

TARTU ÜLIKOOL
ÜHISKONNATEADUSTE LEKTORAAT

NARVA KOLLEDŽ
ÕPPEKAVA „INFOTEHNOLOOGILISTE SÜSTEEMIDE ARENDUS“

Anna Pavlova

**IT-ALASE MATEMAATIKA KURSUSE LOOMINE JA
LÄBIVIIMINE DIGITAALSES ÕPPEKESKKONNAS**

Lõputöö

Juhendajad: Deniss Ruder (MSc), Nelly Randver (Bac)

NARVA 2023

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Anna Pavlova

.....
/allkirjastatud digitaalselt /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anna Pavlova,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “ IT-alase matemaatika kursuse loomine ja läbiviimine digitaalses õppekeskkonnas“, mille juhendajad on Deniss Ruder ja Nelly Randver, 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 Commons'i 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.

Anna Pavlova 25.04.2023

SISUKORD

ABSTRACT	6
SISSEJUHATUS	6
1. VALDKONNA ÜLEVAADE	9
1.1 Probleemi püstitamine	9
1.2 Eesti põhiharidussüsteemi ülevaade	10
1.3 Põhikooli matemaatika ja tarkvaraarenduse seosed	13
2. INFOTEHNOLOOGILISED SÜSTEEMID MATEMAATIKA ÕPPIMISEL	15
2.1 Graafilised kalkulaatorid	16
2.2 Scratch	17
2.3 Python.....	19
2.4 Miro	19
3. KURSUSE PROTOTÜÜPI KAVANDAMINE.....	21
3.1 Kursuse metoodika valik	21
3.2 Kursuse õppekeskkonna valik	22
3.3 Kursuse struktuur.....	25
3.3.1 1. Moodul: Sissejuhatus tund.....	27
3.3.2 2. Moodul: Ratsionaalarvud	28
3.3.3 3. Moodul: Algebra.....	31
3.3.4 4. Moodul: Funktsioonid	34
3.3.5 5. Moodul: Protsendid, tõenäosuse teooria ja suhe	38
3.3.6 6. Moodul: Statistika ja andmetega töötamine	41
3.3.7 7. Moodul: Geomeetria.....	41
3.3.8 8. Moodul: Eksamitöö väbivaatamine ja vormistamine	43
4. KURSUSE LÄBIVIIMINE	45
4.1 Juhtumianalüüs 1. Elina ja Jegor	46
4.2 Juhtumianalüüs 2. Anastassia ja Olga	47
4.3 Juhtumianalüüs 3. Jaroslav ja Vladimir.....	49
4.4 Juhtumianalüüs 4. Martin ja Mark.....	50

KOKKUVÕTE	52
KASUTATUD KIRJANDUS.....	53
ANDMED.....	59
LISAD	60
Lisa 1. Diagnoostiline mõttekaart.....	60
Lisa 2. Funktsiooni ja Scratch programmeerimise lõimumistunni kava	60

ABSTRACT

The aim of the study was to solve the problem of low quality of mathematics teaching and lack of attention to IT by developing a course in mathematics for ninth grade students with a focus on IT. This was achieved through the tools Python and Scratch. The different uses of technology in the context of teaching mathematics were studied, and based on this theory a course methodology and learning environment was chosen. Eight students from Russian-speaking schools, who had difficulties with mathematics at school, participated in the course. During the analysis and implementation of the results of the study, it was found that the inclusion of programming in the course improved the results of the mock exam and received positive feedback from the participants. These results suggest that incorporating programming into a mathematics course can provide practical application of knowledge and improve the quality of education. This thesis highlights the importance of integrating technology into the curriculum to improve learning outcomes and prepare students for the demands of today's workforce.

SISSEJUHATUS

Tänapäeva kiiresti muutuval haridusvaldkonnas seisab Eesti silmitsi ainulaadsete väljakutsete ja võimalustega, eriti seoses käimasoleva üleminekuga eestikeelsele õppele. COVID-19 pandeemia on olukorda veelgi keerulisemaks muutnud, põhjustades eksamitulemuste langust. Selle ning kvalifitseeritud reaalainete õpetajate puuduse tõttu on hädasti vaja välja töötada tõhusad strateegiad matemaatika õppeks kasutades infotehnoloogia võimalusi. Uuringud on näidanud, et kvalifitseeritud õpetajatest on märkimisväärne puudus. Eelkõige see on puudus loodusteaduslike ainete ja matemaatika õpetajatest. Iga viies Eesti matemaatikaõpetaja on 60-aastane või vanem ning aastas oleks vaja asendada 60 matemaatikaõpetajat. Tööturule lisandub matemaatikaõpetajaid igal aastal keskmiselt vaid 13 inimest (OSKA 2016). See puudus koos kasvava nõudlusega tehnoloogiaspetsialistide, näiteks tarkvaraarendajate, andmeanalüütikute ja IT-süsteemide spetsialistide järele rõhutab tugevate matemaatikaoskuste kriitilist rolli nendes ametites. Prognoosi kohaselt peab IKT põhikutsealadel hõivatute koguarv kasvama 2027. aastaks vähemalt 1,5 korda. Asendus- ja kasvuvajaduse tõttu vajab IKT-sektor ning kõik teised majandussektorid igal aastal põhikutsealadele kokku vähemalt 2600 uut töötajat. IKT-sektori ettevõtted tunnevad juba praegu väga suurt puudust tarkvara- ja IKT-süsteemide

arendajatest. Andmeanalüütikutest on suur puudus kõikides majandussektorides. Käitamisega seotud põhikutsealade puhul on kasvuvajadus umbes 40% (OSKA 2021). Selline olukord nõuab matemaatiliste oskuste vähenemise põhjuste põhjalikku uurimist ja võimalikke lahendusi, et tagada õpilaste hea ettevalmistus, et vastata kasvavale nõudlusele kvalifitseeritud spetsialistide järele tehnoloogiasektoris. Nende küsimustega tegelemine aitab ületada lõhet praeguse haridussüsteemi ja tehnoloogiasektori tulevaste vajaduste vahel ja aidata lapsi, kellel on koolis raskusi matemaatikas.

Inspireerituna Medici efektist, mis toob esile erinevate valdkondade ühendamise uuendusliku potentsiaali, püütakse selle tööga ühendada infotehnoloogia ja matemaatikaõpetuse valdkonnad. Mõlemas valdkonnas kasutatakse muutujate ja funktsioonide mõisted, loogikat, algoritme, et lahendada keerulisi probleeme. Vaatamata nende kahe õppeaine ühendamise võimalikule kasule, ei ole matemaatika ja programmeerimine praeguses haridussüsteemis siiski piisavalt integreeritud. See toob kaasa teoreetiliste mõistete ja praktiliste rakenduste lahknemise, mis võib takistada õpilaste võimet õppida, sest tihti nad ei saa aru kuidas saab rakendada matemaatilisi mõisteid reaalses maailmas. See on probleem ning püüab autor luua kahe distsipliini lõimumise võimalusi, arvestades tehnoloogia rolli matemaatika õpetamise ja õppimise protsessi parandamisel programmeerija vaatenurgast,.

Seda püütakse saavutada, luues matemaatika kursuse, mis sisaldab programmeerimistunde, näidates matemaatiliste mõistete praktilist rakendamist tarkvaravahendite abil ja võimaldades õpilastel luua oma matemaatilisi projekte, kasutades programmeerimiskeeli Scratch ja Python.

Lõputöö hüpotees on see, et matemaatika ja programmeerimise ainete lõimumine aitab lastel kiiremine ja paremini matemaatikat õppida. Kursuse tulemuste hindamiseks vaadeldi õpilaste poolt enne kursuse algust kirjutatud matemaatika harjutustesti tulemusi ja juunis sooritatud matemaatika lõpueksami tulemusi. Programmeerimistundide lisamine põhikoolimatemaatika kursusesse aitab paremini mõista matemaatilisi mõisteid ja nende reaalmaailma rakendusi ning parem eksamit sooritada.

Lõputöö praktiline osa algab kursuse prototüübi loomisest, mille aluseks on matemaatika lõpueksami nõuded ja mis hõlmab programmeerimise kasutamist teemade uurimiseks.

Selleks on uuritud erinevad võimalused infotehnoloogia kasutamiseks matemaatikaõpetuses, samuti uuriti Eesti Põhikooli Riiklikku õppekava, lõpueksamite materjale ning kirjastuste Avita ja Koolibri materjale. Edasi prototüüp oli katsetatud kaheksa üheksanda klassi õpilaste peal, kes õppivad vene koolides ja kellel on raskused matemaatikaainega ja nad vajavad abi.

Kavandatud lähenemisviisi tõhususe edasiseks uurimiseks viiakse käesolevas töös läbi juhtumianalüüsi, mille käigus kasutatakse kaheksa prototüübikursusel osalenud üheksanda klassi õpilase proovieksami ja eksami tulemusi. Selleks tuleb analüüsida IT-põhise matemaatikakursuse mõju õpilaste matemaatilistele oskustele ja üldistele saavutustele. Juhtumianalüüs aitaks tuvastada lähenemisviisi tugevaid ja nõrku külgi ning parandamist vajavaid valdkondi. Juhtumianalüüsi tulemuste põhjal tehakse lõputöös järeldusi pakutud lähenemisviisi tõhususe kohta ning, kas seda on võimalik tulevikus rakendada.

Käesoleva lõputööga püütakse anda oma panuse Eesti haridusvaldkonda, pakkudes välja uuendusliku lähenemisviisi matemaatika õppele, mis põhineb programmeerimise ja tarkvaraarenduse praktilisel kogemusel. Töös esitatud järeldused ja tulemused annavad ka väärtuslikke teadmisi haridustöötajatele ja teadlastele, kes tegelevad hariduse arendamisega digiajastul.

1. VALDKONNA ÜLEVAADE

1.1 Probleemi püstitamine

Suurenev nõudlus tehnoloogiaspetsialistide järele koos hiljutiste tõenditega matemaatika eksamitulemuste languse kohta rõhutab tungivat vajadust tegeleda kooliõpilaste matemaatika – ja digipädevustega. Vastavalt esitatud tabelile on viimastel aastatel toimunud märkimisväärne langus matemaatikas, mille tulemuseks võib olla see, et õpilased ei suuda omandada põhilisi matemaatilisi oskusi, mis on vajalikud tehnoloogiaga seotud valdkondades probleemide lahendamiseks. Kuigi distantsõpe suurendab tehnoloogia kasutamist, näitavad eksamitulemused, et õpilaste matemaatika õppimise olukord on halvenenud.

Tabel 1. Põhikooli matemaatika lõpueksami tulemused 2017. – 2022. aastatel

Aasta	Poiste keskmine tulemus	Tüdrukute keskmine tulemus
2017	71,8%	75,3%
2018	63,3%	70,9%
2019	70,9%	74,9%
2021	53,1%	58,9%
2022	56,1%	63,2%

Allikas: Eesti Eksamite infosüsteem. Autori koostatud.

Lõputöö käsitleva probleemiks on matemaatika ja tehnoloogia puudulik integreerimine praeguses kooli õppekavas, mis viib matemaatika ebaefektiivse õpetamiseni ning seose puudumiseni matemaatika õppeaine ja tegelike rakenduste IT-valdkonna vahel. Enamikul matemaatikaõpetajal puudub praktiline töökogemus, sest nende haridus on pigem suunatud pedagoogika aspektide poole ja praegune õpikäsitus on vananenud (Delvin 2019).

Selle lahendamise on valitud instrumentid Scratch ja Python instrumentid. Paljudes riikides on programmeerimisele antud koht koolide õppekavades. Mõnes riigis eraldatakse selleks eraldi õppeaine aega, teistes riikides on programmeerimine ja arvutuslik mõtlemine lülitatud olemasolevatesse õppeainetesse, eelkõige matemaatikasse (Mannila et al., 2014). Analüüsid Pythoni kasutamist matemaatikatundides (Kim et al 2019), leiti, et 6. klassi algklasside õpilaste arvutuslik tunnetus, sujuvus, originaalsus ja täpsus on paranenud.

Samuti uuringus, mis käsitles Pythoni (Kado, 2022) kasutamist matemaatikatunnis, leiti, et kodeerimistegevused mõjutasid oluliselt õpilaste arusaamist matemaatikast. Scratch tarkvara on osutunud kaasahaaravaks ja suhteliselt lihtsasti kasutatavaks probleemilahenduse ruumiks, mis samal ajal pakkus väärtuslikku ja motiveerivat programmeerimiskeskonda matemaatiliste mõistete uurimiseks (Fagerlund et al 2021). Tulemused näitavad, et Scratch'i kasutamine matemaatika tundides soodustab matemaatiline mõtlemine, sealhulgas geomeetria ja probleemide lahendamise protsessid, olid selle protsessi kaudu soodsamad. Õpetajad peaks Scratch'i kasutama algklasside programmides mitte ainult kodeerimisoskuste arendamiseks, vaid olema teadlikud ka selle potentsiaalset hõlbustada mõtlemist muudes seotud valdkondades (Caler 2019). Teises töös (Iskrenovic-Momcilovic 2020) vaadeldakse Scratch'i rakendamise tõhusust matemaatikas geomeetriliste põhikujundite õppimisel. Analüüs näitas, et statistiliselt oluline erinevus oli õpilaste tulemuslikkuses, kes õppisid geomeetrilisi põhikujundeid mudelite ja kehade tajumise ja äratundmise põhjal, ja nende vahel, kes kasutasid Scratch'is rakendatud programme. Scratch on keskkond, mis on muutnud matemaatika õpilaste jaoks huvitavamaks ja kaasahaaravamaks. Teisalt poolt, uuringu põhjal on tehtud järeldus, et õpetajad on juba kaasatud tegevustesse, milles on potentsiaali IT-aspektide tutvustamiseks, aga kuigi õpetajad suhtusid positiivselt programmeerimisega töötamise matemaatikas, ei näinud kõik nende kahe vahelist seost ega selle tegemise asjakohasust (Nouri 2019).

Veebipõhise kursuse tõhusus ja kvaliteet oluliselt sõltuvad õpetajate kvaliteet veebipõhiste õppematerjalide koostamisel ja veebipõhiste õppesuunete koostamisel (Prestiadi et al. 2020). Seetõttu on käesoleva töö eesmärk töötada välja personaalne veebipõhine matemaatika kursus, mis integreerib programmeerimise ja infotehnoloogia, et parandada õpilaste arusaamist matemaatilistest mõistetest ja nende võimet neid reaalse probleemide lahendamiseks rakendada. Kursuse eesmärk on õpilaste edukas lõpueksami sooritamine, kursuse sisu keskendub IT-alale.

1.2 Eesti põhiharidussüsteemi ülevaade

Põhiharidus on Eestis kohustuslik ja koosneb üheksa-aastasest õppekavast, mis on jagatud kolmeks astmeks: I aste (1-3. klass), II aste (4-6. klass) ja III aste (7-9. klass). Haridus- ja teadusministeerium rahastab riiklikke koole, tagades, et kõik haridustasemed järgivad sama õppekava (Haridus- ja Teadusministeerium 2021). Riiklik põhikooli õppekava on ramistik, mis hõlmab kohustuslikke haridusstandarte. Koolid koostavad oma õppekavad riiklike

põhikava alusel, kohandades neid iga kooli erivajadustega ning Eesti koole iseloomustab suur autonoomia (Haridus- ja Teadusministeerium 2023).

Eesti põhikooli eesmärk on kujundada mitmekülgseid ja loomingulisi isiksusi, kes on võimelised täitma erinevaid rolle perekonna-, töö- ja ühiskonnaelus ning valima oma huvidele ja võimetele vastavat haridusteed. Põhikooli lõpetamine eeldab õppekava rahuldavat läbimist, kolme lõpueksami edukat sooritamist ja loovtööd. Pärast põhikooli lõpetamist võivad õpilased valida üldkeskhariduse, kutsekeskhariduse või kutsevalifikatsiooni (Põhikooli Riiklik Õppekava, XI OSA, 1. pt).

Eesti on väike, kuid digitaalselt arenenud riik, mille haridussüsteem on väga tunnustatud ja edukas, olles rahvusvahelistel hindamistel, nagu PISA, pidevalt kõrgetel kohtadel (E-ESTONIA 2021). E-Eesti esitluskeskuse tellitud Eesti digiriigi maineuuringust selgus, et küsitlusele vastanutest ligi pooled ning rahvusvahelistest digivaldkonna ekspertidest enam kui kaks kolmandikku peavad Eestit digitaalselt maailma arenenuimaks riigiks (EAS 2021).

Eesti hariduses on igapäevasel kasutusel mitu infosüsteemi, on vaja õpilaste andmete haldamiseks ja õppimise hõlbustamiseks. Õppeinfosüsteemid on eKool, Studium. Õppesisu andmebaasid on eKoolikott, Eksamite Infosüsteem (EIS) ja digiõpikute keskkond Opiq. Need süsteemid on kavandatud koostalitlusvõimeliseks, st nad saavad omavahel suhelda ja andmeid vahetada. Näiteks eKoolikott on veebipõhine õppeplatvorm, mis integreerub üliõpilaste infosüsteemiga eKool, pakkudes sujuvat juurdepääsu õppematerjalidele. Lisaks on need süsteemid kavandatud integreeritavaks, st neid saab ühendada ka teiste välissüsteemidega. Turvalisuse ja privatsusekaitse huvides oli loodud HarID on haridusasutustele mõeldud lihtsasti kasutatav isikuandmete ja kasutajakontode haldussüsteem, mis sobib kasutajakontode haldamiseks ja olemasolevate süsteemidega integreerimiseks. Tänu HarIDile on kõigil turvaline juurdepääs hariduse infosüsteemidele.

Digipädevus on üks kaheksast elukestva õppe võtmepädevusest, millega 2014. aastal täiendati ka põhikooli ning gümnaasiumi riiklikke õppekavu (Haridus- ja Teadusministeerium 2020). Digipädevus on suutlikkus lahendada ettetulevaid probleeme digitehnoloogia abil. Euroopa Komisjon on viimastel aastatel võtnud eesmärgiks digipädevuse mõiste konkreetsema määratlemise, seda nii kõigilt kodanikelt eeldatava üldpädevusena, kui ka eraldi õpetajatöö konteksti jaoks kohandatuna (DigCompEdu, 2017). Viimastele toetudes on kohandatud ka Eestis kehtivad õppijate ja õpetajate digipädevusmudelid. Õppijate ja õpetajate digipädevusmudelid pakuvad ühtset alust

haridusvaldkonna digipädevuse analüüsimiseks (Haridus- ja Noorteamet). Üldine digipädevustemudel koosneb viiest oskustekategooriast: infotöötlemine, kommunikatsioon, sisuloomine, ohutus ja probleemidelahendamine (Ferrari 2013).

Õpetajalt nõutavatest kompetentsidest ülevaate saamiseks me pöördume kutsestandardi poole. Kutsestandard on dokument, milles kirjeldatakse tööd ning töö edukaks tegemiseks vajalike oskuste, teadmiste ja hoiakute kogumit ehk kompetentsusnõudeid. Neid kasutatakse õppekavade koostamiseks ja kutse andmiseks. Koolides saab töötada omandades Eesti kvalifikatsiooniraamistiku 7. taseme standard. Eestis on tuntavalt kõrgem õpetajate kutsestandardid: igal õpetajal peab olema vähemalt magistrikraad ja riigikeele C1 kategooria tunnistus. Samuti peavad õpetajad digipädevusi omandama ning õpilaste digitehnoloogiate mõtestatud kasutamist hindama ja toetama (Kutsekoda Sihtasutus Kutsestandardid 2020, Kutsekoda Sihtasutus Kompetentsid 2020).

Kuni 2014. aastani ei ole haldusalas toimunud süsteemset ühist IT-taristu planeerimist. IT riist- ja tarkvara ning teenuseid on haldusala asutused hankinud oma äranägemise, võimaluste ning oskuste kohaselt. Seetõttu on ka asutuste IT-taristu väga erinev ning ei ole piisavalt ära kasutatud võimalikult ühistegevusest saadavat kulude kokkuhoidu, näiteks hanked erinevatele litsentsidele, riistvarale, teenustele jne (Haridus- ja Teadusministeerium 2015). Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus kuulutas 17. oktoobril 2016 välja 4 miljoni euro suuruse toetusmeetme põhikoolidele süle-, laua- ja tahvelarvutite soetamiseks, millega aidati arendada õpetajate ja õpilaste digipädevusi ning toetada digikultuuri integreerimist õppeprotsessi. Taotlusvooru rahastas Haridus- ja Teadusministeerium ning koordineeris Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus (Allemann 2016).

Ometi selgus TALISe uuringust (The Teaching and Learning International Survey), et ainult alla kolmandiku õpetajatest tunneb, et on õpetamisel piisavalt digipädevad (OECD 2018). Vaatamata kõrgetele edetabelitele seisab Eesti haridussüsteem endiselt silmitsi selliste probleemidega nagu loodusteaduste ja matemaatikaõpetajate puudus ning vajadus muuta õpetamisviise. Riigi keskendumine digitaalsele arengule on viinud digipädevuste arendamiseni hariduses ning haridussektori arengukavas 2021-2035 on seatud eesmärkideks piisava arvu pädevate ja motiveeritud õpetajate, mitmekesise õpikeskkonna ja õppijakeskse õppe tagamine (Haridusvaldkonna arengukava 2021–2035).

Ometi pole Eesti haridussüsteem täiuslik ning vajab uusi lahendusi ja õppekäsituse muutumist (Haridusvaldkonna arengukava 2021–2035, Randmäe 2020). Ka õpetaja ja kooli

autonoomia võib kaasa tuua stagnatsiooni. Mõned õpetajad võivad olla ühe aine eksperdid, kuid muidu ei taha uusi oskusi õpetada või erinevaid õppimis- ja hindamise lähenemisviise proovida. Vene koolides on olukord halvem. Vaatamata riigi ressurssidele on keeleõpe sageli probleemiks ja nende õpilased ei saa alati eesti keelt täit selgeks (Jürimäe 2022).

1.3 Põhikooli matemaatika ja tarkvaraarenduse seosed

Täna digitaalajastul on infotehnoloogiast saanud majandusliku, sotsiaalse ja isikliku arengu keskmises olev tehnoloogia. Üks peamisi IT-arengu aluseks olevaid aluseid on matemaatika. Kooliõppekavad annavad esmase sissejuhatuse matemaatilistesse mõistetes, mis hiljem muutuvad oluliseks IT-uuenduste mõistmiseks ja rakendamiseks.

Matemaatika riigieksamiga hinnatakse õpilaste matemaatikapädevust ja see on Eestis 9. klassi õpilastele kohustuslik. Eksam toimub samaaegselt kõikides koolides ja selle tulemustest sõltub, kas õpilane on kooli lõpetanud. Eksam järgib Eesti riiklikku õppekava ja hindab õpilaste vajalike matemaatiliste mõistete valdamist (Kirsipuu 2021). Põhikooli matemaatikaõpetuse peamised eesmärgid on aidata õpilastel arendada loogilist mõtlemist, modelleerida looduslikke ja sotsiaalseid protsesse, püstitada hüpoteese ja matemaatilisi arutlusi, arendada probleemide lahendamise strateegiaid, omandada erinevaid teabe esitamise viise, kasutada IKT-vahendeid, väärtustada matemaatikat ning rakendada matemaatilisi teadmisi teistes õppeainetes ja igapäevaelus (Põhikooli riiklik õppekava, 2004, §9).

Matemaatikaeksam on ühekordne kirjalik test, mille väärtus on 50 punkti ja mis kestab 180 minutit. On viis kohustuslikku testi (igaüks 8 punkti) ja kaks valikulist testi (igaüks 10 punkti), millest õpilased valivad ühe, mille lahendamiseks nad valivad. Eksam sisaldab erineva raskusastmega ülesandeid, millel on kolm mõtlemistaset, ning hõlmab selliseid teemasid nagu arvutused ja andmed, protsendid, algebra, funktsioonid ja geomeetria (Kirsipuu 2021).

Eksamitöö sisaldab erineva raskusastmega ülesandeid, mille eesmärk on kontrollida erinevaid matemaatilisi oskusi, mis on vajalikud tehnoloogiaga seotud valdkondades. Esimese taseme arutusülesanded moodustavad 20 % eksamitööst ning nende abil kontrollitakse teadmisi faktidest, menetlustest ja mõistetest, nagu näiteks meeldejäätmine, äratundmine, teabe otsimine, arvutamine, mõõtmine ja klassifitseerimine/organiseerimine. Teise taseme ülesanded moodustavad 30% eksamitööst ja nendega kontrollitakse õpilase teadmiste rakendamist, sealhulgas meetodite valikut, matemaatilise teabe esitamist eri

viisidel, modelleerimist ja üldist probleemide lahendamist. Kolmanda taseme arutlusülesanded moodustavad 50% eksamitööst ja nende abil kontrollitakse arutlusoskust, näiteks järeldamist, analüüsi, sünteesi, üldistamist, tulemuste hindamist ning realistlike ja ebastandardsete probleemide lahendamist. Kontrollitakse selliseid matemaatilisi teemasid nagu arvutused ja andmed, protsendid, algebra, funktsioonid ja geomeetria (Kirsipuu 2021).

Need teemad on tehnikaspetsialistidele eri viisil olulised. Arvutus- ja andmeülesanded moodustavad 25 % eksamist, kusjuures arvutus hõlmab selliseid valdkondi nagu aritmeetika, algebra ja statistika, mis on olulised tarkvaraarenduses, andmetöötuses, algoritmide kavandamisel ja masinõppes. Andmed on arvutiteaduse võtmekomponent, sest need on aluseks teabe töötlemisele ja analüüsile. Protsendid, mis moodustavad 10% eksamipunktist, on üliolulised andmeanalüüsi, arvutusprotsesside, finants- ja majandusanalüüsi ning tõenäosuse ja statistika põhimõtete jaoks. Algebra, mis moodustab 30% eksamipunktist, on oluline alus arvutuslikele protsessidele, probleemide lahendamisele ja turvalisusele nii koolimatemaatika kui ka informaatika valdkonnas. Funktsioonid, mis moodustavad 10% eksamipunktist, rõhutavad funktsioonide mõistmise ja oskusliku kasutamise tähtsust, et luua tõhusaid ja usaldusväärseid IT-tarkvaralahendusi. Geomeetria, mis moodustab 25 % eksami mahust, võimaldab IT-spetsialistidel luua graafilisi objekte ja nendega manipuleerida ning rakendada erinevaid geomeetrilisi teisendusi (Kirsipuu 2021). Kuna nende teemade praktilise rakendamise näidiseid on palju, need näited riiklikites matemaatikaõpikutes ei kasutata ja õpilased ei näe seost matemaatika ja tehnoloogia vahel.

2. INFOTEHNOLOOGILISED SÜSTEEMID MATEMAATIKA ÕPPIMISEL

Et paremini mõista, kuidas matemaatika on seotud tehnoloogia arenguga ja kuidas rakendused elu lihtsustavad, tasub pöörduda ajaloo poole. Raamatu (Katz 2008) kohaselt ulatub matemaatika rakenduste ajalugu tagasi iidsetesse tsivilisatsioonidesse, nagu egiptlased ja babüloomlased, kes kasutasid matemaatikat praktilistel eesmärkidel, näiteks maa ja aja mõõtmiseks. Kui matemaatika arenes, siis arenesid ka selle rakendused, ning tänapäeval on arvutid ja muu tehnoloogia muutnud matemaatika rakendamise revolutsiooniliselt. Kreeklased võtsid kasutusele abstraktse matemaatika mõiste, mis tõi kaasa arenguid geomeetrias ja arvude uurimises. Keskajal kasutati matemaatikat astronoomias ja astroloogias, mis viis trigonomeetria arenguni. Renessansiajal tekkis teaduses algebra ja matemaatilised mudelid.

Matemaatikarakenduste ajalugu ulatub tagasi kalkulaatorite ja personaalarvutite leiutamiseni 1960. ja 1970. aastatel. Need seadmed tegid revolutsiooni matemaatikas, võimaldades inimestel teha keerulisi arvutusi kiiresti ja täpselt. Matemaatiliste rakenduste ajalugu on tihedalt seotud tehnoloogia arenguga. Kõige esimesi arvuteid kasutati matemaatiliste arvutuste tegemiseks ja esimesed programmeerimiskeeled, näiteks Fortran, töötati välja matemaatilisi rakendusi silmas pidades. Neid süsteeme kasutasid siiski peamiselt professionaalid, mitte õpilased. See süsteem ei ole siiski laialdaselt kasutusele võetud erinevate piirangute, nagu selle keerukus ja vähene ülekantavus erinevatele arvutite arhitektuuridele (Backus 1978, Britannica 2023).

Tähtsa matemaatikatööriski ning esimese mehaanilise kalkulaator ning 17. sajandil leiutas Wilhelm Chicard i, mida hiljem täiustasid Blaise Pascal ja Gottfried Leibniz. Kalkulaatori leiutamine muutis matemaatilised arvutused revolutsiooniliselt, muutes need kiiremaks ja täpsemaks. Ainult 19. sajandi lõpus ja 20. sajandi alguses tekkis kaasaegne matemaatika koos uute uurimisvaldkondadega, nagu abstraktne algebra (Katz 2008).

Arvutite ja Interneti tulekuga 20. sajandi lõpus kasvasid matemaatika rakendused plahvatuslikult. Arvutid on matemaatikaharidust oluliselt mõjutanud. Tänapäeval saab iga arvutust teha lihtsa kalkulaatori abil, mis on üks arvutite varasemaid vorme. Matemaatikaõpetajad peavad tänapäeval tundma arvuti põhitõdesid, et muuta oma tunnid

interaktiivsemaks. Interaktiivsed õppematerjalid, mängud ja simulatsioonid muudavad matemaatikaõppe lõbusaks ja kaasahaaravaks (Delvin 2019).

Aastate jooksul on välja töötatud mitmesuguseid matemaatilisi rakendusi, alates lihtsatest kalkulaatoritest kuni arenenud tehisintellekti süsteemideni. Uuring, mis viidi läbi kaasavas neljanda klassi klassis, kus umbes pooled õpilastest olid kas riskirühma kuuluvad või puudega on näidanud, et matemaatiliste rakenduste kasutamine on parandanud õpilaste tulemusi matemaatikas ja vähendanud erinevusi raskustes olevate ja tavapärase õpilaste vahel (Zhang, Trussell, et al. 2015).

Tänaseks on välja töötatud palju programme, mis lihtsustavad õpilaste õppimist. Siiski ei saa need lihtsalt asendada õpilaste jaoks paremaid õpetamis- ja õppemeetodeid. Õpetajad peavad jätkuvalt ise õppima, et arendada paremaid õpetamise meetodeid ja rakendada tehnoloogiaid, mis sobivad nende klassile ja õpilaste erivajadustele. Õppeprotsess peaks olema ka loomuline ja kaasav. Seega peaksid programmid, materjalid ja projektid olema õpilaste jaoks tähenduslikuks. Kui seda tehakse õigesti, on näha õpilaste suuremat pühendumist ja saavutusi ning suuremat soovi õppida (Harris 2016). Nii või teisiti, rakenduste turg kasvab, kuid ükski rakendus ei saa asendada õpetajat. Õpetaja seletused, mis on põhjendatud tema töökogemusele on tähtsam, kui digivahendite valik (Prestiadi et. al 2020).

2.1 Graafilised kalkulaatorid

Graafikakalkulaatori tüüpiline ülesehitus hõlmab ekraani, millel kuvatakse graafikuid ja arvutusi, klaviatuuri andmete ja käskude sisestamiseks ning mälu võrrandite ja andmete salvestamiseks. Graafikukalkulaatorid on matemaatikatundides väga kasulikud, sest need aitavad õpilastel funktsioone ja võrrandeid visualiseerida, mustreid ja seoseid tuvastada ning andmekogumeid uurida. Need on eriti tõhusad arvutuskursustel ja muudes edasijõudnud matemaatikakursustes, kus funktsioonide ja andmete graafikute koostamine ja analüüsimine on väga oluline. Klassiruumis saavad õpetajad kasutada graafikakalkulaatoreid mõistete demonstreerimiseks, keeruliste võrrandite lahendamiseks ja reaalsete stsenaariumide simuleerimiseks (Tamam, Dasari 2021).

Neid on piisavalt palju ning selles lõputöös eritleme Eesti matemaatika riiklikku õpikutes on juba GeoGebra kalkulaatorit kasutavad ülesanded. Selleks, et graafikakalkulaatoreid klassiruumis tõhusalt kasutada, peavad õpilased olema kursis kalkulaatori funktsioonide ja funktsioonidega. Õpetajad võivad tutvustada õpilastele graafikakalkulaatorite põhitõdesid,

alustades lihtsatest operatsioonidest, nagu näiteks lineaarsete võrrandite graafiline kujutamine, ja järk-järgult liikuda keerukamate mõistete juurde. Õpetajad võivad julgustada õpilasi ka ise arvutitega katsetama, näiteks uurima, kuidas funktsiooni parameetrid mõjutavad graafikut ning seal on lai valik geomeetria mõistete visualiseerimiseks (Ridha, Pramiarsih 2020).

Järgmine kasulik matemaatika digitööriist on Wolfram Alpha. See on spetsiaalne mootor, mis genereerib vastuseid ja annab rohkem teavet antud vastuste kohta. Kasutades oma tohutut ekspertide tasemel teadmiste ja algoritmide varu, suudab see automaatselt vastata küsimustele, teha analüüse ja koostada aruandeid. Teised otsingumootorid annavad teile teavet, kuid Wolfram Alpha annab teile vastuse (Shaziayani, Sarimah, Fuziatul 2020). Wolfram Alpha osutus väga kasulikuks mitmel viisil, sealhulgas selle kasutamine nende enda laste puhul, kes on põhikooliõpilased. Kirjutades võrrandid üles ja seejärel füüsiliselt tehes võrrandi, kõnetate nii loogilisi kui ka visuaalseid mõtlejaid, mis võimaldab rohkematel õpilastel mõistet erinevalt mõista. Wolfram Alpha kasutamine võib tuua kaasa rohkem eksperimente klassiruumis, suurema õpilaste kaasatuse ja üldise edu klassiruumis (Abramovich 2021).

2.2 Scratch

Scratch on visuaalne programmeerimiskeel, mille on välja töötanud MIT Media Lab. Scratch on mõeldud lastele ja programmeerimise algajatele. See kasutab interaktiivsete lugude, mängude ja animatsioonide loomiseks koodiplokke, mida saab lohistada ja maha tõmmata. Keel on loodud lihtsaks ja intuiitivseks, võimaldades kasutajatel kiiresti oma projekte luua ja neid teistega jagada.

Scratch on suurepärase vahend lastele ja algajatele programmeerimise mõistete tutvustamiseks, sest see pakub mängulist ja lõbusat keskkonda õppimiseks. Kasutajad saavad katsetada erinevate programmeerimiskonstruktsioonidega, nagu tsüklid, muutujad ja tingimused, ning kasutada multimeediaelemente, nagu pildid, helid ja videod (Calder, 2019).

Scratch'i kasutajad saavad kasutada plokkide programmide loomiseks ilma eelnevate kooditeadmisteta. Scratch'i koodiplokkid sisaldavad siiski samu funktsioone ja operatsioone kui programmeerimiskeeled, mis aitab kasutajatel mõista programmeerimise põhitõdesid ja arendada oskusi, et tulevikus teiste programmeerimiskeelte juurde üle minna. Scratch'i koordinaadid on analoogilised ka reaalmaailma koordinaatidega, kus objektidel on stseenis konkreetne asukoht tasandikul, mida kirjeldavad nende koordinaadid. See võimaldab

kasutajatel õppida mõistma ja kasutama koordinaatsüsteeme programmeerimise kontekstis ning arendada visualiseerimise ja analüütilise mõtlemise oskusi.

Mängude loomine Scratch'is algab stseenist, mis on teie projekti taustaks ja edasi ja sprite'idest - tegelastest või objektidest, mis suhtlevad stseeniga.

Stseen on kahemõõtmeline tasand, kus x-telg tähistab horisontaalset liikumist ja y-telg vertikaalset liikumist. Stseeni keskel on koordinaadid (0, 0), x-koordinaat jääb vahemikku -240-240 ja 240 ning y-koordinaat vahemikku -180-180.

Sprite'ide programmeerimise alustamiseks tuleb kasutada koodiplokke. Koodiplokid on nagu pusletükid, mis sobituvad kokku, et luua sprite'ide jaoks juhiseid. Koodiplokke saate lohutada ekraani vasakul pool asuvast koodiplokkide paletist ekraani paremal pool asuva skriptipiirkonna sisse.

Stseen on kahemõõtmeline tasand, kus x-telg tähistab horisontaalset liikumist ja y-telg vertikaalset liikumist. Stseeni keskel on koordinaadid (0, 0) ja vasakus ülemises nurgas koordinaadid (-240, 180). Koodiplokke saab kasutada sprite'ide asukoha muutmiseks, määrates nende x- ja y-koordinaadid. Koordinaate kasutades saab sprite programmeerida Scratchi stseenis liikuma, suhtlema ja looma animatsioone.

Skriptide piirkonnas saab kokku panna koodiplokke, et luua programme, mis kontrollivad sprite'ide liikumist ja interaktsioone. Samuti saate kasutada kostüümide vahekaarti, et luua ja redigeerida erinevaid sprite'i pilte, ning helide vahekaarti, et lisada projekti heliefekte ja muusikat. Koodiplokke saab kasutada sprite'ide asukoha muutmiseks, määrates nende x- ja y-koordinaadid. Koordinaatide abil saab sprite programmeerida Scratch'i stseenis liikuma, interaktsiooni ja looma animatsioone.

Selleks, et lisada projekti rohkem sprite, võite klõpsata nuppu "vali sprite raamatukogust" sprite'i paleti allosas või joonistada oma sprite'i, kasutades paint redaktorit.

Lisaks programmeerimiskeelele endale sisaldab Scratch ka võimsat veebikogukonda, kus kasutajad saavad üksteise projekte jagada ja ning neid ümber teha. See võimaldab ühist õpet ning soodustab loovust ja uuenduslikkust. Scratch'i kasutatakse koolides ja haridusprogrammides kogu maailmas programmeerimise ja arvutusliku mõtlemise oskuste

õpetamiseks ning see innustab paljusid noori tegema karjääri tehnoloogia ja arvutiteaduse valdkonnas.

2.3 Python

Paljud infotehnoloogia valdkonna tegelikud probleemid nõuavad nii matemaatilisi teadmisi kui ka programmeerimisoskust. Python on kõrgetasemeline programmeerimiskeel, mis on tuntud oma lihtsuse ja loetavuse poolest, mistõttu on see ideaalne vahend õpilastele programmeerimise tutvustamiseks ning samal ajal võib Python olla võimas vahend matemaatika õppimiseks ja mõistmiseks. Intervjuus õpetaja ja programmeerijaga Peter Farrelliga (Watkins 2019) matemaatika kursuse loomisel kasutatud lähenemisviisist. Esialgne eesmärk oli lihtsalt muuta tunnid huvitavamaks ja eemalduda kuivtest õpikutest ning aidata lapsel ületada raskusi matemaatikaga koolis. Programmeerimine arendab loomupäraselt probleemide lahendamise oskust, kuna see hõlmab loogilist mõtlemist ja lahenduste samm-sammulist väljatöötamist. Kui õpilased kasutavad matemaatiliste probleemide lahendamiseks Pythonit, ei õpi nad mitte ainult matemaatikat, vaid parandavad ka oma probleemide lahendamise oskust. Python võimaldab õpilastel katsetada ja näha kohe oma matemaatiliste operatsioonide tulemusi ning õppimine muutub interaktiivseks. Pythoni abil saavad õpilased tõestada matemaatilisi teoreeme või tuletada võrrandeid. See lihtsustab nende tõestuste ja arvutuste taga oleva protsessi ja loogika mõistmist (Fagerlund et. al 2021).

Pythoni kasutuselevõtt kooli matemaatika tundides võib muuta matemaatika mõistmist ja õppimist revolutsiooniliselt. See võib muuta aine abstraktsest ja hirmutavast ainest käegakatsutavaks, interaktiivseks ja kaasahaaravaks. Pythoni abil saavad õpilased näha matemaatiliste mõistete otsest mõju ja rakendamist, mis muudab õppimise sisukamaks ja praktilisemaks.

2.4 Miro

Miro on terviklik vahend matemaatika online-tundide jaoks, mis pakub palju funktsioone õppimise ja õpetamise hõlbustamiseks. Oluline on, et Miro pakub haridusasutustele tasuta tariifi, mis teeb sellest taskukohase vahendi koolidele ja ülikoolidele.

Miro üheks eripäraks on joonistamise ja visandamise vahendid, mis jäljendavad funktsionaalselt tavalisi graafikaredaktoreid, nagu Photoshop. See funktsioon pakub mitmekülgset platvormi matemaatiliste mõistete illustreerimiseks, kujundite manipuleerimiseks ja mõõtkavaga mängimiseks, muutes abstraktsed mõisted õpilastele käegakatsutavaks. Lisaks teeb Miro ühilduvus arvutite, tahvelarvutite ja telefonidega ning

integreerivatus paljudes Eesti koolides leiduvate nutitahvlitega mitmekülgseks vahendiks, mis täidab füüsilise ja virtuaalse klassiruumi vahelise lõhe. Juhuslikkuse funktsioon ja võimalus luua dünaamilisi piruka- ja tulpdiagramme ning mõttekaarte suurendavad tundide interaktiivsust ja edendavad õpilaste kaasatust.

Tänu lõputule tahvlipinnale pakub Miro piisavalt ruumi ajurünnakuks, probleemide lahendamiseks ja keeruliste matemaatiliste probleemide demonstreerimiseks. See toetab jagamist ja tahvleid saab organiseerida projektideks, mis on õpilastele ja õpetajatele korduvkasutatavad õppematerjalid (Skubik-Peplaski 2022).

Miro sisaldab vahendeid UML-diagrammide ja kasutajaliideste loomiseks, mis on olulised elemendid kõrgema taseme informaatika- ja matemaatikakursustel. Õpilaste harjumine Miro'ga võib hõlbustada nende üleminekut teistele graafilistele programmidele, vähendades vajadust õppida täiendavaid vahendeid. Lõpetuseks, platvormi võime lisada kiiresti ekraanipilte õpikutest, probleemipilte ja töölehti erinevates dokumendivormingutes muudab selle terviklikuks vahendiks veebipõhise matemaatikaõpetuse jaoks, hõlbustades personaalset lähenemist.

3. KURSUSE PROTOTÜÜPI KAVANDAMINE

3.1 Kursuse metoodika valik

Lõputöö autor püüab kursuse metoodika valikul kasutada kaasaegse õpetamiskäsitluse aluspõhimõtteid. Õpikäsitlus kirjeldab seda, millistel põhimõtetel ja viisil õppimine ning õpetamine toimub ning millistes omavahelistes suhetes on õppetöö osapooled (Vinter 2017). Eestis on aastaks 2035 välja kujunenud individualiseeritud õppimist võimaldav avatud haridusruum. (Arengukava 2020-2035)

Esimene nüüdisaegse õppekäsitluse põhimõte on konstruktivismlik teadmuskäsitlus, mille põhimõteteks on, et õppimine on individuaalne, aktiivne, tegevuspõhine ja toimub konkreetses kontekstis. Kursus on individuaalne ja selle kestvus ja sisu sõltuvad õpilase praegusest matemaatilisest taustast. Samuti see põhimõte tähendab, et õppimine tegevuspõhine ja toimub konkreetses kontekstis. Kogu kursuse õpikonteksti keskmes on iseseisva õppimise ja tehnoloogia integreerimine, mida toetab matemaatiliste põhimõistete kindel alus. See julgustab õpilasi võtma vastutust oma õppimise eest ja rakendama oma teadmisi reaalses stsenaariumides, eriti infotehnoloogia valdkonnas. See koosneb individuaalsetest kohtumistest valitud digiõppekeskkonnas, mille kestus on 60 minutit ja tundide kogus, sisu ja ajakava on koosõlatud iga õpilasega individuaalselt. Töö ajakava selgitatakse välja esimeses diagnostikamoodulis, mille käigus peaks õpilasel olema selge pilt eksamil toimuvast ja praegusest ettevalmistustasemest. Kursuse individuaalsetel kohtumisel alati vesteldavake matemaatika pädevuste rakendamise kohta. Iga individuaalne kohtumine algab lühikese tervitusega, et luua kontakt, seejärel tegeleme tegeliku õppimisega ja lõpus on meil 5 minutit aega mõtisklemiseks, et kontrollida plaani ja leppida kokku, mida teeme edasi.

Teiseks nüüdisaegse põhimõtteks on koostöö, mis hõlmab võime luua õpilastega õppimisprotsessis partnerlusel põhinevaid suhteid. Seetõttu arutatakse esimesel kohtumisel läbi ühistöö reeglid ja lepime kokku, kuidas suhtleme väljaspool kursust. Tavaliselt on selleks kas e-post või kiirsõnumiprogrammid.

Kolmandaks käsitletakse selles lõputöös individuaalne õpe nüüdisaegse õppekäsitluse (Randmäe 2020). Individuaalne õpe on väga tõhus matemaatika õpetamise meetod ning individuaalne õpe tuutoriga, kellel on olemas reaalne töökogemus, kus ta lahendas reaalse

elu probleemi kasutades matemaatilise instrumente (Delvin 2021). Samuti Eestis koolid on autonoomsed ja õpilastel on väga erinev tase ja kogemus.

Lisaks sellele kasutatakse kursusel tehnoloogiat, et luua interaktiivne ja kaasav õpikeskkond, mis on valitud vastavalt õpitavale matemaatikavaldkonnale. Paljudele õpilastele on tuttavad graafikakalkulaatorid, millega saab genereerida samm-sammult lahenduse, tehnoloogia arenedes on võimalusi petmiseks aina rohkem. Teisest küljest on graafikakalkulaatorite kasutamine hea võimalus end eksamiks valmistudes proovile panna. Seetõttu kursuses puuduvad kohustuslikud kodutööd. Vajadusel saab õpilane allika, kust leiab soovi korral ülesandeid vajalike oskuste arendamiseks. Kontrollitakse nende õigust ainult õpilase nõudmisel. Põhimõtteliselt ei pea tänapäeva inimene õigesti arvutama, kuna arvutid teevad seda niikuinii kiiremini ja korrektsemalt (Delvin 2021). Kuna õppijad on õppimisprotsessi keskmes, on oluline, et õpilased muutuksid enastjuhtivateks õppijateks, püstitades ise õpieesmärke, võttes oma õppimisprotsessi eest vastutuse (Vinter 2017). Uues õpikäsituses on äärmiselt oluline ka toetav keskkond. Enesejuhitud õpe, sisemine motivatsioon ja emotsionaalne rahulolu annavad eeldused õppijakeskseks protsessiks. Õppijakesksus eeldab tugevat individuaalsusega arvestamist ning õpilase toetamist, kuid annab samal ajal õpilasele ja õpetajale haridussüsteemi mõistes suurema iseseisvuse (Randmäe 2020).

3.2 Kursuse õppekeskkonna valik

Õppekeskkond viitab õpilaste õppimise erinevatele füüsilistele asukohtadele, kontekstidele ja kultuuridele. Kuna õpilased võivad õppida väga erinevates keskkondades, näiteks koolivälistes kohtades ja väliskeskkondades, kasutatakse seda terminit sageli täpsema või eelistama alternatiivina klassiruumile, millel on piiratum ja traditsioonilisem varjund - ruum koos ridadega näiteks kirjutuslaudadest ja tahvlist (The Glossary of education reform 2013). See mõiste hõlmab ka kooli või klassi kultuuri omadusi, sealhulgas kuidas üksikisikud suhtlevad ja kohtlevad üksteist - samuti viise, kuidas õpetajad võivad õppimise hõlbustamiseks korraldada haridusasutuse, kasutades digitaaltehnoologiaid. Kuna õpikeskkonna nõuded on määratud paljude erinevate teguritega, võib ka kooli poliitikat, juhtimisstruktuure ja muid tunnuseid pidada „õpikeskkonna” elementideks (The Glossary of education reform 2013).

Distantsõppekeskkonna loomiseks saab kasutada erinevaid digivahendeid. Mõned kõige sagedamini kasutatavad on järgmised:

- Õppehaldussüsteemid (Learning management system, LMS): Õppehaldussüsteem on veebiplatvorm, mis võimaldab õpetajatel kursusi luua ja hallata, õpperessursse jagada ja õpilastega suhelda. Mõned populaarsed LMS-i näide on Moodle, mida kasutatakse paljude Eesti kõrgkoolidega ja koolide pakutakse tasuta Moodle teenused Haridus – ja Teadusministeeriumilt.
- Videokonverentsi tööriistad: Videokonverentsi tööriistad võimaldavad õpetajatel pidada õpilastega virtuaalseid reaalajas tunde. Mõned sagedamini kasutatavad tööriistad on Zoom, Google Meet ja need on valitud ka kursuse kavandamiseks.
- Sisuloomise tööriistad: neid tööriistu saab kasutada digitaalse sisu (nt esitlused, videod ja interaktiivsed tegevused) loomiseks ja jagamiseks. Laiemas tähenduses õpiobjektikt on kõik, millel on hariduslik eesmärk. Veebikursuse puhul on antud, et õpiobjekt on digitaalne objekt, mida kasutatakse soovitud õpitulemuste või hariduslike eesmärkide saavutamiseks (Nash 2005).
- Veebipõhised hindamistööriistad: neid tööriistu saab kasutada viktoriinide, testide ja ülesannete kaughaldamiseks, näiteks Kahoot!.
- Suhtlusvahendid: Suhtlusvahendeid saab kasutada õpetajate ja õpilaste vahelise suhtluse hõlbustamiseks. Mõned populaarsed näited hõlmavad meili ja vestlustööriistu. Sünkroonne ja asünkroonne suhtlus on kaks olemasolevat meetodit distantsõppesüsteemide juurutamiseks. Sünkroonne suhtlemine on samaaegne suhtlemine. Sünkroonset suhtlust saab korraldada chatis, videokõnena. Asünkroonne suhtlus on suhtlus, mis toimub näiteks kaudu, kusjuures juhendaja mängib õpilaste vahel suuremat hõlbustajat (Lemos, Cechinel 2019).

Kuigi pandeemia on kindlasti tekitas palju väljakutseid, on Eesti koolid näidanud, et suudavad kohaneda ja teha uuendusi, et tagada õpilastele jätkuvalt kvaliteetne haridus. Et distantsõppe oleks edukalt rakendatud, on vaja valikuid teha, mis viivad soovitud eesmärgini. Korralduslikud kokkulepped aitava nii iseseisva, kui koostöö rutiini luua, valida digitöövahendid ja luua õppekeskkonda (Luik 2021). Massilise distantsõppe ajal õppijate, lapsevanemate ja ka õpetajate suust on vahel kõlanud ootus, et paljude erinevate keskkondade asemel võiks Eestis olla üks ühine kaugõppekeskkond, kust iga õppija saaks oma õpitee jaoks vajalikud materjalid, ülesanded, eksamid ja analüütikat. Kõigi valdkonna ekspertide seas selline mõte siiski toetust ei leia ning pigem leitakse, et tarkvaralisi lahendusi

võiks olla mitmeid. Kesksest lahendusest palju olulisem on luua koostöövahend infosüsteem, mille keskmes on õppija ja mis annab infot iga õppija õppimis- ja käitumismudelite kohta. On raske erinevaid hariduslahendusi koos kasutada. Probleem pole mitte selles, et rakendusi on palju, vaid selles, et need pole disainitud koos töötama. (Laanpere, Pedaste et al 2021).

Et distantsõppe oleks edukalt rakendatud, on vaja valikuid teha, mis viivad soovitud eesmärgini. Korralduslikud kokkulepped aitava nii iseseisva, kui koostöö rutiini luua, valida digitoövahendid ja luua õppekeskkonda (Luik 2021). Massilise distantsõppe ajal õppijate, lapsevanemate ja ka õpetajate suust on vahel kõlanud ootus, et paljude erinevate keskkondade asemel võiks Eestis olla üks ühine kaugõppekeskkond, kust iga õppija saaks oma õpitee jaoks vajalikud materjalid, ülesanded, eksamid ja analüütikat. Kõigi valdkonna ekspertide seas selline mõte siiski toetust ei leia ning pigem leitakse, et tarkvaralisi lahendusi võiks olla mitmeid. Kesksest lahendusest palju olulisem on luua koostöövahend infosüsteem, mille keskmes on õppija ja mis annab infot iga õppija õppimis- ja käitumismudelite kohta. On raske erinevaid hariduslahendusi koos kasutada. Probleem pole mitte selles, et rakendusi on palju, vaid selles, et need pole disainitud koos töötama (Laanpere, Pedaste et al 2021). Kuna lõputöö eesmärk on individuaalne kursus, siis pole vaja selleks uue digikeskkonna luua ning mugavam on valida võimalikult vähem tööriistu, et kursuse läbiviimine oleks lihtne ja mugav. Ikka on olemas Facebooki õppehaldussüsteemina kasutamise edukad juhtumid (Wang 2012). Sellepärast olid valitud Zoom videokonverentsitööriist, Miro veebitahvel ja hoidsime ühendust läbi e-posti ja/või Facebook messenger'i abil.

Miro on üks instrument, aga sellel on palju omadusi, mis toetavad matemaatika õpetamist. Videokonverentside korraldamiseks lõputöö autor valis Zoom'i, sest seal on annotatsiooni instrument ja saab joonistada ekraani jagamise üle. Tagavaravariandiks lõputöö autor kasutab Google Meet, sest seal pole vaja lisarakendusi paigaldada ja lingid on kitsad ja saab käsitsi neid brauserisse kirjutada. Lisaks kasutatakse eespool kirjeldatud vahendeid vastavalt tunni eesmärkidele. Kuna need vahendid on platvormideüleised, siis kui moodul algab põhitõdedega, võib õpilane õppida mis tahes internetipõhisest seadmest, kuid programmeerimispraktika tundide jaoks on sülearvuti või arvuti hädavajalik.

Et kursus oli elavate programmeerimise näitega me kasutame Scratch platvormi ja Python keele programmide loomiseks kasutame Thonny. Thonny on lihtne ja hõlpsasti kasutatav ning sellel on sellised funktsioonid nagu süntaksi esiletõstmine, koodikomplekteerimine ja sisseehitatud silumisprogramm. See sisaldab ka samm-sammult toimuvat silumist, mis aitab

õpilastel õppida, kuidas koodi täitmine toimib. Thonny ühildub kõigi peamiste operatsioonisüsteemidega ja on populaarne valik Pythoni õpetamiseks algajatele.

Kursuse sisu loomiseks kasutas autor veebitahvlile juurde Opiq veebiõpikut ning sellega seotud Avita ja Koolibri kirjastusi põhikooli matemaatika töövihikud ja materjalid. Ülesannete ekraanipildid või paberilt tehtud pildid saab veebitahvlile laadida ja see vabastab dokumentide koostamise kohustusest.

3.3 Kursuse struktuur

Kursuse struktuuri töötati välja eksami nõuete, eelmise aasta eksamitööde ning Avita ja Koolibri õpikute analüüsi põhjal. Andmeid töödeldi ja koostati mõttekaart, millest kirjutati välja kõik eksami teemad. Selline visuaalne lähenemine võimaldab mõista tööde mahtu ja erinevate matemaatiliste osade omavahelist seotust. Selline visuaalne lähenemine võimaldab mõista tööde mahtu ja erinevate matemaatiliste osade omavahelist seotust (Al-Jarf 2009). Mõttekaart on kättesaadav lisa peatükis.

Seejärel töötati nende teemade põhjal välja kursuse moodulid, tagades, et iga kursus koosneb kolmest põhielemendist. Halvasti koostatud kursused tihedam tekitavad õpilaste pettumust ja negatiivseid emotsioone (Lemos, Cechinel 2019) ja sellepärast rõhutatakse mooduli struktuuri. Esiteks on need põhimõisted, mis tutvustavad õpilastele teema põhitõdesid. Teiseks on reaalsed näited, mis demonstreerivad, kuidas iga teema on kohaldatav igapäevaelus ja õpetavad programmeerimisealuseid. Lõpuks sisaldab kursus varasematest eksamitest ja õpikutest võetud keerulisi ülesandeid, mis sarnanevad eksamitel esinevate ülesannetega, et panna õpilasi mõtlema valikutele.

Moodulite sisu on dünaamiline, võimaldades vahele jätta juba omandatud teadmised või süvendada raskustega teemasid. Iga moodul sisaldab sissejuhatavat osa, lihtsamaid harjutusi algoritmi õppimiseks ja tutvumiseks tüüpülesannetega ning keerukamaid ülesandeid, kus on vaja arutlemise oskust ja mis põhinevad eelmiste aastate lõpueksamite materjalidel. Iga individuaalne kohtumine kestis 60 minutit ja toimus valitud digitaalses õppekeskkonnas. Kursuse ülesehitust ja üksikasjalikke moodulite kirjeldusi arutatakse läbi ja antakse õpilastele, et neil oleks selge ettekujutus sellest, mida nad kursusel oodata võivad. Iga individuaalne kohtumine algab lühikese tervitusega, et luua kontakt, seejärel tegeleme tegeliku õppimisega ja lõpus on meil 5 minutit aega mõtisklemiseks, et kontrollida plaani ja leppida kokku, mida teeme edasi.

Esimene kohtumine õpilastega on diagnostiline: saate kasutada mõttekaarti, et hinnata tema matemaatikaoskuse taset. Kaardi põhjal saame õpilasega suhelda, esitades talle teemakohaseid küsimusi ja analüüsides tema vastuseid. Selle põhjal määrame ühiselt kindlaks kohtumiste sageduse ja igal kohtumisel arutatava sisu, julgustades õpilaste iseseisvustunnet. Kursus koosneb mitmest moodulist vastavalt kontrollitavatele teemadele, mille ajaline kestus võib varieeruda vastavalt õpilase vajadustele.

Seejärel töötati nende teemade põhjal välja kursuse moodulid, tagades, et iga kursus koosneb kolmest põhielemendist. Halvasti koostatud kursused tihedam tekitavad õppilaste pettumust ja negatiivseid emotsioone (Lemos, Cechinel 2019) ja sellepärast rõhutatakse mooduli struktuuri. Esiteks on need põhimõisted, mis tutvustavad õpilastele teema põhitõdesid. Teiseks on reaalsed näited, mis näitavad, kuidas iga teema on kohaldatav tarkvaraarendaja igapäevaelus.

Kursus koosneb mitmest moodulist vastavalt kontrollitavatele teemadele, mille ajaline kestus võib varieeruda vastavalt õpilase vajadustele. Moodulite sisu on dünaamiline, võimaldades vahele jätta juba omandatud teadmised või süvendada raskustega teemasid. Iga moodul sisaldab sissejuhatavat osa, lihtsamaid harjutusi algoritmi õppimiseks ja tutvumiseks tüüpülesannetega ning keerukamaid ülesandeid, kus on vaja arutlemise oskust ja mis põhinevad eelmiste aastate lõpueksamite materjalidel. Iga temaatiline moodul lisab näite Pythoni koodi kasutamise kohta koos matemaatiliste mõistete rakendamise ja rakendamisega praktikas, mida saab kasutada üksikutes matemaatikatundides. Samuti otsustati funktsioonimoodulisse lisada Scratc'i lõbusa mängu loomine.

Iga individuaalne kohtumine kestis 60 minutit ja toimus valitud digitaalses õppekeskkonnas. Kursuse ülesehitust ja üksikasjalikke moodulite kirjeldusi arutatakse läbi ja antakse õpilastele, et neil oleks selge ettekujutus sellest, mida nad kursusel oodata võivad. Iga individuaalne kohtumine algab lühikese tervitusega, et luua kontakt, seejärel tegeleme tegeliku õppimisega ja lõpus on meil 5 minutit aega mõtisklemiseks, et kontrollida plaani ja leppida kokku, mida teeme edasi.

Kursuse viimane moodul sisaldab kursuse varasematest eksamitest ja õpikutest võetud keerulisi ülesandeid, mis sarnanevad eksamitel esinevate ülesannetega ja eksamitöö vormistamise tava.

3.3.1 1. Moodul: Sissejuhatuse tund

Kursuse esimene osa koosneb kohustuslikust sissejuhatavast õppetunnist, mis on kavandatud selle põhieesmärgiga:

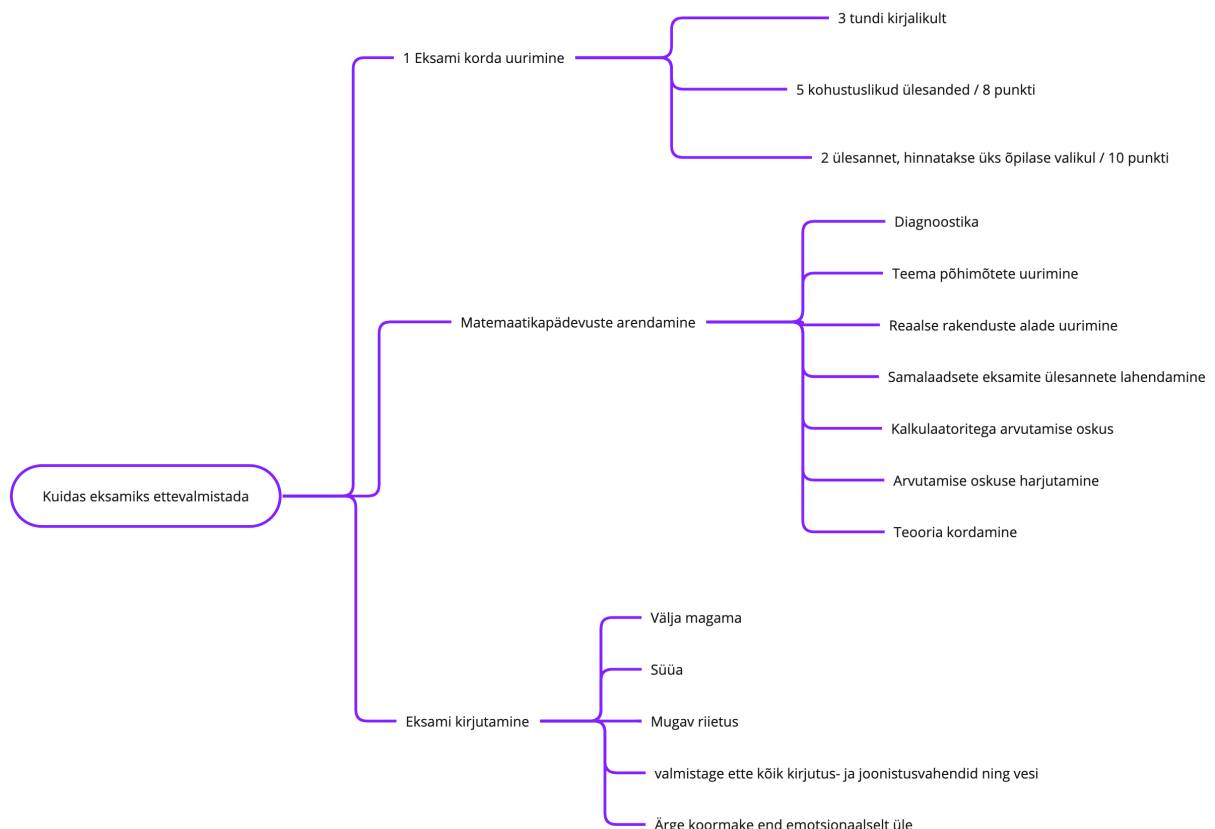
1. Algatada õpilastele võimalus üksteisele tutvuda, edendades toetavat õpikeskkonda, kus kõik tunnevad end mugavalt, et osaleda, jagada ideid ja esitada küsimusi. Arvesse tuleks võtta õpilase eesmäärke, huvisid ja hobisid, et tulevikus saaks valida talle asjakohasemad ülesanded.
2. Õpilane on aru saanud õpikeskkonnast, installeeris Thonny ja suutis käivitada skripti print("Tere, maailm!").
3. Selgitada kursuse ülesehitust, osalemise reegleid, akadeemilise aususe ja lugupidava suhtlemise ootusi. See võimaldab õpilastel mõista oma kohustusi kursuse raames.
4. Selgitage eksamiks valmistumise reegleid ja struktuuri, et õpilasel ei oleks ebakindlust ja tal oleks selge tegevuskava.
5. Viige läbi diagnostiline test, et hinnata õpilaste praegust matemaatikapädevust. Vastavalt lõpueksami nõuetele koostati diagnoosimiseks mõttekaart Miro keskkonnas, millel on esitatud matemaatika nõutavad lõigud teesidena. Kaardi ülesehituse põhjal saab välja selgitada õpilase koolituse taseme.
6. Diagnostilise testi tulemuste põhjal koostage koos iga õpilasega individuaalne õppeplaan, mis käsitleb tema tugevaid ja parandamist vajavaid valdkondi.

Mooduli sisu:

Sissejuhatav tund algab vestlusega, kus õpilased tutvustavad üksteist, millele järgneb üksikasjalik ülevaade kursuse ülesehitusest, suhtlemise reeglitest ja ootustest.

Seal kirjeldatakse eksaminõudeid, illustreerides neid eelmiste aastate näidetega, et anda õpilastele selge arusaam hindamiskriteeriumidest. Selleks, et aidata õpilastel visualiseerida eksamiks nõutavate matemaatiliste oskuste ulatust ja sügavust, kasutame mõttekaarti. Mõttekaart on graafiline organiseerija, kus peamised kategooriad lähtuvad kesksest

kujundist ja väiksemad kategooriad on kujutatud suurematest kategooriatest lähtuvate harudena. Seda saab kasutada selleks, et ideede genereerimiseks, märkmete tegemiseks, mõistete ja ideede arendamiseks ning mälu parandamiseks. See on võimas vahend, mida õpetajad saavad kasutada õppimise tõhustamiseks ja õppimise aluse loomiseks. See on kasulik visuaalsetele õppijatele, kuna need on visuaalsed vahendid, mis aitavad juhtida mõtteid, suunata õppimist ja seoste loomisel. See on suurepärane võimalus ühise teema tutvustamiseks, õppijate kaasatuse suurendamiseks ja mõtete kiireks jäädvustamiseks (Al-Jarf 2009).



Joonis 1. Eksamiks ettevalmistamise plaan mõttekaardina, allikas autori koostatud

3.3.2 2. Moodul: Ratsionaalarvud

Selle mooduli eesmärk on luua alus ratsionaalarvude mõistmiseks, mis annab põhialuse, mis osutub oluliseks kogu ülejäänud programmi jaoks. Selle mooduli sisu ja tegevused on kavandatud nii, et õpilased oleksid hästi ette valmistatud keerukamate matemaatiliste mõistete käsitlemiseks järgmistes moodulites.

Mooduli õpiväljundid:

1. Õpilane mõistab positsioonilist kümnendsüsteemi, sealhulgas järjestuste ja klasside nimetusi ja oskab arveid ümardada. Samuti teab, et on olemas teised süsteemid, eriti binaarne süsteem, kuna arvutid töötavad binaarsüsteemis.
2. Õpilane mõistab põhiliste arvutusoperatsioonide seadusi. Õpilased peaksid teadma põhilisi operatsioone arvudega ja nende sooritamist, nende komponentide nimetusi, astmete ja juurte omadusi. Õpilased peaksid oskama järgida õiget tehete järjekorda avaldistes ja lihtsustada arvutusi, kasutades arvutusseadusi.
3. Õpilane teab, kuidas kontrollida oma lahendusi wolfram Alpha või teiste graafikakalkulaatorite abil.
4. Õpilane mõistab paaris- ja paaritu arvu, vastand- ja pöördarvu ning arvu moodulit mõisteid, neid identifitseerima ja mõistma nende jagatavuse reegleid.
5. Õpilased peaksid suutma tõhusalt töötada murdudega, mõistma liht- ja liigmurru ning segaarvude mõisteid, sooritama selliseid operatsioone nagu laiendamine, vähendamine, teisendamine, liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine ja teisendamine tavaliste ja kümnendmurdude vahel.
6. Õpilane tunneb hulgateooria põhitõdesid ja suudab eristada naturaalarvu-, täisarvu- ja ratsionaalarvuhulka. Õpilane löi Pythonis kooli õppeainete nimekirja `list()` ja trükkis need välja, kasutades indeksit ning mõistab et see on naturaalarvude teooria rakendamine.
7. Õpilane on tutvunud `int` ja `float` formaadiga ja oskab teha ühetehelisi arvude operatsiooni: liitumine, lahutamine, korrutamine, jagamine jaakiga ja jäägita, astendamise ning oskab jagatise jääki ja arvu moodulid leida ja mõistab milliseid operaatoreid saab selleks kasutada.
8. Õpilane paigaldas oma arvutisse Thonny ning tutvus selle kasutajaliidese ja `print()` käsuga. Õpilane tutvub `string` formaadiga ja proovib nendega töötada, kasutades põhiliste matemaatiliste operatsioonide operaatoreid `+` ja `*`.

Mooduli sisu:

Iga õppetund algab teema ülevaatega, millele järgnevad probleemülesanded ja arutelud arusaamise kinnistamiseks. Õppesisu edastatakse järk-järgult, alustades lihtsamate

mõistetega ja liikudes järk-järgult keerulisemate näidiste juurde. See võimaldab õpilastel iga mõistet enne järgmise juurde jõudmist põhjalikult mõista, suurendades nende enesekindlust ja oskusi ratsionaalarvudega tegelemisel. Selle mooduli lõpuks peaks õpilastel olema kindel alus ratsionaalarvude mõistmiseks ja nendega töötamiseks, mis valmistab neid ette edukaks edasiseks matemaatiliseks tööks. Paralleelselt räägime sellest, et naturaalarvud ja arvutiteadus on tihedalt seotud matemaatikaga. Seal loome esimesed loendid, mis kasutavad loomulikke numbreid indekse või loenduritena. On oluline mainida, et sorteerimise, otsingu ja graafiteooria algoritmid tuginevad operatsioonidele naturaalarvudega. Ka loendamine, teine levinud IT-ülesanne, hõlmab naturaalarvusi, eriti sellistes valdkondades nagu andmebaaside ja võrguressursside haldamine.

```
1 # Näited matemaatilistest tehtedest
2
3 # Liitmine:
4 print(2 + 3) # Väljund: 5
5
6 # Lahutamine:
7 print(5 - 2) # Väljund: 3
8
9 # Korrutamine:
10 print(2 * 3) # Väljund: 6
11
12 # Jagamine:
13 print(6 / 2) # Väljund: 3.0
14
15 # Täisjagamine:
16 print(6 // 2) # Väljund: 3
17
18 # Jäägi leidmine:
19 print(7 % 3) # Väljund: 1
20
21 # Astendamine:
22 print(2 ** 3) # Väljund: 8
23
```

Joonis 2. Matemaatika tehet pythoni kood, allikas autori koostatud

```
1 print(("Matemaatika on" + " " + "huvitav" + "/n") * 5)
2
3 # Väljund:
4 #Matemaatika on huvitav
5 #Matemaatika on huvitav
6 #Matemaatika on huvitav
7 #Matemaatika on huvitav
8 #Matemaatika on huvitav
```

Joonis 3. Tekstiformaadiga töötamine, allikas autori koostatud

3.3.3 3. Moodul: Algebra

Mis tahes keeles programmeerimise aluseks on algoritmiline mõtlemine, mis on oma olemuselt algebralane. Probleemi määratlemine, selle jaotamine hallatavateks osadeks ja selle lahendamiseks vajalike sammude järjestuse loomine on tihedalt seotud algebralase mõtlemisega. See moodul õpetab töötama muutujate mõistega ja kohaldama nende suhtes kõiki ratsionaalarvude arvutamise seadusi. Selle mooduli eesmärk on tutvustada algebra tähtsust programmeerimisel ja õpetada õpilastele, kuidas töötada muutujatega Pythonis. Sama oluline on näidata, kuidas algebra mõistmine hõlbustab edasist matemaatikaõpet ja kuidas saadud oskusi reaalses elus rakendada. Igal eksamil on vähemalt üks ülesanne, mis hõlmab väljendite lihtsustamist või võrrandite lahendamist. Selle mooduli edukas läbimine võimaldab õpilasel omandada kõik vajalikud oskused, et saada eksamil kohustusliku algebraülesande eest 8 punkti.

Mooduli õpiväljundid:

1. Õpilane mõistab muutuja mõistet, selle rakendamist tegelikus elus ja näidata, et algebralased reeglid põhinevad ratsionaalarvude arvutamise seadustel. Õpilane oskab asendada muutuja väärtusi väljenditega ja kasutada valemeid. Õpilane on õppinud, kuidas luua muutujaid Pythonis, teab, kuidas valida õigeid muutujate nimesid ja oskab Pythonis moodustada simuleeritud algebralaseid väljendeid. Mõistab Python programmeerimiskeele põhielemente ja näeb seost standardsete matemaatiliste sümbolitega.
2. Mõistab üksikliikme mõistet ja oskab neid liita, lahutada, korrutada, jagada ja korrutada. Õpilane oskab neid üles kirjutada standardvormis. Mõistab hulkliikme

mõistet ja oskab liita, lahutada, korrutada, jagada ja korrutada. Õpilane oskab neid üles kirjutada standardvormis.

3. Mõistab algebralase murru mõistet ja oskab lihtsustada, liita, lahutada, korrutada, jagada, laiendada ja tegurdada.
4. Mõistab võrrandite mõistet ja oskab lahendada lineaarseid, täielikke ja mittetäielikke ruutvõrrandeid ja võrrandsüsteeme.
5. Oskab konstrueerida ja lihtsustada teksti väljendeid ning lahendada teksti ülesandeid võrrandeid kasutades. Õpilane näeb seost Pythoni keele lauseehituse ja võrrandite koostamise vahel.

Mooduli sisu:

See moodul algab kohe programmeerimisega ja õpilane õpib, kuidas luua ja nimetada muutujaid õigesti ning oskab kirjutada lihtsamaid programme kasutades tundmatu.

```
1 name = "Anna"
2 print("Hello, " + name)
3
4 # Väljund: Hello, Anna
```

Joonis 4. Tervituse programm muutujaga, allikas autori koostatud

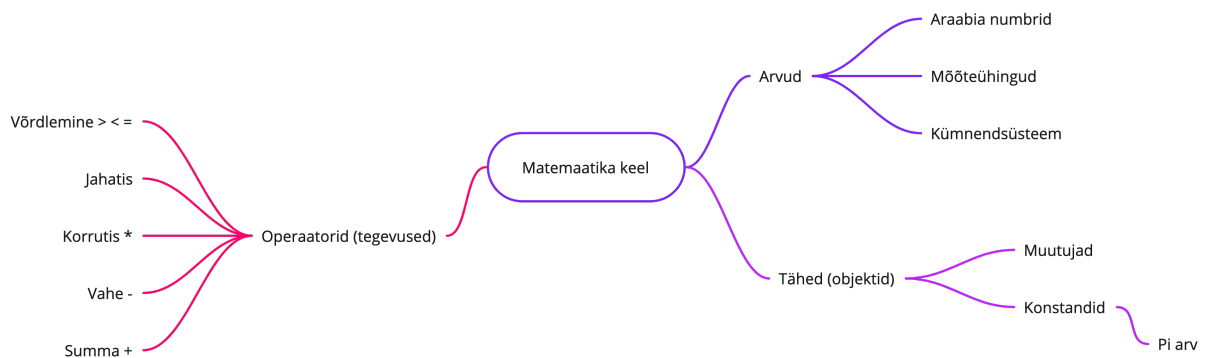
```

1 # kiirus tundides
2 #kaugus kilomeetrides
3
4 kaugus = 300
5 aeg = 80
6
7 kiirus = kaugus / aeg
8
9 print(kiirus)
10
11
12 # Väljund: 3.75

```

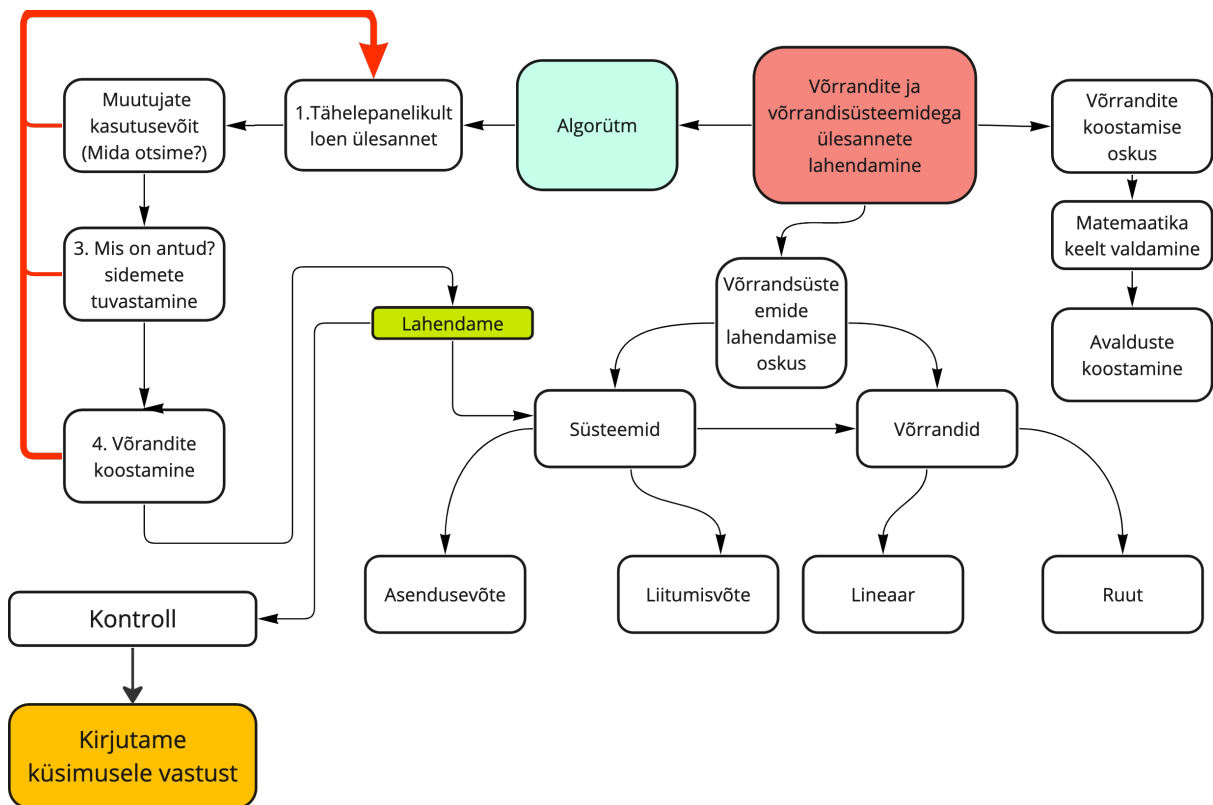
Joonis 5. Kiiruse valemi programm, allikas autori koostatud

Järgmised sammud tavalises matemaatikatunnis on töö üksik ja hulklikmetega, avaldiste lihtsustamine ja võrrandite lahendamine. See on selleks, et õppida, kuidas lahendada võrrandiprobleeme. Allpool on esitatud selleks tehtud mõttekaart, mis koondab matemaatilisi sümboleid ja ülesannete lahendamise algoritmi võrrandite abil. Matemaatika sümboolid on esitatud nägu eksami ülesannete programmeerimise keel ning seal õpime mudeleid luua.



Joonis 6. Matemaatika sümboolite mõttekaart, allikas autori koostatud

Seal on esitatud diagramm muutujatega ülesannete lahendamise algoritm. Selline lähenemine võimaldab näha süsteemi kui tervikut ja arendada oskust järgida algoritmi.



Joonis 7. Võrranditega ülesannete lahendamise algoritm, allikas autori koostatud

3.3.4 4. Moodul: Funktsioonid

Selle mooduli eesmärk on valmistada õpilasi ette mõistma ja töötama koordinaattasapinna, lineaarsete, pöörd- ja ruutfunktsioonidega. Selle mooduli eesmärk on luua kindel alus funktsioonide mõistmiseks ja kohaldamiseks, mis on matemaatika valdkond, mis esineb alati eksamiküsimustes.

Mooduli õpiväljundid:

1. Õpilased oskavad töötada numbriteljega ja koordinaattasandiga, määrata ühikuid, punktide koordinaate ja nende vahelist kaugust.
2. Õpilased oskavad töötada lineaarsete, pöörd- ja ruutfunktsioonidega. Nad mõistavad sõltuvuse mõistet, eristades otsest proportsionaalsust. Nad oskavad kirjutada standardvormis ja eristada eri tüüpi funktsioonide graafikuid.
3. Funktsiooni graafikute konstrueerimine: Õpilased oskavad joonistada funktsiooni graafikut tabeli abil. Samuti oskavad nad arvutuste ja jooniste abil kontrollida, kas

mingi punkt kuulub graafikule. Nad mõistavad, kuidas koefitsiendid mõjutavad funktsiooni graafiku asendit.

4. Õpilased mõistavad, kuidas leida funktsiooni väärtust, mis on antud argumendi abil, ja oskavad leida funktsiooni tundmatu parameetri, asendades koordinaadid võrrandisse.
5. Funktsiooni nullide leidmine: Õpilased oskavad leida funktsiooni nullid, lõikepunktid telgedega ja parabooli tipu koordinaadid.

Mooduli sisu:

Selle mooduli sisu on üles ehitatud nii, et õpilased saaksid kõigepealt mõista funktsioonide põhimõisteid ja seejärel liikuda edasi keerulisemate näidete juurde. Selles moodulis on oluline näidata, et programmeerimise funktsioone kasutatakse ülesannete optimeerimiseks ja neid kasutatakse mingi arvutusjuhendi dokumenteerimiseks, et seda saaks uuesti kasutada. Programmis kasutatakse funktsioonide illustreerimiseks Pythoni programmeerimiskeelt ning selle kasutamine treenib lisaks algebralist ja algoritmilist mõtlemist. Funktsioonid Pythonis ja programmeerimises üldiselt soodustavad koodi korduvkasutatavust, muutes selle seega organiseeritumaks ja paremini hallatavaks.

Siin on näide lihtsast Pythoni funktsioonist, mis arvutab, mis on loodud ülesanne lahendamiseks. Selle tekst on Paulist, kes müüb laadal taldrikke, mille ühiku hind on 2.5 eurot ja laadal osalemine maksab 10 eurot päevas. See on lineaarne funktsioon, mis näitab ühe päeva teenitud rahasumma. Teenitud summa sõltub otseselt müüdud taldrikute arvust ning nende müügihinnast.

```

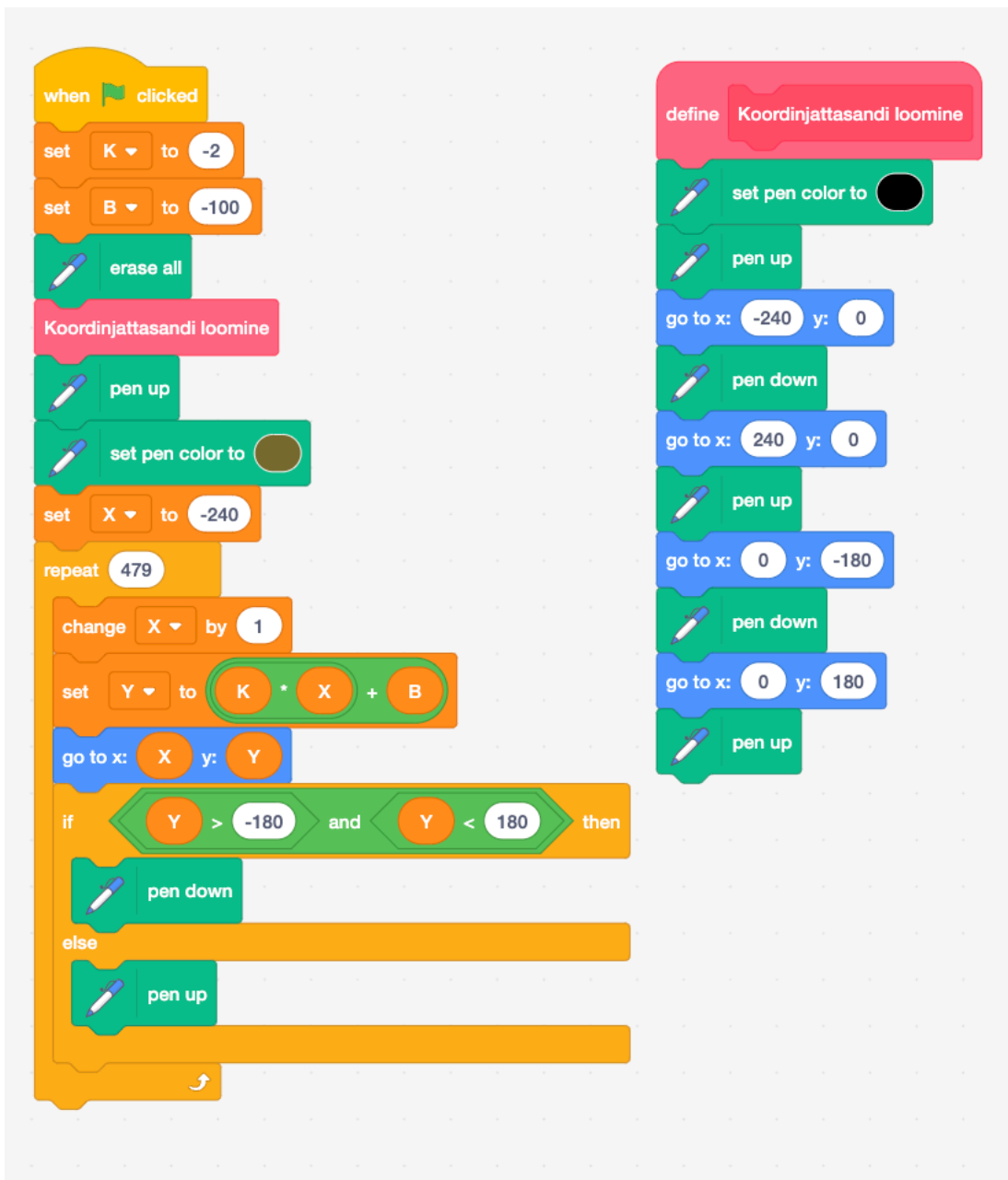
1  def teeni_summa(taldrikute_arv):
2      # Arvutatakse teenitud summa, korrutades müüdüd
        taldrikute arvu nende müügihinnaga
3      teenitud_summa = taldrikute_arv * 2.5 - 10
4
5      # Tagastatakse arvutatud teenitud summa
6      return teenitud_summa
7
8
9  paev1 = teeni_summa(15)
10 paev2 = teeni_summa(8)
11 paev3 = teeni_summa(22)
12
13 print("Esimesel päeval Paul teenis:", paev1)
14 print("Teisel päeval Paul teenis:", paev2)
15 print("Kolmandal päeval Paul teenis:", paev3)
16
17 #Väljund
18 #Esimesel päeval Paul teenis: 27.5
19 #Teisel päeval Paul teenis: 10.0
20 #Kolmandal päeval Paul teenis: 45.0
21

```

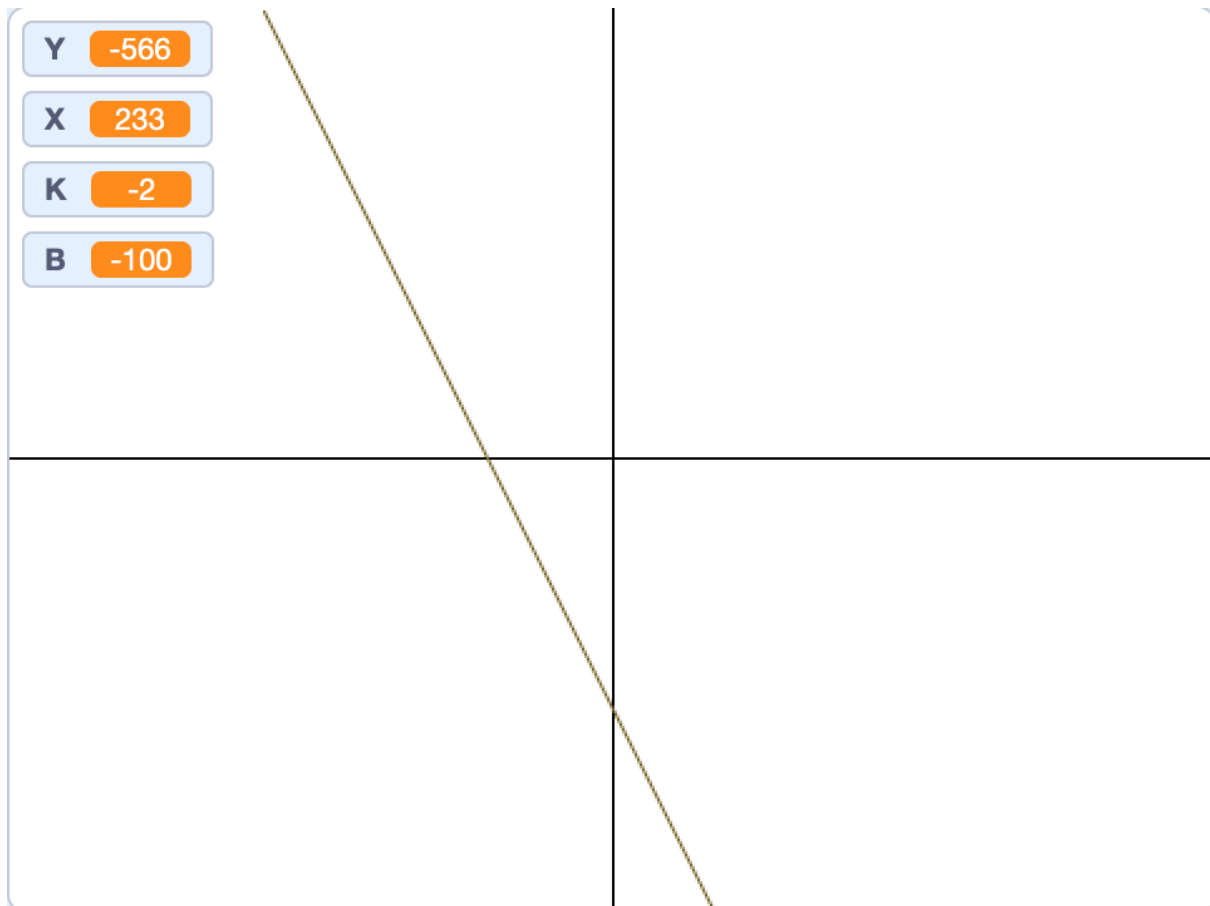
Joonis 8. Pauli tulu arvutamise programm, allikas autori koostatud

See moodul sisaldab ka õppetundi Scratch platvormi kohta, et tutvustada õpilastele arvutimängude loomist ja näidata neile, et esimese mängu tegemine ei olegi nii keeruline. Loo programm, mis joonistab laval nullist koordinaattasapinna ja graafiliselt kujutab sellel lineaarfunktsiooni. See on lihtne viis koos matemaatikaeksamiks valmistumisega õppida programmeerimise põhimõisteid, tsüklite ja tingimuslausete tundmaõppimiseks.

Kood on koostatud nii, et me ei saaksime mitte ainult harjutada muutujate kasutamist koodis, vaid ka õppida koefitsientide mõju lineaarfunktsiooni graafikule. Enne selle tunni algust antakse õpilasele kodutöö, et ta registreeriks end keskkonnas ja teeks seejärel õpetaja juhendamisel programmi iseseisvalt. Õpilane teeb ekraani demonstratsiooni ja saab seega juhendada protsessi. Paralleelselt loop plokk ilmub siin meenutada põhiline määratlus funktsioonid, et me võttis ja loendasime kõik võimalikud väärtused y, kasutades kõiki võimalikke väärtusi X scratch stseeni. Lisades on terve tunnikava, mida saab veel kooli matemaatikaõpetamisel realiseerida.



Joonis 9. Scratch programm lineaargunktsiooni uurimiseks, allikas autori koostatud



Joonis 10. Lineaarfunktsiooni mängu koodi tulemus, allikas autori koostatud

3.3.5 5. Moodul: Protsendid, tõenäosuse teooria ja suhe

Protsentide mõistmise tähtsus ei piirdu ainult eksamitega, vaid laieneb ka igapäevaelu ja kutsepraktika erinevatele aspektidele. Selle mooduli eesmärk on anda õpilastele oskus mõista ja täpselt arvutada protsente ning rakendada seda arusaama erinevates reaalsetes olukordades. Mooduli lõpuks on õpilastel hea arusaam protsentidest ja proportsioonidest, mis võimaldab neil teha andmepõhiseid otsuseid erinevates olukordades. Protsendilise suhe ja tõenäosuse teooria valem on sarnane ja seda käsitletakse ühes moodulis.

Mooduli õpiväljundid:

1. Õpilased peaksid mõistma protsentide mõistet ja suutma teha nendega põhilisi arvutusi, näiteks teisendada neid murdudeks ja vastupidi, määrata algväärtust ja algväärtuse osa, väljendada seoseid protsentides ja arvutada suurusjärgu muutust protsentides.
2. Õpilastele tutvustatakse tavalisi igapäevaseid stsenaariume, mille puhul on protsentide tundmine oluline. See hõlmab selliseid olukordi nagu allahindluste,

intressimäärade ja maksumäärade arvutamine ning protsentides esitatud statistika mõistmine.

3. Õpilane mõistab proportsiooni mõistet, oskab määratleda proportsioone ja teab, kuidas neid põhimõtteid praktilistes olukordades rakendada.
4. Õppijad mõistavad mõõtkava mõistet ja oskavad seda kohaldada erinevates kontekstides, näiteks kaartide, arhitektuurijooniste või muude mõõtkava kujutiste lugemisel.
5. Oskab koostada sageduste tabelit, mõista absoluutsete ja suhteliste sageduste erinevust ja arvutada neid toorandmete põhjal. Mõistab sealhulgas keskmist, mediaani ja moodi mõisteid, ning oskab neid arvutada.

Mooduli sisu:

Mooduli alguses tutvustatakse õpilastele protsentide põhimõisteid, nende kasutamist ja nende olulisust. Õpilased harjutavad murdude teisendamist protsentideks ja vastupidi. Selles etapis võivad ülesanded hõlmata protsentide arvutamist antud arvust ja selleks murdude ümberarvestamist protsendiks ja vastupidi. Kui õpilased on omandanud protsendi mõiste, liigume edasi ülesannete juurde, mis hõlmavad algväärtuse ja algväärtuse osa leidmist, suhte väljendamist protsendina ja väärtuse muutuste arvutamist protsendina. Seejärel pühendame aega protsentide kohaldamisele reaalses olukordades, näiteks allahindluste arvutamine müügi ajal, jootraha suuruse määramine restoranis või laenu või hoiukonto intressi arvutamine. Neile järgnevad keerulisemad intressimäärade probleemid, mis nõuavad kriitilist mõtlemist ja probleemide lahendamise oskust, näiteks eelmise aasta eksamid või sarnaste autorite kirjutatud tööd, milles kasutatakse statistikaosakonna ja veebipoodide andmeid. Eluliste näidiste kasutamiseks tundides kasutame palgakalkulaatorit, mis samal ajal aitab ka tutvustada Eesti maksusüsteemiga ja Statistika ameti veebileht ning nende Instagram'i leheküljes on töödeldud andmeid graafikuteks koos huvitavate faktidega Eesti kohta.

Siin on näidefunktsioon, mille abil saab arvutada tõenäosust, et number 6 langeb 6-nurksele täringule. Selles programmis saab muuta muutujate väärtust koodis, et see saaks arvutada teiste tüüpiliste probleemide lahendusi

```

1
2     soodsad_tulemused = 1
3     koik_tulemused = 6
4
5     t6enäosus = soodsad_tulemused / koik_tulemused
6
7     print("Tõenäosus saada 6 on", t6enäosus)
8
9     #Väljund
10    #Tõenäosus saada 6 on 0.16666666666666666

```

Joonis 11. Tõenäosuse arvutav funktsioon, allikas autori koostatud

Allpool on esitatud näide probleemi kohta, mille eesmärk on leida hind kilogrammi kohta, mis on näide suhtarvust tegelikus elus. Kirjutame programmi, mis aitab supermarketil määrata erinevate kaupade kilohinda. Sellesse programmi oleme lisanud veapüüdmise ploki. Siin on oluline näha, et programmeerimisel ei saa ka 0-ga jagada ja see on fataalne viga. Samuti oleme lisanud ümardamisfunktsiooni sajandite jaoks, et simuleerida reaalseid hinnasilte.

```

1     # Küsime kasutajalt kauba hinna ja kaalu
2     hind = 2.5 #eurodes
3     kaal = 0.8 #kilogrammides
4
5     # Proovime arvutada kauba kilohinna protsentides
6     try:
7         kilohind = hind / (kaal )
8         print("Kauba kilohind:", round(kilohind, 2))
9     except ZeroDivisionError:
10        print("Viga: kaal ei saa olla 0.")
11
12    #Väljund
13    #Kauba kilohind: 3.12

```

Joonis 12. Kilohinna arvutuse programm, allikas autori koostatud

3.3.6 6. Moodul: Statistika ja andmetega töötamine

Selles moodulis õpitakse oskust infoga töötada ning graafikute, tabelete ja diagrammide koostamine ja lugemine, mis aitab kaasa ka protsentide ja suhte teemasid harjutada. Samuti tutvustab see õpilastele tõenäosusteooriat.

Mooduli õpiväljundid:

1. Mõista tõenäosusteooria põhimõisteid, sealhulgas juhuslikke sündmusi ja tulemusi, ning osata arvutada lihtsaid tõenäosusi.
2. Oskab lugeda ja konstrueerida eri tüüpi graafilisi andmeid, näiteks tulp-, piruka- ja joondiagramme, ning mõistab, kuidas valida antud andmestiku jaoks sobivat graafikutüüpi.

Mooduli sisu:

Moodul algab tõenäosusteooria põhimõistete uurimisega. See hõlmab juhuslike sündmuste ja tulemuste olemuse mõistmist ning lihtsate tõenäosuste arvutamise meetodite uurimist. Samuti eristavad õpilased teoreetilist ja eksperimentaalset tõenäosust ning hindavad suurte arvude seaduse tähtsust.

Seejärel minnakse üle andmetöötusele. Siin õpivad õpilased tundma sagedustabeleid ning absoluutsete ja suhteliste sageduste erinevust. Nad harjutavad ka nende arvutamist toorandmete põhjal ja harjutavad oma oskust keskmist, mediaani ja moodi arvutada.

3.3.7 7. Moodul: Geomeetria

Mooduli viimases osas keskendutakse andmete eri tüüpi graafiliste kujutiste loomisele ja tõlgendamisele. Õpilased õpivad, kuidas lugeda ja konstrueerida tulpdigramme, pirukadiagramme ja joongraafikuid nii paberi peal joonestades kui ka arvutiprogrammides. Samuti mõistavad nad, kuidas valida sobiv graafikutüüp sõltuvalt andmete laadist.

Moodul: Geomeetria

See on kõige mahukas kursuse moodul. Lõputöö autor otsustas ühineda tasandilist ja ruumilist geomeetria, kuna need on omavahel tihedalt seotud ja parem on esitada kõik teemad ühtse süsteemi kujul, et näidata õpilasele, et kõik vormid on omavahel seotud ja teoreemide tõestused on üksteisega tihedalt seotud.

Mooduli õpiväljundid:

1. Õpilased eristavad selgelt pikkuse, pindala ja ruumala mõisteid ning oskavad tuua näiteid tegelikust elust.
2. Õpilased eristavad põhilisi tasaseid geomeetrilisi kujundeid ja oskavad arvutada nende übermõõtu ja pindala. See hõlmab ringide, ristkülikute, rombide ja kolmnurkade mõistmist ja nendega töötamist.
3. Õpilased oskavad töötada korrapärase hulknurkadega, kasutades võrdhaarse kolmnurga omadusi ja mõistes hulknurga nurkade vahelisi seoseid.
4. Õpilased oskavad ära tunda põhilisi kolmemõõtmelisi kujundeid. Nende hulka kuuluvad rööpkülikud, püramiidid, silindrid, koonused ja kerad.
5. Õpilased mõistavad aluspindala, külgpindala ja kogupindala mõisteid ning oskavad nende mõistete abil arvutada erinevate kujundite ruumala.

Mooduli sisu:

Moodul algab tasapinnalase ja ruumilise geomeetria põhimõistete tutvustamisega, keskendudes reaalsele näidetele, et õpilased mõistaksid nende praktilist kohaldamist. Kursus hõlmab geomeetriliste kujundite, nagu ristkülikud, rombid, kolmnurgad ja ringid, omaduste ja omaduste uurimist. Seejärel liigutakse edasi keerulisemate teemade juurde, näiteks töötamine korrapärase hulknurgaga, kasutades võrdkülgse kolmnurga omadusi ja mõistes hulknurga nurkade vahelisi seoseid.

Õpilased süvenevad ka kolmemõõtmeliste kujundite maailma, õppides eristama ja töötama selliste kujunditega nagu ristkülikud, püramiidid, silindrid, koonused ja kerad. Erilist tähelepanu pööratakse aluspinna, külgpindala ja ruumilise pindala mõistete mõistmisele ning nende rakendamisele erinevate kujude ruumala arvutamisel.

Põhiliste pindala valemite konsolideerimiseks kirjutame need Pythonis

```

1
2     a = 5
3     b = 7
4     ristkuliku_pindala = a * b
5     print("Ristküliku pindala on:", ristkuliku_pindala)
6
7     # Defineerime muutujad
8     alus = 4
9     korgus = 6
10    kolmnurga_pindala = alus * (korgus / 2)
11
12    print("Kolmnurga kujundiga pindala on:",
13          kolmnurga_pindala)
14
15    raadius = 3
16    ringi_pindala = 3.14 * raadius ** 2
17    print("Ringikujulise kujundiga pindala on:",
18          ringi_pindala)
19
20    alus1 = 5
21    alus2 = 9
22    korgus = 4
23    trapetsi_pindala = ((alus1 + alus2) * korgus) / 2
24    print("Trapeesikujulise kujundiga pindala on:",
25          trapetsi_pindala)
26
27    #Väljund
28    #Ristküliku pindala on: 35
29    #Kolmnurga kujundiga pindala on: 12.0
30    #Ringikujulise kujundiga pindala on: 28.26
31    #Trapeesikujulise kujundiga pindala on: 28.0

```

Joonis 13. Pindala leidmise valemid Pythonis, allikas autori koostatud

3.3.8 8. Moodul: Eksamitöö läbivaatamine ja vormistamine

Selle viimase mooduli eesmärk on kinnistada kõiki kursuse jooksul omandatud teadmisi ja oskusi ning valmistada üliõpilasi ette eksamiks. Keskendutakse sellele, et üliõpilased suudaksid tõhusalt liikuda ühelt temalt teisele, loovalt mõelda ja sõnastada oma lahendusi tõhusalt eksamikeskkonnas.

Mooduli õpiväljundid:

1. Õpilased mõistavad eksami ülesehitust ja nõudeid ning töötavad välja strateegiad ajajuhtimiseks, küsimuste valimiseks ja vastuste struktureerimiseks.
2. Õpilased harjutavad selgete, lühikeste ja loogiliste vastuste sõnastamist eksamiküsimustele, tagades, et nad edastavad tõhusalt oma arusaamist matemaatilistest mõistetest ja nende rakendamist.
3. Õpilased arendavad oskust liikuda kiiresti ja sujuvalt ühelt matemaatikateemalt teisele, mis on oluline oskus mitmesuguste eksamiküsimustega tegelemiseks.

Mooduli sisu:

Selle mooduli sisu koosneb peamiselt varasematest eksamitöödest, mida õpilased täidavad eksamitingimustes. See aitab õpilastel tutvuda eksami formaadi, ajaliste piirangute ja küsimuste laadiga. Lisaks sellele on kursuse kõigi teemade kohta kordamismaterjalid, mis võimaldavad õpilastel kinnistada oma arusaamist ja selgitada kõiki küsimusi.

Eksami kirjutamise ajal antakse õpilastele eksami väljatrükitud ja käsitsi lahendatud versioon, mis on skaneeritud ja lisatud vastavale virtuaalsele tahvlile. See on õpilastele kasulikuks abimaterjaliks, et mõista lahenduste eeldatavat üksikasjalikkust ja põhjendusi.

4. KURSUSE LÄBIVIIMINE

Käesoleva lõputöö praktilises osas kirjeldatakse kursuses osalejate kogemusi. Alates 2022. aasta jaanuarist leiti Facebooki kaudu kaheksa osalejat, kes olid valmis programmis osalema. Kõik nad olid Eestist pärit vene õpilased, kes sel õppeaastal lõpetasid 9. klassi ja kellel olid raskused matemaatikas. Kursuses käsitletakse nende individuaalseid raskusi ja seda iseloomustasid individuaalsed juhendamissessioonid. Selline individuaalne lähenemine tagas, et iga õpilane sai õppetaset, mis vastas tema ainulaadsetele õppimisvajadustele ja -võimetele.

Kursuse tulemused olid väga lootusrikkad. Programmijärgne hindamine näitas iga õpilase matemaatiliste oskuste märgatavat paranemist. Hoolimata konkurentsist ja raskustest eesti keele õppimisel kaheksast osalejast viis astusid sisse gümnaasiumi ja nende plaanides edasi ülikooli minna. Üks osaleja leidis oma tee mänguarendajaks ja suutis astuda sisse Tallinna Polütehnikumisse tarkvaraarendajaks. Veel üks osaleja otsustas minna õppida Narva Kutseõppekeskusesse multimeedia noorempetsialistik. Mõlemad valikud on valdkond, kus programmeerimise kogemus, kindlad matemaatilised oskused ja ruumiline mõtlemine on edu saavutamiseks väga olulised. Kõik kursusel osalejad kommenteerisid, et kursuse teemade selgitamine erines kooliõpetaja omast paremuse poole. Programmeerimise põhitõdesid saab lisada kooli matemaatika tundidesse ja see tugevdab digipädevust ja matemaatikapädevust.

Kokkuvõttes näitas töö praktiline osa, kuidas hoolikalt rakendatud isikukeskne lähenemine võib oluliselt parandada matemaatikapädevust õpilastel, kellel algselt oli selles õppeaines raskusi. Samuti matemaatiliste teemade selgitused inimese poolt, kellel on tegelik kogemus selles valdkonnas ja kes suudab näidata teemat kui osa ühtsest süsteemist, osutusid programmis osalejatele väga väärtuslikuks. Allpool on toodud õpilaste nimed, õpilaste proovieksamitulemus, mida nad kirjutasid koolis enne eksamit ja nende 6. juulis kirjutatud lõpueksami tulemused. Andmed näitasid märkimisväärset paranemist, mis kinnitas veelgi programmi isikupärastatud, kasutajakeskse lähenemisviisi tõhusust.

Tabel 2. Programmis osalevate õpilaste proovieksami ja lõpueksami tulemused

Õpilase nimi	Individaalsete kohtumiste arv	Viimane proovieksami tulemus	Lõpueksami tulemus 6.06.2022
Jegor	40	6%	30%
Elina	40	16%	26%
Anastassia	33	50%	84%
Olga	34	60%	90%
Vladimir	9	40%	88%
Jaroslav	9	36%	92%
Martin	14	4%	30%
Mark	5	30%	62%

Allikas: Autori koostatud.

4.1 Juhtumianalüüs 1. Elina ja Jegor

Elina ja Jegor esimesena samaaegselt alustasid kursuses osalemist. Nad on kaksikud ja õppisid ühes klassis. Nende ema sõnade järgi enne massilise distantsõppe algust mõlematel olid keskmised hinnad, peamiselt neljad aga distantsõppe algust olid lastel ainult kahed ja ühed ning nemad ei suutnud matemaatikaõpetajaga kooskõlata.

Koos nende vanematega me otsustasime, et nad saavad kahekesi koos veebitundides osaleda. Nad hakkasid kursused osaleda jaanuarist ja diagnoostikatunni järgi oli selge, et tööd on palju. Mõlemal oli raskusi arvutusetutega, algebra oli arusaamatu ja geomeetria põhimõisteid nad ei vullanud.

Ilmselgelt koolis matemaatikatundides tundsid need ennast väga ebakindlalt ja ebamugavalt. Töö jooksul kaksikud tihti palusid abi nende matemaatika kodutööga. Õpilased ütlesid, et õpetaja asemel, et selgitusi anda, sundis neid terve tunni jooksul konspekti kirjutama, kuid nad ei suutnud kirjutatut mõista ega praktiliselt kasutada oma konspekte. Üks kord Elina pidi kontrolltööd parandada, sest osa oli suuline tundlike iseloomu tõttu ta ei suutnud oma hirmuga hakkama saada ja loobus vastamisest. Kevadel alati 9. klassi õpilastel on täisnurkse kolmnurka lahendamise teema, kus õlitatakse ka trigonomeetriat, aga see teema puudub lõpueksamis ja palju aega, mis pidi olema pühendatud eksamiks ettevalmistusele oli raisatud. Teisalt poolt see mõjus laste matemaatika hindade peale positiivselt ja see oli nende jaoks

nähtav tulemus, mis motiveeris neid edasi töötada ning mitte alla anda ja edasi kursuses osaleda.

Samuti lõputöö autor kiiresti märkas, et nemad konkureerivad omavahel, mis mõnikord segab tööd. Nende tähelepanu võisid isiklikud erimeelsused häirida ja mõnikord võisid nad vaikida millestki, mis polnud selge, kuna neil oli piinlik. Samuti võitlus võib käsitleda nägu võimaluseks, lõputöö autor tegi viktoriini Kahoot! keskkonnas. Võimalus omavahel võistelda motiveeris mind valemeid kiiremini õppima. Kuna tunnid olid emotsionaalsed ja lõbusad, jäi infot kergemini meelde.

Märtsis otsustasime proovida üks kord nädalas individuaalselt töötada ja tegeleda ainult eksami ettevalmistamise küsimustega ning kaks korda nädalas me tegelesime kooliküsimusega ning kasutasime Kahoot! veebikeskkonda veebiviktoriini läbiviimiseks. Kokku 40 kohtumised mõlemate kaksikute kohtusime 22 korda koos ja 18 individuaalselt. Individuaalse töö käigus ilmutasid kaksikud end kahe täiesti erineva inimesena ja see kogemus kinnitab veel kord individuaalse lähenemise tõhusust matemaatikas. Meil oli aega ühises tunnis Pythonit õppida, kuid meil ei olnud aega teha Scratch'i mängu, sest see oli poiste jaoks liiga raske. Individuaaltundides sai Elina palju kasu Geogebra visuaalse geomeetria vahenditest, mina ja Jegor aga harjutasime võrrandite lahendamist, sest ta oskas küll loovalt mõelda, kuid kukkus pidevalt legendist üle.

Mõlemad lapsed ikka suutsid oma proovieksami tulemuse täiustada ning mõlemad kindlasti ei soovinud gümnaasiumis õppida ja astusid sisse kutsehariduskeskusesse. Elina õpib laboritehnikuks ja Jegor õpib keevitajaks. Kuna kaksikud osalesid programmis esimesena, mõjutas see kogemus selle jätkamist. Selles etapis otsustati hoida ainult individuaalseid kohtumisi, et juhtumiuuringud oleksid täpsemad, ning otsustati keelata vanematel sekkuda õppetegevusse, sest see tekitab segadust ja takistab laste iseseisvust. Vaatamata kehvadele tulemustele tundsid lapsed end meie individuaalsetel kohtumistel toetatuna ja julgustatuna ning neile meeldisid kasutatud teemade selgitused tegeliku kasutuse ja nende omavaheliste seoste kontekstis. Sellel õppeaastal osaleb minu programmis nende noorem vend Sander.

4.2 Juhtumianalüüs 2. Anastassia ja Olga

Olga ja Anastassia ei ole teineteisega kuidagi seotud. Nende lood aga lõputöös on käsitletud ühes peatükis, kuna nende lood on väga sarnased. Mõlemad tüdrukud pöördusid minu poole aktiivsete ja tulemustele orienteeritud õpilastena, kellel olid matemaatikas lüngad ja kes ei saanud koolitundides edukad olla erinevatel põhjustel. Töötamine selliste õpilastega oli

lihtne, kuna nad olid motiveeritud, iseseisvad ja suutsid koos minuga töögraafikuid koostada ning tööküsimusi lahendada.

Olga oli alati saanud viiteid koolis ja matemaatikas, kuid tundis end siiski mures, kuna ta tundis, et tema hinded ei kajasta tegelikku olukorda. Ta märkas, et veebitundide kvaliteet oli oluliselt madalam kui kontaktõppe tunnid ning hindamisülesanded olid avatud materjalidega, mis piirasid tema võimet tööprotsessi vastupidi organiseerida. See mõjutas tema algebraoskusi ja ta hakkas kogema raskusi algebravõrrandite lahendamisel ning algebrapõhimõtete rakendamisel. Diagnostikatunnis saime aru, et viimase kahe aasta jooksul oli Olga halvasti omandanud üksik- ja kaksikliikmetega töö algebra ning vajab täiendavaid algebra tunde. Samuti polnud tema varasemad teadmised süstematiseeritud ja seetõttu leppisime kokku, et pöörame iga programmi mooduli jaoks eraldi aega, kuigi suurem osa ajast kulus siiski algebra õppimisele. Vaatamata algebraga seotud väljakutsetele näitas Olga üles tohutut pühendumust ja visadust. Tänu sihipärasele sekkumiskavale parandas ta järk-järgult oma algebraoskusi ja saavutas kindlustunde algebraprobleemide lahendamisel. Kuna tal oli nüüd arusaamine algebrast, ei tundunud talle võrranditega ülesannete lahendamine enam raske. Seitsmendas klassis algavad ühe võrrandi ülesanded, kaheksandas klassis võrrandisüsteemi koostamise ülesanded ja just sel ajal oli Olga distantsõppes. Olga sõnul aitas tema Pythoni programmeerimise kogemus tal teemast aru saada ja mõjutas tema motivatsiooni. Enne seda ei mõistnud ta, miks tal üldse matemaatikas kirju vaja on ja tundis sisimas, et teeb midagi väärtusetut. Pärast põhikooli lõpetamist otsustas Olga õppida gümnaasiumis ning tema plaanides on saada kõrgharidus.

Anastassia on loov ja tundlik neiu, kellel olid juba enne distantsõpet matemaatikaga raskused. Tema sõnul oli distantsõppes keerulisem süveneda õpetaja selgitustesse, kuna õpetaja kasutas ainult õpikuid. See tähendas, et puudus visuaalne osa veebitundides ning õpetaja otsuseid oli võimalik ainult kuulda, mitte näha. Ta ei toonud alati elulisi näiteid, vaid keskendus ainult valemitele ja reeglite õppimisele, ilma et süveneks nende sisusse, mistõttu õpitu unustati kiiresti. Anastassia oli alati hoolikas ja kirjutas tundides konspekti. Tema sõnul olid meie kohtumised elavad ja põnevad ning 60-minutiline individuaalne tööaeg tundus kiirem kui 45-minutiline koolitund. Ta on kindel, et ilma ettevalmistuskursuseta ei oleks ta saavutanud sellist kõrget tulemust ning just elulised ja praktilised selgitused aitasid tal mõista teemasid ning siduda neid ühtseks teadmiste süsteemiks. Anastassia ei olnud Pythonist eriti huvitatud, kuid talle meeldis mängu tegemine Scratch'is. Töö stseeni ja liikuvate tegelastega tutvustas talle arvutigraafika põhitõdesid. Ühel päeval ei saanud

Anastasia zoomi sisse ja siis tuli appi b-plaani strateegia ja me alustasime tundi Google Meet keskkonnas.

Mõlemate neiuga kohtusime alates märtsikuust umbes kaks korda nädalas ja aega jätkus, et kõik programmimoduleid edukalt läbida ning viimase mooduli peale rohkem tähelepanu pöörata. Nende kogemus näitab, et 35 kursuse kohtumist piisab, et saavutada kindlat tulemust eksamil. Hetkel Olga õpib gümnaasiumis ja kavatseb kõrgharidust omandama. Anastassia õpib Narva Kutseõppekeskuses multimeediaspetsialistiks ning tema jaoks Scratch'i programmeerimise kogemus oli väga väärtuslikuks.

Kokkuvõtteks saab öelda, et lõputöö autori tudengikogemus IT-valdkonnas ning individuaalne lähenemine matemaatikaõpetamisele annavad mulle väärtusliku perspektiivi ning ressursi, et pakkuda õpilastele mitmekesist ja tõhusat õppekogemust. On kerge töötada edasipüüdlike ja tulemustele orienteeritud õpilastega, kellel on matemaatikas lüngad ei ole seotud enesekindluse ja motivatsiooni kadumisega. Samuti on lihtne neid õpilasi õpetada, kuna nad on aktiivsed, motiveeritud ning piisavalt iseseisvad, et töötada ilma vanemate sekkumiseta. Olga ja Anastassia lood kinnitavad, et minu individuaalne lähenemine ja elulised näited aitavad õpilastel mõista matemaatika kontseptsioone ning saavutada edu.

4.3 Juhtumianalüüs 3. Jaroslav ja Vladimir

Jaroslav ja Vladimir on samast perest pärit lapsed. Jaroslav on Vladimirist üks aasta vanem, kuid nad käivad samas klassis. Mõlemal poisil ei olnud suuri probleeme matemaatikaga ning neil oli huvi programmeerimise ja inseneritöö vastu. Siiski tekkisid raskused pandeemia ajal, kui nad koos perega Itaaliast Eestisse kolisid ja nende eesti keele oskus oli ebapiisav, mis tähendas lisakoormust keele õppimisel. Lisaks erinevad Itaalia ja Eesti õppekavad ning poisid kogesid takistusi algebras ja funktsioonide teemadel, kuid olid väga osavad geomeetriaülesannete ning protsentide ja sihite ülesannete lahendamisel. Poisid omasid selgelt rikkalikku elukogemust võrreldes teiste õpilastega ning tundsid suurt huvi tehnoloogia vastu ja see aitas kiiresti leida ühise keele ja saada tunnis rohkem töömahtu teha.

Jaroslav on temperamentne noormees, kelle peamiseks probleemiks oli liigne kiirustamine ja tähelepanu oluliste ülesannete detailide vahele jätmine. Vladimir seevastu oli väga murelik ja tähelepanelik oma tegevuste suhtes. Ta esitas algebraga seoses palju küsimusi, mis jäid õppekava piiridest välja ning koolis ei olnud piisavalt aega kontrolltöödeks. Ta pidi kõik ülesanded algebra Wolfram Alpha abil uuesti lahendama ja oli väga mures, et tema lahendus ei pruugi sobida rakenduse lahendusega ning hoolimata õigest vastusest kahtles ta

oma tegevuse õigsuses. Tunnis vaatasime mõlemat lahendust ja analüüsisime erinevaid lähenemisviise algebraülesannete lahendamiseks. Samuti, kui eksami edukaks lahendamiseks on vaja õppida ainult teise astme vähendatud korrutamise valemeid, tegime temaga ülesandeid kolmanda astme ja kolmikliitmetega. See kogemus ka tõestab teooriat, et individuaalne õpe matemaatikas on tõhus instrument ja ikka ühest perest lapsed võivad olla väga erinevad.

Individuaalne õpe matemaatikas tõestas end tõhusa meetodina, kus mõlema venna erinevad vajadused said rahuldatud. Alustasime mõlema poisiga kohtumistega aprillis ning kokku kohtusime 9 korda. Vaatamata nii lühikesele tähtajale suutsime teha nii Pythoni kui ka Scratch'i ülesandeid. Praegu õpivad nad mõlemad gümnaasiumis. Nende individuaalse õppeprotsessi käigus õnnestus luua Jaroslavi ja Vladimiriiga head suhted, sest nendel oli palju küsimusi infotehnoloogia kohta, sest neil oli palju kursuse kohta käivaid teemaväliseid küsimusi ja lõputöö autor suutis nendele vastata. Seetõttu meie kohtumised olid elavad ja põnevad. Elukogemus IT-valdkonnas on väärtuslik ressurss matemaatikaõpetamisel ning aitab õpilastel mõista matemaatika olulisust ja rakendusi reaalses maailmas.

4.4 Juhtumianalüüs 4. Martin ja Mark

Martin ja Mark ei ole omavahel kuidagi seotud, kuid nende juhtumid on sarnased selles osas, et nad võtsid minuga ühendust alles mais ja neil oli väga vähe aega, et midagi olulist muuta. Samuti leidsime mõlema poisi teadmistes lünki, mida me suutsime kiiresti kõrvaldada ja nende eksamitulemusi oluliselt parandada.

Martin reisis koos perega palju ja tegi palju sporti, mistõttu leidsime tema teadmistes palju lünki. Ta oli väga motiveeritud ja me kohtusime kolm korda nädalas. Hoolimata tema motivatsioonist, kujutasid ulatuslikud lüngad tema matemaatikateadmistes endast tõsist probleemi. Samuti lõputöö autor märkas, et suur töökoormus ja stress enne lõpetamist mõjusid tema motivatsioonile negatiivselt ja ta jättis mõned kavandatud kohtumised vahele. Siiski suutis Martin kursuse käigus teha olulise sammu edasi matemaatika õppimises. Ta jagas, et unistas mänguarendajaks saamisest, kuid selgus, et enne kursust ei olnud ta üldse aru saanud arvutimängude arendamise ja matemaatika vahelisest seosest. Murdepunktiks oli Martini arusaamine, et matemaatika ja tema valitud valdkonna vahel on lahutamatu seos, millest ta varem ei olnud teadlik. Hoolimata suhteliselt madalast testitulemusest pärast kursuse läbimist õnnestus tal sisseastumiskatsed edukalt sooritada ja nüüd õpib ta Tallinna Polütehnikumis Tarkvaraarendaja. Võrreldes algse tulemusega on siiski märgatav erinevus,

mis kinnitab, et programmeerimise sisseviimine koolimatemaatika kursusesse aitab kaasa paremate tulemuste saavutamisele ja motiveerib õpilasi.

Mark alustas programmi poolteist nädalat enne eksameid ja aega ei olnud palju. Tal oli hea loominguline ja ruumiline mõtlemisvõime ning üldiselt tundub ta olevat intelligentne poiss, kuid ta ei saanud aru algebrast ja kuna ta ei mõistnud, kuidas muutujatega töötada ja võrrandeid lahendada, oli tal teistes õppeainetes palju probleeme. Mark, teine programmis osaleja, liitus programmiga viimasel hetkel, vaid poolteist nädalat enne eksamite algust. Kuigi Mark näitas üles võimeid loovalt ja ruumiliselt mõelda, oli tema arusaam algebrast ebapiisav, eriti muutujatega tegelemisel ja võrrandite lahendamisel. See põhiline puudujääk takistas tema arusaamist teistest matemaatikaga seotud õppeainetest. Diagnostika asemel esitas Mark fotod oma proovieksamitest, mis andsid meile selge ülevaate tema ettevalmistuse tasemest. Kuna aega oli äärmiselt vähe, keskendusime tema peamiste probleemide lahendamisele.

Mõlemad juhtumid, mis näitavad õpilaste võimet teha lühikese ajaga märkimisväärseid edusamme, rõhutavad piisava ettevalmistusaja tähtsust, et eksamit täielikult mõista ja selleks valmis olla. Hoolimata nende viimase hetke jõupingutustest oli ilmne ajapuudusega seotud intensiivsus ja stress. Sellest kogemusest olen järeldanud, et kursusel osalemiseks on vaja vähemalt kaks kuud, et üliõpilastel oleks piisavalt aega programmi kõigi moodulite täielikuks läbitöötamiseks. Need juhtumid kinnitavad minu veendumust, et minu teadmised ja oskused aitavad õpilastel matemaatikas edu saavutada ja valmistavad neid ette tulevasteks töökohtadeks infotehnoloogia valdkonnas. Samas rõhutavad nad ka varajase kaasamise ja püsiva, vähem pingelise õppimise tähtsust paremate tulemuste saavutamiseks.

KOKKUVÕTE

Tulemused näitavad, et individualiseeritud lähenemisviis matemaatika õpetamisel, mis võtab arvesse õpilaste erivajadusi ja õpistiile, on paljutõotav strateegia õpilaste matemaatika õppimise parandamiseks. Selline lähenemisviis ei paranda mitte ainult õpilaste akadeemilist tulemuslikkust, vaid aitab neil ka mõista matemaatika olulisust nende valitud kutsealal.

Praktika on näidanud, et selleks, et see lähenemisviis oleks kõige tõhusam, on vaja vähemalt kahe kuu pikkust ettevalmistust. Tulevikus võiks uurida optimaalset ettevalmistusaega ja individuaalse õppemeetodi kombineerimise võimalikku kasu teiste pedagoogiliste strateegiatega. Näiteks võiks kursuse muuta grupiprogrammiks, kus enamik sisust, mida tunnist tunnini korratakse kõigi õpilastega, kantakse üle ümberpööratud klassruumi metoodika abil. Siiski soovisin ka üks-ühele kohtumisi õpilastega, et paremini mõista nende vajadusi, anda neile tuge ja veenduda, et nad tunnevad end mugavalt.

Kokkuvõtteks võib öelda, et see töö on näidanud suurt potentsiaali IT-suunatud individuaalseks õppeks, et parandada õpilaste matemaatilist arusaamist ja sooritust, soodustades ettevalmistamist infotehnoloogia valdkonnas toimuvaks karjäärriks.

KASUTATUD KIRJANDUS

Abramovich, S. (2021). Using Wolfram Alpha with Elementary Teacher Candidates: From More Than One Correct Answer to More Than One Correct Mathematics. *Mathematics*, 9(17), 2112. <https://doi.org/10.3390/math9172112>

Al-Jarf, Reima. (2009). Enhancing Freshman Students' Writing Skills with a Mind Mapping Software. Paper presented at the 5th International Scientific Conference, eLearning and Software for Education, Bucharest, Romania, April.

Boyer, C. B. (1991). *A History of Mathematics*. John Wiley & Sons.

Backus J. (1978). The history of FORTRAN I, II, and III. *ACM SIGPLAN Notices*, 1(8), 165–180. DOI:10.1145/960118.808380

Calder, N. (2019). Using Scratch to facilitate mathematical thinking. *Waikato Journal of Education*, 23(2). <https://doi.org/10.15663/wje.v23i2.654>

Britannica (2023) FORTRAN computer language. Available at <https://www.britannica.com/technology/FORTRAN>, accessed April 23, 2023.

COVID-19 põhjustatud majanduskriisi mõju tööjõudu oskuste vajaduse muutusele: haridus ja teadus (2021) Tallinn: Kutsekoda Sihtasutus, Haridus- ja teadusministeerium, Euroopa Liit Euroopa Sotsiaalfond, Eesti tuleviku heaks https://oska.kutsekoda.ee/wp-content/uploads/2018/09/Eriuuring_Haridus_ja_teadus.pdf (viimati vaadatud 23.04.2023)

Devlin, K. (2021). Matemaatikat tuleks õpetada kui mõtteviisi, mitte kui arvutamist. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 9(1), 6-32. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.1.02a>

Digialgatus koolituseprogramm *Harno* koolituskeskus https://digialgus.edu.ee/sonaraamat/digikeskkond/?_ga=2.179568740.1983571941.1619163317-2013798707.1615219900 (viimati vaadatud 25.04.2021)

Digipädevus. Sõnastik <https://digipadevus.ee/sonastik/#sonastik> (viimati vaadatud 25.04.2023)

E-Estonia. (2021). E-Eesti rahvusvahelise maine uuring [E-Estonia international reputation study]. Retrieved April 23, 2023, from <https://ria.ee/media/1070/download>

Eisenschmidt E. , Erss M. , Heidmets M. , Kikas E. , Poom-Valickis K. , Slabina P. , Timoštšuk I., Vinter K. (2017) *Õpikäsitus: teooriad, uurimused, mõõtmine. Analüütiline ülevaade*. Tallinna Ülikool, Haridusteaduste Instituut

Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., Viiri., J. (2021) Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Comput Appl Eng Educ*. 29: 12– 28. <https://doi.org/10.1002/cae.22255>

Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: Kuidas arendada ja mõista digipädevust Euroopas? Teadusuuringute Ühiskeskus, Tulevikutehnoloogiate Instituut. *Teaduse ja tehnika uuringute sari*. DOI:10.2788/52966

Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus. *Millistele küsimustele otsis koolirahvas koroonakevadel vastuseid?* <https://www.hitsa.ee/e-ope-korduma-kippuvad-kusimused/koroonakevade-kusimused> (viimati vaadatud 23.04.2023)

Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus (2020) Sünkroonne suhtlemine <https://www.hitsa.ee/e-ope-korduma-kippuvad-kusimused/sunkroonne-suhtlemine-kokkuvote> (viimati vaadatud 25.04.2021)

Haridus- ja Noorteamet (2021) *Distantsõpe* <https://harno.ee/distantsope> (viimati vaadatud 23.04.2021).

Haridus ja Noorteamet. *Digipädevus ja digipädevusmudel* <https://digipadevus.ee/digipadevus-ja-digipadevusmudel/> (viimati vaadatud 23.04.2021)

Haridus- ja Teadusministeerium (2018). *Õpikäsitus* <https://www.hm.ee/et/opikasitus> (viimati vaadatud 23.04.2021)

Haridus- ja Teadusministeerium (2019) *Digipööre* <https://www.hm.ee/et/digipoorde-programm> (viimati vaadatud 23.04.2021)

Haridus- ja Teadusministeerium (2020) *Haridusvaldkonna arengukava 2021–2035* https://www.hm.ee/sites/default/files/haridusvaldkonna_arengukava_2035_29.10.2020_riigikokku.pdf (viimati vaadatud 23.04.2021)

- Haridus- ja Noorteamet (2020) *Õpetaja digipädevusmudeli seletuskiri*
<https://digipadevus.ee/opetaja-digipadevusmudel/seletuskiri/> (viimati vaadatud 23.04.2021)
- Haridus- ja Teadusministeerium (2023) *Infotund: uuendused riiklikes õppekavades*
<https://www.youtube.com/watch?v=cz8lJKOe9Z0> (viimati vaadatud 23.04.2023)
- Haridus- ja Teadusministeerium (2021) *Distantsõppe korraldamise juhise üldhariduskoolidele*
https://www.hm.ee/sites/default/files/2021.03.10_distsantsoppe_juhis_uldhariduskoolidele.pdf (viimati vaadatud 23.04.2023)
- Haridus- ja Teadusministeerium *Põhiharidus* <https://www.hm.ee/uldharidus-ja-noored/alus-pohi-ja-keskharidus/pohiharidus> (viimati vaadatud 23.04.2023)
- Harris J. L. (2016) One to One Technology and its Effect on Student Academic Achievement and Motivation. *Contemporary Educational Technology*, 7(4), 368-381.
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2020) Improving Geometry Teaching with Scratch. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2), em0582.
<https://doi.org/10.29333/iejme/7807>
- Jürimägi, M. (2022) Insights from the Education Nation: The Case of Estonia. *Green European Journal*, vol 23, lk 128
- Kado, K. (2022). Teaching and learning the fundamental of calculus through Python-based coding. *International Journal of Didactical Studies*, 3(1), 15006.
<https://doi.org/10.33902/IJODS.202215006>
- Katz, V. J. (2008). A history of mathematics: An introduction (3rd ed.). Pearson.
- Kim, J., Kim, M., Yu, H., Kim, Y., & Kim, J. (2019, J). Effect of data visualization education with using Python on computational thinking of six grade in elementary school. *Journal of The Korean Association of Information Education*. Korean Association of Information Education. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.3.197>
- Knuth, D. E. (1972). The history of computer programming. *Communications of the ACM*, 15(7), 693-698. <https://doi.org/10.1145/361454.361487>

Kutsekoda Sihtasutus. (2017). Kutsestandardid: Õpetaja, tase 6. Retrieved from <https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10640560> (viimati vaadatud 23.04.2023)

Kutsekoda Sihtasutus. (2020). Kompetentsid: Digipedagoogika rakendamine. Retrieved from https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Kompetentsid/vaataStandardist/10747361/10824233/standard_kompetents_2 (viimati vaadatud 23.04.2023)

Kutsekoda Sihtasutus. (2020). Kutsestandardid: Õpetaja, tase 6. Retrieved from <https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10824210> (viimati vaadatud 23.04.2023)

Kutsekoda Sihtasutus (2016) Loodusainete ja matemaatika andmiseks napib juba õige pea õpetajaid <https://oska.kutsekoda.ee/loodusainete-ja-matemaatika-andmiseks-napib-juba-õige-pea-opetajaid/> (viimati vaadatud 25.04.2023)

Kutsekoda Sihtasutus (2021) Tulevikuvaade tööjõu- ja oskuste vajadusele: info- ja kommunikatsioonitehnoloogia valdkond https://oska.kutsekoda.ee/wp-content/uploads/2022/01/OSKA_IKT_2021_terviktekst_.pdf (viimati vaadatud 23.04.2021)

Laanpere, M.Ö; Pedaste, M. jt (2021) *Unelmate distantsõpe* <https://kompas.harno.ee/unelmate-distantsope> (viimati vaadatud 25.04.2021)

Lauristin, M.; Loogma, K. jt (2020) *Õpilaste, õpetajate ja lastevanemate toimetulek koroonakriisi aegses kaugõppes*. Eesti Haridusfoorum https://haridusfoorum.ee/images/2020/Distantsõppe_uuring_EHF_250720.pdf (viimati vaadatud 23.04.2021)

Lemos H., Cechinel C. (2019) *The final year project supervision in online distance learning: assessing students and faculty perceptions about communication tools* Behavior & Information Technology Vol. 38, No 1:65–84. DOI: 10.1080/0144929X.2018.1514423

Luik, P. (2021) Veebiseminar: kaugõppe tulevikusuunad. *Tehnoloogiatrendide ülevaade haridusrahvale* <https://kompas.harno.ee/veebiseminar-kaugõppe-tulevikusuunad/> (viimati vaadatud 25.04.2021)

Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014). Computational thinking in K-9 education. In A. Clear & R. Lister (Eds.), *Proceedings of Working Group Reports, Innovation & Technology in Computer Science Education Conference* (pp. 1–29). ACM.

Merriam-Webster Dictionary (2021) Distance learning. Available at <https://www.merriam-webster.com/dictionary/distance%20learning>, accessed April 23, 2021.

Nash, S. (2005) Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses. *Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1. DOI:10.28945/422.

Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2019). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9, *Education Inquiry*, 11(1), 1–17.

OECD (2018) The Teaching and Learning International Survey. Available at https://www.oecd.org/education/talis/TALIS2018_CN_EST.pdf accessed [April 24, 2023](#).

Prestiadi, D., Maisyaroh, M., Arifin, I., Bhayangkara, A. N. (2020) Meta-Analysis of Online Learning Implementation in Learning Effectiveness, 6th International Conference on Education and Technology (ICET) Athalla Nauval DOI: [10.1109/ICET51153.2020.9276557](https://doi.org/10.1109/ICET51153.2020.9276557)

Põhikooli- ja gümnaasiumiseadus (2022) RT I, 04.11.2022, 7 <https://www.riigiteataja.ee/akt/111072013002?leiaKehtiv> (viimati vaadatud 25.04.2023)

Põhikooli riiklik õppekava (2014) RT I, 29.08.2014, 20 <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020> (viimati vaadatud 25.04.2021)

Ridha, M. R., Pramiarsih, E, E. (2020) The Use of Geogebra Software in Learning Geometry Transformation to Improve Students' Mathematical Understanding Ability *Journal of Physics: Conference Series (IOP Publishing) 1477 042048*

Randmäe, K. (2020) NÜÜDISAEGNE ÕPIKÄSITUS – MIKS? *Väärtuspõhine õpe esseekogumik. Kaitseväe Akadeemia*. Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus: 140-143.

Skubik-Peplaski, C., Shisley, S. Dr., Edick, J., Cook, W. (2022) Agile Learning and Teaching with Miro Boards *Pedagogicon Conference Proceedings*. 4.

Shaziayani W., Sarimah S., Fuziatul N. (2020) *The uses of Wolfram Alpha in Mathematics Teaching and Learning in Higher Education* Vol. 1

Tamam, B., Dasari D. (2021) The use of Geogebra software in teaching mathematics, *Journal of Physics Conference Series* 012042 DOI: 10.1088/1742-6596/1882/1/012042

The Glossary of education reform (2013) *Learning environment*. Available at <https://www.edglossary.org/learning-environment/>, accessed April 24, 2021.

Zhang, M., Trussell, R.P., Gallegos, B. et al. (2015) Using Math Apps for Improving Student Learning: An Exploratory Study in an Inclusive Fourth Grade Classroom. *TECHTRENDS* *TECH TRENDS* 59, 32–39. <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0837-y>

Watkins, D. (2019) Hacking math education with Python *Red Hat, Inc*. Available at <https://opensource.com/article/19/1/hacking-math>, accessed April 24, 2021.

Wang, Q.; Woo, H. *et al* (2012) Using the Facebook group as a learning management system: An exploratory study. *British Journal of Educational Technology*, Vol 43, No 3: 428–438. DOI:10.1111/j.1467-8535.2011.01195.

ANDMED

E-Kool - <https://www.ekool.eu/#/>

Eksamite infosüsteem - <https://eis.ekk.edu.ee/eis>

Geogebra - <https://www.geogebra.org/?lang=en>

Google Jamboard - <https://jamboard.google.com/>

Google Meet - <https://meet.google.com/>

HarID - <https://harid.ee/et/>

Kahoot! - <https://kahoot.com/>

Linaarfunktsiooni Scratch project - <https://scratch.mit.edu/projects/850591819/>

Math99 - <https://99math.com/host>

Matemaatika lõpueksamite materjalid - <https://harno.ee/eksamid-testid-ja-uuringud/eksamid-testid-ja-lopudokumendid/pohikooli-lopueksamid#materjalid>

Miro - <https://miro.com/>

Moodle HTM (Haridus- ja teadusminusteerium) - <https://moodle.edu.ee/>

Python - <https://www.python.org/>

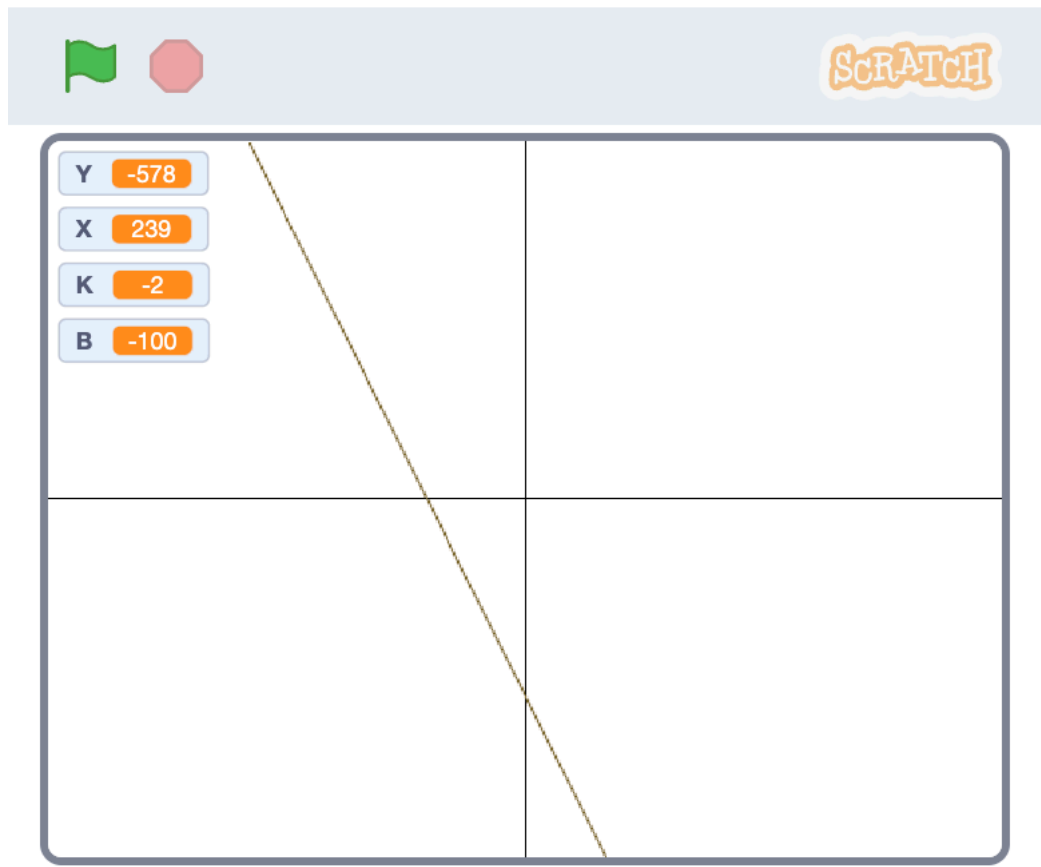
Thonny - <https://thonny.org/>

Stuudium - <https://stuudium.com/>

Wolfram Alpha - <https://www.wolframalpha.com/>

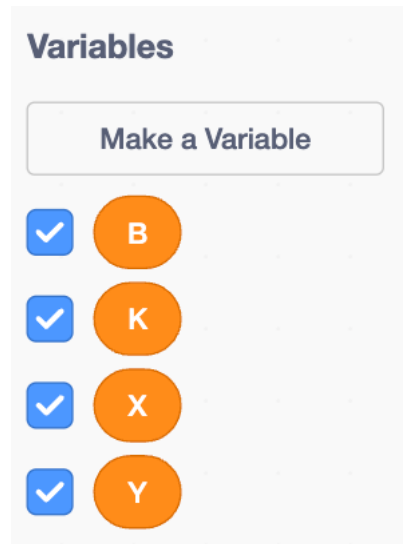
Zoom - <https://zoom.us/>

1. Alustage tegevust sellega, et Miro keskkonnas näidake selle projekti proovida ja vestelge sellest, et seda projekti on võimalik täna realiseerida. Õpilane läheb keskkonda ja teeb ekraani demonstratsiooni ning eemaldab punase kassi.



Joonis 15. Scratc projekti tulemus, allikas autori koostatud

2. Paluge neil meenutada, kuidas näeb välja lineaarse funktsiooni $Y=KX+B$ võrrand ja seejärel paluge õpilasel mõelda, kuidas luua 4 muutujat: Y, X, K, B.



Joonis 16. Tundmatu loomine, allikas autori koostatud

3. Seejärel ühendage need operaatorplokkide abil funktsiooni võrrandiks.

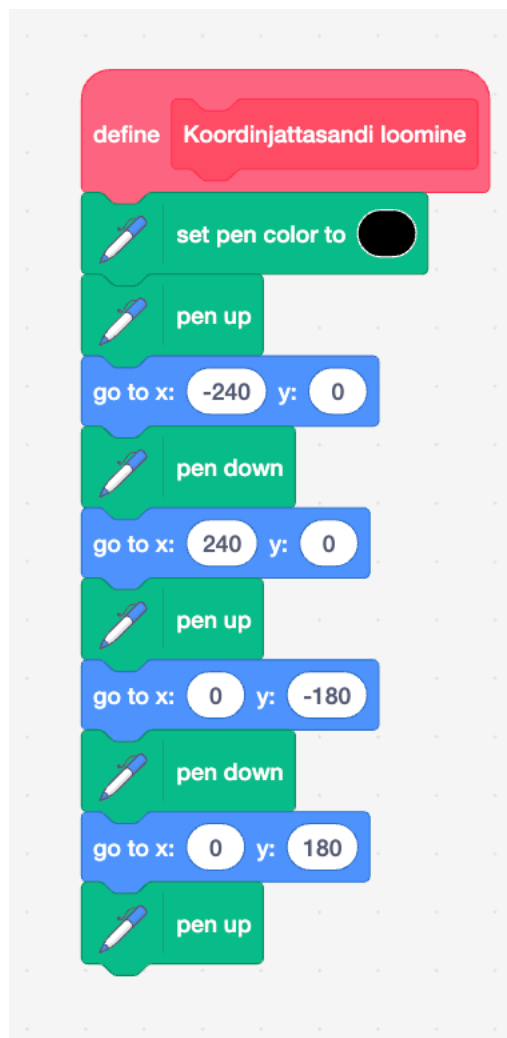


Joonis 17. Lineaarfunktsiooni valemi loomine Scratch's, allikas autori koostatud

4. Järgnevalt tutvume pliiaatsiplokkiga, mis on Pythonis olemas ka turtle'i nime all. Pliiaats on tööriist, mis liigub mööda lava ja joonistab joont. Ja stseen on pikslite kogum, kus igaühel on oma koordinaadid. X-vahemik on -240 kuni 240 ja y-vahemik on -180 kuni 180. Järgides tava, et koordinaatasapinnal läbivad koordinaatteljed (0;0) ja seetõttu ühendame telgede joonistamiseks maksimaalse ja minimaalse punkti koordinaadiga $X=0$ ja kõige vasakpoolsema ja kõige parempoolsema punkti koordinaadiga $Y=0$. Järgides tava, et koordinaatasapinnal läbivad koordinaatteljed (0;0) ja seetõttu ühendame telgede joonistamiseks maksimaalse ja minimaalse punkti koordinaadiga $X=0$ ja kõige vasakpoolsema ja kõige parempoolsema punkti koordinaadiga $Y=0$.

Sellest järeldub, et peame ühendama punktid (0;-180) ja (0;180) ning seejärel (-240;0) ja (0;240). Selleks kasutame sule tõstmiseks ja langetamiseks tööriista ning liikumise koodiplokk go to x,y

Selleks looge uus nähtamatu sprite tegelast, kes on nägu nähtu käsi joonistab meie graafikut ühendades stseeni pikseleid, mille koordinaadid kuuluvad antud funktsiooni, valige värv ja ühendage punktid, kasutades alltoodud näidet. Õpilane peaks kujutlema, et ta joonistab pliiatsiga, liikudes punktist punkti. Kuna tegemist on funktsioonide teemaga, tasub selle koodi jaoks luua funktsioon, sest see on eraldi ja eraldiseisev osa programmist.



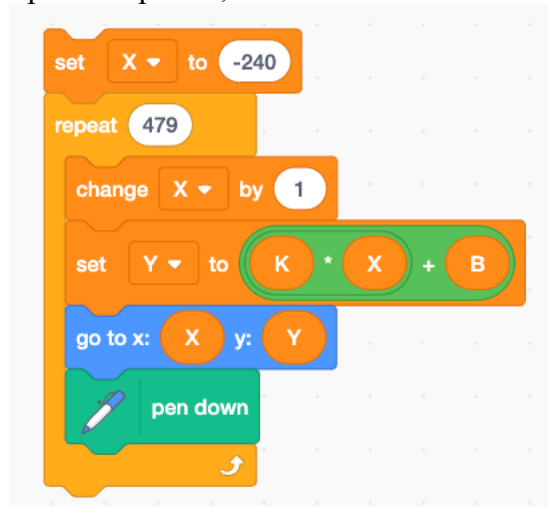
Joonis 18. Koordinattasandi pliiatsiga joonestamine, allikas autori koostatud

5. Ja edasi selle funktsiooni testimiseks peate programmi käivitama. Selleks peate lisama "kui ruutu vajutatakse" kontrollblogini liituma funktsioonipliatsiga et kustutama kõik, et stseen oleks selge ja seejärel lisama loodud funktsiooniploki.



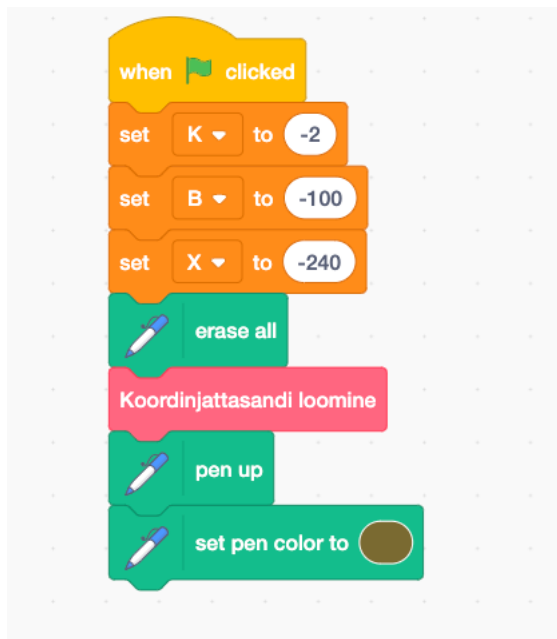
Joonis 19. Lineaarfunktsiooni valemi loomine Scratch's, allikas autori koostatud

6. Järgmiseks peame meele pidama, et funktsioon on mõeldud arvutuste optimeerimiseks ja samade arvutuste tegemiseks palju, palju kordi ja funktsioon y illustreerib kõiki väljendi väärtusi ja x on kõik võimalikud arvud, mida saab sinna asendada ja me võtame kõik X meie koordinaattasandist määratud vahemikus -240 kuni 240. Selleks me loome tsükli, mis võtab kõik võimalikud väärtused X ja vastavad koordinaadid ja Y. Seadke = miinimumväärtus X = -240. Tsükli alusteme minimaalse väärtuse ja muudame seda iga iteratsiooniga 1 võrra suuremaks. Iga iteratsiooni käigus saame numbrite X ja Y paari, mis on antud võrrandi lahendused. See tähendab, et iga punkt kuulub antud funktsiooni graafikusse. Kasutame pliiatsi moodulit, et liikuda punktist punkti, ühendades kõik funktsiooni punktid sirgeks.



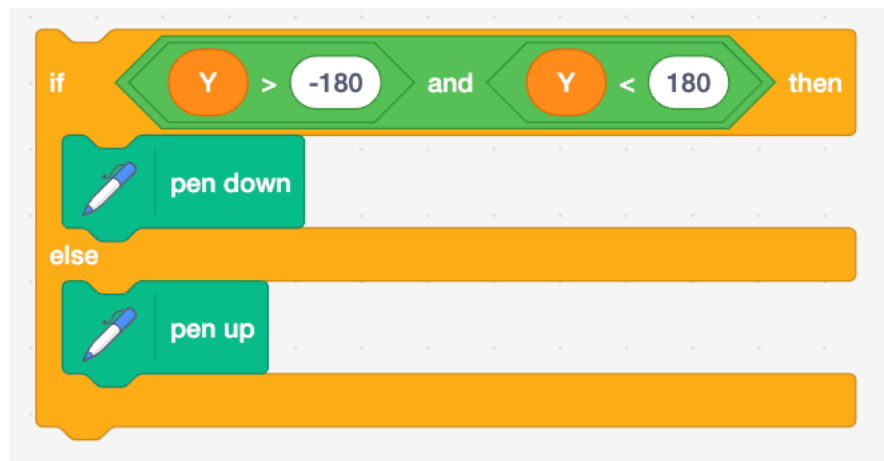
Joonis 20. Funktsiooni graafiku joonestamise tsükkel, allikas autori koostatud

7. Lisame K- ja B-koefitsiendid programmi alguses ja valime pliiatsi värvi. Et mittevajalikud jooned ei ilmuks lavale, lisage tõsta pliiatsit koodiplokki.



Joonis 21. Funktsiooni koefitsientide lisamine programmi, allikas autori koostatud

8. Järgmisena silume oma rakendust nagu tõeline programmeerija, et muuta meie rakendus ilusamaks, võtame välja kõik Y-väärtused, mis ei mahu koordinaattasandile vahemikus -180 kuni 180 if-else koodiplokkiga. Selleks, et kaks tingimust koos kohaneda kasunime and operaatorit mis on ilus näide diskreetmatemaatika rakendamist elus.



Joonis 23. If-Else koodiplokki lisamine programmi, allikas autori koostatud

9. Muudame koodi plokkis koefitsiente ja arutleme sellest, et sirgjoone leidmiseks piisab 2 punkti, aga neid on piiramatul kogus ning suure mahuga saavad tsüklid kiiresti tegema. Ja selle refleksiooniga lõpetame tundi.