erinevates õppevaldkondades, on oluline pöörata tähelepanu ka sellele, kuidas raalmõtlemist õppetöös sihipäraselt arendada.

2.5 Raalmõtlemise rakendamine erinevates õppeainetes

Raalmõtlemisel on hariduses keskne roll, kuna see toetab loogilise arutlusoskuse, probleemilahendusvõime ja teadmiste praktilise rakendamise arengut (Saidin *et al.*, 2021). Lisaks aitab raalmõtlemise teadlik arendamine kaasa mitmete Põhikooli riiklikus õppekavas (2011) kirjeldatud üldpädevuste kujunemisele, sealhulgas matemaatika-, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase pädevuse, digipädevuse, õpipädevuse ning ettevõtlikkuspädevuse kujundamisele.

Informaatika ja programmeerimine on olnud peamised valdkonnad, kus raalmõtlemise oskusi süstemaatiliselt arendatakse. Robootika, visuaalne programmeerimine ja algoritmilised mängud aitavad luua tugeva aluse kognitiivsete oskuste arenguks juba varases kooliastmes (Bers, 2018; Saidin *et al.*, 2021). Samas ei piirdu raalmõtlemise arendamise võimalused üksnes informaatikatundidega – seda saab lõimida igasse õppeainesse.

Matemaatika tundides saab kasutada näiteks liitreaalsust geomeetria õpetamisel, programmeerimiskeskkondi funktsioonide modelleerimiseks ning ülesandeid, mis nõuavad andmete dekonstrueerimist, mustrite üldistamist ja algoritmide koostamist (Hanid *et al.*, 2022; Grover, 2018). Ka matemaatika ainekava (Ainevaldkond „Matemaatika“, 2011) rõhutab loogilise arutlemise, probleemilahenduse ja matemaatika keele kasutamise arendamist – kõik need on raalmõtlemise kesksed komponendid. Füüsikas ja loodusteadustes saab raalmõtlemist toetada simulatsioonide ja modelleerimise abil. Näiteks Glowscript VPython võimaldab visualiseerida liikumis- ja kineetilisi protsesse (Weller *et al.*, 2022), samas kui loodusnähtusi saab analüüsida tingimusloogika põhjal koostatud programmide abil, luues näiteks klassifitseerimissüsteeme („Kui organismil on tiivad, siis…“) (Grover, 2018).

Keeleõppes aitab raalmõtlemine struktureerida ja korrastada teksti, teha järeldusi faktide põhjal ning arendada loogilist ja sidusat argumentatsiooni. Õpilased saavad kasutada tingimusloogikat, et luua alternatiivseid looarendusi, ning süsteemset mõtlemist, et paremini mõista keele struktuure ja tekstiloogikat (Grover, 2018; Yu *et al.*, 2024). Sotsiaalteadustes võimaldavad modelleerimine ja simulatsioonid analüüsida ühiskondlikke protsesse ning visualiseerida ajaloolisi muutusi ja trende (Grover, 2018).

Selline valdkondade ülene rakendamine ei toeta üksnes ainespetsiifilisi teadmisi, vaid aitab kujundada sidusaid ja rakenduslikke oskusi ning hoiakuid, mis on kooskõlas õppekava üldpädevustega (Põhikooli riiklik õppekava, 2024).

2.6 Soovitused ja väljakutsed raalmõtlemise arendamisel

Raalmõtlemise arendamine koolis ei eelda uute õppeainete loomist ega tehnoloogiakeskset õpet, vaid pigem olemasolevate ainete sisu ja metoodika teadlikku ümberkujundamist. Õpetajad võiksid kaaluda, kuidas kujundada õppetegevusi, mis toetavad struktureeritud mõtlemist, mitme-etapilist järeldamist ja lahendusstrateegiate võrdlemist. Avatud ülesannete ja probleemipõhise õppe rakendamine on üks tõhusaid meetodeid selleks, et arendada õpilaste raalmõtlemisoskusi (Jocius *et al.*, 2021; Triantafyllou *et al.*, 2024).

Raalmõtlemine on interdistsiplinaarne oskus, mida tuleb integreerida erinevatesse õppeainetesse, kasutades ülesandeid, mis mitte ainult ei toeta õpilaste põhioskuste arengut, vaid pakuvad ka põnevaid ja sisukaid väljakutseid (Grover & Pea, 2013; Shute *et al.*, 2017). Matemaatika, loodusõpetus ja ühiskonnaõpetus pakuvad suurepäraseid võimalusi õpilaste loogilise ja analüütilise mõtlemise tugevdamiseks ning nende suutlikkuse suurendamiseks keerukamate ülesannete lahendamisel. Tõhus on seostada raalmõtlemise ülesanded igapäevaelu kontekstiga, aidates arendada süsteemset ja loogilist mõtlemist, mida õpilased

saavad hiljem kasutada edaspidistes õpingutes ja igapäevaelus (Grover & Pea, 2013; Sun & Liu, 2024).

Matemaatikaülesanded ei tohiks keskenduda ainult arvutamisele, vaid võiksid suunata õpilasi analüüsima seaduspärasusi, uurima süsteemide käitumist või võrdlema erinevaid lahendusi. Näiteks geomeetrias võiks ülesanded hõlmata mitte ainult objektide pindalade arvutamist, vaid ka nende omaduste uurimist ning loogiliste seoste loomist erinevate geomeetriliste kujundite vahel. Geomeetriaülesannete puhul on oluline, et õpilased õpiksid tuvastama mustreid ja looma abstraktseid seoseid, mis on raalmõtlemise keskne element (Wing, 2006; Ternik *et al.*, 2020).

Tõhusad on ka mängupõhise ja projektipõhise õppe lähenemised. Struktureeritud mängustamine toetab raalmõtlemisoskuste arendamist ning võib olla kasulik ka õpiraskuste ületamisel (Triantafyllou *et al.*, 2024; Ch'ng *et al.*, 2019; Soboleva *et al.*, 2021). Projektõpe pakub õpilastele võimaluse käsitleda elulisi probleeme mitme vaatenurga kaudu, võimaldades rakendada erinevaid raalmõtlemise alamoskusi ja suurendades õpilaste vastutust teadmiste loomise protsessis (Triantafyllou jt, 2024). Näiteks võiksid õpilased koostada klassifikatsioonisüsteeme, simuleerida ühiskondliku nähtuse mõju või luua mudeli mingi protsessi selgitamiseks.

Selleks, et arendada õpilaste metakognitiivseid oskuseid, on oluline pakkuda neile ülesandeid, mis sisaldavad mitmeid võimalikke lahenduskäike ning julgustavad neid oma valikuid analüüsima ja põhjendama. Sellised arutelud toetavad analüüsi- ja põhjendusoskuse arengut, mis on tihedalt seotud raalmõtlemise alamoskustega (Grover & Pea, 2013; Voogt *et al.*, 2015). Samuti on oluline võimaldada õppijatel visualiseerida oma mõtlemisprotsesse, kasutades skeeme, voodiagramme või tabeleid. Need visuaalsed tööriistad aitavad muuta mõtlemise nähtavaks nii õpetajale kui ka õppijatele ning suurendavad teadlikkust oma õppimisest ja strateegiatest (Jocius *et al.*, 2021; Shute *et al.*, 2017; Voogt *et al.*, 2015; Yeni *et al.*, 2022)

Lisaks võiksid õpetajad kasutada erinevaid tööriistu, nagu digitaalsete õppevahendite simulatsioonid ja interaktiivsed ülesanded, et arendada õpilaste suutlikkust mõelda süsteemselt ja loogiliselt. Õppetundide rikastamine visuaalsete ja interaktiivsete materjalidega võib suurendada õpilaste kaasatust ja toetada nende metakognitiivsete oskuste arengut (Cansu & Cansu, 2019; Jocius et al., 2021).

Raalmõtlemise arendamine eeldab ka õpetajate toetamist. Paljud õpetajad ei teadvusta, et raalmõtlemine hõlmab rohkemat kui ainult programmeerimist või digivahendite kasutust – see on seotud üldisemate kognitiivsete protsessidega. Uuringud on toonud esile mitmeid

takistusi raalmõtlemise teadliku ja süstemaatilise lõimimise osas õppetöösse: õpetajate ajapuudus, ebapiisavad professionaalsed oskused, madal enesekindlus ning sobivate õppematerjalide ja metoodiliste juhendite nappus (Adeoye & Prastikawati, 2024; Jocius jt, 2021; Saidin jt, 2021). Lisaks võib raalmõtlemise mõiste jääda õpetajatele abstraktseks, mistõttu on oluline pakkuda selgitusi, konkreetseid näiteid ja metoodilist tuge.

Õpetajate toetamine eeldab teadlikkuse tõstmist raalmõtlemise olemusest ja selle rakendamisvõimalustest erinevates ainetes. Mõjusad koolitused ja õpikogukonnad peaksid keskenduma mitte üksnes teoreetilisele käsitlusele, vaid jagama ka praktilisi näiteid, kuidas raalmõtlemist rakendada igapäevases õppetöös. Saidin jt (2021) ning Prenger jt (2019) rõhutavad, et õpetajad vajavad paindlikke tööriistu, mis oleksid lihtsad kasutada ja integreerida igapäevases õppetundides.

Oluline tegur on ka koolisisene ja koolidevaheline koostöö. Aineülene koostöö, kus õpetajad jagavad raalmõtlemise ülesandeid ja arutlevad õpilaste lahenduste üle, aitab luua ühist arusaama raalmõtlemise võimalustest ning tugevdab õpetajate enesekindlust selle lõimimisel (Prenger *et al.*, 2019). Regulaarsed aineseminarid või õpikogukondade kohtumised annavad võimaluse analüüsida ülesannete raskusastet, kohandada neid erinevate õppeainete jaoks ning arutada õpilaste lahendusi ja kasutatud strateegiaid,et leida tõhusaid viise raalmõtlemise õpetamiseks. Selline süsteemne koostöö toetab metoodika ühtlustamist ja aitab kujundada ühist arusaama raalmõtlemise tõhusast toetamisest igapäevases õppetöös (Khasawneh *et al.*, 2023).

Kokkuvõttes pakub raalmõtlemise integreerimine õppetöösse mitmekülgseid võimalusi õpilaste arengu toetamiseks, kuid see eeldab õpetajatelt teadlikkust, loovust ja järjepidevat tegutsemist. Raalmõtlemise arendamine ei tohiks piirduda vaid informaatikatundidega, vaid peaks kujunema hariduse läbivaks põhimõtteks, mis ühendab erievad valdkonnad ja pedagoogilised lähenemised.

3. Töö eesmärk ja uurimisküsimused

Eelnevale teoreetilisele käsitlusele tuginedes on selge, et raalmõtlemise ja akadeemilise edukuse vaheliste seoste mõistmine on oluline nii õpilaste individuaalse arengu toetamise kui ka õppeprotsessi kohandamise seisukohalt. Samas jääb küsimus, kas raalmõtlemine, mis on tõepoolest igapäevaelus laialdaselt rakendatav ja üldiselt vajalik oskus, kajastub ka õpilaste hinnetes.

Magistritöö eesmärk on analüüsida 7. klassi õpilaste soolisi erinevusi raalmõtlemisülesannete lahendamise tulemustes ning hinnata nende soorituste seoseid õpilaste hinnetega matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles.

Töö raames on püstitatud järgmised uurimisküsimused:

- Millised on soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises?
- Millised seosed ilmnevad raalmõtlemisülesannete lahendamise edukuse ja õpilaste hinnete vahel matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles?

Tulemused võimaldavad analüüsida, milline on 7. klassi õpilaste sooliste erinevuste mõju raalmõtlemisülesannete lahendamise sooritusele ning kuidas see sooritus on seotud õpilaste tulemustega matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles. Need järeldused aitavad mõista, kuidas raalmõtlemisoskus mõjutab õpilaste õpitulemusi, andes suundi võimalikeks kohandusteks õppetöö läbiviimisel.

4. Metoodika

4.1 Valim

Valimi moodustasid ühe Eesti kooli 7. klassi õpilased, keda kaasati uuringusse mugavusvalimi põhimõttel, arvestades uurija tööalast seotust sama kooliga ja head ligipääsu uuritavale rühmale. Mugavusvalim on haridusuuringutes levinud lähenemine, kui uuritav rühm on uurijale kergesti ligipääsetav (Etikan *et al.*, 2016). Õpitulemustena kasutati matemaatika, eesti keele ja inglise keele esimese trimestri hindeid.

95-le 7. klassi õpilase lapsevanematele edastati Stuudiumi keskkonna kaudu informeeritud nõusoleku küsimustik, kus küsiti luba lapse osalemiseks uuringus ja nõusolekut matemaatika, inglise keele ja eesti keele esimese trimestri hinnete koolipoolseks väljastamiseks. Nõusoleku andmiseks oli määratud nädalane tähtaeg. Nelja päeva jooksul oli vastanud 12 lapsevanemat, kellest kõik olid andnud nõusoleku. Saadetud meeldetuletuse järgselt vastas veel 13 lapsevanemat, kellest kolm ei andnud nõusolekut. Kokku andis lapse osalemiseks ja hinnete väljastamiseks nõusoleku 22 lapsevanemat.

Pärast lapsevanemate nõusoleku saamist hinnati ka õpilaste enda osalusvalmidust, lähtudes teadusuuringute eetikapõhimõttest (*Hea Teadustava*, 2017), mille kohaselt peab osalemine olema vabatahtlik ja teadlik. Kõigilt kaasatud õpilastelt küsiti suuliselt, kas nad soovivad uuringus osaleda, andes neile võimaluse keelduda ilma igasuguse surve või tagajärgedeta. Üks õpilane oma nõusolekut ei andnud ja viis õpilast puudusid andmete kogumiseks tehtava testi ajal. Seega jäid valimisse 16 õpilast: 9 poissi ja 7 tüdrukut.

4.2 Andmekogumisprotsess

Andmete kogumiseks kasutati Microsoft 365 Office Forms keskkonnas loodud digitaalset testivormi. Test koosnes seitsmest ülesandest, mille valikul lähtuti eesmärgist hinnata õpilase raalmõtlemise taset (Lisa 1). Lisaks sisaldas test kahte taustaküsimust: õpilastel paluti märkida oma sugu ja nimi, et hiljem seostada vastused õpitulemustega. Testi täitmiseks määrati ajapiiranguks 20 minutit, arvestades Kobras-viktoriini formaati, kus 15 ülesande lahendamiseks on ette nähtud 45 minutit. Ülesanded võeti kasutusele muutmata kujul; muudatusi tehti üksnes jooniste paigutuses teksti suhtes, et kohandada ülesannete vormistus testikeskkonna võimalustega.

Testi ülesanded valiti Eesti Kobras-viktoriini varasemate aastate (2014-2023) küsimuste hulgast. Kobras on üldhariduskoolide õpilastele suunatud informaatikaviktoriin, mille küsimused käsitlevad arvutite riist- ja tarkvara, turvalisust, arvutieetikat, arvutus- ja sidetehnika ajalugu, samuti informatsiooni mõistmist ja tõlgendamist (Kobras, *s.a.*). Ülesanded on jaotatud vanuserühmadesse raskusastmete järgi ning need võimaldavad mõõta erinevaid raalmõtlemise oskusi, sealhulgas algoritmilist mõtlemist, modelleerimist, dekonstrueerimist, üldistamist, hindamist ja abstraktset mõtlemist.

Testi ülesannete valimisel jäeti kõrvale seenioride klassi (11.– 12. klass) ülesanded ning alates 2023. aastast ka nn benjamiinide klassi ülesanded, sest need olid mõeldud kas noorematele või vanematele kui 7. klassi õpilastele. Samuti välistati valikust sellised ülesanded, mis keskendusid kitsalt spetsiifilistele arvutiteaduse valdkondadele (nt arvutite riist- ja tarkvara, infoturve, arvutieetika ning arvutus- ja sidetehnika ajalugu). Keskenduti ülesannetele, mis võimaldasid hinnata laiemat raalmõtlemisega seotud oskuste spektrit.

Ülesannete liigitamisel kasutati Ternik jt (2020) raalmõtlemise alamoskuste kategooriad. Iga ülesande puhul tutvuti hoolikalt ülesande tekstiga ning analüüsiti, millist tüüpi lahendustegevusi see õpilaselt eeldab. Visuaalsetest materjalidest otsiti sümboleid, loogilisi seoseid ning ruumilist paigutust. Kujutati ette võimalikku lahenduskäiku, sealhulgas lahendamiseks vajalikke samme (näiteks järjestamine, kontrollimine, tingimustega arvestamine). Kui ülesanne eeldas mitut erinevat lähenemisviisi, omistati ülesandele mitu kategooriat. Ülesannete lõppvalikul lähtuti põhimõttest, et neid oleks mõistlik arv, neis kajastuksid erinevad alamoskuste kombinatsioonid ning igas kategoorias oleks esindatud vähemalt kolm ülesannet. Valituks osutus seitse ülesannet (Lisa 2). Ülesannete liigituse täpsustamiseks kasutati generatiivse tehisintellekti ChatGPT (OpenAI, 2024) abi. Tehisintellektile esitati järgmine küsimus: „Analüüsi piltidel olevaid ülesandeid ja jaota need järgmistesse kategooriatesse: algoritmiline mõtlemine, modelleerimine, dekonstrueerimine,

üldistamine, hindamine ja abstraktne mõtlemine. Võrdle tulemusi minu kategooriavalikuga." Manusena olid lisatud ülesannete pildid koos esialgse kategooriavalikuga. Saadud tagasiside põhjal tehti ülesannete jaotuses üks sisuline muudatus: ülesandele PIN-koodi meenutaja lisati täiendavalt üldistamise kategooria (Tabel 1).

Tabel 1 Ülesannete jaotus Ternik jt (2020) raalmõtlemise kategooriate järgi

Ülesanne	Algoritmiline mõtlemine	Modelleerimine ja simulatsioon	Dekonstru-eerimine	Üldistamine	Hindamine	Abstraktn mõtlemin
Majade värvimine	+			+		
Pikendusjuhtmed	+				+	
PIN-koodi meenutaja			+	+		+
Saared ja sillad	+		+	+	+	
Arvutiviirus	+	+	+			+
Kitsas parkla	+	+			+	
Katkine kell		+		+		+

Uuringus osales 16 eeltingimustele vastanud 7. klassi õpilast (9 poissi ja 7 tüdrukut), kes täitsid testi kooli arvutiklassis nädala jooksul. Peale testi täitmist küsiti koolilt ainult nende õpilaste matemaatika-, eesti keele ja inglise keele hinded, kes olid uuringus osalenud.

4.3. Andmeanalüüs

Andmete töötlemisel järgiti mitmeid samme, et tagada andmete ühtlus ja konfidentsiaalsus. Microsoft Formsist saadud andmetabelisse lisati õpilaste õpitulemused, andmete anonümiseerimiseks eemaldati nimed ning sugu kodeeriti numbriliselt: "1" poistele ja "2" tüdrukutele. Testiküsimuste vastused teisendati kujule "1" (õige vastus) ja "0" (vale vastus).

Andmete analüüsimiseks kasutati statistikaprogrammi JASP ning MS Excel. Kuna valim oli väike, valiti rühmade võrdlemiseks mitteparameetriline Mann-Whitney U test. Seoste hindamiseks kasutati Spearmani astakkorrelatsioonikordajat, kuna analüüsitavad muutujad (hinded ja testitulemused) olid järjestikskaalal (Goss-Sampson, 2019).

5. Tulemused

5.1 Millised on soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises?

Uuringu esimeses etapis koondati andmed ülesannete kaupa, et saada ülevaade poiste ja tüdrukute lahendustulemustest. Ülesannete lahendatavus varieerus, kusjuures mõned ülesanded olid oluliselt lihtsamad kui teised. Tabelis 2 on esitatud iga ülesande nimi, õigesti vastanute arv ja õigesti vastanute protsent poiste ja tüdrukute lõikes. Tabel annab üldise ülevaate enne statistiliste testide rakendamist.

Tabel 2. Üksikute ülesannete soorituse ülevaade soo lõikes

Ülesanne	Poisid õigesti vastanute arv (%)	Tüdrukud õigesti vastanute arv (%)
Majade värvimine	4 (44%)	2 (29%)
Pikendusjuhtmed	8 (89%)	7 (100%)
PIN-koodi meenutaja	1 (11%)	6 (86%)
Saared ja sillad	4 (44%)	2 (29%)
Arvutiviirus	2 (22%)	1 (14%)
Kitsas parkla	5 (56%)	3 (43%)
Katkine kell	4 (44%)	3 (43%)

Tulemused (Tabel 3) kajastavad poiste ja tüdrukute keskmisi punktisummasid ning nende vastavust statistilisele analüüsile. Mann-Whitney U-testiga saadud tulemused viitavad sellele, et poiste ja tüdrukute sooritustes ei ilmnenud statistiliselt olulisi erinevusi, kuna p-väärtus ületas 0,05 ($p = 0,548$).

Tabel 3. Soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises

Poisid (SD)	Tüdrukud (SD)	U	P
3,1 (1,45)	3,4 (1,13)	25,5	0,548

Märkused. SD – standardhälve; U – Mann-Whitney U statistik; p – olulisusnivoo

Ülesannete kaupa tehtud analüüs (Tabel 4) näitab, et statistiliselt oluline erinevus esines ainult ülesandes PIN-koodi meenutaja ($p = 0,005$), kus tüdrukud saavutasid statistiliselt oluliselt paremaid tulemusi kui poisid. Ülejäänud ülesannetes, nagu Majade värvimine, Pikendusjuhtmed, Sillad ja saared, Arvutiviirus, Kitsas parkla ja Katkine kell, ei ilmnenud poiste ja tüdrukute vahel statistiliselt olulisi erinevusi (p-väärtused üle 0,05).

Tabel 4. Üksikute ülesannete lahendatavus soo lõikes

Ülesanne	Poisid (SD)	Tüdrukud (SD)	U	p
Majade värvimine	0,44 (0,58)	0,29 (0,49)	36,5	0,571
Pikendusjuhtmed	0,89 (0,33)	1(0)	28,0	0,711
PIN-koodi meenutaja	0,11 (0,33)	0,86 (0,38)	8,0	0,005*
Sillad ja saared	0,44 (0,53)	0,29 (0,49)	36,5	0,571
Arvutiviirus	0,22 (0,44)	0,14 (0,38)	34,0	0,755
Kitsas parkla	0,56 (0,53)	0,43 (0,53)	35,5	0,669
Katkine kell	0,44 (0,53)	0,43 (0,53)	32,0	1,000

Märkused: SD – standardhälve; U – Mann-Whitney U statistik; p – olulisusnivoo; *p<0,05

5.2 Millised seosed ilmnevad raalmõtlemisülesannete lahendamise edukuse ja õpilaste hinnete vahel matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles?

Tabelis 5 on esitatud Spearmani korrelatsioonikordaja (rho) ning vastavad p-väärtused hinnete ja õigete vastuste arvu vahel. Ainult matemaatika hinne näitas statistiliselt olulist positiivset korrelatsioon raalmõtlemisülesannete lahendamisega (rho = 0,563, p = 0,023). Eesti keele ja inglise keele hinne statistiliselt olulist seost ei näidanud (p-väärtused üle 0,05).

Tabel 5. Raalmõtlemisülesannete testi tulemuste ja õppeainete hinnete vahelised seosed

Aine	Keskmine hinne (SD)	Spearman rho	p
Matemaatika hinne	4,1 (0,66)	0,563*	0,023*
Eesti keele hinne	4 (0,61)	0,228	0,395
Inglise keele hinne	4,6 (0,48)	-0,029	0,915

Märkused: SD – standardhälve; p – olulisusnivoo; *p<0,05

Tabelist 6 ilmneb, et enamasti ei ole ülesannete lahendamise edukus matemaatika hindega statistiliselt olulises seoses (p > 0,05). Erandiks on ülesanne Katkine kell, kus poiste puhul ilmnes mõõdukas positiivne seos (rho = 0,678; p = 0,045), ning ülesanne Kitsas parkla, kus tüdrukute puhul oli seos väga tugev ja statistiliselt oluline (rho = 1,000; p < 0,001). Teistes ülesannetes olulisi korrelatsioone ei täheldatud.

Tabel 6. Üksikute raalmõtlemisülesannete ülesannete tulemuse ja matemaatika hinnete vahelised seosed

Ülesanne	Alamoskused	Matemaatika rho/p (P)	Matemaatika rho/p (T)	Matemaatika rho/p
Majade värvimine	Algoritmiline mõtlemine, Üldistamine	0,290 / 0,448	-0,548 / 0,203	-0,078 / 0,774
Pikendus-juhtmed	algoritmiline mõtlemine, hindamine	-0,153 / 0,694	–	0,031 / 0,909
PIN-koodi meenutaja	dekonstrueerimine, üldistamine, abstraktne mõtlemine	0,153 / 0,694	0,354 / 0,437	0,488 / 0,055
Sillad ja saared	algoritmiline mõtlemine, dekonstrueerimine, üldistamine, hindamine	-0,097 / 0,804	0,091 / 0,846	-0,063 / 0,818
Arvuti-viirus	algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simultatsioon,	0,579 / 0,103	0,471 / 0,286	0,446 / 0,084

Ülesanne	Alamoskused	Matemaatika rho/p (P)	Matemaatika rho/p (T)	Matemaatika rho/p
	dekonstrueerimine, abstraktne mõtlemine			
Kitsas parkla	algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simultatsioon, hindamine	0,000 / 1,000	1,000*** / <0,001	0,303 / 0,255
Katkine kell	modelleerimine ja simulatsioon, üldistamine, abstraktne mõtlemine	0,678* / 0,045	0,417 / 0,352	0,488 / 0,055

Märkused: rho – Spearmani korrelatsioonikordaja; p – olulisusnivoo; *p < 0,05; ***p<0,001; – Spearmani korrelatsiooni ei saanud arvutada andmete ühesugususe tõttu

Tabelist 7 ilmneb, et enamasti ei ole ülesannete lahendamise edukus eesti keele hindega statistiliselt olulises seoses (p > 0,05). Ülesandes PIN-koodi meenutaja ilmnes mõõdukas ja statistiliselt oluline positiivne korrelatsioon eesti keele hindega (rho = 0,617; p = 0,011). Poiste puhul ilmnes statistiliselt oluline negatiivne seos ülesandes Arvutiviirus (rho = –0,756; p = 0,018), tüdrukute puhul aga väga tugev ja statistiliselt oluline positiivne korrelatsioon ülesandes Kitsas parkla (rho = 1,000; p < 0,001). Teistes ülesannetes olulisi korrelatsioone ei täheldatud.

Tabel 7. Üksikute raalmõtlemisülesannete testi tulemuse ja eesti keele hinnete vahelised seosed

Ülesanne	Alamoskused	Eesti keel rho/p (P)	Eesti keel rho/p (T)	Eesti keel rho/p
Majade värvimine	Algoritmiline mõtlemine, Üldistamine	0,158 / 0,685	-0,548 / 0,203	-0,211 / 0,433
Pikendus-juhtmed	algoritmiline mõtlemine, hindamine	-0,250 / 0,516	–	0,000 / 1,000
PIN-koodi meenutaja	dekonstrueerimine, üldistamine, abstraktne mõtlemine	0,250 / 0,516	0,354 / 0,437	0,617* / 0,011
Sillad ja saared	algoritmiline mõtlemine, dekonstrueerimine, üldistamine, hindamine	0,158 / 0,685	0,091 / 0,846	0,000 / 1,000
Arvuti-viirus	algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simultatsioon,	-0,756* / 0,018	0,471 / 0,286	-0,261 / 0,328

Ülesanne	Alamoskused	Eesti keel rho/p (P)	Eesti keel rho/p (T)	Eesti keel rho/p
	dekonstrueerimine, abstraktne mõtlemine			
Kitsas parkla	algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simultatsioon, hindamine	-0,158 / 0,685	1,000*** / <0,001	0,204 / 0,448
Katkine kell	modelleerimine ja simulatsioon, üldistamine, abstraktne mõtlemine	-0,316 / 0,407	0,417 / 0,352	0,000 / 1,000

Märkused: rho – Spearmani korrelatsioonikordaja; p – olulisusnivoo; *p < 0,05; **p < 0,01 ***p<0,001; – Spearmani korrelatsiooni ei saanud arvutada andmete ühesugususe tõttu

Tabelist 8 selgub, et raalmõtlemisülesannete lahendamise edukus ei ole inglise keele hindega statistiliselt olulises seoses (p > 0,05). Ülesannetega PIN-koodi meenutaja ja Katkine kell ilmnes mõõdukas positiivne, ent ebaoluline seos (rho = 0,423; p = 0,103). Kõige tugevam seos ilmnes ülesandega Sillad ja saared, kus kõigi õpilaste puhul oli negatiivne korrelatsioon lähedal olulisusele (rho = –0,467; p = 0,068). Teistes ülesannetega ei ilmnenud statistiliselt olulisi seoseid.

Tabel 8. Üksikute raalmõtlemisülesannete testi tulemuse ja inglise keele hinnete vahelised seosed

Ülesanne	Alamoskused	Inglise keel rho/p (P)	Inglise keel rho/p (T)	Inglise keel rho/p
Majade värvimine	Algoritmiline mõtlemine, Üldistamine	0,100 / 0,798	-0,645 / 0,117	-0,200 / 0,458
Pikendus-juhtmed	algoritmiline mõtlemine, hindamine	-0,395 / 0,292	–	-0,200 / 0,458
PIN-koodi meenutaja	dekonstrueerimine, üldistamine, abstraktne mõtlemine	0,395 / 0,292	-0,167 / 0,721	0,423 / 0,103
Sillad ja saared	algoritmiline mõtlemine, dekonstrueerimine, üldistamine, hindamine	-0,350 / 0,356	-0,645 / 0,117	-0,467 / 0,068
Arvuti-viirus	algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja	0,060 / 0,879	0,167 / 0,721	0,041 / 0,879

Ülesanne	Alamoskused	Inglise keel rho/p (P)	Inglise keel rho/p (T)	Inglise keel rho/p
	simultatsioon, dekonstrueerimine, abstraktne mõtlemine			
Kitsas parkla	algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simultatsioon, hindamine	-0,100 / 0,798	0,354 / 0,437	0,000 / 1,000
Katkine kell	modelleerimine ja simulatsioon, üldistamine, abstraktne mõtlemine	0,550 / 0,125	0,354 / 0,437	0,423 / 0,103

Märkused: rho – Spearmani korrelatsioonikordaja; p – olulisusnivoo; – Spearmani korrelatsiooni ei saanud arvutada andmete ühesugususe tõttu

6. Arutelu

Töö eesmärgiks oli analüüsida 7. klassi õpilaste soolisi erinevusi raalmõtlemisülesannete lahendamise tulemustes ning hinnata nende soorituste seoseid õpilaste hinnetega matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles. Antud töö raames koostatud testile vastas 16 ühe kooli 7. klassi õpilast, kasutatud hinneteks olid esimese trimestri hinded.

6.1 Soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises

Esimene uurimisküsimus keskendus soolistele erinevustele raalmõtlemisülesannete lahendamises. Tulemused näitasid, et poiste ja tüdrukute üldine raalmõtlemisoskus ei erine statistiliselt olulisel määral, mis viitab sellele, et mõlema sugupoole õpilastel on sarnased kognitiivsed võimed. Tulemus on kooskõlas varasema teaduskirjandusega, mille järgi soolised erinevused ilmnevad pigem teatud ülesannetes kui üldistes mõtlemisvõimetes (Gunawan *et al.*, 2023; Lei *et al.*, 2020). Samuti on teatud uuringud toonud esile, et poiste ja tüdrukute tulemused võivad erineda sõltuvalt ülesande tüübist ja hindamiskriteeriumitest (Polat *et al.*, 2021).

Ainus ülesanne, kus sugupoolte vahel ilmnes statistiliselt oluline erinevus, oli PIN-koodi meenutaja, mille puhul tüdrukud said poistega võrreldes statistiliselt oluliselt paremaid tulemusi. Selle ülesande eripära seisneb selles, et see nõudis samaaegselt dekonstrueerimist, üldistamist ja abstraktset mõtlemist – alamoskused, mis ei esinenud sellisel kujul üheski teises ülesandes. Tulemusi võib tõlgendada nii, et tüdrukud suutsid edukalt lahti mõtestada ülesande struktuuri, leida selles mustrid ja teha loogilisi üldistusi – oskused, mida Sun ja Liu (2024) on

seostanud pigem tüdrukutele omaste mõtlemisviisidega. Kuna ülesandes ei olnud tugevat algoritmilist komponenti, mis sageli soosib poistele omaseid lahendusstrateegiaid (Polat *et al.*, 2021), võisid just dekonstrueerimine ja üldistamine olla tüdrukute jaoks sobivamad.

Teistes ülesannetes – näiteks Saared ja sillad või Kitsas parkla – esinesid ülesandespetsiifilised erinevused, mis kaldusid pigem poiste kasuks, kuid need ei olnud statistiliselt olulised. Need ülesanded rõhutasid algoritmilist mõtlemist ja hindamisoskust, mida on varasemates uuringutes seostatud poiste paremate tulemuste ja suurema tehnoloogiakogemusega (Sun & Liu, 2024). Võimalik, et erinevused strateegiate valikus – näiteks samm-sammuline süsteemne lähenemine versus intuitiivsem seoseloome – mõjutavad, millised ülesanded osutuvad kellelegi sobivamaks.

Üldiselt näitavad tulemused, et soolised erinevused raalmõtlemisülesannete lahendamises ei ole ühesed ega laiendatavad kogu oskuste spektrile. Pigem sõltuvad erinevused konkreetsete ülesannete kognitiivsetest nõudmistest. Samuti võib oluline roll olla eelneval kogemusel ja sotsiaalsetel mõjuritel, mis suunavad, milliseid oskusi õpilastel on olnud võimalus arendada (Lei *et al.*, 2020; Sun & Liu, 2024).

Kuigi ülesande PIN-koodi meenutaja puhul ilmnes oluline erinevus, ei saa ühe ülesande põhjal teha üldistusi soolise erinevuse kohta raalmõtlemises. Tulemusi tuleb käsitleda ettevaatlikult, arvestades väikest valimit ning ülesandepõhist lähenemist.

6.2. Õpilaste tulemused raalmõtlemises ja nende seos hinnetega kolmes õppeaines

Teise uurimisküsimuse eesmärk oli hinnata, kuidas 7. klassi õpilaste raalmõtlemisülesannete sooritused seonduvad nende hinnetega matemaatikas, eesti keeles ja inglise keeles. Tulemused viitavad, et kõige tugevam seos ilmnes matemaatika hindega. See on kooskõlas mitmete varasemate uuringutega, mis toovad välja raalmõtlemise ja matemaatika vahelise tiheda seose. Polat jt (2021) ja Lei jt (2020) leiavad, et raalmõtlemine kui kognitiivsete protsesside kogum toetab matemaatiliste kontseptsioonide mõistmist ja rakendamist. Samuti toovad Bounou jt (2023) välja, et raalmõtlemise üldine tase on tugevalt seotud paremate tulemustega nii matemaatikas kui ka loodusteadustes.

Tugevamad seosed matemaatika hindega ilmnesid keerukamates ülesannetes, mis viitab sellele, et kõrgema kognitiivse nõudlikkusega ülesanded suudavad paremini diferentseerida õpilaste oskusi. Üksikute ülesannete analüüs näitas, et tüdrukutel oli tugevam seos raalmõtlemise oskuse ja matemaatika hindega ülesandes Kitsas parkla, kus tuli kasutada algoritmilist mõtlemist, hindamist ning modelleerimist ja simulatsiooni. Poistel ilmnes

tugevam seos ülesandega Katkine kell, mis nõudis abstraktset mõtlemist, üldistamist ning samuti modelleerimist ja simulatsiooni. Sun ja Liu (2024) uuringud toetavad neid tulemusi, viidates, et tüdrukud on tihti edukamad ülesannetes, mis eeldavad hindamist ja loogilisi järeldusi, samas kui poisid paistavad silma ülesannetes, mis nõuavad üldistamist ja loogilist analüüsi.

Eesti keele hinne ei olnud üldiselt statistiliselt seotud õpilaste tulemuste ja ülesannete lahendamisega. Siiski ilmnes mõnes ülesandes statistiliselt oluline seos. Näiteks ülesandes PIN-koodi meenutaja, mis hõlmas dekonstrueerimist, üldistamist ja abstraktset mõtlemist, leiti kogu valimi lõikes positiivne korrelatsioon eesti keele hindega. See võib viidata sellele, et ülesande edukas lahendamine eeldas teatavat keelelist mõistmist ja abstraktsete seoste loomise oskust, mis on sageli seotud kõrgema taseme mõtlemise ja funktsionaalse lugemisoskusega, nagu on rõhutanud ka varasemad uuringud (nt Bounou *et al.*, 2023; Yu *et al.*, 2024). Näiteks Bounou jt (2023) leidsid, et raalmõtlemise tase on positiivselt seotud keeleõppe tulemustega, ning Yu (2024) osutab sellele, et raalmõtlemisoskused toetavad kontseptuaalsete seoste loomist keelelise sisuga töötamisel.

Teistes ülesannetes ei ilmnenud statistiliselt olulist seost eesti keele hindega. See viitab sellele, et raalmõtlemisülesannete edukus ei sõltu reeglina keeleoskuse tasemest, vaid pigem teistest kognitiivsetest teguritest, nagu algoritmiline või visuaalne mõtlemine. Samas toonitab ka Sun ja Liu (2024), et raalmõtlemise ülesanded võivad osaliselt eeldada keelelise info töötlemist, eriti ülesannetes, mis sisaldavad tekstipõhiseid juhiseid või nõuavad verbaalse sisu dekonstrueerimist.

Soolise erinevuse vaates ilmnesid märkimisväärsed seosed kahes ülesandes. Tüdrukute puhul oli ülesande Kitsas parkla sooritusel – mis hõlmas algoritmilist mõtlemist, modelleerimist ja hindamist – väga tugev ja statistiliselt oluline seos eesti keele hindega. See võib viidata sellele, et tüdrukud, kellel on kõrgem keeleline pädevus, suudavad paremini mõista ja tõlgendada ülesande tingimusi, integreerides keelelisi ja kognitiivseid oskusi probleemilahendusprotsessis. Ka Sun ja Liu (2024) rõhutavad, et teatud tüüpi raalmõtlemise ülesannete edukas lahendamine võib sõltuda õpilaste võimest mõista ja analüüsida verbaalselt esitatud infot. Poiste puhul ilmnes negatiivne korrelatsioon eesti keele hindega ülesandes Arvutiviirus, mis nõudis keerukaid oskusi, sealhulgas modelleerimist ja abstraktset mõtlemist. See tulemus võib viidata sellele, et poiste edukus ei sõltunud keelelisest oskusest, vaid pigem muudest teguritest, nagu visuaalne modelleerimine või individuaalne probleemilahenduse stiil.

Inglise keele hinde ja ülesannete soorituse vahel ei ilmnenud üldiselt statistiliselt olulist seost. Siiski pakkus huvitava tendentsi ülesande Sillad ja saared sooritus, mis hõlmas algoritmilist mõtlemist, dekonstrueerimist, üldistamist ja hindamist. Kogu valimi ning poiste ja tüdrukute alamrühmades esines selle ülesande sooritusel mõõdukalt tugev negatiivne korrelatsioon inglise keele hindega, kuigi see polnud statistiliselt oluline. Selline suund võib viidata sellele, et inglise keele oskus ei toetanud antud ülesande edukat lahendamist ning mõningatel juhtudel võis kõrgem keelehinne seostuda isegi tagasihoidlikuma sooritusega. Võimalik seletus peitub ülesande sisus: Sillad ja saared eeldas ruumilist ja loogilist mõtlemist, süsteemset katsetamist ning struktuurset lähenemist, mille edukas rakendamine ei pruugi olla seotud keelelise oskusega. Kuigi Bounou jt (2023) leidsid üldiselt positiivse seose raalmõtlemise ja keeleõppe tulemuste vahel, viitab käesolev tulemus sellele, et ülesannete sisu ja nõutav mõtlemisviis võivad seda seost oluliselt mõjutada.

Väikese valimi tõttu ei pruugi saadud tulemused kajastada kõiki võimalikke seoseid, mistõttu tuleb järeldustesse suhtuda ettevaatusega. Just valimi väiksus on kõige olulisem piirang, mis võis takistada usaldusväärsete ja üldistatavate seoste ilmnemist. Piiranguks oli ka analüüsis kasutatud ülesannete valik, mis ei pruukinud olla piisavalt mitmekesine, et tuua esile seoseid raalmõtlemise ja keeleoskuse vahel. Lisaks tuleb arvestada, et kasutatud trimestrihinded võisid kajastada mitte ainult õpilaste kognitiivseid oskusi, vaid ka tööharjumusi, aktiivsust tunnis ning sõnavara teadmisi, mis ei pruugi otseselt mõõta raalmõtlemise oskuseid.

Kokkuvõttes näitavad tulemused, et raalmõtlemisoskused on tugevamalt seotud matemaatika õppega, kus seosed ilmnevad kõrgema taseme ülesannetes. Keeleainetes on seosed esindatud ainult teatud ülesannetes ja sõltuvad ülesande sisust. Edasistes uurimustes oleks soovitatav kaasata suurem ja mitmekesisem õpilasvalim ning kasutada täiendavaid või erinevalt üles ehitatud testülesandeid. Samuti võiks uurida täpsemalt, millised pedagoogilised lähenemised toetavad raalmõtlemise arendamist eri õppeainetes ja kas esineb mustreid näiteks soolise või ainealase eelistuse lõikes.

Tänusõnad

Olen südamest tänulik oma juhendajatele, Riin Saadjärvele ja Piret Luigele, magistritöö kirjutamisel saadud põhjaliku toe, kiire ja konstruktiivse tagasiside ning suure kannatlikkuse eest. Nende juhendamine aitas mul töö igas etapis edasi liikuda ja selgusr leida.Suur tänu ka kõigile uuringus osalenud lastele ja nende vanematele – teie panus oli selle töö valmimisel

hindamatu. Eriti tänan oma peret, kelle toetus, mõistmine ja julgustus olid mulle kogu protsessi vältel suureks toeks. Tänan teid kõiki südamest!

Autorsuse kinnitus

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

Helena Kloss-Xouria
/allkirjastatud digitaalselt/
22. 05. 2025

Kasutatud kirjandus

Adeoye, M. A., & Prastikawati, E. F. (2024). Simplifying the Puzzle: How Computational Thinking and Abstraction Can Help Teachers Conquer Classroom Complexity. *International Journal of Research in Education*, *4*, 140–148. https://doi.org/10.26877/ijre.v4i1.17487

Ainevaldkond „Informaatika“. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 10 (2023). *Riigi Teataja I. 10.08.2024, 2.* https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa10.pdf

Ainevaldkond „Matemaatika“. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 5 (2023). *Riigi Teataja I. 10.08.2024, 2.* https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa5.pdf

Bers, M. U. (2018). Coding and computational thinking in early childhood: The impact of ScratchJr in Europe. *European Journal of STEM Education*, *3*. https://doi.org/10.20897/ejsteme/3868

Bounou, A., Lavidas, K., Komis, V., Papadakis, S., & Manoli, P. (2023). Correlation between high school students' computational thinking and their performance in STEM and language courses. *Education Sciences*, *13*(11), 11. https://doi.org/10.3390/educsci13111101

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association,* (Vol. 1, p. 25). https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf

Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, *3*(1), 17–30. https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53

Ch'ng, S. I., Low, Y. C., Lee, Y. L., Chia, W. C., & Yeong, L. S. (2019). *Video Games: A Potential Vehicle for Teaching Computational Thinking* (pp. 247–260). https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_14

Curzon, P., Black, J., Meagher, L. R., & McOwan, P. W. (2009). cs4fn. org: Enthusing students about Computer Science. *Proceedings of Informatics Education Europe IV*, 73-80.

Dagienė, V., Sentance, S., & Stupurienė, G. (2017). Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, *28*, 23-44. https://doi.org/10.15388/Informatica.2017.119

Hea teadustava. (2017). Tartu Ülikooli eetikakeskus. https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2017/02/HEA-TEADUSTAVA.pdf

Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, *5*(1), 1. https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11

Goss-Sampson, M. (2019). *Statistical Analysis in JASP - A Students Guide v0.10.2.* figshare. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9980744.v1

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, *42*(1), 38-43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Grover, S. (2018). *The 5th C of 21st-century skills? Try computational thinking (not coding)*. https://www.edsurge.com/news/2018-02-25-the-5th-c-of-21st-century-skills-try-computational-thinking-not-coding

Gunawan, Y., Putra, Z. H., Antosa, Z., Dahnilsyah, & Tjoe, H. (2023). The Effect of Gender on Fifth-Grade Students' Computational Thinking Skills . *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *12*(3), Article 3. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v12i3.820

Haddad, R. J., & Kalaani, Y. (2015). Can computational thinking predict academic performance? *2015 IEEE Integrated STEM Education Conference*, 225–229. https://doi.org/10.1109/ISECon.2015.7119929

Hanid, M. F. A., Said, M. N. H. M., Yahaya, N., & Abdullah, Z. (2022). The Elements of Computational Thinking in Learning Geometry by Using Augmented Reality Application. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, *16*(02), 28–41. https://doi.org/10.3991/ijim.v16i02.27295

Haridus- ja Noorteamet. (2024). Matemaatika põhikooli lõpueksami eristuskiri 2025. https://projektid.edu.ee/download/attachments/248876207/Matemaatika%20PE%20eristuskiri_2025.pdf

Jocius, R., O'Byrne, W. I., Albert, J., Joshi, D., Robinson, R., & Andrews, A. (2021). Infusing computational thinking into STEM teaching. *Educational Technology & Society*, *24*(4), 166-179. https://www.proquest.com/docview/2583395284?sourcetype=Scholarly%20Journals

Khasawneh, Y. J. A., Alsarayreh, R., Al Ajlouni, A. A., Eyadat, H. M., Ayasrah, M. N., & Khasawneh, M. A. S. (2023). An Examination of Teacher Collaboration in Professional Learning Communities and Collaborative Teaching Practices. *Journal of Education and e-Learning Research*, *10*(3), 446-452. https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i3.4841

Kobras. (*s.a.*). https://didaktika.cs.ut.ee/informaatikaviktoriin-kobras/

Lei, H., Chiu, M. M., Li, F., Wang, X., & Geng, Y. J. (2020). Computational thinking and academic achievement: A meta-analysis among students. *Children and Youth Services Review*, *118*, 105439. https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105439

Lin, S., & Wong, G. K. (2024). Gender differences in computational thinking skills among primary and secondary school students: A systematic review. *Education Sciences*, *14*(7), Article 7. https://doi.org/10.3390/educsci14070790

Mills, K. A., Cope, J., Scholes, L., & Rowe, L. (2024). Coding and Computational Thinking Across the Curriculum: A Review of Educational Outcomes. *Review of Educational Research*, 00346543241241327. https://doi.org/10.3102/00346543241241327

Mohaghegh, D. M., & McCauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century. *Nternational Journal of Computer Science and Information Technologie*, *7*, 1524–1530.

Murti, A. T., Sandnes, F. E., & Wu, T. T. (2022). *The Effects of Computational Thinking Strategies in English Writing on Students' Foreign Language Anxiety* (pp. 415–422). https://doi.org/10.1007/978-3-031-15273-3_46

OpenAI. (2024). *ChatGPT* (GPT-4, 2024. aasta versioon) [Large language model]. https://chat.openai.com

Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas.* Basic Books, Inc.

Parsazadeh, N., Cheng, P. Y., Wu, T. T., & Huang, Y. M. (2021). Integrating computational thinking concept into digital storytelling to improve learners' motivation and performance. *Journal of Educational Computing Research*. https://doi.org/10.1177/0735633120967315

Polat, E., Hopcan, S., Kucuk, S., Sisman, B. (2021). A comprehensive assessment of secondary school students' computational thinking skills. *British Journal of Educational Technology*, *52*(5), 1965-1980. https://doi.org/10.1111/bjet.13092

Põhikooli riiklik õppekava (2011). *Riigi Teataja I 2024, 2*. https://www.riigiteataja.ee/akt/108032023005

Prenger, R., Poortman, C. L., & Handelzalts, A. (2019). The effects of networked professional learning communities. *Journal of teacher education*, *70*(5), 441-452. https://doi.org/10.1177/0022487117753574

Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in human behavior*, *72*, 678-691. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047

Román-González, M & Pérez-González, J. C. & Moreno-Leon, J & Robles, G. (2018). Can computational talent be tetected? Predictive validity of Computational Thinking Test. International Journal of Child-Computer Interaction. 18. 47-58. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.004

Saidin, N. D., Khalid, F., Martin, R., Kuppusamy, Y., & Munusamy, N. A. P. (2021). Benefits and challenges of applying computational thinking in education. *International Journal of Information and Education Technology*, *11*, 248–254. https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.5.1519

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational research review*, *22*, 142–158. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003

Soboleva, E. V., Sabirova, E. G., Babieva, N. S., Sergeeva, M. G., & Torkunova, J. V. (2021). Formation of computational thinking skills using computer games in teaching mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 17*(10), 1–16. https://doi.org/10.29333/ejmste/11177

Sun, L., & Liu, J. (2024). Effects of gamified Python programming on primary school students' computational thinking skills: A differential analysis of gender. *Journal of Educational Computing Research*, *62*(3), 846-874. https://doi.org/10.1177/07356331231225269

Ternik, Ž., Todorovski, L., Nančovska Šerbec, I. (2020). Assessing the Agreement in the Bebras Tasks Categorisation. *Informatics in Schools. Engaging Learners in Computational Thinking: 13th International Conference, ISSEP 2020, Tallinn, Estonia, November 16–18, 2020, Proceedings*, 30–41. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63212-0_3

Triantafyllou SA, Sapounidis T, Farhaoui Y. Gamification and Computational Thinking in Education: A systematic literature review. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*. 2024;3:659. https://doi.org/10.56294/sctconf2024659

Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, *20*. https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6

Weller, D. P., Bott, T. E., Caballero, M. D., & Irving, P. W. (2022). Development and illustration of a framework for computational thinking practices in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, *18*. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020106

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *366*(1881), 3717–3725. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118

Yeni, S., Nijenhuis-Voogt, J., Hermans, F., & Barendsen, E. (2022). An integration of computational thinking and language arts: The contribution of digital storytelling to students' learning. *Proceedings of the 17th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 1–10. https://doi.org/10.1145/3556787.3556858

Yu, X., Soto-Varela, R., & Gutiérrez-García, M. Á. (2024). How to Learn and Teach a Foreign Language through Computational Thinking: suggestions based on a systematic review. *Thinking Skills and Creativity*, *52*, 101517. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101517

Lisa 1. Raalmõtlemise testi kujundus

Raalmõtlemise test 7. klass

1

Nimi *

Enter your answer

2

Sugu *

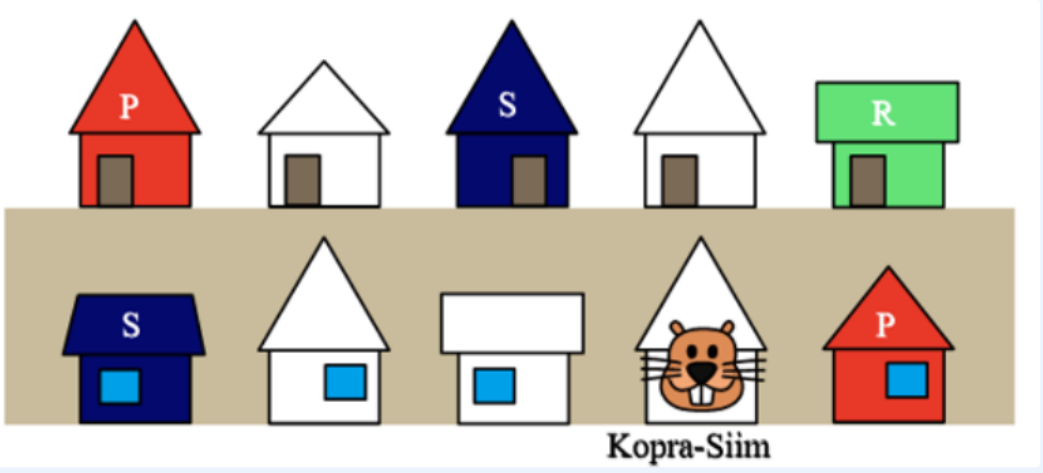
- mees
- naine

3

Kopraoja tänava elanikud otsustasid oma valged majad ära värvida. Lepiti kokku järgmised reeglid:

1. Iga maja värvitakse kas punaseks, roheliseks või siniseks.
2. Kõrvutised majad ei ole sama värvi.
3. Üle tänava vastamisi asuvad majad ei ole sama värvi.

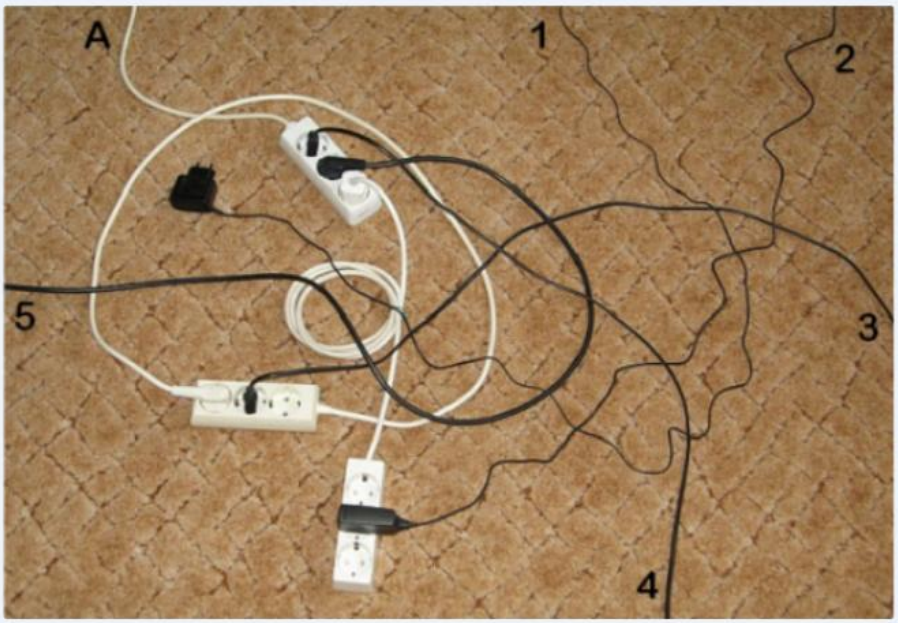
Nagu pildil näha, on mõned majad juba värvitud.
Millist värvi peab oma maja värvima Kopra-Siim? *



- Kindlasti punast värvi
- Kindlasti sinist värvi
- Kindlasti rohelist värvi
- Kopra-Siim võib valida nii sinise kui rohelise värvi

4

Millsed mustadest nummerdatud juhtmetest lähevad pinge alla, kui valge juhe A seinakontakti panna? *



- ◯ 2, 3, 4, 5
- ◯ 3, 4, 5
- ◯ 2, 4, 5
- ◯ Kõik

5

Marek kannab kaasas järjehoidjat, millel on kõrvalolev tabel, et aidata tal oma salajast neljakohalist PIN-koodi meeles pidada.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y	Z				

Kui tema kood on 8526, siis piisab tal meeles pidada sõna HELP. Selleks et oma kood kätte saada, otsib ta sõna HELP iga tähe tabelist üles ja leiab tabeli ülemisest reast vastava numbri.

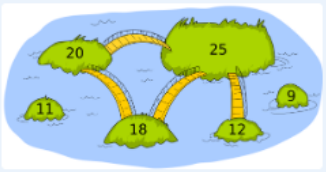
Veel üks näide: sõna LOVE aitab Marekil meenutada koodi 2525.

Nüüd peab Marek meelde jätma uue koodi. Järgnevast neljast sõnast kolm vastavad sellele arvule. Milline EI VASTA? *

- ◯ DOME
- ◯ NEMO
- ◯ NONO
- ◯ NEWY

6

Kastooria saareriigi elanikud valisid arvu X ja kehtestasid reegli: kui kahe saare elanike arvude summa on suurem kui X, siis ehitavad nad nende saarte vahele silla. Joonisel on näha neli silda ja kuus saart koos nende elanike arvuga.
Millise arvu X kastoorlased valisid? *

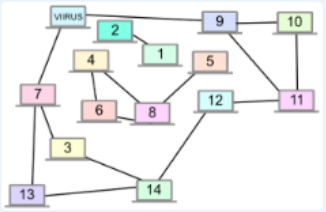


- ◯ 12
- ◯ 25
- ◯ 30
- ◯ 36
- ◯ 37
- ◯ 45

7

Üks arvutitest (joonisel vasakul üleval) nakatus "uinuva viirusega". Viirus aktiveerub alles kolm päeva pärast nakatumist ja nakatab siis kõik teised selle arvutiga vahetult ühendatud arvutid. Ka igas uues arvutis ootab viirus enne aktiveerumist 3 päeva. Arvutite omavahelised ühendused arvutivõrgus on toodud joonisel. Kui arvuti on juba nakatunud, siis see enam uuesti ei nakatu.

Mitme päeva järel saame öelda, et selles koldes rohkem arvuteid enam ei nakatu? (Vastuseks on täisarv) *



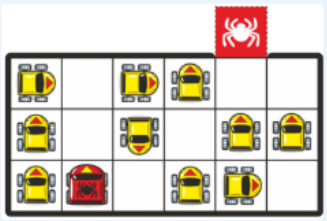
Enter your answer

8

Kitsas parklas võivad autod teha järgmisi manöövreid:

- sõita ühe ruudu võrra edasi;
- sõita ühe ruudu võrra tagasi;
- keerata samas ruudus 90 kraadi päripäeva;
- keerata samas ruudus 90 kraadi vastupäeva.

Selleks, et punane auto pääseks välja on vaja manööverdada ka teiste autodega.
Milline on vähim kõigi autode manöövrite koguarv, et punane auto jõuaks punasele ruudule? *



- ◯ 9
- ◯ 11
- ◯ 13
- ◯ 15

9

Digikell kasutab numbrite näitamiseks LED-indikaatoreid. Igal indikaatoril on seitse segmenti, mida saab lülitada sisse ja välja.
Joonise esimesel real on näha, kuidas näidatakse numbreid 0 ja 2.
Kopra toa seinal oleval kellal on kõige parempoolsem indikaator natuke rikkis: selle seitsmest segmendist üks ei lülitu sisse. Joonise teisel real on näha selle kella näidud viimase kolme minuti jooksul.

Mida näitab kell järgmisel minutil? *

A

B

C

D

Lisa 2. Raalmõtlemise testi küsimuste allikad

Ülesanne	Aasta	Võistlusklass	Voor	Ülesande number	Kategooria Ternik jt (2020) järgi
Majade värvimine	2020/2021	benjamiinid	1	8	Algoritmiline mõtlemine, üldistamine
Pikendusjuhtmed	2014/2015	benjamiinid	2	4	Algoritmiline mõtlemine, hindamine
PIN-koodi meenutaja	2014/2015	benjamiinid	2	8	Dekonstrueerimine, üldistamine, abstraktne mõtlemine
Sillad ja saared	2018/2019	benjamiinid	2	14	Algoritmiline mõtlemine, dekonstrueerimine, üldistamine, hindamine
Arvutiviirus	2020/2021	juuniorid	1	3	Algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simulatsioon, dekonstrueerimine, abstraktne mõtlemine
Kitsas parkla	2020/2021	juuniorid	1	12	Algoritmiline mõtlemine, modelleerimine ja simulatsioon, hindamine
Katkine kell	2023/2024	benjamiinid/ kadetid	2	5	Modelleerimine ja simulatsioon, üldistamine, abstraktne mõtlemine

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Helena Kloss-Xouria,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Raalmõtlemisoskuse seosed soo ja hinnetega ühe kooli 7. klasside õpilaste näitel, mille juhendajad on Riin Saadjärv ja Piret Luik, 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 3.0, 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 intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Helena Kloss-Xouria
22.05.2025