

TARTU ÜLIKOOL
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Arvutiteaduste instituut

Kadri Sügis

**Gümnaasiumi valikkursuse “Maamõõtmispraktikum”
koostamine**

Matemaatika- ja informaatikaõpetaja õppekava
Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja: PhD Marina Lepp

Tartu 2023

Gümnaasiumi valikkursuse “Maamõõtmispraktikum” koostamine

Magistritöö

Kadri Sügis

Lühikokkuvõte. Magistritöö raames koostati gümnaasiumi valikkursus “Maamõõtmispraktikum”, mis on mõeldud eelkõige Eesti waldorfkoolide 10. või 11. klassi õpilastele. Kursus võib huvi pakkuda ka teistele üldhariduskoolidele, kus soovitakse õpilastele pakkuda algteadmisi lihtsast maamõõtmisest või praktilisi tegevusi matemaatikateadmiste rakendamiseks. Töös kirjeldatakse kursuse eesmärgi ja õpiväljundeid, ülesehitust, õppekeskkonda ja õppevahendeid, tuuakse välja kursuse sisu, õppemeetodid ja hindamisvõimalused ning esitatakse õppeprotsesside kirjeldused. Ülevaade antakse ka praktikumi läbiviimisest Tartu Waldorfgümnaasiumi õpilastega.

CERCS: S270 Pedagoogika ja didaktika.

Märksõnad: maamõõtmine, valikkursus, gümnaasium, integreeritud õpe, praktikumid.

Composition of the secondary school facultative course “Land surveying practice”

Master’s thesis

Kadri Sügis

Abstract. In this master’s thesis, a secondary school facultative course, foremost geared toward Estonian waldorf school 10th and 11th grade students, “Land surveying practice” was created. The course may be of interest to other general education schools, where elementary knowledge of land surveying or practical approaches to mathematics are valued. The thesis describes the aims and outcomes of the course, the structure, the learning environment and equipment, discloses the contents, teaching methods, assessment approaches and provides descriptions of the learning processes. As an outcome of the thesis, the resulting course was carried out and documented with the students of Tartu Waldorfgümnaasium.

CERCS: S270 Pedagogy and didactics.

Keywords: land surveying, facultative course, secondary school, integrated teaching, practical courses.

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Kursuse koostamise lähtekohad.....	6
1.1. Geodeesia ja geoinformaatika õpetamine Eestis.....	6
1.2. Maamõõtmispraktikum waldorfkoolide õppekavas.....	9
1.3. Kursuse koostamise alused.....	11
2. Kursus.....	16
2.1. Kursuse eesmärgid ja õpiväljundid.....	16
2.2. Kursuse sihtrühm.....	18
2.3. Kursuse kogumaht, ülesehitus, õppekeskkond ja õppevahendid.....	18
2.4. Kursuse sisu ja õppemeetodid.....	20
2.5. Hindamine.....	23
2.6. Õppeprotsesside kirjeldused.....	26
3. Maamõõtmispraktikumi läbiviimine ja tagasiside.....	35
3.1. Praktikumi ettevalmistamine.....	35
3.2. Kursusest osavõtjate lühikirjeldus.....	36
3.3. Õppetöö.....	37
3.4. Hindamine ja tagasiside.....	39
3.5. Tähelepanekud.....	44
Kokkuvõte.....	48
Kasutatud materjalid.....	49
Lisa 1. Õpilaste täidetud töölehtede ja jooniste näidised.....	54
Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	57

Sissejuhatus

Küllap on iga matemaatikaõpetaja pidanud vastama tunnis esitatud küsimusele: “Aga kus mul seda päris elus vaja läheb?”. Gümnaasiumi laia ja kitsa matemaatika kohustuslike kursuste läbimisel baasteadmisi ja -oskusi omandades lahendatakse küll erinevate valdkondadega seotud rakendusülesandeid, aga oodatud ettekujutust, kuidas matemaatikat igapäevaelus kasutatakse, igal õpilasel ei teki. Eurydice aruandes (2022) tuuakse välja, et matemaatikat näevad õpilased sageli reaalsusest eraldatuna (Aguirre et al., 2013; Vos, 2018), aga õppimise mõtestamiseks on oluline, et õpilased saaksid siduda selle kogemustega väljaspool kooli. Pauline Vos (2018) kirjutab, et tüüpiline viis niivõrd teoreetilise aine sidumiseks reaalse eluga on tekstülesanded, aga need on sageli pseudoreaalne sisuga või õpilase jaoks ebavajalike vastustega ja ei loo muljet, et matemaatika on kasulik reaaleluliste probleemide lahendamisel. Siin võib abi olla valikkursustest, mis loovad seoseid matemaatika ja teiste valdkondade, kus matemaatika on praktiline tööriist, vahel. Näiteks Gümnaasiumi riikliku õppekava (2023) lisas 8 kirjeldatud matemaatika ainevaldkonna valikkursus “Majandusmatemaatika elemendid” annab arusaamise lihtsamatest matemaatilistest mudelitest, mida rakendatakse majandusmaailmas, loodusainete valdkonna valikkursuses “Rakendusbioloogia” järgitakse aktiivõppe põhimõtteid ning see loob seosed keemias, füüsikas, matemaatikas ja geograafias õpitavaga, valikkursuses “Geoinformaatika” lõimitakse geograafia, matemaatika ja informaatika, seejuures moodustavad suure osa valikkursuse mahust praktilised tegevused.

Käesoleva magistritöö eesmärk on koostada erinevaid ainevaldkondi seostav gümnaasiumi valikkursus, mille käigus oleks võimalik praktiliselt rakendada matemaatikatundides õpitut. Kursuse kokkuseadmisel on toetutud enam kui kümneaastasele kogemusele maamõõtmispraktika juhendamisel Tartu Waldorfgümnaasiumis. Maamõõtmispraktika on üks võimalikest praktikatest, mille waldorfkoolide õpilased läbivad ja see kuulub traditsiooniliselt waldorfkoolide õppekavasse.

Maamõõtmine tähendab väiksemate maa-alade mõõdistamist ja kaardistamist (*EKI ühend sõnastik*, 2023). Tänapäeval toimub andmete kogumine ja töötlemine elektrooniliste seadmete abil ning kaardid ja plaanid valmivad arvutis, aga plaanistamise

põhimõtted ei ole muutunud. Plaanistamise põhimõtete tutvustamist võiks õpilastega alustada just sellisest pisut vanamoelisest lihtsast maamõõtmisest: nurkade mõõtmine optilise mõõteseadmega, pikkuste mõõtmine mõõdulindiga, andmete protokollimine, arvutamine, mõõtmisvigade hindamine, andmete põhjal plaani joonestamine. Niisugune kursus võiks eelneda olemasolevale gümnaasiumi valikkursusele “Geoinformaatika” ja praegu seda üldhariduskoolide õpilastele ei pakuta. Geomaatikat, mis ühendab geodeesiat ja geoinformaatikat ning hõlmab maamõõtmist, andmetöötlust ja informaatikat (*EKI ühendsõnastik*, 2023), õpitakse kõrg- või kutsekoolis eriala omandamise käigus.

Töö koosneb kolmest peatükist. Esimeses neist antakse ülevaade geodeesia ja geoinformaatika õpetamisest Eestis, olemasolevast maamõõtmispraktika ainekavast waldorfkoolide õppekavas ja kursuse koostamise teoreetilistest alustest. Teises peatükis kirjeldatakse kursuse eesmärke, sihtrühma, kogumahtu ja ülesehitust, õppekeskkonda ja õppevahendeid, tuuakse välja kursuse sisu, õppemeetodid ja hindamisvõimalused ning esitatakse õppeprotsesside kirjeldused. Kolmandas peatükis vaadeldakse kursuse läbiviimist Tartu Waldorfgümnaasiumis 2021/2022. õppeaastal 11. klassis õppinud õpilastega.

1. Kursuse koostamise lähtekohad

1.1. Geodeesia ja geoinformaatika õpetamine Eestis

Matemaatika õpetamine kuulus varasemalt tihedalt kokku selle praktilise rakendamisega teistes valdkondades. Helmut Piirimäe kirjutab (Piirimäe, 1982), et 1632. aastal rajatud *Academia Gustaviana*s olid ühendatud matemaatika, astronoomia ja geograafia ning nendega seotud geodeesia ja inseneriteaduse õpetamine. Tartu Ülikoolis koolitati sel ajajärgul maamõõtjaid ja fortifikatsioonihvitseri ning ülikooli põhiseaduses “rõhutati matemaatiliste teaduste rakendamist põldude, väljade, mägede, jõgede, kindluste jne. kaardistamisel ehitustegevuses, sõjanduses ja meresõidus” (Piirimäe, 1982, lk 240). Karl Siilivask toob välja (Siilivask, 1982), et ka 1802. aastal taastatud Tartu Ülikoolis ühendati traditsiooniliselt matemaatika ja astronoomiaga matemaatiline geograafia, geodeesia ja kartograafia. Õpetati praktilist trigonomeetriat ja geomeetriat, mille sisuks oli topograafiline kaardistamine. Alates 1815. aastast õpetas F. G. W. Struve kõrgemat geodeesiat. Esimeseks geodeetiliseks ekspeditsiooniks Eesti territooriumil loetakse 1808. aastal M. G. Pauckeri juhendamisel alanud Emajõe kaardistamist, millele järgnes Liivimaa geodeetiline mõõdistamine Struve poolt aastatel 1816 - 1819 (Siilivask, 1982).

Tänapäeval on Tartu Ülikoolis võimalik omandada bakalaureusekraad geograafias, kitsama suunitlusega geoinformaatika ja kartograafia erialale, millele spetsialiseerumine toimub magistriõppes (Tartu Ülikooli geograafia osakond, 2021). Õpitakse maamõõtmist, paber- ja veebikaartide tegemist ning kaasaegsete geoinfosüsteemide loomist ja kasutamist. Eesti Maaülikooli metsanduse ja inseneeria instituudil on bakalaureuse- ja magistriõppekavad “Geodeesia, kinnisvara- ja maakorraldus” (Eesti Maaülikool, i.a.). Nimetatud erialal õppivad üliõpilased saavad bakalaureuseõppes lisaks õiguslik-majanduslikele teadmistele ka tehnilised oskused. Õpitakse kasutama kaasaegseid tehnilisi seadmeid, millega teha mõõtmisi looduses, koguda informatsiooni ja seda visualiseerida. Tallinna Tehnikaülikoolis antakse inseneriteaduskonnas teedehituse ja geodeesia eriala valinutele põhjalikud teadmised geodeesiast (Tallinna Tehnikaülikool, 2023b). Väljaõppe jooksul läbitakse kaks erialast praktikat, millest esimese käigus saadakse oskused lihtsamate ja teises keerulisemate ülesannete sooritamiseks ehitusgeodeetilistel töödel (Tallinna Tehnikaülikool, 2023b). Samuti on

geodeesia õppimine koos õppepraktikaga ehitiste projekteerimise ja ehitusjuhtimise õppekavas (Tallinna Tehnikaülikool, 2023a).

Geodeesiainseneriks on võimalik õppida ka Tallinna Tehnikakõrgkooli ehitusinstituudis rakendusgeodeesia õppekaval (*Rakendusgeodeesia*, i.a.). Teiste ehitusinstituudi õppekavade ja raudteetranspordi õppekava kohustuslike ainete hulka kuulub üldgeodeesia kursus (*Üldgeodeesia*, i.a.), mille läbinu teostab maapinna kõrguslik-plaanilise mõõdistamise, mõõdistamispõhised arvutused ja koostab topograafilise plaani. Hoonete ehituse eriala omandajad läbivad üldgeodeesia praktika, mille läbinu oskab planeerida geodeetilisi töid, kasutada geodeetilisi instrumente, koostada maa-ala plaani ja teostada punktide plaanilisi ja kõrguslikke väljamärgimisi (*Üldgeodeesia praktika*, i.a.). Üld- ja teedegeodeesia praktika on kohustuslik teedehituse erialal õppijatele, kes pärast kursuse läbimist kasutavad teodoliiti ja nivelliiri, koostavad maa-ala plaani ja tunnevad tee ehitamisega seotud geodeetilisi töid (*Üld- ja teedegeodeesia praktika*, i.a.).

Lisaks kõrgkoolidele on võimalik erialast haridust saada ka kutsekoolis. Kehtna Kutsehariduskeskus pakub täiskasvanutele võimalust omandada põhihariduse baasil maamõõdutehniku eriala (Kehtna Kutsehariduskeskus, i.a.). Kooli kodulehel tuuakse välja, et see amet nõuab matemaatilist võimekust, loogilist mõtlemist ja analüüsivõimet, silmamälu ja ruumilist kujutlusvõimet. Maamõõdutehnikuks õppijatelt eeldatakse ka täpsust, kohusetunnet, enesedistsipliini, keskendumisvõimet ja head suhtlemisoskust. Eriala omandanu teostab mõõdistustöid objektidel, töötleb ja vormistab erinevaid tehnoloogiaid kasutades mõõdistusandmeid ning koostab mõõtmistulemuste põhjal teostusjooniseid.

Üldhariduskoolides mõõdistamist, mõõdistamisandmete töötlemist ja jooniste koostamist ei õpetata. Eesti Teadusagentuuri tellimusel valmis TeaMe programmi raames 2012. aastal gümnaasiumi valikkursus "Geoinformaatika", mille autoriteks on peamiselt TÜ geograafia osakonna geoinformaatika ja kartograafia õppejõud. Kursuse kirjelduses (*"Geoinformaatika"*, 2012) on välja toodud järgmised õpitulemused: "kursuse edukalt läbinud õpilane tunneb geoinformaatika uurimisvaldkonna põhilisi käsitlusi ja mõisteid; teab olulisemaid ruumiandmete allikaid Eestis ja maailmas; oskab iseseisvalt luua ja koguda ruumiandmeid ja hinnata nende usaldusväärsust; tunneb

enamlevinuid ruumiandmete struktuure ja oskab neid kasutada ülesannete lahendamisel; teab ja oskab rakendada ruumianalüüsi meetodeid; tunneb GIS-programmide üldist loogikat ja oskab mõnda neist kasutada geoinformaatilise analüüsi läbiviimiseks; oskab ruumianalüüsi tulemusi vormistada ja neid tõlgendada; saab ettekujutuse geoinformaatika valdkonnas töötamise olemusest”. Veebikursus oli koolidele kättesaadav HTM Moodle keskkonnas ja jõudis valikainena mitmete gümnaasiumide õppekavasse. Kursuse materjalid (TÜ geograafia osakond, 2012) on HTM Moodle’is vaatlemiseks ja allalaadimiseks endiselt olemas, aga aktiivset õppetööd ja kursuse haldust enam ei toimu (Allese, 2023).

Geoinformaatika õpetamise olukorrast ja TeaMe programmi raames koostatud materjalide kasutamisest koolides andis 2017. aastal ülevaate Silva Sulg Eesti Maaülikoolis kaitstud bakalaureusetöös “Geoinformaatika õpetamine Eesti üldhariduskoolides” (Sulg, 2017). Andmete kogumiseks geograafiaõpetajate listi kaudu laiali saadetud küsimustikule vastas kokku 59 õpetajat, kellest 41 õpetas gümnaasiumiastmes. 17 vastanut töötas gümnaasiumides, kus oli olemas eraldi aine geoinformaatika õpetamiseks, ühe vastaja puhul oli eraldi aine olemas nii põhikoolis kui ka gümnaasiumis. TeaMe programmi raames koostatud materjale kasutas õppetöös 17 vastajat. Vastanutest 3 kasutas TeaMe kursuse materjale geoinformaatika teemade õpetamisel geograafia, arvutiõpetuse või informaatikatunnis.

Gümnaasiumi riikliku õppekava lisast 8 leiab ka hetkel ainevaldkondlike valikkursuste hulgast kursuse “Geoinformaatika”. Ainekavas toodud õppesisu on vastavuses TeaMe programmi raames koostatud materjalidega, aga õpitulemuste sõnastus on muutunud: “valikkursuse lõpus õpilane on huvitatud arvutite ja nüüdisaegsete tehnovahendite kasutamisest geograafias; on omandanud ülevaate geoinformaatika valdkonna põhimõistetest ning GISi rakendustest; leiab erinevaid ruumiandmeid ning hindab nende kvaliteeti; suudab lõimida ruumiga seotud andmeid maailma ja Eesti kohta; mõistab ning väärtustab GISi vajalikkust ja tõhusust ruumi haldamises ning plaanimises; suudab mõelda ruumiliselt, rakendada matemaatikas õpitut ruumiga seotud ülesandeid lahendades ning lugeda ja tõlgendada kaarte; kasutab oskuslikult IKT vahendeid ruumiga seotud probleemülesandeid lahendades” (GRÕK, 2023, lisa 8). Lisaks koolides

pakutavale on õpilastel on võimalik valikkursust “Geoinformaatika” läbida ka Tartu Ülikooli Teaduskooli e-õppekeskuses (*Gümnaasiumi...*, i.a.).

Samuti on gümnaasiumiõpilastele mõeldud Tallinna Tehnikaülikoolist matemaatika- või geograafiatunni raames kooli tellitav populaarteaduslik loeng "Geodeesia mõõdab maailma" (Tallinna Tehnikaülikool, i.a.). Loengu sisuks on geodeesia (maamõõtmise või täppismõõdistamise) tutvustamine. Loengu käigus demonstreeritakse erinevaid mõõteseadmeid ja -meetodeid ning tutvustatakse kaugseirelist mõõdistamist, arutlusele võetakse mõõdistamisel saavutatav täpsus. Võimalusel viiakse demonstratsioonid läbi õues.

1.2. Maamõõtmispraktikum waldorfkoolide õppekavas

Volker Frielingsdorf kirjutab, et esimese waldorfkooli ülesehitamise aastatel Stuttgartis kindlat õppekava ei eksisteerinud (Frielingsdorf, 2019). Alles pärast Rudolf Steineri – waldorfpedagoogika rajaja – surma otsustati tema ettepanekud ja soovitused koondada ühtseks materjaliks. 1925. aastal andis Caroline von Heydebrand välja esimese waldorfkoolide õppekava, mis oli kuni 1995. aastani waldorfkoolide õppekava arendustöö lähtematerjaliks. Heydebrandi õppekavas (Heydebrand, 2009) kuulub 10. klassis õpetatavate ainete hulka ka “Maamõõtmine ja tehniline mehaanika”, mille raames õpetatakse maastikul lihtsama maamõõtmise juurde kuuluvate ülesannete täitmist. Heydebrand toetub Stuttgartis esimese 10. klassi avamisel peetud loengule (Steiner, 1996), milles Steiner rõhutab, et poisid peavad selles vanuses ümbritseva maailma tajumiseks ja mõistmiseks tingimata tegelema lihtsa maamõõtmise ja plaani joonestamisega ja tüdrukud teevad seda koos poistega. Ainesisu Heydebrand täpsemalt lahti ei kirjuta.

Tobias Richteri poolt koostatud ja esmakordselt 1995. aastal ilmunud waldorfkoolide õppekava (Richter, 2016) on *Curriculum*-tüüpi õppekava, milles on tähtsaimal kohal selgitav üldosa, kus sõnastatakse õppekava eesmärgid. Kõik alaeesmärgid ja nende täitmiseks vajalikud tegevused tulenevad üldeesmärkidest. Richteri õppekavas tuuakse 10. klassi puhul välja järgmised alaeesmärgid:

- Objektiivsus ja selgus mõtlemises, millega luuakse baas enese määratlemiseks maailmas. Loogiline, järeldav, kausaalne otsustamine.

- Seaduspärasuste analüütiline äratundmine ümbritsevas maailmas. Vastandumine puhtmateriaalsele, füüsilis-meeleliselt haaratavale. Teadlikuks maailmakodanikuks saamine, huvi suunamine ümbritsevale maailmale.
- Kindluse saavutamine, et maailm on tõene ja mõistetav.
- Täpsus tegudes, praktilise kogemuse saamine.
- Oma võimete tajumine, kasvav vastutus oma tegude eest.

“Mõõtmispraktikum (maamõõtmine)”, mis vastab suurele osale nendest nõudmistest, on selles õppekavas paigutatud matemaatika ainevaldkonda. Võimaliku ainesisuna on kirjas (Richter, 2016):

- Vajaminevate mõõtevahendite tundmaõppimine (teodoliit, nivelliir, ekker).
- Nurga, kõrguse ja pikkuse mõõtmise kogemine.
- Vea hindamine, keskväärtuse arvutamine, interpolatsioon.
- Trigonomeetriliste seoste rakendamine.
- Võimalikult täpse plaani joonestamine.

Waldorfkoolides, mille õppekavasse maamõõtmine kuulub, vältab praktika enamasti kaks nädalat ja peaaegu alati on see seotud õppereisiga. Siiski on erinevatel koolidel praktika läbiviimiseks kujunenud välja oma vorm ja tavad. Näiteks Evinghauseni waldorfkooli (Saksamaa) praktika toimub juba mitmeid aastaid Tšehhimaal, kus kolme nädala jooksul õpitakse tundma maastikku, omandatakse algteadmised geodeesiast, harjutatakse mõõtevahendite kasutamist ja tegeletakse mõõdistamisega, hinnatakse saadud andmeid ja joonestatakse nende alusel topograafiline plaan (Freie Waldorfschule Evinghausen, i.a.). *Academe of the Oaks* (Decatur, Georgia, USA) viib oma õpilased üheks nädalaks Apalatšidesse, kus lisaks matkamisele, raftingule ja majesteetliku ümbruse nautimisele õpitakse kasutama põhilisi mõõtevahendeid: teodoliiti, mõõdulinti jms, aga ka arvutama otseselt mittemõõdetavaid vahemaid (Academe of the Oaks, i.a.).

Richteri õppekava tõlgiti eesti keelde (Richter, 2004) ja selle alusel valmis 2009. aasta kevadel Tartu Waldorfgümnaasiumi õpetajate ühistööna Eesti waldorfkoolide avatud raamõppekava, millele toetudes koostab iga kool oma õppekava. Raamõppekava sisaldab peatükki “Projektitööd ja praktikad”, milles on üldiselt kirjeldatud ka maamõõtmispraktika õppe-eesmärgid, õppetegevused ja õppesisu. Olulisena tuuakse välja matemaatikateadmiste rakendamine praktikas, iseseisvuse kujunemine ja

sotsiaalsete oskuste kasvamine rühmatöö käigus. Kursuse ülesehitust ei täpsustata, kursuse pikkuseks antakse üks kuni kaks nädalat. Õppesisuna on kirjas (Eesti Vabade Waldorfkoolide ja -lasteadeade Ühendus, 2012): “Töö sammumõõdu ja kompassiga: üldise skeemi koostamine; kompassi kasutamine; sammumõõdu määramine; mõõtmistööd; protokollide koostamine; plaani joonestamine. Maa-ala plaanistamine: asendiplaani koostamine; kinnispunktiväli (võrgustiku valik oleneb maastikust: kolmnurgavõrk, polügoonvõrk, mõõtjoonte võrk. Mõõtjooni kasutatakse, kui on vajalik tihenemine); pikkuste mõõtmine; mõõdulati ja loodi kasutamine; nurgamõõtmine; teodoliidi kasutamine; kõrguste mõõtmine; nivelliiri kasutamine; profiili koostamine; protokollide koostamine; vajalike arvutuste tegemine; plaani joonestamine; tingmärgid”.

Eestis on 11 waldorfkooli, gümnaasiumiaste on olemas neist neljal: Tallinna Vaba Waldorfkoolil, Viljandi Vaba Waldorfkoolil, Rakvere Waldorfkoolil ja Tartu Waldorfgümnaasiumil. Tallinna Vaba Waldorfkooli õppekava (2016) ainevaldkond “Projektitööd ja praktikad” sisaldab ka ainekava “Maamõõtmine”, mis vastab täpselt waldorfkoolide raamõppekavas toodule. Viljandi Vaba Waldorfkooli õppekavas (2019) on “Maamõõtmine” kirjeldatud eraldi aiena, mille maht on üks kuni kaks töönädalat (tööpäeva pikkus 6-8 tundi). Ainekava vastab samuti täpselt waldorfkoolide raamõppekavas toodule. Tartu Waldorfgümnaasiumi õppekavas (2017) kuulub “Maamõõtmine” ainevaldkonda “Praktikad”. Ära on toodud ainevaldkonna õppe- ja kasvatusesmärgid, üldpädevuste kujundamise võimalused, läbivate teemade käsitlemine ja hindamine. Ainekavas, mille pani kirja waldorfkoolide raamõppekavale toetudes käesoleva töö autor 2014. aastal, on lühidalt toodud aine õppe- ja kasvatusesmärgid, juhtmotiivid, õppesisu ja sellele vastavad õppetegevused ning lõimimine teiste ainetega. Rakvere Waldorfkooli õppekava (2021) ainevaldkond “Praktikad gümnaasiumis” sisaldab matemaatika valdkonna valikainet “Maamõõtmine”, mille maht on 35 tundi. Ainekava vastab täpselt Tartu Waldorfgümnaasiumi õppekavas (2017) toodud ainekavale. Autorile teadaolevalt on maamõõtmispraktika regulaarselt toimunud ainult Tartu Waldorfgümnaasiumis.

1.3. Kursuse koostamise alused

Eesti waldorfkoolide gümnaasiumiastme õppekava koostamisel on aluseks Eesti waldorfkoolide avatud raamõppekava ja Gümnaasiumi riiklik õppekava (GRÕK).

Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (GRÕK, 2023, §19) on kirjas, et kooli õppekava koostatakse riikliku õppekava alusel. Selles kirjeldatakse õppe rõhuasetused ja õppekava täitmiseks vajalikud tegevused, õppekava koostamisel arvestatakse kooli eripära. Kooli õppekavas esitatakse ainevaldkondade kaupa koondatuna kohustuslike kursuste, valikõppeainete ja valikkursuste kavad.

Pille Liblik (2015) soovitab valikkursuse ainekava koostamisel arvestada kehtiva õpikäsitluse ja hindamise põhimõtetega. Kehtiva õpikäsitluse kohaselt (GRÕK, 2023, §6) on õppimine õpilase varasematele teadmistele tuginev tajutava teabe mõtestamisele ja tõlgendamisele suunatud aktiivne ja sihipärane tegevus. Õppimine toimub vastastikusel toimes teiste õpilaste, õpetajate, vanemate ja üldisema elukeskkonnaga. Peamisel kohal on õppimises aktiivne teadmiste konstrueerimise protsess, mida peab toetama iseseisvat õppimist soodustava õpikeskkonnaga, õpilastel tuleb lasta õppida töötama nii iseseisvalt kui ka kollektiivselt. Vastavalt Gümnaasiumi riiklikule õppekavale (GRÕK, 2023, 5. jagu) on hindamise eesmärk:

- 1) õpilase arengu toetamine – antakse tagasisidet õppeedukuse kohta, motiveeritakse sihiteadlikult õppima, suunatakse enesehinnangu kujunemist, ollakse toeks edasise haridustee valikul;
- 2) õpetaja – õpilase õppimisele ja individuaalsele arengule kaasaaitaja – tegevuse suunamine.

Gümnaasiumi riikliku õppekava järgi (GRÕK, 2023, 5. jagu) jaguneb hindamine kujundavaks ja kokkuvõtvaks hindamiseks. Suuline või kirjalik kujundav hindamine leiab aset kogu õppe jooksul ning selle käigus antakse õpilasele õppimist toetavat tagasisidet. Kujundava hindamise protsessi kaasatakse ka õpilased, lastes neil analüüsida ja hinnata nii enda kui ka kaaslaste õppimist ja käitumist. Kujundava hindamise üheks vahendiks võib olla õpimapp kui õppimise päevik, mis sisaldab nii tehtud töid ja nende analüüsi kui ka tagasisidet. Kokkuvõtval hindamisel võrreldakse õpilase teadmisi ja oskusi kavandatud õpiväljundite ehk õpitulemustega. Hindamise tulemused väljendatakse üldjuhul viie palli süsteemis, aga kool võib valikkursuste hindamisel kasutada ka hinnanguid “arvestatud” ja “mittearvestatud”, mida viie palli süsteemi ei teisendata. Kokkuvõttev hindamine annab ka aluse õpilase üleviimiseks järgmisse klassi ning gümnaasiumi lõpetamise otsuse tegemiseks.

Gümnaasiumi riiklik õppekava on väljundipõhine (*Õpitulemuste ajakohastamine*, 2019). John Biggs ja Catherine Tang (Biggs ja Tang, 2009) nimetavad väljundipõhiseks sellist õpet, mille puhul kavandatakse kõigepealt oodatavad tulemused ning nendest tuleneb kogu õpetamisprotsess. Õpitulemuste ehk õpiväljundite sõnastamisel lähtutakse õppijast ja need määravad kindlaks, milline on õppija eeldatav mõistmise ja oskuse tase õppimise perioodi lõpul. Biggs ja Tang rõhutavad ka õpiväljundite taseme määratlemise olulisust ja annavad nende sõnastamiseks ette järgmised komponendid:

- 1) kavandatud õpitegevust ja mõistmise taset näitav verb;
- 2) teemale vastav sisu, millele verb on suunatud - õpitegevuse objekt;
- 3) ainevaldkonna kontekst, milles õpitegevus toimub.

Einike Pilli (2009) soovitab õpitulemuse formuleerimisel silmas pidada järgmisi üksikasju:

- 1) kognitiivne protsess või konkreetne tegevus – õpiverb;
- 2) teadmus või aine sisu – õpitulemuse sihitise osa;
- 3) täpsustus – määratlus või selgitav lauseosa.

Õpilase soorituse kirjeldamiseks sobivate õpiverbide valimisel võib abiks võtta kaks erinevat taksonoomiat. Esimesele neist pani 1956. aastal aluse Benjamin S. Bloom, kelle töörühm jaotas õppimise tulemused kolmeks valdkonnaks (Bloom *et al.*, 1956): kognitiivseks ehk tunnetuslikuks, afektiivseks ehk väärtushinnanguliseks-hoiakuliseks ja psühhomotoorseks ehk ümberkujundav-soorituslikuks. Praktikas on kõige rohkem kasutatud kognitiivse taksonoomia jaoks sõnastatud õpitulemusi väljendavaid põhikategooriaid: teadmine, mõistmine, rakendamine, analüüs, süntees ja hindamine (Krull, 2020). Bloomi taksonoomiat täiendasid ja täpsustasid Lorin W. Anderson ja David R. Krathwohl (2001), kes lisasid põhikategooriatele alakategooriad ja muutsid hindamise ja sünteesi järjekorda. Teine võimalus ainekursuse väljundite sõnastamiseks on Biggsi ja Tangi (2009) koostatud jälgitavate õpiväljundite taksonoomia ehk SOLO (ingl *structure of the observed learning outcome*) kasutamine. Täpsustatud Bloomi taksonoomiale toetuvate õpiverbide loetelu leiab tabelist 1. Biggsi ja Tangi jälgitavate õpiväljundite taksonoomiaga kooskõlas olevad verbid on antud tabelis 2.

Tabel 1. Bloomi täpsustatud taksonoomia õpiverbid (Biggs ja Tang, 2009, lk 82).

Meeldejätmine	Defineerida, kirjeldada, joonistada, leida, pealkirjastada, leida sobivad paarid, nimetada, tsiteerida, meelde tuletada, järele korrata, öelda, kirjutada.
Mõistmine	Klassifitseerida, võrrelda, näitlikustada, järelda, demonstreerida, arutada, selgitada, ära tunda, illustreerida, tõlgendada, ümber sõnastada, prognoosida, teha kokkuvõtte.
Rakendamine	Rakendada, muuta valida, kalkuleerida, esitada draama vormis, ellu viia, ette valmistada, luua, esitada rollimänguna, välja valida, näidata üle kanda, kasutada.
Analüüsimine	Analüüsida, iseloomustada, klassifitseerida, võrrelda, vastandada, vaidlustada, dekonstrueerida, tuletada, eristada, vahet teha, eritleda, uurida, organiseerida, anda ülevaade, seostada, lahutada tervikust, struktureerida.
Hinnangu andmine	Anda hinnang, väita, hinnata, teha valik, järelda, kritiseerida, otsustada, vaagida, langetada otsus, õigustada, prognoosida, leida prioriteedid, tõestada, panna tähtsuse järjekorda, koostada astmestik, selekteerida, teostada järelevalvet.
Loomine	Ehitada, kavandada, arendada, tekitada, hüpoteesi välja töötada, avastada, välja mõelda, planeerida, toota, koostada, komponeerida, luua, teha, esitada.

Tabel 2. Mõningad SOLO õpiverbid (Biggs ja Tang, 2009, lk 81).

Üheplaanilisus	Meelde jätta, ära tunda, identifitseerida, kokku lugeda, defineerida, joonistada, leida, pealkirjastada, leida sobivad paarid, nimetada, tsiteerida, meelde tuletada, järele korrata, öelda, kirjutada, järele aimata.
Mitmetahulisus	Klassifitseerida, kirjeldada, loetleda, teha kokkuvõtte, arutada, illustreerida, välja valida, jutustada, arvutada, järjestada, kirjutada kava, lahutada ühed elemendid teistest.
Seostatus	Rakendada, lõimida, analüüsida, selgitada, prognoosida, järelda, teha üksikasjaline kokkuvõtte, kirjutada arvustus, argumenteerida, tõendada, kohaldada, teha plaan või kava, iseloomustada, võrrelda, vastandada, eristada, organiseerida, väidelda, seisukohta põhjendada, konstrueerida, anda hinnang ja ümber kirjutada, uurida, tõlkida, ümber sõnastada, probleemi lahendada.
Üldistus	Teooriat luua, hüpoteesi püstitada, üldistada, reflekteerida, välja töötada, luua, koostada, leiutada, algatada, tõestada aluspõhimõtteid kasutades, originaalset tõenduskaiku esitada, lahendada aluspõhimõtteid kasutades.

Konkreetses ainekursuses puhul kasutatakse muidugi ka ainele vastavaid verbe, mõne eelpooltoodud verbi tähendus võib teemavaldkonna kontekstis muutuda (Biggs ja Tang, 2009). Õpiverbi objektiks on tavaliselt omandatav aine sisu, aga see võib olla sõnastatud ka teadmusena ehk arusaamisena ümbritsevast maailmast. Täpsustav lauseosa aitab määratleda õppimise ulatust ja taset ning tegutsemise iseseisvuse astet, aga see võib osutada ka õpitulemuse kasutamise üldisele taustale (Pilli, 2009).

Väljundipõhises õppekavas tulenevad õpiväljunditest kursuse õppesisu, õppetegevused ning õpikeskkond ja need peavad aitama kaasa õpiväljundite saavutamisele. Liblik (2015) annab kursuse kavale järgmise struktuuri:

1. **Kursuse lühikirjeldus.** Kursuse lühikirjeldus on kursuse eesmärgi selgitav sidus tekst.
2. **Õppe- ja kasvatuseesmärgid.** Õppe- ja kasvatuseesmärgid esitatakse loeteluna, mis sisaldab kuni kolme eesmärgi. Need kirjeldavad, missuguste oskuste ja väärtushoiakute kujunemist või arenemist pakutav kursus toetab.
3. **Õpitulemused.** Õpitulemused sõnastatakse samuti loeteluna, milles on kuni kuus mõõdetavat oskust ja teadmist, mille õpilane peaks omandama kursuse läbimisel.
4. **Õppesisu.** Õppesisus tuuakse ära arvestuslike õppetundide, mida on 30 + 5, käigus läbi võetavad teemad. Kaks kolmandikku õppesisust peab olema käsitletav praktiliste tegevustena, milleks sobivad nii käeline tegevus, vaatlus ja arutlus kui ka õppekäik.
5. **Õppetegevus.** Õppetegevustes kirjeldatakse üldisest erinevat teoreetiliste ja praktiliste tegevuste osakaalu.
6. **Füüsiline õpikeskkond.** Füüsilist õpikeskkonda kirjeldatakse juhul, kui see erineb tavapärasest või juhul, kui tegemist on ainevaldkondade ülese valikkursusega.

Kursuse kava täiendab õppeprotsessi kirjeldus – soovituslik juhend õpetajale, mis seob õpitulemused õppe- ja kasvatuseesmärkide, õppesisu ja õppetegevustega ning kirjeldab täpsemalt viise ja meetodeid kursuse kavas esitatud õpitulemuste saavutamiseks (*Õppeprotsesside kirjeldused*, i.a.).

2. Kursus

Teine peatükk annab ülevaate kursuse erinevatest aspektidest. Kirjeldatud on kursuse eesmärgid, õpiväljundeid ning kursuse sisu ja valitud õppemeetodeid. Määratletakse sihtrühm ja kursuse kogumaht, käsitletakse praktikumi ülesehitust, õppekeskkonda ja õppevahendeid. Peatüki lõpus esitatakse õppeprotsesside kirjeldused.

2.1. Kursuse eesmärgid ja õpiväljundid

Liblik (2015) kirjutab: “Kursuse ainekava koostamisel lähtutakse põhiküsimusest, miks loodavat kursust vaja on ehk missuguse lisandväärtuse loodava kursuse läbimine annab lisaks kohustuslike kursuste läbimisel omandatud teadmistele, oskustele, kogemustele, väärtushoiakutele?”. Kavandatav valikkursus on mõeldud waldorfkoolide gümnaasiumiastme matemaatika ainekava täiendamiseks ja võimaldab õpilastel rakendada kohustuslikes kursustes õpitut tõsielulises olukorras. Krull (2020) leiab, et kool peaks õpilaste sotsiaalse suhtlusvajaduse rahuldamiseks pakkuma võimalusi, mis mõjutaksid positiivselt nii konkreetse aine õppimist kui ka sotsiaalset arengut. Kavandatavas kursuses saab sellega tavapärasest matemaatikakursusest rohkem arvestada.

Kursuse üldisemaks eesmärgiks on toetada mitme riikliku õppekava tähenduses üldpädevuse (GRÕK, 2023, §4) saavutamist:

- 1) kultuuri- ja väärtuspädevus: arendatakse püsivust, objektiivsust, täpsust ja töökust, kujundatakse ilumeelt; õpitakse hindama õppimise ja töö vastastikuseid seoseid, töö tähtsust isiklikus arengus ja rolli ühiskonnas ning väärtustama suhteid teiste inimeste ja ümbritseva keskkonnaga;
- 2) sotsiaalne- ja kodanikupädevus: kasvatatakse vastutustunnet, arendatakse koostöö- ja üksteise abistamise oskust, õpitakse mõistma ja arvestama kaasinimeste vajadusi ja erinevaid võimeid;
- 3) enesemääratluspädevus: erineva iseloomuga ülesannete täitmine võimaldab õpilasel hinnata oma võimeid, näha nõrku ja tugevaid külgi;
- 4) õpipädevus: rakenduslike ülesannete iseseisva lahendamise kaudu arendatakse analüüsimise, ratsionaalsete võtete otsingu ja tulemuste kriitilise hindamise ning üldistamise ja analoogia kasutamise oskust ning oskust kasutada õpitud teadmisi

uutes olukordades; kujundatakse arusaam, et ülesannete lahendusi on võimalik leida iseseisva mõtlemise teel;

- 5) suhtluspädevus: praktiliste tööde käigus arendatakse suutlikkust väljendada tegevuste planeerimisel ja läbiviimisel oma mõtet selgelt, lühidalt ja täpselt; harjutatakse suhtlemist erinevates olukordades ja erinevate suhtluspartneritega; erinevaid oskusi nõudvate ülesannete lahendamine võimaldab harjutada nii liidri kui ka meeskonnaliikme rolli;
- 6) matemaatika-, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane pädevus: mitmesuguste tegevuste käigus kasutatakse erinevaid tehnilisi vahendeid; tulemuste vormistamisel rakendatakse matemaatikale ja loodusteadustele omast keelt, sümboleid, meetodeid ja mõttekäike; õpitakse tundma reaalistest olukordadest tulenevaid piiranguid;
- 7) ettevõtlikkuspädevus: pikemaajalise projekti jooksul arenevad oskus näha ja sõnastada probleeme, genereerida ideid ning neid hinnata, koostada plaane, selgitada neid kaasõpilastele ning realiseerida, vastutada tulemuste eest.

Kursus pakub ka võimaluse Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2023, §10.(3)) toodud läbiva teema “Elukestev õpe ja karjääri planeerimine” käsitlemiseks, tutvustades geodeesia ja kitsamalt maamõõtmisega seotud erialasid.

Üldpädevustest ja läbivast teemast tulenevad kursuse üldisemad õpiväljundid, mille saavutamist saab mõningal määral hinnata jälgides õpilasi õpitegevuste käigus:

- 1) rakendab õpitud matemaatilisi meetodeid reaalses olukorras;
- 2) arutleb loogiliselt ja teistele arusaadavalt, põhjendab oma seisukohti, julgeb langetada otsuseid;
- 3) teeb probleemide/ülesannete sõnastamisel, lahendusplaani koostamisel ja lahendamisel koostööd kaaslastega, võtab vastutuse tulemuse eest;
- 4) omab ettekujutust maamõõtmisega/geodeesiaga seotud elukutsetest.

Kursuse kitsamad eesmärgid on seotud aine sisuga - maamõõtmisega ja need on sõnastatud konkreetsete ja mõõdetavate õpitulemustena:

- 5) kasutab mõõdistustöödega seotud mõisteid ja kirjeldab situatsiooni plaani koostamiseks vajalikke etappe;
- 6) rajab teodoliitkäigu, märgib nurgapunktid, joonistab krokii ja seisupunktide abrissid;

- 7) tunneb teodoliidi ehitust, valmistab selle kasutamiseks ette ja mõõdab horisontaalnurgad;
- 8) mõõdab joonepikkused ja teisendab need mõõtkavasse;
- 9) vormistab ja kontrollib mõõtmistulemused, joonestab teodoliitkäigu skeemi, korrigeerib sulgemisvea;
- 10) joonestab vastavaid leppemärke kasutades võimalikult täpse situatsiooni plaani.

2.2. Kursuse sihtrühm

Kursus on eelkõige mõeldud Eesti waldorfkoolide 10. või 11. klassi õpilastele, kes on läbinud Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2023, Lisa 5) toodud laia matemaatika kursuses “Trigonomeetria II” või kitsa matemaatika kursuses “Trigonomeetria” kirjeldatud teemad. Gümnaasiumi valikkursusena võib see huvi pakkuda ka teistele üldhariduskoolidele, kus soovitakse õpilastele pakkuda algteadmisi lihtsast maamõõtmisest või praktilisi tegevusi matemaatikateadmiste rakendamiseks.

2.3. Kursuse kogumaht, ülesehitus, õppekeskkond ja õppevahendid

Gümnaasiumi valikkursuse maht on 35 arvestuslikku õppetundi. Kursus viiakse läbi 5-päevase välipraktikumina, milles lõimitakse teoreetiline ja praktiline õpe. Kursuse jooksul tegeletakse kahe suurema ülesandega: situatsiooni mõõdistamine ja maatüki asendiplaani joonestamine. Mõlemad ülesanded jagunevad omakorda terveks reaks järjestatud alamülesanneteks.

Situatsiooni ehk maastiku elementide ja ehitiste mõõdistamisel:

- 1) uuritakse valitud maa-ala, et saada sellest üldpilt ja joonistatakse visand ehk krokii;
- 2) rajatakse teodoliitkäik, märgitakse nurgapunktid ja koostatakse nende abrissid;
- 3) nurgapunktidest mõõdetakse horisontaalnurgad, teodoliitkäigu jooned ja nurgapunkti joonsidemed objektidega;
- 4) mõõtmistulemused protokollitakse ja kontrollitakse arvutades.

Maatüki plaani joonestamiseks:

- 1) leitakse plaanimõõt ja teisendatakse pikkusmõõdud mõõtkavasse;
- 2) joonestatakse teodoliitkäigu skeem, analüüsitakse ja korrigeeritakse sulgemisviga;

3) joonestatakse situatsiooni plaan.

Praktikumi jooksul tehtav dokumenteeritakse õpimapis.

Mõõtmistööd viiakse läbi välitingimustes, mõõdetava maatüki suurus sõltub konkreetsest klassist ja praktikumi tegelikust pikkusest. Joonestus- ja kirjalikud tööd tehakse klassis, kus rühmatöö tegemiseks on võimalik mööblit ümber paigutada.

Mõõdistamiseks planeeritakse praktikumis ligikaudu 3 ja arvutustöödeks ning joonestamiseks 2 õppepäeva. Ühe õppepäeva võimalik ajakava on näidatud tabelis 3. Praktikumi esimese ja viimase päeva ajakava võib sellest erineda, kui neil päevadel toimub ka sõit praktikumi toimumiskohta ja tagasi.

Tabel 3. Viiepäevase praktikumi ühe õppepäeva võimalik ajakava.

8.00	Hommikusöök.
8.45 - 13.00	Õppetöö: vahendite ja töökoha ettevalmistamine, mõõtmine maastikul ja tulemuste protokollimine, arvutus- või joonestustööd, vahendite kokkupanek, töökoha korrastamine.
13.00 - 14.30	Lõunapaus.
14.30 - 18.00	Õppetöö: vahendite ja töökoha ettevalmistamine, mõõtmine maastikul ja tulemuste protokollimine, arvutus- või joonestustööd, vahendite kokkupanek, töökoha korrastamine.
18.00 - 19.15	Õhtusöök.
19.15 - 20.00	Õppetöö: õpimapi koostamine, vajadusel mõõtmis-, arvutus- või joonestustööd.
20.00 - 23.00	Vaba aeg, ühistegevused.

Välipraktikumile võivad eelneda ettevalmistavad tunnid koolis. Nende käigus tutvustatakse kursuse eesmärgi ja sisu, tehakse sissejuhatus maamõõtmisesse, õpitakse kasutama teodoliiti ja harjutatakse eelnevalt väiksemal maatükil teodoliitkäigu rajamist, horisontaalnurkade ja pikkuste mõõtmist ning kontrollitakse saadud tulemusi arvutuste abil. Kui ettevalmistavaid tunde ei ole võimalik läbi viia, siis tehakse sissejuhatus ainesse ning õpitakse teodoliidi kasutamist praktikumi esimesel päeval.

Tulenevalt praktikumi jooksul teostatavate tööde iseloomust võib õpilaste poolt kasutatavad õppevahendid jaotada kaheks: mõõtetöödeks vajalikud vahendid ja joonestusvahendid.

Mõõtetööd:

- krokii joonistamiseks on tarvilikud kompass, maali- või joonestusalus, A3 formaadis joonestuspaber, harilik pliiats kõvadusega HB, kustutuskumm, värvipliiatsid;
- teodoliitkäigu rajamiseks ja nurgapunktide märkimiseks on vajalikud vasar ja 20 cm pikkused ja 2×2 kuni 4×4 cm ristlõikega maavaiad;
- abrisside joonistamiseks läheb tarvis kirjutamisalus, harilikku pliiatsit kõvadusega HB, kustutuskummi ja protokollilehti;
- horisontaalnurkade mõõtmiseks vajaminevad vahendid on teodoliit, statiiv, ripplood, tähisvaiad, postilood, kirjutamisalus, protokollilehed, kirjutusvahend;
- joonepikkuste mõõtmiseks on vajalik 20–50 m pikkune mõõdulint, kirjutamisalus, protokollilehed, kirjutusvahend.

Joonestamine: vajalikud vahendid on maali- või joonestusalus, A3 formaadis joonestuspaber (vähemalt 190 g/m^2) teodoliitkäigu konstrueerimiseks ja plaani joonestamiseks, joonlaud pikkusega 30–50 cm, geokolmnurk hüpotenuusiga 25 cm või mall, sirkel, kustutuskumm, harilikud või täitepliiatsid (0,3–0,5 mm) tugevusega HB kuni 3H, pliiatsiteritaja, värvipliiatsid, veekindlad tindipliiatsid 0,3–0,5 mm.

Arvutustöödeks on vajalikud A4 formaadis paber ja nurgafunktsioonidega taskuarvuti. Õpimapi vormistamiseks läheb vaja A4 formaadis paberit, kiirkõitjat (A4) ning musta või sinist tindi- või pastapliiatsit.

Õpetaja vajab loengu andmiseks ja õppetegevuste selgitamiseks projektorit ja ekraani või tahvlit ja sobivat kirjutusvahendit. Tahvli kasutamisel on vajalikud tahvlitarvikud: sirkel, joonlaud ja mall või geokolmnurk. Õppetegevuste demonstreerimiseks saab õpetaja kasutada õpilaste jaoks kaasas olevaid vahendeid. Arvutustööde kontrollimiseks on vajalik nurgafunktsioonidega taskuarvuti.

2.4. Kursuse sisu ja õppemeetodid

Kursuse sisu koostamisel on aluseks Richteri õppekava (2004) ja Eesti waldorfkoolide raamõppekava (2012). Kursuse sisu on esitatud teemade või tegevustena, mille läbimine või kaasa tegemine aitab saavutada kursuse eesmärgi ja eespool sõnastatud õpiväljundeid.

Maamõõtmise alused. Geodeesia ja maamõõtmise mõiste ning tähtsus, õppimisvõimalused. Matemaatika seos geodeesiaga. Geodeetilised instrumendid. Topograafiline plaan. Topograafilise plaani koostamise etapid.

Maastiku rekognostseerimine ja krokii joonistamine. Mõõdistatava ala piiride kindlakstegemine ja selle esialgne uurimine ülevaate saamiseks. Mõõdistamisele kuuluvate objektide ja maastiku üksikasjade kindlakstegemine. Mõõdistatavast maatükist silmamõõdu järgi joonise tegemine ja sellele oluliste objektide märkimine.

Teodoliitkäigu rajamine, nurgapunktide märkimine. Teodoliitkäik. Maatüki iseärasustele vastava mõõdistamisviisi valimine. Sobivate seisupunktide valimine ja märgistamine maavaiadega. Teodoliitkäigu ja mõõdistatavate punktide tähistamine krokiil.

Nurgapunktide abriisside koostamine. Protokollilehtede ettevalmistamine. Teodoliitkäigu punktide kohta abiskeemi joonistamine vastavale protokollilehele.

Horisontaalnurkade mõõtmine. Nurga mõõtühikud. Teodoliit. Teodoliidi ehitus ja käsitlemine. Teodoliidi ettevalmistamine mõõtetöödeks. Horisontaalnurk. Nurkade mõõtmine. Nurkade mõõtmise täpsus. Mõõtmistulemuste vormistamine, teisendamine ja hindamine.

Joonepikkuste mõõtmine. Joone pikkuse mõõtühikud. Mõõtmine maastikul, mõõdulindi käsitlemine. Teodoliitkäigu joonepikkuste mõõtmine. Situatsiooni elementide ja seisupunktide joonsidemete mõõtmine. Mõõtmistulemuste vormistamine ja hindamine.

Mõõtmistulemuste kontrollimine ja vigade korrigeerimine. Kumera hulknurga sisenurkade summa. Teravnurga trigonomeetrilised funktsioonid. Siinusteoreem. Koosinusteoreem. Kinnise teodoliitkäigu sisenurkade summa arvutamine. Situatsiooni- ja teodoliitkäigu punktide moodustunud kolmnurkade nurkade ja küljepikkuste arvutamine. Kontrollmõõtmised maastikul.

Situatsiooni plaani joonestamine. Plaanimõõt. Joonepikkuste teisendamine mõõtkavasse. Teodoliitkäigu skeemi joonestamine. Sulgemisvea korrigeerimine.

Situatsiooni kujutamine plaanil, leppemärgid. Plaani joonestamine. Plaani värvimine. Pealkirjad joonisel.

Kehtiva õppimise käsituse (GRÕK, 2023, §6) järgi on õppimine aktiivne protsess, mille käigus õpilane konstrueerib varasematele teadmistele ja kogemustele tuginedes uusi teadmisi. Teadmiste loomisele aitavad kaasa iseseisvat õppimist soodustav õpikeskkond ja õpilastevaheline suhtlemine. Õppimist toetava olukorra saab luua sobiva õppemeetodi valimisega (GRÕK, 2023, §6). Praktikumi puhul on lihtne kujundada õpet nii, et õpilasel oleks võimalik proovida ja avastada, saadud infot varasematele teadmistele toetudes analüüsida ja töödelda, oma tegevusi planeerida ja aktiivselt tegutseda ning teha koostööd kaaslastega.

Kursus algab loenguga, milles tehakse sissejuhatus ainevaldkonda, tutvustatakse kursuse eesmärgi, sisu ja hindamist ning praktika ülesehitust. Loengu probleemidena toob Mari Karm (2013) välja selle ühesuunalisuse, kuulajate suhtelise passiivsuse ja nende tähelepanu hajumise, mistõttu tuleb läbi mõelda õppimise kohta tagasiside saamise viisid, võimalused õpilaste kaasamiseks ning loengu pikkus ja jagatava info hulk. Karm pakub samas välja ka terve rea võtteid, mille abil neid probleeme lahendada. Antud kursuse kontekstis sobiksid tagasiside saamiseks näiteks vabakirjutamine või õpipäeviku pidamine. Vabakirjutamise all mõeldakse vastuseks õpetaja küsimusele ühe kuni kolme minuti jooksul vabas vormis arvamuse või arutluse kirja panemist (Karm, 2013). Vabakirjutamine sobib ka sissejuhatava loengu algusesse, et õpilased märgiksid üles, mida nad juba teavad geodeesiast ja maamõõtmisest. Geodeesia ja maamõõtmisega seotud erialade ja õppimisvõimaluste, aga ka elektrooniliste mõõtevahendite tutvustamiseks võib loengu asemel kasutada ekskursiooni või õppekäiku.

Mõõtetööde eripärast tulenevalt on selles praktikumi osas põhjendatud rühmatöö kasutamine, sest ajaressurssi silmas pidades on kasulik teha ühes seisupunktis korraga nurga- ja joonemõõtmised ning selleks on vaja mitut õpilast. Samuti muudab õpitavaga tihedalt seotud ühiste tegevuste pakkumine õppimise tulemuslikumaks, aitab kaasa sotsiaalsete oskuste omandamisele ja üldpädevuste saavutamisele (Krull, 2020). Rühmas lahendamiseks sobivad ülesanded, mis nõuavad erinevaid oskusi, sisaldavad erinevaid tegevusi ning võimaldavad erinevatel õppijatel erinevalt ülesannete

lahendamisele kaasa aidata (Karm, 2013). Seetõttu on hea kasutada rühmatööd ka arvutustööde ja teodoliitkäigu skeemi koostamise juures. Individuaalselt tegelevad õpilased krokii joonistamise ja situatsiooni plaani joonestamisega.

Praktikumi sooritamiseks jaotatakse õpilased rühmadeks, mille koosseisu kursuse jooksul tavaliselt ei muudeta. Mõõtetöödest tulenevalt on sobivaim õpilaste arv ühes rühmas 4, aga rühmasisest ülesannete jaotust saab vajadusel korraldada ka 3 õpilasega. Rühmad võib moodustada juhuslikkuse põhimõttel, et õpilased harjutaksid koostööd erinevate kaasõpilastega. Kui rühmad tulevad tasemelt ebavõrdsed, võib kaaluda ülesannete diferentseerimist. Mõõdistamisel töötavad rühmad iseseisvalt, jaotades tegevusi grupi sees nii, et iga rühma liige teeks võimalikult palju erinevaid toiminguid. Tagasisidet rühma töö kohta praktikumi jooksul antakse samuti õpipäevikus, kus õpilased analüüsivad nii rühmatöö kulgu kui ka isiklikku panust.

2.5. Hindamine

Väljundipõhise õppimise üheks tunnuseks on õpiväljundite saavutamise hindamine. Hindamise peamisteks ajenditeks on õppijale kujundava tagasiside andmine ja kokkuvõtva hinde panemine (Biggs ja Tang, 2009). Reet Taimsoo (2010) kirjutab, et hindamise juures on kesksel kohal õppija toetamine, osutades tema tugevustele ja nõrkustele ning näidates kätte nõrkustest jagusaamise võimalused. Selleks pakub rohkem võimalusi kujundav ehk õppimist toetav hindamine. Kokkuvõtva hindamise juures tuleb mõelda hindamise erinevatele aspektidele. Maria Jürimäe, Anita Kärner ja Leelo Tiisvelt (2014) sõnastavad hindamise põhiküsimused järgmiselt: 1) mida ja miks hinnata? 2) kuidas ja mille alusel hinnata? 3) millal ja kui sageli hinnata? 4) kes hindab?

Kujundav hindamine

Kujundav hindamine toimub õppeprotsessi käigus ja on ettepoole vaatav (Taimsoo, 2010). Kujundava hindamisega tegelevad kursuse jooksul nii õpetaja kui ka õpilased. Õpetaja juhendab õppeülesannete täitmist ja annab protsessi käigus suulist tagasisidet. Tagasisidestades jälgib õpetaja, et õpilane saaks vastuse kolmele küsimusele (Hattie ja Timperley, 2007):

- kuhu ma lähen ehk missugused on õppimise eesmärgid?
- kuidas mul läheb ehk missugused on edusammud eesmärkide saavutamisel?

- kuidas edasi ehk millised on järgmised sammud eesmärkide saavutamisel?

Õpilane on kujundavasse hindamisse kaasatud enesehindamise ja vastastikhindamise kaudu (Biggs ja Tang, 2009). Kujundava hindamise meetodiks on õpipäevik. Õpipäevik on isiklik ja seda jagatakse ainult õpetajaga. Õpipäevikus kirjeldab õpilane õpitulemustega seotud õppetegevusi, seda kuidas tema õppeülesannete täitmisele kaasa aitas, millest ta aru sai ja millest ei saanud, ning hindab ise õpitulemuste saavutamist. Enesehindamisel lähtub õpilane järgmistest seisukohtadest (Taimsoo, 2010):

- mida ma töö käigus õppisin?
- mida oleks võinud teha teisiti?
- kuidas seda tulevikus paremini teha?

Samuti sisaldab õpipäevik rühmatöö analüüsi, mille võib esitada vabas vormis kirjutatud tekstina, aga eeskujuks võib võtta ka Karmi poolt pakutud analüüsitabelid (vt tabelid 4 ja 5).

Tabel 4. Rühmatöö analüüs (Kagan, 1994, viidatud Karm, 2013, lk 56).

Ajakasutus				Põhjendage oma valikut. Miks teie rühma töö just selliseks kujunes?
Üsna palju aega kulus kasutult (mitte-eesmärgipäraselt).	Sageli sattusime rajalt kõrvale.	Kasutasime aega otstarbekalt, kui ideed olid selgeks saanud.	Ei raisanud aega, pidasime eesmärki silmas.	
Ideede arendamine				Põhjendage oma valikut. Miks teie rühma töö just selliseks kujunes?
Pakuti välja väga vähe ideid.	Ideid pakkusid mõned inimesed.	Sõbralik, aga mitte loov.	Julgustati ideede väljapakkumist ja elluviimist.	
Otsuste tegemine				Põhjendage oma valikut. Miks teie rühma töö just selliseks kujunes?
Erimeelsuste lahendamine läks vaevaliselt.	Ühel inimesel lasti otsustada.	Tehti kompromisse, et töö saaks tehtud.	Jõuti sisulistele kokkulepetele.	
Üldine produktiivsus				Põhjendage oma valikut. Miks teie rühma töö just selliseks kujunes?
Me ei saavutanud eesmäärke.	Vaevu jõudsimise tööga valmis.	Tegime, mida vaja.	Rühm oli väga produktiivne.	

Tabel 5. Hinnang individuaalsele osalusele rühmatöös (Karm, 2013, 56).

Punktid 1-10	Kriteeriumid. Põhjendage, miks te oma osalemist just selliste punktidega hindasite.	
	Töötasin kaasa ühiste kokkusaamiste ajal.	
	Oskasin teistega koostööd teha.	
	Täitsin minule usaldatud ülesanded.	
	Täitsin ülesanded õigel ajal (olin õigel ajal kohal).	
	Aitasin rühmakaaslastel nende ülesandeid täita.	
	Minu ideed võeti rühmatöös kasutusele.	
	Ma ei raisanud teiste aega tühjale vaidlemisele.	
	Ma tundsin, et teised rühmas toetasid mind.	
	Julgustasin ja innustasin oma rühmakaaslasi.	

Konkreetsete tööülesannete täitmisel ei ole ideede arendamine esmatähtis, seega võib tabelis 4 teise rea ära jätta või asendada näiteks rühmaliikmete tööpanuse analüüsimisega. Võimalikud vastused võiksid sellisel juhul olla valikust “üks õpilane tegi kogu töö ära” valikuni “ülesanded jaotati võrdselt”. Rühmatöö analüüsimisel võib hinnata ka rühmaliikmete vahelisi suhteid, lisades vastavad valikud. Praktikumi jooksul töötavad rühmad ühiselt pikema aja jooksul ja üksikuid kokkusaamisi ei toimu, seepärast võib individuaalse panuse hindamisel tabelit 5 kasutades esimesest kriteeriumist loobuda või muuta järgmiselt: “Töötasin kaasa kõigi ülesannete juures”.

Kokkuvõttev hindamine

Kursuse lõpul aset leidval kokkuvõtval hindamisel võrreldakse õpilaste õpitulemusi õpiväljunditega. Hindamiseks esitab õpilane õpimapi, mida hinnatakse tervikuna. Õpimapp koostatakse töömapina, millesse kogutakse kursuse jooksul koostatud materjalid ja valminud tööd. Õpimapp sisaldab järgmisi komponente:

- tiitelleht;
- sisukord;
- õpipäevik;
- kokkuvõttev tagasiside;
- mõõtmisprotokollid koos abriissidega;
- arvutuslehed;
- kroki;
- teodoliitkäigu skeem;

- situatsiooni plaan.

Õpimapis olevad lehed nummerdatakse ja sisukord paigutatakse tiitellehe järele.

Kokkuvõttev hindamine on mitteeristav, hindamisel kasutatakse hinnanguid “arvestatud” ja “mittearvestatud”. Arvestuse eelduseks on õppeülesannete täitmine ja õpimapi nõuetekohane vormistamine. Waldorfkoolis annab õpetaja kokkuvõtval hindamisel ka kirjaliku sõnalise hinnangu (Eesti Vabade Waldorfkoolide ja -lasteadeade Ühendus, 2012). Õppeülesannete täitmist ja üksikute õpilaste individuaalset panust jälgib õpetaja tööde käigus pidevalt. Õpitegevuste käigus annab õpetaja hinnangu järgmiste õpitulemuste saavutamisele:

- arvutustööd: rakendab õpitud matemaatilisi meetodeid reaalses olukorras;
- rühmatöö: arutleb loogiliselt ja teistele arusaadavalt, põhjendab oma seisukohti, julgeb langetada otsuseid; teeb probleemide/ülesannete sõnastamisel, lahendusplaani koostamisel ja lahendamisel koostööd kaaslastega, võtab vastutuse tulemuse eest;
- mõõdistamine: rajab teodoliitkäigu, märgib nurgapunktid; tunneb teodoliidi ehitust, valmistab selle kasutamiseks ette ja mõõdab horisontaalnurgad; mõõdab joonepikkused ja teisendab need mõõtkavasse.

Õpimapis oleva õpipäeviku põhjal on võimalik otsustada, kas õpilane omab ettekujutust maamõõtmisega ja geodeesiaga seotud elukutsetest ja nende õppimisvõimalustest, kasutab mõõdistustöödega seotud mõisteid korrektselt ning kirjeldab topograafilise plaani koostamiseks vajalikke etappe õiges järjekorras. Õpimapis peavad olema ka nõuetele vastavalt vormistatud mõõtmisprotokollid koos seisupunktide abrissidega, krokii, teodoliitkäigu skeem ja situatsiooni plaan.

2.6. Õppeprotsesside kirjeldused

1. Maamõõtmise alused (2 tundi)

Õppesisu: Geodeesia ja maamõõtmise mõiste ning tähtsus, õppimisvõimalused. Matemaatika seos geodeesiaga. Geodeetilised instrumendid. Topograafiline plaan. Topograafilise plaani koostamise etapid.

Põhimõisted: geodeesia, topograafia, maamõõtmine/katastrimõõdistamine, kaart, plaan, mõõtkava, teodoliit, nivelliir.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja annab loengu, milles tutvustab

- geodeesia mõistet ja tähtsust;
- matemaatika seost geodeesiaga;
- geodeetiliste tööde otstarvet ja klassifikatsiooni;
- maapinna kujutamist topograafilisel plaanil ja kaardil;
- mõõtevahendeid.

Õppe käigus õpilane

- kirjeldab õpipäevikus varasemaid teadmisi geodeesiast/maamõõtmisest;
- kirjutab õpipäevikusse lühikokkuvõtte uutest teadmistest.

Lõiming: Geograafia (geodeesia), eesti keel (terminoloogia, kirjalik eneseväljendusoskus).

2. Maastiku rekognostseerimine ja krokii joonistamine (2 tundi)

Õppesisu: Mõõdistatava ala piiride kindlakstegemine ja selle esialgne uurimine ülevaate saamiseks. Mõõdistamisele kuuluvate objektide ja maastiku üksikasjade kindlakstegemine. Mõõdistatavast maatükist silmamõõdu järgi joonise tegemine ja sellele oluliste objektide märkimine.

Põhimõisted: situatsioon, rekognostseerimine, sammumõõtkava, krokii.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- selgitab ülesannet;
- tutvustab mõõdistatavat piirkonda, sellel asuvaid objekte ja nende otstarvet;
- määrab kindlaks mõõdistatava ala piirid;
- juhendab sammumõõdu leidmist ja sammumõõtkava koostamist;
- juhendab visandi joonistamist.

Õppe käigus õpilane

- paneb tähele maakasutust: põld, rohumaa, õueala, mets, jms;
- teeb kindlaks mõõdistataval alal asuvad objektid: hooned, teed, veekogud, kraavid, puud, jms;
- määrab asendi ilmakaarte suhtes;
- leiab oma sammumõõdu ja koostab sammumõõtkava;

- joonistab silmamõõtu kasutades mõõdistatavast alast visandi ja kannab sellele olulised objektid;
- kirjutab õpipäevikusse mõõdetava maa-ala lühikirjelduse.

Täpsustused ja soovitused: Õpilased võivad krokii joonistamisel kauguste täpsemaks määramiseks kasutada sammumõõtu, aga joonistamine võib toimuda ka vahemaade silmamõõdulise hindamise alusel. Sammumõõdu abil leitud maa-ala pikkus ja laius on edaspidi olulised plaani mõõtkava leidmisel.

Lõiming: Geograafia (ilmakaared, mõõtkava), joonistamine (maa-ala ja sellel asuvate objektide visandamine), eesti keel (terminoloogia, kirjalik eneseväljendusoskus).

3. Teodoliitkäigu rajamine, nurgapunktide märkimine (1 tund)

Õppesisu: Teodoliitkäik. Teodoliitkäikude tüübid. Maatüki iseärasustele vastava mõõdistamisviisi valimine. Sobivate nurgapunktide valimine ja märgistamine maavaiadega. Teodoliitkäigu tähistamine krokiil.

Põhimõisted: lahtine ja kinnine teodoliitkäik, nurgapunkt, seisupunkt, teodoliitkäigu joon.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- jagab õpilased rühmadesse;
- selgitab teodoliitkäigu mõistet ja kirjeldab selle erinevaid tüüpe: lahtine, rippuv ja kinnine;
- selgitab ülesannet;
- juhendab maastikul nurgapunktide valimist ja märgistamist.

Õppe käigus õpilane

- arutleb rühmas, missugused oleksid krokii põhjal võimalikud nurgapunktid;
- valib rühmaga nurgapunktid maastikul nii, et need on naaberpunktidest nähtavad ja neist on võimalik mõõta horisontaalnurki, teodoliitkäigu jooni ning objektide kaugusi;
- hindab klassiga valitud nurgapunktide sobivust;
- märgistab klassiga nurgapunktid maavaiadega;
- kannab teodoliitkäigu krokiile.

Täpsustused ja soovitus: Õpilastega mõõtmisel võiks kasutada kinnist teodoliitkäiku, sest selle puhul on mõõtmistulemuste kontrollimine arvutuslikult kõige lihtsam. Teodoliitkäigu sidumine kohaliku põhivõrgu punktidega ei ole kohustuslik.

Lõiming: Geograafia (ilmakaared, mõõtkava), joonistamine (maa-ala ja sellel asuvate objektide visandamine), eesti keel (terminoloogia, suuline eneseväljendusoskus).

4. Nurgapunktide abriisside koostamine (1 tund)

Õppesisu: Protokollilehtede ettevalmistamine. Teodoliitkäigu punktide kohta abiskeemi joonistamine vastavale protokollilehele.

Põhimõisted: abriiss, joonside.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- jagab rühmadele protokollilehed;
- selgitab ülesannet;
- juhendab abriisside joonistamist.

Õppe käigus õpilane

- pealkirjastab rühmas protokollilehed vastavalt nurgapunktidele;
- arutleb rühmas, missugused oleksid igas nurgapunktis mõõdetavad situatsiooni elemendid;
- joonistab rühmas vastavale protokollilehele nurgapunkti abriissi, kannab sellele antud punktist mõõdistatavate objektide piirjooned ja märgib punktide tähised.

Lõiming: Joonistamine (abriisside visandamine), eesti keel (terminoloogia, suuline eneseväljendusoskus).

5. Teodoliit (1 tund)

Õppesisu: Nurga mõõtühikud. Teodoliidi ehitus ja käsitlemine. Teodoliidi ettevalmistamine mõõtetöödeks.

Põhimõisted: optiline teodoliit, alusplaat, põhjakruvi, kolmjaland, tõstekruvi, treger, vesilood, limb, alidaad, vertikaalring, kinnituskruvi, suunakruvi, pikksilm, okulaar, lugemimikroskoop, visiir, niitristik, bussool, statiiv, ripplood.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- meenutab koos õpilastega nurga mõõtühikuid kraadi- ja uuskraadimõõdus;

- jagab õpilastele joonised teodoliidi tähtsamate osadega;
- nimetab teodoliidi osad ja selgitab nende otstarvet;
- demonstreerib statiivi asetamist seisupunkti kohale, teodoliidi kinnitamist statiivile põhjakruvi abil, suuna- ja tõstekruvide seadistamist, ripploodi ja põhjakruvi kasutamist teodoliidi seadmisel punkti kohale;
- näitab teodoliidi vertikaaltelje vertikaalseks seadmist vesiloodi abil;
- kirjeldab viseerimist ja demonstreerib selle järjestikuseid samme;
- selgitab horisontaalringi lugemi võtmist limbi skaalalt;
- jagab rühmadele teodoliidid ja statiivid;
- selgitab ülesannet;
- juhendab teodoliidi ettevalmistamist mõõtetöödeks ja lugemi võtmist limbi skaalalt.

Õppe käigus õpilane

- meenutab rühmas nurga mõõtühikuid kraadi- ja uuskraadimõõdus;
- jätab meelde teodoliidi osad ja nende otstarbe ning teodoliidi ettevalmistamiseks vajalikud sammud;
- valib rühmaga seisupunkti ja valmistab teodoliidi mõõtmiseks ette;
- viseerib erinevaid objekte ja võtab limbilt horisontaalringi lugemi.

Täpsustused ja soovitus (Ellmann ja Kala, 2013): Viseeritakse objekti võimalikult alumisele osale. Lähedalt viseerides kasutatakse niitristiku kahekordset vertikaalniiti. Limbilt võetakse lugem kaks korda, vahepeal viseerimist kontrollides. Õpilaste tähelepanu tuleb juhtida sellele, et limbi jaotised suurenevad päripäeva. Võimalike nägemiserinevuste tõttu peaks õpilased viseerima kordamööda ja eelnevalt reguleerima niitristiku oma silma järgi.

6. Horisontaalnurkade ja joonepikkuste mõõtmine (15 tundi)

Õppesisu: Horisontaalnurk. Nurkade mõõtmine. Nurkade mõõtmise täpsus. Joone pikkuse mõõtühikud. Joone pikkuse mõõtmine maastikul, mõõdulindi käsitlemine. Teodoliitkäigu joonepikkuste mõõtmine. Situatsiooni elementide ja seisupunktide joonsidemete mõõtmine. Mõõtmistulemuste vormistamine, teisendamine ja hindamine.

Põhimõisted: horisontaalnurk, täisvõte, poolvõte, joonepikkus.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- selgitab horisontaalnurga mõistet;
- demonstreerib horisontaalnurga mõõtmist kahest poolvõttest koosneva täisvõttega, selgitab nurkade mõõtmist ringvõtete viisil;
- selgitab nurkade märkimist protokollis, vea hindamist ja keskmise nurga arvutamist;
- meenutab koos õpilastega joone pikkuse mõõtühikuid ja mõõdulindilt lugemise võtmist;
- selgitab mõõdulindi käsitlemise nõudeid;
- jagab rühmadele teodoliidid, statiivid ja mõõdulindid;
- selgitab ülesannet;
- juhendab mõõtetöid;
- kontrollib nurga mõõtmise tulemusi, vajadusel suunab rühma kordusmõõtmisele.

Õppe käigus õpilane

- jätab meelde horisontaalnurga mõiste;
- meenutab rühmas joone pikkuse ühikuid ja lugemise võtmist mõõdulindilt;
- mõõdab rühmaga igas seisupunktis ringvõtete viisil ühe või mitme täisvõttega horisontaalnurgad;
- mõõdab rühmaga igas seisupunktist kahes suunas joonepikkused teodoliitkäigu punktide ja situatsioonipunktideni;
- vormistab rühmaga mõõtmistulemused protokollilehele ning arvutab keskmised nurgad ja joonepikkused;
- hindab rühmaga mõõtmisviga, vajadusel teostab kordusmõõtmised.

Täpsustused ja soovitus (Randjärv, 2006): Viseerimisel valitakse võimalusel algsuunaks vasakpoolne teodoliitkäigu nurgapunkt. Mõõtmine lõpetatakse algsuunaga. Hilisemaid arvutusi silmas pidades on kasulik mõõta orienteeritud limbiga. Nurkade mõõtmise täpsus on piisav, kui kahel poolvõttel saadud nurkade erinevus ei ole suurem kui 2'. Jälgida tuleb, et sihtpunktidesse asetatud tähised oleksid täpselt asetatud, vertikaalsed ja hästi nähtavad.

Lõiming: Eesti keel (terminoloogia, suuline eneseväljendusoskus).

7. Mõõtmistulemuste kontrollimine ja vigade korrigeerimine (3 tundi)

Õppesisu: Kumera hulknurga sisenurkade summa. Teravnurga trigonomeetrilised funktsioonid. Siinusteoreem. Koosinusteoreem. Kinnise teodoliitkäigu sisenurkade summa arvutamine. Situatsiooni- ja teodoliitkäigu punktidest moodustunud kolmnurkade nurkade ja küljepikkuste arvutamine. Kontrollmõõtmised maastikul.

Põhimõisted: kumer hulknurk, teravnurk, nürinurk, mistahes nurga trigonomeetrilised funktsioonid.

Põhivalemid: kumera hulknurga sisenurkade summa, siinusteoreem, koosinusteoreem.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- meenutab koos õpilastega kumera hulknurga sisenurkade summat, teravnurga trigonomeetrilisi funktsioone, siinusteoreemi, koosinusteoreemi, vastavaid valemeid ja nende kasutamist;
- selgitab ülesannet;
- juhendab arvutustöid;
- kontrollib tulemusi, vajadusel suunab rühma kontrollmõõtmisele.

Õppe käigus õpilane

- meenutab rühmas kumera hulknurga sisenurkade summat, teravnurga trigonomeetrilisi funktsioone, siinusteoreemi, koosinusteoreemi, vastavaid valemeid ja nende kasutamist;
- joonistab rühmas arvutuslehele teodoliitkäigu skeemi, millele märgib mõõdetud sisenurkade suurused ja arvutab kinnise teodoliitkäigu sisenurkade teoreetilise summa ning leiab nurgalise vea;
- joonistab rühmas arvutuslehele situatsiooni- ja teodoliitkäigu punktidest moodustunud kolmnurgad ja arvutab nende puuduvad elemendid ning võrdleb mõõtmistulemustega;
- teostab vajadusel rühmas kontrollmõõtmised;
- viib rühmas sisse parandused mõõtmisprotokollidesse.

Lõiming: Eesti keel (terminoloogia, suuline eneseväljendusoskus), joonistamine (skeemide visandamine).

8. Situatsiooni plaani joonestamine (8 tundi)

Õppesisu: Plaanimõõt. Joonepikkuste teisendamine mõõtkavasse. Teodoliitkäigu skeemi joonestamine. Sulgemisvea korrigeerimine. Situatsiooni kujutamine plaanil, leppemärgid. Plaani joonestamine. Plaani värvimine. Pealkirjad joonisel.

Põhimõisted: plaanimõõt, leppemärgid.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- meenutab koos õpilastega maa-alade plaanistamist ja plaanimõõdu leidmist;
- selgitab teodoliitkäigu konstrueerimise võtteid ja sulgemisvea tasandamist joonisel;
- juhendab teodoliitkäigu konstrueerimist;
- selgitab plaani vormistusele ja kujundusele esitatavaid nõudeid;
- selgitab situatsiooni kujutamist plaanil ja annab ülevaate kasutatavatest leppemärkidest;
- jagab õpilastele joonised plaanil kasutatavate leppemärkidega;
- juhendab plaani joonestamist.

Õppe käigus õpilane

- meenutab rühmas maa-alade plaanistamist ja plaanimõõdu leidmist;
- leiab plaanile sobiva mõõtkava ja teisendab mõõdetud ja parandatud joonepikkused mõõtkavasse;
- konstrueerib teodoliitkäigu ja tasandab sulgemisvea;
- mõtleb läbi plaani kujunduse (maa-ala kujutise asend, pealkirjade ja leppemärkide asukoht), joonestab raamjoone ja kannab teodoliitkäigu plaanile;
- joonestab mõõtmisprotokollide alusel hariliku pliiatsiga plaanile situatsiooni;
- vormistab lõpliku joonise veekindla tindipliiatsiga;
- kujundab pealkirjad ja joonestab leppemärgid;
- värvib plaani.

Lõiming: Eesti keel (terminoloogia, suuline eneseväljendusoskus), joonestamine (teodoliitkäigu ja plaani joonestamine), geograafia (leppemärgid).

9. Õpimapi koostamine (3 tundi)

Õppesisu: Õpimapp, selle komponendid. Õpipäevik.

Põhimõisted: õpimapp, õpipäevik.

Õppetegevused

Õppe käigus õpetaja

- kirjeldab õpimappi ja annab õpilastele nimekirja õpimapi komponentidega;
- annab õpilastele tiitellehe näidise;
- selgitab õpipäeviku kirjutamise põhimõtteid;
- selgitab kokkuvõtva tagasiside kirjutamist;
- juhendab õpimapi koostamist.

Õppe käigus õpilane

- kirjeldab õpipäevikus igapäevaseid õppetegevusi, seda kuidas tema õppeülesannete täitmisele kaasa aitas ning millest ta aru sai ja millest ei saanud;
- hindab õpipäevikus õpitulemuste saavutamist;
- analüüsib õpipäevikus rühmatööd ja isiklikku panust rühma tööse;
- kirjutab kokkuvõtva tagasiside;
- kujundab õpimapi tiitellehe ja koostab sisukorra;
- komplekteerib õpimapi ja esitab selle hindamiseks.

Lõiming: Eesti keel (terminoloogia, kirjalik eneseväljendusoskus), joonistamine (õpimapi kujundamine).

3. Maamõõtmispraktikumi läbiviimine ja tagasiside

Kolmandas peatükis antakse ülevaade praktikumi läbiviimisest Tartu Waldorfgümnaasiumis 2021/2022. õppeaastal.

3.1. Praktikumi ettevalmistamine

Eeltööd algasid 2021. aasta kevadel. Vaja oli

- kokku leppida praktikumi toimumise aeg;
- leida majutuskoh, kus oleks piisavalt suur õppeklass, võimalus ise toitu valmistada ja mõõdistamiseks sobiv ümbrus;
- kontrollida, kas olemasolevad teodoliidid on töökorras ja uurida võimalusi kahe optilise teodoliidi laenamiseks;
- pidada läbirääkimisi praktikumide eelarve suurendamiseks, tellida kolm uut optilist teodoliiti, sest ühte olemasolevatest ei saanud kasutada ja teodoliitide laenamine ebaõnnestus;
- tellida puuduvad joonestusvahendid;
- tellida transport;
- planeerida toitlustamine.

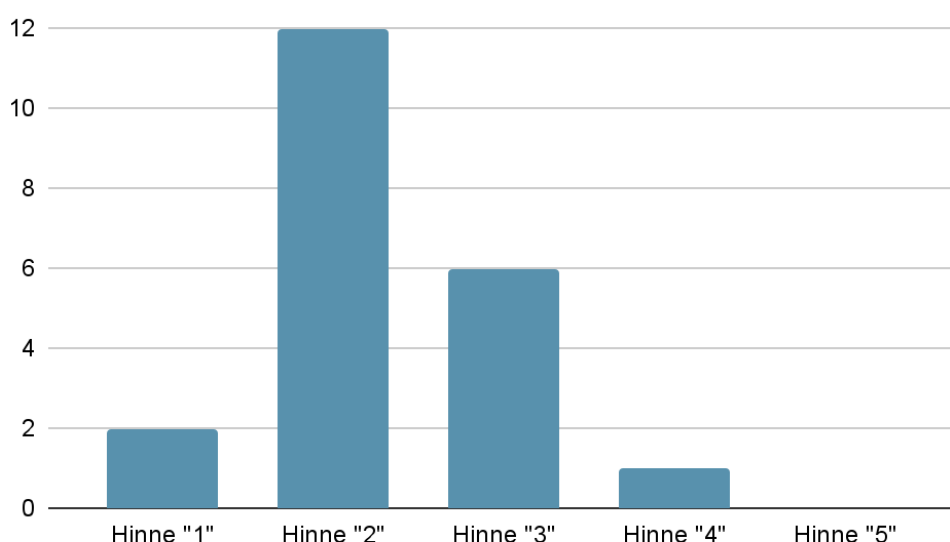
Kursus oli plaanis läbi viia 23.–27. augustil Emajõe-Suursoo looduskeskuses, aga lükkus õpetaja haigestumise tõttu edasi. Praktikumi aja muutmise tõttu oli välilaagris võimalik olla 6.–9. septembril ning 10. septembrile planeeriti joonestustööd ja õpimapi korrastamine koolimajas. Emajõe-Suursoo looduskeskus pakkus mugavat majutust koos võimalusega ise toitu valmistada. Majas olid joonestamiseks piisavalt suured lauad, mida oli rühmatööks võimalik mugavalt paigutada, töökohti jätkus kõikidele õpilastele. Õppeklass oli varustatud projektori ja ekraaniga, kasutada sai väikest tahvlit. Looduskeskuse ümbrus oli mitmekesine: jõgi, kanal, sillad, üksikult kasvavad suured puud, võsa, kruusatee. Maa-ala oli piisavalt suur, et rühmad saaksid segamatult mõõtmistöid teha.

Mõõdistamiseks olid kaasas järgmised vahendid: kolm optilist teodoliiti FET 500, kaks optilist teodoliiti 2T30, viis statiivi, viis ripploodi, kuus 50 m mõõdulinti, 12 maavaia, 10 märkevaia, vasar ja kaks teodoliidile kinnitatavat kompassi. Kooli poolt olid olemas ka 5 kirjutusalust, 20 maalialust, A3 formaadis joonestuspaber teodoliitkäigu

konstrueerimiseks ja plaani joonestamiseks, 20 joonlauda pikkusega 30 cm, 20 geokolmnurka hüpotenuusiga 22 cm, harilikud pliiatsid tugevusega 2H ja 3H, tindipliiatsid 0,2 ja 0,3 mm, 20 kiirkõitjat ja A4 formaadis paber. Õpilastel oli palutud lisaks isiklikele asjadele kaasa võtta kirjutusvahendid, sirkel, kustutuskumm, pliiatsiteritaja, värvipliiatsid ja nurgafunktsioonidega taskuarvuti.

3.2. Kursusest osavõtjate lühikirjeldus

Tartu Waldorfgümnaasiumis kuulub “Maamõõtmispraktikum” matemaatikaõpet täiendavate kohustuslike kursuste hulka. Kursusel osalesid kõik 21 õpilast, 15 tüdrukut ja 6 poissi, kes õppisid praktikumi toimumise ajal Tartu Waldorfgümnaasiumi 11. klassis. Kõik õpilased olid 10. klassis õppinud laia matemaatikat, sest kitsa matemaatika valimise võimalus tol õppeaastal puudus, matemaatikaõpetajaks oli käesoleva töö autor. Klassis olid mitmed matemaatikas hästi toime tulevad õpilased, aga oli ka õpiraskustega õpilasi. Neist mitme puhul andsid tunda põhikoolis tekkinud lüngad, mõnel puudus iseseisva töötamise oskus. Töötempo oli klassis pigem aeglane. Kursust “Trigonomeetria II” läbisid õpilased suures osas distantsõppel olles. Suulises tagasisides hinnati kursus tüütult valemirohkeks ja väga raskeks, õpimotivatsioon pigem madalaks. Kursusehinnete jaotus on toodud joonisel 1.



Joonis 1. Kursuse “Trigonomeetria II” hinnete jaotus

Sotsiaalses mõttes oli tegemist väga tugeva klassiga, õhkkond oli rahulik ja sõbralik. Klassis oli nii initsiatiivikaid heade suhtlemisoskustega noori kui ka tagasihoidlikumaid, kohanemiseks aega vajavaid õpilasi. Õpilaste omavaheline läbisaamine ja suhted õpetajatega olid head, õpilased olid ühtehoidvad ja üksteist arvestavad, tundides tehti koostööd kaaslasiga valimata. Seetõttu jaotati praktikumis osalejad rühmadesse juhuslikult, loosimise abil. Rühmade arvu määras olemasolevate teodoliitide arv, seetõttu oli neljas rühmas neli ja ühes rühmas viis õpilast, rühmade koosseisu praktikumi jooksul ei muudetud.

3.3. Õppetöö

Mõõdistamiseks oli esialgu planeeritud 3 ning arvutustöödeks ja joonestamiseks 2 õppepäeva, planeeritud ajajaotus on toodud tabelis 6. Õpilastega räägiti läbi, et iga rühm planeerib ajaliselt oma tegevusi ise ning õppetöö ajal tehtavad pausid toimuvad rühmasisese kokkuleppe alusel.

Tabel 6. Mõõtmispraktikumi nädalaplaan 2021. aastal Emajõe-Suursoo looduskeskuses

Aeg	Planeeritud tegevused					
Esmaspäev 6.09.2021	Ärasõit 8.00	Õppetöö 10.00-13.00	Lõunapaus	Õppetöö 14.30-18.00	Õhtusööök 18.00	Õppetöö 19.00-20.00
Teisipäev 7.09.2021	Hommi- kusööök 8.00	Õppetöö 8.45-13.00	Lõunapaus	Õppetöö 14.30-18.00	Õhtusööök 18.00	Õppetöö 19.00-20.00
Kolmapäev 8.09.2021	Hommi- kusööök 8.00	Õppetöö 8.45-13.00	Lõunapaus	Õppetöö 14.30-18.00	Õhtusööök 18.00	Õppetöö 19.00-20.00
Neljapäev 9.09.2021	Hommi- kusööök 8.00	Õppetöö 8.45-13.00	Lõunapaus	Õppetöö 14.30-18.00	Õhtusööök 18.00	Pakkimine, koristamine ja ärasõit
Reede 10.09.2021	Õppetöö koolis 10.00-13.00		Lõuna	Õppetöö koolis 13.30-16.00		

Tehnilistel põhjustel (majas polnud elektrit ja kamin ajas suitsu sisse) ei olnud esimesel päeval võimalik kasutada õppeklassi, täielikult muutus päevakava ja ära jäi kursust sissejuhatav loeng. Õppetööd alustati õues lühikese sissejuhatusega, milles anti ülevaade praktikumi eesmärkidest ja ülesehitusest ning ees ootavatest tegevustest.

Sissejuhatusele järgnes sammumõõdu leidmine (vt Lisad, joonis 2) ning ümbruse tundmaõppimine, mille käigus lepiti kokku mõõdetava maa-ala piirid ja räägiti läbi plaanile kantavad objektid. Seejärel leidsid õpilased sammumõõtu kasutades mõõdetava ala pikkuse ja laiuse ning asusid krokiid joonistama (vt Lisad, joonis 3). Joonistamisega paralleelselt anti rühmade kaupa ülevaade geodeetilistest instrumentidest ja õpiti teodoliidi kasutamist. Pärast esialgsete visandite valmimist analüüsiti rühmades mõõdetavate objektide ja võimalike mõõtmispunktide paiknemist maatükil. Ühisel ringkäigul hinnati leitud punktide sobivust ja märgistati teodoliitkäigu nurgapunktid maavaiade abil. Seejärel valis iga rühm mõõtmiste alustamiseks ühe seisupunkti ning harjutas teodoliidi ettevalmistamist ja käsitlemist. Konkreetse punkti näitel õpiti rühmades abrissi koostamist ja mõõtmistulemuste protokollimist.

Teisel päeval anti sissejuhatavas osas ülevaade õpimapi koostamisest ning õpilased said nimekirja õpimappi kuuluvatest komponentidest, juhendi õpipäeviku täitmiseks ja tiitellehe näidise. Tuletati ka meelde, mida eelmisel päeval tehti ning koheks ülesandeks oli õpipäevikusse eelmise päeva kokkuvõtte kirjutamine. Edasi oli õpipäevikut võimalik täita planeeritult viimase tunni ajal. Seejärel asuti mõõtmistööde juurde. Rühmade kaupa meenutati koos õpetajaga, kuidas seada teodoliit seisupunkti kohale, fikseerida nullpunkt, lugeda nurga suurust ja täita mõõtmisprotokoll (vt Lisad, joonis 4). Horisontaalnurkade ja joonepikkuste mõõtmine jätkus ka kolmandal päeval, viimane rühm lõpetas neljanda päeva hommikul. Vihmasaju tõttu tekkinud pausid andsid võimaluse jooksvalt tegeleda mõõtmistulemuste keskmiste arvutamise ja täpsuse hindamisega, tulemuste kontrollimiseks kasutati kolmnurgaarvutusi.

Neljanda päeva lõpuks olid kõik rühmad leidnud sobiva plaanimõõdu, teisendanud nurgad kraadidesse ja joonepikkused vastavasse mõõtkavasse, koostanud teodoliitkäigu skeemi ning kontrollinud hulknurga sisenurkade summa abil horisontaalnurkade mõõtmistulemusi. Seejärel moodustasid õpilased rühmasiseselt paarid (ühes rühmas tekkis kolmeliikmeline grupp) ja paaristööna joonestati teodoliitkäik (vt Lisad, joonis 5). Kolmel rühmal tuli andmete täiendamiseks või vigade parandamiseks teha kordusmõõtmisi, vigu esines nii nurkade kui ka pikkuste mõõtmisel. Kui tingmärkide kasutamine oli rühmas läbi arutatud – eeskujuks võis võtta Eesti põhikaardi

leppemärgid (Maa-amet, 2021), aga lubatud oli ka ise tingmärke välja mõelda – võis alustada plaanide joonestamist ja objektide tähistamist (vt Lisad, joonis 6).

Viiendal päeval toimus õppetöö koolis. Rühmad olid tegevustega erineval kaugusel: lõpetati paaristoid, alustati individuaalse plaani joonestamisega, täiendati õpimappi. Praktikumi lõppedes ei olnud ükski rühm valmis oma õpimappe koos situatsiooni plaaniga esitama, seetõttu lepidi kokku täiendavad paaristunnid iga päev praktikumile järgneva nädala jooksul.

3.4. Hindamine ja tagasiside

Õpimapi esitasid hindamiseks kõik kursusel osalenud õpilased. Kõigis esitatud õpimappides on olemas tiitelleht, sisukord, õpipäevik, mõõtmisprotokollid koos abriissidega, krokii, teodoliitkäigu skeem ja situatsiooni plaan. Põhjalikuma õpitegevuste kirjeldustega õpipäeviku koostasid neli õpilast. Neid päevikuid lugedes on võimalik aru saada, milline oli õpilase roll rühmas töötades ja milliseid ülesandeid ta täitis. Enamike õpimappide päevikuosas on õpitegevuste kirjeldused üldisemad, keskendutakse päevast ülevaate andmisele (ärkasime vara, sõime putru, mõõtsime viis punkti, korrasime protokolle, värvisime joonist, käisime saunas jne). Kõige üksikasjalikumalt on päevikutes kirjeldatud esimese õppepäeva tegevusi, korrektselt on täidetud sammumõõdu leidmise tööleht. Kolme õpilase päevikus on esitatud lihtsalt tegevuste loetelu päevade kaupa.

Enamasti on õpipäevikute kirjutamisel kasutatud meie-vormi, sest suur osa töödest tehti rühmades. Seetõttu leiab päevikutekstidest ka rohkem hinnanguid rühma kui terviku hakkamasaamisele, näiteks: “Arusaamine, mida teodoliidiga teha, tekkis meil väga aeglaselt.” või “Me ei saanud alguses teodoliidi ülesseadmisega isegi hakkama.” või “Nullkraadi paikapanemise sammud läksid meil kogu aeg meelest.” või “Meil oli puudu kaugus T1st T9ni, see oli ainuke asi, mida käisime üle mõõtnas, me olime nii õnnelikud!”. Korralikult täitsid õpilased ka Karmi eeskujul (vt lk 24, tabel 4) koostatud rühmatöö hindamiseks mõeldud analüüsitabelit. Hinnangud andis 20 õpilast, ühe õpilase õpimapist tabel puudus. Õpilaste hinnangute jagunemine on näha tabelites 7–10.

Tabel 7. Hinnang rühmatööle: ajakasutus

Ajakasutus			
Üsna palju aega kulus mitte-eesmärgipäraselt.	Sageli sattusime rajalt kõrvale.	Kasutasime aega otstarbekalt, kui töövõtted olid selgeks saanud.	Ei raisanud aega, pidasime eesmärgi silmas.
–	3	14	3

Üldiselt olid õpilased motiveeritud tegutsema ja kõrvalistele tegevustele aega ei raisatud. Enamik õpilasi vastas, et aega kasutati otstarbekalt, kui töövõtted olid selgeks saanud, kolm õpilast leidis, et ajakasutus ei olnud alati sihipärane. Mõlema valiku puhul on põhjendustes välja toodud, et liigne ajakulu tulenes peamiselt ebakindlusest teodoliidi kasutamisel ja mõõtmisvigadest. Ühes rühmas, millel ei olnud selget liidrit, esines probleeme töö alustamisega pärast pause. Kolm õpilast valis viimase vastusevariandi. Ühel juhul on valikut põhjendatud rühmasisese kokkuleppega kõik kiiresti valmis teha ning ülejäänud kaks õpilast kirjutasid, et rühmal oli motiveeriv ja kontrolliv liider.

Tabel 8. Hinnang rühmatööle: rühmaliikmete tööpanus

Rühmaliikmete tööpanus			
Üks õpilane tegi kogu töö ära.	Mõned õpilased nägid rohkem vaeva kui teised.	Igaüks leidis endale jõukohase ülesande.	Ülesanded jaotati ja kõik said proovida erinevaid tegevusi.
–	5	12	3

Kolm õpilast, kes vastasid tööpanuse jagunemise kohta, et ülesandeid vahetati ja kõik rühma liikmed said proovida erinevaid tegevusi, kuulusid rühma, millel puudus liider. Ülejäänud rühmades proovisid õpilased erinevaid tegevusi esimesel mõõtmispäeval, aga teise päeva lõpuks oli ülesannete jaotus välja kujunenud. Viimast asjaolu põhjendati enamasti sellega, et nii oli lihtsam ja töö läks kiiremini, sest kõik tegid seda, mis meeldis või hästi välja tuli. Eraldi nimetati ka seda, et mõned õpilased olid teodoliidi kasutamisel osavamad või oskasid paremini joonestada. Kuna teodoliidi kasutamist peeti üldiselt keeruliseks, siis hinnati kahel juhul nende õpilaste tööpanust suuremaks.

Kolm õpilast, kes leidsid, et mõned nägid rohkem vaeva kui teised, kuulusid viieliikmelisse rühma, kus igale rühmaliikmele ei jätkunud alati ülesandeid.

Tabel 9. Hinnang rühmatööle: otsuste tegemine

Otsuste tegemine			
Erimeelsuste lahendamine läks vaevaliselt.	Ühel inimesel lasti otsustada.	Tehti kompromisse, et töö saaks tehtud.	Arutati ühiselt ja jõuti sisulistele kokkulepetele.
1	4	3	12

Üks õpilane kirjutas, et erimeelsuste lahendamine läks vaevaliselt, sest nende grupis olid kõik kanged vaidlejad. Viieliikmelise rühma neli liiget märkisid, et peamiseks otsustajaks oli üks õpilane, nimetatud õpilane ise leidis, et arutati ühiselt ja jõuti sisulistele kokkulepetele. Sama hinnangu andis oma rühmale enamus ülejäänud õpilastest. Põhjenduseks kirjutati, et rühmas osati üksteist kuulata, ei olnud domineerivaid isikuid, erimeelsused olid väikesed ja ebaolulised. Kolm õpilast märkisid, et otsuste langetamisel tehti kompromisse, sest pakuti välja erinevaid lahendusi ja see tekitas vaidlusi.

Tabel 10. Hinnang rühmatööle: töö tulemuslikkus

Töö tulemuslikkus			
Me ei saavutanud eesmärgi.	Vaevu jõudsimise tööga valmis.	Tegime, mida vaja.	Rühm oli väga produktiivne.
–	6	12	2

Töö tulemuslikkuse kohta esineb igas grupis erinevaid arvamusi, samas on kahe enamesinenud hinnangu põhjendused üsna sarnased ja need võiks kokku võtta lausega: palju aega kulus mõtlemisele ja asjadest arusaamisele, tähtajaks küll valmis ei saanud, aga lõpuks sai kõik tehtud. Kaks õpilast, kes märkisid, et nende rühm oli väga produktiivne, tõid põhjenduseks ühiste eesmärkide teadvustamise.

Enesehindamiseks oli õpilastele antud kaks abistavat küsimust

- mida ma selle tegevuse käigus õppisin?
- mida ja kuidas oleks võinud teha teisiti/paremini?

Õpitegevuste kirjelduste juures eneseanalüüsi osa üldiselt puudub, raskused ja edusammud on kirja pandud kogu rühma vaates. Kolm õpilast kirjutasid õpipäevikusse vabas vormis praktika kokkuvõtte. Kokkuvõtetes on nimetatud, et õpiti teodoliiti kokku panema, nurki mõõtma, sammumõõtu leidma ja plaanimõõtu arvutama. Loetletud tegevuste juures ei ole õpilased leidnud midagi, mida teisiti või paremini teha, aga üldiselt on välja toodud, et edaspidi ei peaks tegevusi edasi lükkama, kohe peaks kõike korralikult tegema ja vigu ei tohiks korrata, õpetaja soovitusi ja nippe tuleks paremini tähele panna ning aega oleks võinud paremini planeerida. Neljast õpipäevikust leiab üksikuid mina-vormis õpitegevusi puudutavaid või ennast hindavaid lauseid, näiteks: “Õppisin, kuidas sammu pikkust välja arvutada.”, “Mõõtsin palju sellel päeval teodoliidiga, õppisin seda paremini tegema.”, “Teodoliidi ettevalmistamine oli pikk protsess ja ma hakkasin tajuma, et ei saagi kunagi täiesti perfektne olla.”, “Õppisin ka lõpuks minutite lugemise skaalalt.” ja “Tegin mitu korda joonist üle, aga mõned lõigud tulid ikka pikemad ja lõpuks tuli uuesti mõõdulint võtta.”. Üks õpilane kirjutas iga päeva kirjelduse lõppu, mida võiks edaspidi paremini teha: “Teodoliidi ülespanek peaks kiiremini käima.”, “Peaks proovima täpsemalt mõõta.”, “Tulevikus võiksite olla järjekindlamad.” ja “Edaspidi võiks ülesandeid paremini jaotada.”. Ülejäänud päevikutes puudub enesehindamise osa täiesti.

Õpitulemuste saavutamist paluti õpilastel endil hinnata viiepallisüsteemis ja antud hinnet põhjendada. Seitsmes õpipäevikus oli hindamisleht olemas, madalaim hinne hindamislehel oli “3”. Õpilaste antud hinnete võrdlus on toodud tabelis 11. Kõige madalamaks hinnati oskust kasutada mõisteid ja kirjeldada situatsiooni plaani koostamiseks vajalikke etappe. Õpilaste ebakindlus mõistet kasutamisel on näha ka õpipäevikutest, õppetegevuste kirjeldused on üldised ja mõistete kasutamist on püütud vältida. Antud hinnet põhjendades on üks õpilane kirjutanud: “Kirjeldamine osutub raskeks, kuna vahel ei tea mis sõnastusega kõige arusaadavam kirjeldus anda”. Suhteliselt madalalt on hinnatud ka kahe otseselt matemaatikaga seotud õpitulemuse – õpitud matemaatiliste meetodite rakendamine reaalses olukorras ning oskus vormistada ja hinnata mõõtmistulemusi, joonestada teodoliitkäik ja korrigeerida sulgemisviga -- saavutamist.

Tabel 11. Õpilaste antud hinnete keskmised õpitulemuste kaupa

Õpitulemus	Madalaim hinne	Kõrgeim hinne	Keskmine hinne	Standardhälve
rakendan õpitud matemaatilisi meetodeid reaalses olukorras	3	5	4,1	0,7
arutlen loogiliselt ja teistele arusaadavalt, põhjendan oma seisukohti, julgen langetada otsuseid	3	5	4,3	0,8
teen probleemide/ülesannete sõnastamisel, lahendusplaani koostamisel ja lahendamisel koostööd kaaslastega, võtan vastutuse tulemuse eest	3	5	4,4	0,8
oman ettekujutust maamõõtmisega/geodeesiaga seotud elukutsetest	3	5	4,6	0,8
kasutan mõõdistustöödega seotud mõis- teid ja kirjeldan situatsiooni plaani koostamiseks vajalikke etappe	3	5	4,0	1,0
rajan teodoliitkäigu, märgin nurgapunk- tid, joonistan krokii ja seisupunktide abrissid	3	5	4,4	0,8
tunnen teodoliidi ehitust, valmistan selle kasutamiseks ette ja mõõdan horison- taalnurgad	4	5	4,6	0,5
mõõdan joonepikkused ja teisendan need mõõtkavasse	4	5	4,9	0,4
vormistan ja kontrollin mõõtmistulemu- sed, joonestan teodoliitkäigu skeemi, korrigeerin sulgemisvea	4	5	4,1	0,4
joonestan vastavaid leppemärke kasu- tades võimalikult täpse situatsiooni plaani	4	5	4,9	0,4

Suulises tagasisides nimetati kursuse lihtsaimate ülesannetena krokii joonistamist, sammumõõdu leidmist, joonepikkuste mõõtmist ja plaanimõõdu arvutamist. Kõige keerulisemaks peeti teodoliidi ettevalmistamist nurkade mõõtmiseks ja teodoliitkäigu skeemi joonestamist, põhjenduseks toodi, et need olid täpsust ja aega nõudvad tegevused.

3.5. Tähelepanekud

Üldiselt võib praktikumi lugeda kordaläinuks – õpilased olid aktiivsemad kui matemaatikatunnis ja tegutsesid asjalikult. Ühest õpipäevikust võib lugeda: “See oli väga põnev kogemus. Töö iseenesest ei olnud raske, pidi vaid leidma motivatsiooni, et see ära teha. Kindlasti oli huvitav kokku puutuda sellise valdkonnaga nagu maamõõtmine”. Siiski tegi töö autor praktikumi käigus mitmeid tähelepanekuid, mida edaspidises arvestada:

- Rühmad moodustati loosimise teel ja olid seetõttu koosseisult väga erinevad. Igasse rühma sattus siiski vähemalt üks matemaatikas paremini toime tulev õpilane, kellele toetuti arvutus- ja joonestustööde juures. Kui loositud rühmad tulevad tasemelt ebavõrdsed võib nõrgema rühma mõõdetavat maa-ala vähendada ja arvutus- ning joonestustööde juures rohkem juhendada.
- Viieliikmelisel rühmal, millesse kuulus kolm poissi ja kaks tüdrukut, kujunes välja rühmajuht, kes kaasas aruteludesse tihti ainult poistest rühmakaaslasti või otsustas üksinda, mida ja kuidas tuleb teha. Teistes rühmades osalesid rühmaliikmed otsuste langetamisel võrdsemalt. Sellise rühma juures võiks õpetaja sagedamini viibida ja jälgida, et kõik rühma liikmed osaleksid otsuste tegemisel.
- Kursuse algusesse planeeritud loeng ei toimunud. Geodeesiast ja maamõõtmisest ning nende tähtsusest, õppimisvõimalustest ja matemaatika seosest geodeesiaga, topograafilisest plaanist ja selle koostamise etappidest räägiti järgnevatel päevadel õppetöö alguses klassis toimunud kogunemiste jooksul. Loenguks mõeldud viis teemat võib ka edaspidi jaotada erinevatele päevadele või teoreetiliseks sissejuhatuseks erinevatele õppetegevustele. Kindlasti peab esimesel päeval andma ülevaate praktikumi eesmärkidest ja ülesehitusest ning ees ootavatest õppetegevustest.
- Maa-alal oli väga palju erinevaid objekte ning sellest ülevaate saamine, sammumõõdu leidmine ja esialgne visandamine mahtusid planeeritud kahe tunni sisse, aga krokii viimistlemine jätkus kuni viimase praktikumipäevani. Visandi joonistamine ja sammumõõdu leidmine olid kõigile õpilastele jõukohased ülesanded. Visandi joonistamisel kasutati objektide vahemaade hindamisel siiski enamasti silmamõõtu mitte leitud sammumõõtu, aga maa-alast andis ka nii valmistatud visand piisava ülevaate.

- Teodoliitkäigu rajamisel jäi arvatust suurem roll õpetajale. Õpilased said küll teoreetilise teadmise, milleks teodoliitkäik vajalik on ja kavandasid selle rühmades arutades, aga neil puudus kogemus nurgapunktide otstarbekaks maastikule paigutamiseks. Teodoliitkäigu rajamine andis õpilastele ka esimese tagasiside silmamõõdu abil joonistatud visandi kohta – ringkäigul selgus, et objektid ei asu tegelikult üksteise suhtes nii nagu krokiil kujutatud.
- Teodoliitkäigul oli 9 nurgapunkti ja sellest piisas, et rühmad mõõtmisel üksteist segama ei hakkaks. Neljas punktis võttis mõõtmine kauem aega (jõekallas, kanal või palju üksikult kasvavaid suuri puid), aga rühmad jõudsid ilma õpetaja sekkumiseta kokkuleppele, kus keegi parasjagu mõõdab.
- Kinnise teodoliitkäigu valimine õigustas end, sest nii oli tekkinud kumeral hulknurgal olemas teoreetiline sisenurkade summa. Mõned nurgapunktid paiknesid selliselt, et nendest oli näha rohkem kui kaks nurgapunkti, mis tekitas rohkem andmete kontrollimist võimaldavaid hulknurki.
- Teodoliidi kasutamist õpetati kursuse esimesel päeval õues, kus tähelepanu kipub hajuma, seepärast oli seda parem teha rühmade kaupa. Teodoliidi kasutamist lasti rühmadel mõnda aega iseseisvalt harjutada, et õpetajal oleks võimalik ühe rühma juurest teise juurde liikudes kontrollida, kas kõik etapid on korralikult meelde jäänud. Praktikumil jooksul tuli siiski erinevaid rühmi korduvalt aidata teodoliidi seadmisel seisupunkti kohale, loodimisel või nullpunkti fikseerimisel. Siin oleks abiks etappide ühine läbiarutamine ja õpipäevikusse ülesmärkimine.
- Protokollilehtede täitmist ja abrisside joonistamist õpetati rühmade kaupa teodoliidi kasutamise harjutamise ajal, kasutades näitena konkreetset seisupunkti. Edaspidi võiks samuti toimida. Rühmades õpetamise käigus saab veelkord pöörata tähelepanu antud punktist mõõdetavatele objektidele ja tuletada meelde, et mõõta tuleb alati ka kõik seisupunktist nähtavad teodoliitkäigu nurgapunktid.
- Eraldi tuleb õpilastega harjutada, kuidas hoida mõõdulinti maapinnast kõrgemal horisontaalselt ja pingul, et saada joone pikkused täpsemad. Üks õpilane kirjutas õpipäevikusse õpetajale ka vastava soovitus: “Õelge, et mõõdulint oleks suure jõuga pingule tõmmatud kohe enne alustamist, mõned ei pruugi seda lihtsalt teada, kuigi see on loogiline.” Üllataval kombel oli kahe õpilase jaoks arusaamatu mõõdulindilt lugemi võtmine.

- Mõõdetav maatükk asus Emajõe ääres, kallas oli järsk ja paiguti võssa kasvanud, mis muutis täpse mõõtmise keeruliseks. Ohutust silmas pidades pidid rühmad ise otsustama, milliseid punkte nad kaldajoone saamiseks mõõtmisel kasutavad. Seetõttu olid rühmadel maa-ala selles osas ka väga erinevad mõõtmistulemused. Erinevused tekkisid ka kanali mõõtmise juures, sest see oli osaliselt kinni kasvanud ja selles oli vähe vett ning kanali kalda määramine oli raske. Edaspidi saaks niisugusel juhul mõõdetava ala piire muuta või mõttelise kaldajoone maastikule märkida.
- Mõõtmistööde juures soovitas õpetaja ülesanded jaotada järgmiselt: kaks õpilast mõõdavad joonepikkusi, üks õpilane mõõdab teodoliidiga horisontaalnurki, üks õpilane protokollib ja kontrollib abrissi abil, et kõik objektid saaksid mõõdetud. Soovitus oli ka tegevusi aeg-ajalt vahetada, aga seda tehti ainult ühes rühmas. Kolmes rühmas mõõtis üks õpilane alati teodoliidiga ja teised vahetasid aeg-ajalt ülesandeid, ühe rühma õpilastel olid mõõtmistööde juures kogu aeg samad ülesanded. Kui eesmärgiks on, et kõik rühma liikmed õpiksid mõõdistamisel erinevaid töid tegema, peaks õpetaja järjekindlamalt suunama õpilasi tegevusi vahetama.
- Arvutustööde juures pidi meenutama kalkulaatori kasutamist: nurkade sisestamine, tehted nurkadega. Kolm õpilast nentis töö käigus rahulolevalt, et sai nüüd siinus- või koosinusteoreemi rakendamise selgeks.
- Teodoliitkäik konstrueeriti paaristööna: üks õpilane otsis protokollidest andmeid ja teine joonestas. Kahte joonist võrreldi rühma sees pidevalt ja vastastikku püüti korrigeerida joonestusvigu ja seda võiks ka edaspidi soovitada. Viieliikmelises rühmas moodustus kaks paari, üks poistest jäi pealtvaatajaks ka siis, kui õpetaja soovitas ülesandeid omavahel vahetada. Kui võimalik, võiks edaspidi viieliikmelise rühma moodustamist vältida.
- Joonestamisel tuli meelde tuletada malli kasutamine. Eriti keeruliseks osutus 180° suuremate nurkade märkimine, sest siis tuli geokolmnurga või malli pöörata. Igas rühmas leidis keegi, kes märkis ülinürinurga teodoliitkäigu valele küljele. Üks õpilane kasutas alguses pikkuste märkimisel geokolmnurga kraadiskaalaga külge.
- Õpipäeviku pidamise kogemus õpilastel puudus ja see oleks vajanud täpsemat juhendamist. Et sammumõõdu leidmise tööleht oli kõigil õpilastel korrektselt täidetud, siis võiks edaspidi vabas vormis kirjutatava teksti asemel kaaluda ka teiste

õppetegevuste puhul töölehtede kasutamist, kus on selgemalt näha, mida antud õpitegevuse juures kirjeldada tuleb. Tööleht võimaldaks suunata õpilast ka enesehindamise juurde.

Siintoodud tähelepanekuid arvestas autor 27.08.–31.08.2022 läbi viidud praktikumi ettevalmistamisel ja läbiviimisel. Õpipäevikut täitsid õpilased antud praktikumi jooksul siiski vabas vormis ja töölehtede koostamine jääb õpetajale edaspidiseks ülesandeks.

Kokkuvõte

Magistritöö raames koostati gümnaasiumõpilastele mõeldud valikkursus “Maamõõtmispraktikum”, mis tutvustab lihtsat maamõõtmist, plaani koostamise põhimõtteid ja võimaldab praktiliselt rakendada matemaatikatundides õpitut. Töö esimeses osas anti ülevaade geodeesia ja geoinformaatika õpetamisest Eestis, olemasolevast maamõõtmispraktika ainekavast waldorfkoolide õppekavas ja kursuse koostamise teoreetilistest alustest. Kursuse koostamisel kirjeldati kursuse eesmäärke, sihtrühma, kogumahtu ja ülesehitust, õppekeskkonda ja õppevahendeid, toodi välja kursuse sisu, õppemeetodid ja hindamisvõimalused ning esitati õppeprotsesside kirjeldused. Töö viimases osas vaadeldi kursuse läbiviimist Tartu Waldorfgümnaasiumis 2021/2022. õppeaastal. Koostatud kursusega jäi autor üldiselt rahule - see muutis praktikumi ettevalmistamise varasemaga võrreldes lihtsamaks ja läbiviimise sujuvamaks. Kursusega jäid rahule ka õpilased, kes hindasid suulises tagasisides praktikumi pikkade päevade tõttu raskeks, aga siiski huvitavaks. Praktikumi jooksul tehtud tähelepanekuid arvestati järgmise praktikumi kavandamisel ja läbiviimisel 2022. aasta augustis.

Valminud kursust saab kasutada Eesti waldorfkoolides maamõõtmispraktikumi läbiviimiseks ja olemasolevate õppekavade täiendamiseks. Kursuse põhjal on võimalik luua õpiprojekt laia matemaatika kursuse “Trigonomeetria II” või kitsa matemaatika kursuse “Trigonomeetria” jooksul klassis omandatu rakendamiseks. Valikkursus võib huvi pakkuda ka teistele üldhariduskoolidele, aga vajaks sellisel juhul ekspertide poolt läbitöötamist. Et koolides ei ole nurkade mõõtmiseks vajalikke teodoliite ja nende vajalikus koguses laenamine on autori kogemusel keeruline, siis ei olnud võimalik kursuse katsetamisse kaasata teisi õpetajaid ja see on ka töö suurimaks kitsaskohaks.

Kasutatud materjalid

- Academe of the Oaks. (i.a.). *Class trips*. Kasutatud 28.06.2021, <https://academeatlanta.org/learning-in-the-field/>
- Aguirre, J. M., Turner, E. E., Bartell, T. G., Kalinec-Craig, C., Foote, M. Q., Roth McDuffie, A., & Drake, C. (2013). *Making Connections in Practice: How Prospective Elementary Teachers Connect to Children's Mathematical Thinking and Community Funds of Knowledge in Mathematics Instruction*. Journal of Teacher Education, 64(2), 178–192. <https://doi.org/10.1177/0022487112466900>
- Allese, D. (01.08.2023). Isiklik kirjavahetus.
- Anderson, L. W., ja Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*. New York: Longman.
- Biggs, J., ja Tang, C. (2009). *Õppimist väärtustav õpetamine ülikoolis : keskmes õppija tegevused*. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Bloom, B. S., Engelhart, M., Furst, M., Hill, W., ja Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
- Eesti Maaülikool. (i.a.). *Geodeesia, kinnisvara- ja maakorraldus*. Kasutatud 24.07.2023, <https://www.emu.ee/sisseastujale/bakalaureuseope/pohiophe-erialade-luhitutvustused/geomaatika/>
- Eesti Vabade Waldorfkoolide ja -lasteaedade Ühendus. (2012). *Waldorfkoolide raamõppekava*. Kasutatud 28.06.2021, http://xn--waldorf-hendus-nsb.ee/sites/default/files/files/waldorfkoolide_raamoppekava.pdf
- EKI ühendsõnastik 2023. (2023). Eesti Keele Instituut. Sõnaveeb. <https://sonaveeb.ee/>

- Ellmann, A., ja Kala, V. (2013). *Geodeesia laboratoorse praktikumi juhend I*. Tallinn: TTÜ Kirjastus.
- Freie Waldorfschule Evinghausen. (i.a.). *Praktika*. Kasutatud 28.06.2021, <https://www.waldorfschule-evinghausen.de/schulleben/praktika/>
- Frielingsdorf, V. (2019). *Geschichte der Waldorfpädagogik*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- "Geoinformaatika". *Gümnaasiumi loodusainete valdkonna valikkursus*. (2012). Eesti Teadusagentuur. Kasutatud 24.07.2023, <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2012/05/geoinformaatika.pdf>
- Gümnaasiumi loodusainete valdkonna valikkursus: "Geoinformaatika"*. (i.a.). TÜ Teaduskooli e-õppekeskus. Kasutatud 24.07.2023, <https://e-oppekeskus.ee/kursused/gumnaasiumi-loodusainete-valdkonna-valikkursus-geoinformaatika/>
- Gümnaasiumi riiklik õppekava*. (08.03.2023). Riigi Teataja I. Kasutatud 28.07.2023, <https://www.riigiteataja.ee/akt/108032023006>
- Hattie, J., ja Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, (77(1)), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Heydebrand, C. (2009). *Vom Lehrplan der Waldorfschule*. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.
- Jürimäe, M., Kärner, A., ja Tiisvelt, L. (2014). *Kujundav hindamine kui õppimist toetav hindamine: õpetajakoolituse õppematerjal*. Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning*. Kagan Cooperative Learning.
- Karm, M. (2013). *Õppemeetodid kõrgkoolis*. Tartu: Sihtasutus Archimedes.
- Kehtna Kutsehariduskeskus. (i.a.). *Maamõõdutehnik (täiskasvanutele)*. Kasutatud 24.07.2023, <https://www.kehtna.edu.ee/et/meie-valdkonnad/ehitusvaldkond/maamoodutehnik-taiskasvanutele>

- Krull, E. (2020). *Õppekava koostamise lähtealused: teooria ja praktika*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Liblik, P. (2015). *Lähtekohad valikkursuse või valikõppeaine kava koostamiseks*. Haridus- ja Noorteamet. Õppekava infoportaal. Kasutatud 2.07.2021, <https://oppekava.ee/lahtekohad-valikkursuse-voi-valikoppeaine-kava-koostamiseks/>
- Maa-amet. (2021). *Eesti põhikaardi 1:10 000 leppemärgid*. Geoportaal. Kasutatud 19.07.2023, https://geoportaal.maaamet.ee/docs/pohikaart/pk_legend_2012.pdf?t=20130409154205
- Mathematics and science learning in schools 2022*. (2022). Eurydice. Kasutatud 18.08.2023, <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/publications/mathematics-and-science-learning-schools-2022>
- Piirimäe, H. (1982). *Tartu Ülikooli ajalugu 1632-1982*. (Vol. I). Valgus.
- Pilli, E. (2009). *Väljundipõhise õppekava koostamine: juhendmaterjal töögruppidele*. Kasutatud 07.07.2021, https://www.ht.ut.ee/sites/default/files/ht/juhend_v2ljundipohise_6ppekava_koostamine.pdf
- Rakendusgeodeesia*. (i.a.). Tallinna Tehnikakõrgkool. Kasutatud 24.07.2023, <https://www.tktk.ee/sisseastujale/oppekavad/ehitusinstituut/rakendusgeodeesia/>
- Rakvere Vaba Waldorfkool. (2021). *Rakvere Waldorfkooli õppekava põhikoolis ja gümnaasiumis*. Kasutatud 09.08.2023, https://waldorfkoolupload.s3.eu-north-1.amazonaws.com/RWK_oppekava_05.05.21_c0d90ab777.pdf
- Randjärv, J. (2006). *Geodeesia I osa. Topograafia* (2., täiendatud ja parandatud trükk ed.). Tartu: Halo Kirjastus.

- Richter, T. (2004). *Vaba Waldorfkooli ülesanne ja õpetuseesmärgid*. Eesti Vabade Waldorfkoolide ja -lasteadeade Ühendus. Kasutatud 31.07.2023, <http://xn--waldorf-hendus-nsb.ee/sites/default/files/files/Richteri%20%C3%95K.pdf>
- Richter, T. (2016). *Pädagogischer Auftrag und Unterrichtsziele - vom Lehrplan der Waldorfschule*. (4th ed.). Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.
- Siilivask, K. (1982). *Tartu Ülikooli ajalugu 1632-1982*. (Vol. II). Tallinn: Eesti Raamat.
- Steiner, R. (1996). *Menschenkenntnis und Unterrichtsgestaltung. 8 Vorträge für die Lehrer der Freien Waldorfschule, Stuttgart 1921*. (Rudolf Steiner Taschenbücher aus dem Gesamtwerk, Vol 657.). Rudolf Steiner Verlag.
- Sulg, S. (2017). *Geoinformaatika õpetamine Eesti üldhariduskoolides*. Bakalaureusetöö. EMÜ. <https://dspace.emu.ee/handle/10492/3371>
- Taimsoo, R. (2010). *Hindamine, enesehindamine ja tagasiside*. Haridus- ja Noorteamet. Õppekava infoportaal. Kasutatud 25.07.2021, <https://oppekava.ee/hindamine-enesehindamine-tagasiside/>
- Tallinna Tehnikaülikool. (i.a.). *Populaarteaduslikud loengud ja töötoad*. Kasutatud 28.07.2023, <https://taltech.ee/koostoo-koolidega/populaarteaduslikud-loengud>
- Tallinna Tehnikaülikool. (2023a). *Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine*. Õppekava täisversioon. Kasutatud 24.07.2023, <https://ois2.ttu.ee/uusois/kava/EAEI02/23>
- Tallinna Tehnikaülikool. (2023b). *Teedeehitus ja geodeesia*. Õppekava täisversioon. Kasutatud 24.07.2023, <https://ois2.ttu.ee/uusois/kava/EATI02/23>
- Tallinna Vaba Waldorfkool. (2016). *Tallinna Vaba Waldorfkooli õppekava*. Kasutatud 31.07.2023, <https://www.waldorf.ee/tvw/wp-content/uploads/2021/12/Tallinna-Vaba-Waldorf-kooli-oppekava-16-kethtiv-2021.pdf>
- Tartu Ülikooli geograafia osakond. (2021). *Bakalaureuseõpe*. Kasutatud 24.07.2023, <https://geograafia.ut.ee/et/sisu/bakalaureuseope>

- Tartu Ülikooli haridusuuringute ja õppekavaarenduse keskus. (2008). *Väljundipõhine õpe ja õpitulemuste sõnastamine ainekava arendustöös*. Kasutatud 07.07.2021, https://www.ht.ut.ee/sites/default/files/ht/juhend_valjundipohine_ope.pdf
- TÜ geograafia osakond. (2012). *Gümnaasiumi loodusainete valdkonna valikkursus: "Geoinformaatika"*. HTM Moodle. Kasutatud 07.08.2023, <https://moodle.edu.ee/course/view.php?id=7355>
- Viljandi Vaba Waldorfkool. (2019). *Viljandi Vaba Waldorfkooli õppekava*. Kasutatud 9.08.2023, https://viljandiwaldorf.ee/wp-content/uploads/2019/05/VILJANDI-WALDORF-KOOLI-%C3%95PPEKAVA-_12.II-2019._.pdf
- Vos P. (2018). "How Real People Really Need Mathematics in the Real World"—Authenticity in Mathematics Education. *Education Sciences*. 2018; 8(4):195. <https://doi.org/10.3390/educsci8040195>
- Õpitulemuste ajakohastamine*. (2019). Haridus- ja Noorteamet. Õppekava infoportaal. Kasutatud 25.07.2021, <https://oppekava.ee/opitulemuste-ajakohastamine/>
- Õppeprotsesside kirjeldused*. (i.a.). Haridus ja Noorteamet. Õppekava infoportaal. Kasutatud 2.07.2021, <https://oppekava.ee/oppeprotsesside-kirjeldused/>
- Üldgeodeesia*. (i.a.). Tallinna Tehnikakõrgkool. Õppeinfosüsteem Tahvel. Kasutatud 24.07.2023, <https://tahvel.edu.ee/#/subject/public/28553>
- Üldgeodeesia praktika*. (i.a.). Tallinna Tehnikakõrgkool. Õppeinfosüsteem Tahvel. Kasutatud 24.07.2023, <https://tahvel.edu.ee/#/subject/public/28555>
- Üld- ja teedegeodeesia praktika*. (i.a.). Tallinna Tehnikakõrgkool. Õppeinfosüsteem Tahvel. Kasutatud 24.07.2023, <https://tahvel.edu.ee/#/subject/public/28554>

Lisa 1. Õpilaste täidetud töölehtede ja jooniste näidised

Sammumõõdu arvutamine

50 m kõndisin		
1.	59	sammuga
2.	62	sammuga
3.	59	sammuga
4.	59	sammuga
5.	57	sammuga
6.	60	sammuga
Keskmine	59,33	sammuga

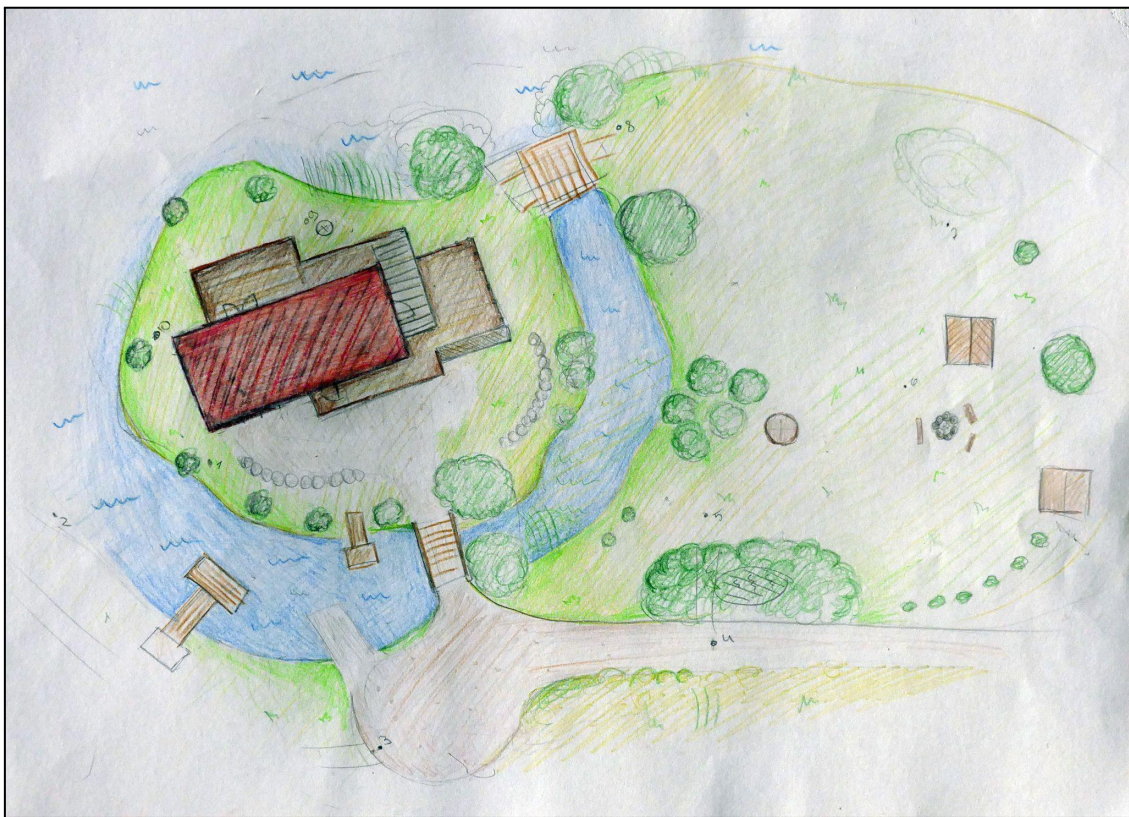
Arvutused:

$$59 + 62 + 59 + 59 + 57 + 60 = 356$$
$$\frac{356}{6} = 59,33$$
$$\frac{50}{59,33} \approx 0,84$$

Minu sammumõõt:

Ühe sammu pikkus on 0,84

Joonis 2. Sammumõõdu tööleht õpipäevikus (autori foto, kasutatud õpilase loal)



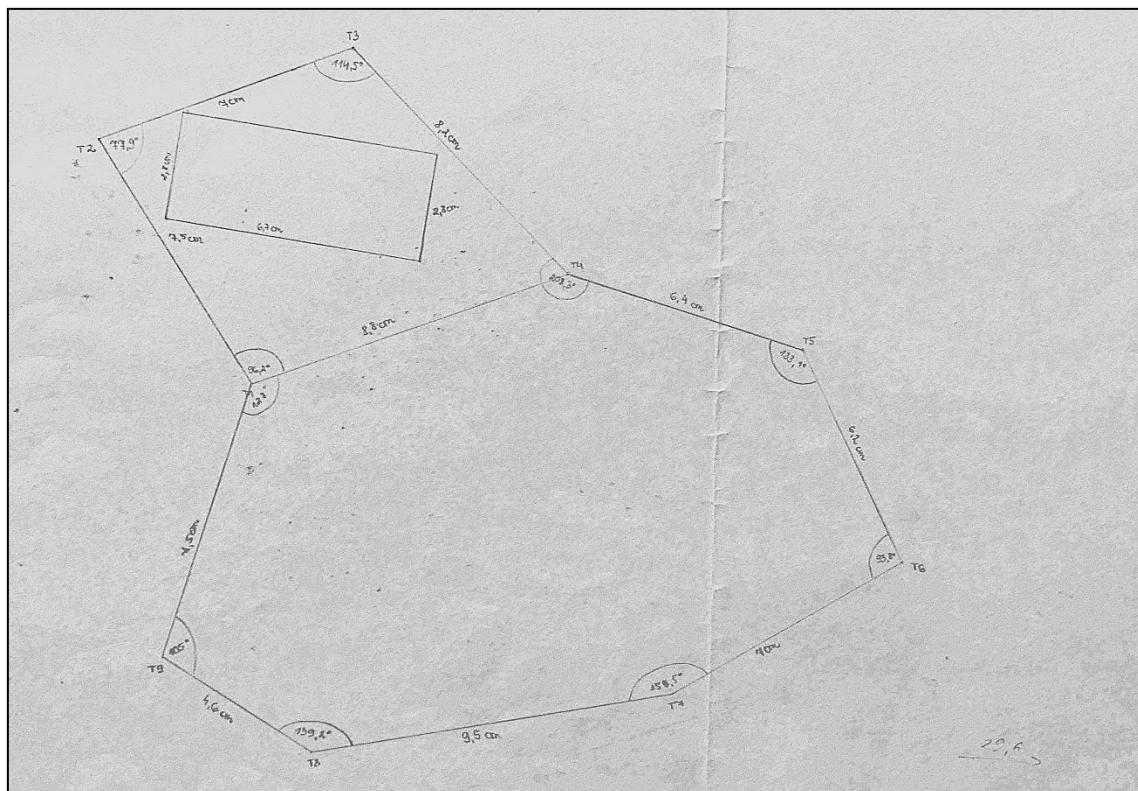
Joonis 3. Krokii õpimapis (autori foto, kasutatud õpilase loal)

Rühm nr ...²... Protokoll nr ...¹³... 15

Seisu-punkt	Siht-punkt	Nurk			Joone pikkus			Abriss
		Lugemid	Keskmine	Teisendatud	Lugemid	Keskmine	Mõõtkavas	
T6	K11	248° 10' 66" 10'	248° 10'	248,2°	21m 16cm		4,7	<p>Hand-drawn sketch of a building with a chimney and a tree. The building is a simple rectangle with a chimney on the right side. A tree is drawn next to it. The sketch is done in a simple, schematic style.</p>
	P1	259° 56' 49" 56'	259° 56' 30"	259,9°	16m 38cm		3,6	
	P11	204° 16' 24" 16'	204° 16' 30"	204,3°	14m 76cm		3,2	
	L1	246° 4' 66" 5'	246° 4' 30"	246,1°	7m 88cm		1,1	
	L2	263° 46' 83" 45'	263° 45' 30"	263,8°	4m 86cm		1,0	
	L3	283° 36' 103" 36'	283° 35' 30"	283,6°	4m 78cm		1,4	
	M1	272° 49' 92" 51'	272° 50'	272,8°	28m 49cm		6,2	
	M2	277° 4' 86" 55'	276° 55' 30"	277°	25m 66cm		5,4	
	M3	280° 19' 105" 23'	280° 22'	280,4°	28m 25cm		6,2	

Kuupäev 08.09.2021 Protokollija *aneti*

Joonis 4. Protokollileht õpimapis (autori foto, kasutatud õpilase loal)



Joonis 5. Teodoliitkäigu skeem õpimapis (autori foto, kasutatud õpilase loal)



Joonis 6. Asendiplaan õpimapis (autori foto, kasutatud õpilase loal)

Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kadri Sügis,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Gümnaasiumi valikkursuse “Maamõõtmispraktikum” koostamine”, mille juhendaja on PhD Marina Lepp, 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 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Kadri Sügis

21.08.2023