

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Matemaatika ja statistika instituut

Terttu Tammaru

**Tudengite õpiharjumused Arvuteooria kursuse näitel**

Matemaatika eriala

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendajad: dotsent Terje Hõim  
teadur Lauri Tart

Tartu 2016

## **Tudengite õpiharjumused Arvuteooria kursuse näitel**

Bakalaureusetöö

Terttu Tammaru

**Lühikokkuvõte.** Käesolevas bakalaureusetöös kaardistatakse üliõpilaste tegevust loodus- ja täppisteaduste valdkonna matemaatika ja statistika instituudi matemaatika eriala kohustuslikul kursusel „Arvuteooria“ (MTMM.00.012). Teoreetilises pooles antakse lühike ülevaade õppimisest ning sellega seotud harjumustest, hoiakutest, oskustest ning strateegiatest. Peamine osa tööst keskendub 2014/2015. ja 2015/2016. õppeaastate kevadsemestritel kursusel „Arvuteooria“ osalenute seas läbi viidud kvantitatiivsel uuringul ning intervjuudel, mille abil antakse ülevaade üliõpilaste tegevusest ja selle mõjust tulemustele.

**CERCS teaduseriala:** S270 Pedagoogika ja didaktika.

**Märksõnad:** Õppimine, õppimisharjumused, õpioskused, arvuteooria.

## **Students' study habits based on the course „Number Theory“**

Bachelor's thesis

Terttu Tammaru

**Abstract.** In this thesis we map student activities during „Number Theory“ (MTMM.00.012), a compulsory course for mathematics majors at the Institute of Mathematics and Statistics of the Faculty of Science and Technology. The theoretical part of the thesis provides a short overview of learning and relevant habits, attitudes, skills, and strategies. The main part focuses on a quantitative analysis and several interviews conducted among the participants of the “Number Theory” course for the 2014/2015 and 2015/2016 spring semesters. The overall goal is to give an overview of the students' activities and the influence of these on the outcome of the course.

**CERCS research specialisation:** S270 Pedagogy and didactics.

**Keywords:** Learning, learning habits, study skills, number theory.

# SISUKORD

<b>SISSEJUHATUS</b> .....	5
<b>1. TEOREETILINE RAAMISTIK</b> .....	6
1.1. Õppimine.....	6
1.2. Õpihoiakud.....	7
1.3. Õpiharjumused .....	8
1.4. Eelnevalt läbiviidud uuringud .....	10
1.4.1. Õpiharjumuste mõju tudengite edukusele .....	10
1.4.2. „Facebookisõltuvuse“ mõju tudengite õpiharjumustele.....	11
1.4.3. Üliõpilaste arusaamad õppimisest ja õpioskustest .....	12
1.4.4. Üliõpilaste akadeemiline motivatsioon .....	13
1.4.5. Üliõpilaste enesetõhusus ja motivatsioon .....	13
1.5. Uuringu eesmärk ja uurimisküsimused.....	14
<b>2. UURINGU METOODIKA</b> .....	15
2.1. Valimi kirjeldus .....	15
2.2. Arvuteooria kursuse korraldus .....	15
2.3. Andmete kogumine ja analüüs .....	16
<b>3. TULEMUSED 2014/2015. ÕPPEAASTAL</b> .....	18
3.1. Ajakulu.....	18
3.2. Üliõpilaste tulemused.....	23
3.3. Õpiharjumused .....	26
3.4. Abimaterjalide kasutamine praktikumideks ettevalmistumisel .....	26
3.4.1. Õppimist toetavad tegevused .....	29
3.5. Loengu kasulikkus .....	30
3.6. Üliõpilaste hinnang ülesannete raskusastmetele .....	30
3.7. Üliõpilaste hinnangu võrdlus ülesannete tegeliku raskuse ja tüübiga.....	32
3.8. Lahendatud ülesannete raskusastme dispersioonanalüüsid .....	34
3.9. Teooria- ja arvutusülesannete lahendamise mõju tulemustele ja ajakulule .....	35
<b>4. TULEMUSED 2015/2016. ÕPPEAASTAL</b> .....	37
4.1. Valimi kirjeldus .....	37
4.2. Ajakulu.....	37
4.3. Üliõpilaste tulemused.....	41
4.4. Õpiharjumused .....	42
4.5. Lisamaterjalide kasutamine.....	42
4.6. Loengu kasulikkus .....	43
4.7. Üliõpilaste hinnang ülesannete raskusastmele.....	44

4.8. Üliõpilaste hinnangu võrdlus reaalse raskusastme ning tüübiga .....	44
4.9. Lahendatud ülesannete raskusastme dispersioonanalüüsid .....	45
4.10. Teooria- ja arvutusülesannete lahendamise mõju tulemustele ja ajakulule .....	46
<b>5. INTERVJU</b> .....	<b>48</b>
5.1. Tulemused.....	48
<b>6. ARUTELU JA JÄRELDUSED</b> .....	<b>58</b>
6.1. Piirangud.....	60
<b>KOKKUVÕTE</b> .....	<b>62</b>
<b>KASUTATUD MATERJALID</b> .....	<b>63</b>
Lisa 1 – Sissejuhatav küsimustik .....	64
Lisa 2 – Iganädalane küsimustik .....	66
Lisa 3 – Kokkuvõttev küsimustik .....	69
Lisa 4 - Intervjuu küsimused.....	70

## SISSEJUHATUS

Õppimine on igapäevaelu lahutamatu osa, isegi kui seda endale alati ei teadvustata. Teadlikult tegelevad sellega erinevate tasemete õpilased, lasteaialastest üliõpilasteni. Nagu iga pidevalt toimuva tegevuse korral, kujunevad ka õppimisel välja erinevad harjumused, ehk poolautomaatsed tegevused, mis võivad õppimist nii soodustada kui pärssida. Suur roll erinevate õppimist soodustavate tegevuste ja harjumuste tekkimise juures on varasematel õpingutel ning nendest saadud kogemustel. Üliõpilaste õppimisharjumused on saanud alguse juba algkoolieast ning kujunevad ajapikku koos isiksuse kasvamisega just konkreetsele õppurile sobivateks.

Kõrgkoolis õppides vastutab iga õppur sajaprotsendiliselt oma õppimise ja selle tulemuste eest. Kas omandatud õpiharjumused töötavad tudengi kasuks või kahjuks, oleneb suuresti muuhulgas õpitavast aimest. Bakalaureusetöö raames läbi viidud uuringuga püütakse selgeks teha, kas kursusel „Arvuteooria“ esinevad õpiprobleemid tulenevad üliõpilaste õpiharjumustest ja võivad seetõttu olla kursuseüleised.

Käesolev bakalaureusetöö on kirjutatud eesmärgiga kaardistada üliõpilaste tegevust Arvuteooria kursuse läbimisel ja selle käigus tekkivaid probleeme ning nende võimalikke põhjuseid. Lisaks tuuakse välja mõned ettepanekud probleemide lahendamiseks. Kursuse „Arvuteooria“ puhul on tegemist sissejuhatava ainega vastavasse temaatikasse ning sellel ei ole eeldusaineid, kuid mitme aasta vältel on paljud üliõpilased esimesel eksamikorral aimest läbi kukkunud. Lisaks hindavad tudengid kursust „Arvuteooria“ numbriliselt madalalt ning on tõstatatud probleem, et aines tehtavat tööd on liiga palju.

Käesolev töö koosneb viiest osast. Esimeses osas antakse lühike ülevaade õppimisest ja sellega seonduvatest tegevustest: hoiakutest, harjumustest, oskustest ja strateegiatest ning varasematest sarnastest uuringutest. Teises peatükis kirjeldatakse töös kasutatud meetodikat. Kolmandas ja neljandas osas antakse ülevaade uuringu tulemustest. Lisaks uuringule toimunud intervjuusid kirjeldab neljas peatükk. Viimasena võetakse nii uuringu kui intervjuude tulemused kokku ja tehakse nende põhjal mõned järeldused.

# 1. TEOREETILINE RAAMISTIK

Järgnevas peatükis antakse lühike ülevaade õppimisest ja erinevatest õpihoiakutest. Põhjalikumalt seletatakse lahti õpiharjumuste olemus ja kujunemine, et lugeja mõistaks, mida täpsemalt käesolevas töös käsitletakse. Viimaks antakse ülevaade käesoleva bakalaureusetööga haakuvatest varasematest uuringutest nii Eestis kui ka välismaal.

## 1.1. Õppimine

Eesti haridussõnastik (s.a.) defineerib õppimist kahel erineval viisil. Esiteks on õppimine protsess, kus praktilise kogemuse vahendusel kujunevad (teadvustamata või teadvustatult) suhteliselt püsivad muutused tegevusvõimes või käitumises. Õppimine toimub läbi kogemuste ning on käitumuslik, kuna seda on võimalik hinnata vaid õppurit eemalt jälgides. Seetõttu viidatakse definitsioonis just tegevusvõimele ja käitumisele (Krull, 2000).

Teisena tuuakse õppimisena välja teadmiste, oskuste, vilumuste, väärtuste, hoiakute jm omandamine (Haridussõnastik, s.a.). Lisaks õpetaja poolt hinnatavale kogevad õpilased õppimise vältel mitmeid erinevaid emotsioone, kujunevad erinevad tõekspidamised ja hoiakud (Krull, 2000).

Õppimist tõlgendatakse aga inimeste poolt tihti kui vaearikast tegevust, mille eelduseks on enesedistsipliin ja kõrge sisemine motivatsioon, ja mis vältab märkimisväärse osa meie ärkvelolekuajast (Kidron, 2008).

Kõrvalt vaadates võib näida, et õppimine on rutiinne tegevus – saame teada midagi uut, töötlemine saadud teadmisi ning jätame need meelde ja siis algab kõik jälle otsast peale. Lähemalt vaadates tuleb aga välja, et see, mida me õpime, ning see, kuidas me seda teeme, muutuvad sageli. Näiteks oleneb õppimise tulemuslikkus sellest, millisel ajahetkel seda tehakse, kas samal ajal ollakse pigem loid või ergas ning kas tähelepanu on koondunud vaid õppimisele. Vahel ollakse kiire taibuga – mõistetakse keerukaid asju lihtsalt, teinekord on õppimise ajal mõtted jälle hajali. Samas oleneb see suuresti ka sellest, milline on õpitava materjali raskus, elulisus ja köitvus. Tarbetult keerulise materjali õppimise juures inimeste uudishimu ja mõistmisvajadus paratamatult kahanevad (Kidron, 2008).

Lisaks kogemustele ja hetkeolukorrale, on uute teadmiste omandamise juures suur mõju varasematel teadmistel, mis mõjutavad seda, kuidas uusi teadmisi töödeldakse. Õppimise juures on oluline uute teadmiste sidumine varasematega, aitamaks tõlgendada uut teavet (Lindberg, 2001). Paljude õpitavate asjade kohta on inimestel mingisugused eelnevad teadmised, või vähemalt

eelarvamused, mõnes valdkonnas täpsed ja spetsiifilised, teises vaid kuulnud üksikute mõtete või loodud kujutluste näol.

Enamasti on need suuremad või väiksemad infokillud meelde jäetud ilma kindla süsteemita. Nende kasutuselevõtt aga eeldab õppijapoolset eelnevate teadmiste ja eelarvamuste lahtimõtestamist ning sidumist uute, omandatavate teadmistega. Sellega loob õppija eneses valmiduse aine kohta edasiviivate küsimuste tekkimiseks (Kidron, 2008).

## 1.2. Õpihoiakud

Õppimine toimub iga inimese puhul väga erinevalt. Lähtuvalt õppimisele lähenemisest, õpitavast valdkonnast ja individuaalsetest iseärasustest kasutavad õppijad sageli enese teadmata pindmist või sügavat õpihoiakut (Beljajev & Vannari, 2005).

Pindmise õpihoiakuga õppuri eesmärgiks on eelkõige saada ülesandega hakkama võimalikult väikese vaevaga, samal ajal aga tekitada teistele mulje, nagu oleks antud aine nõudmised täidetud. Ülikooliõpingutes võib näitena tuua valikulise tuupimise aine terviku mõistmise asemel, väidete loetlemise ilma enda seisukohtade esitamiseta jne (Biggs & Tang, 2008). Õppimine toimub pindmise õpihoiaku puhul katkendlikult, selle üle pikemalt mõtisklemata – fakte küll mäletatakse, kuid nende sisu ei teadvustata ning raskeks peetakse ka uute ideede mõistmist (Beljajev & Vannari, 2005).

Biggs ja Tang (2008) toovad välja järgmised tegurid, mis kujundavad üliõpilastes pindmise õpihoiaku:

- Soov lihtsalt läbi saada. Põhjuseks arvamus, et ülikooliharidus võimaldab pääseda parema palga peale. Samuti võib põhjuseks olla kohustus valida ainekursus, mis otseselt ei haaku üliõpilase erialaga.
- Mitteakadeemilised prioriteedid, mis tunduvalt ületavad akadeemiliste püüdluste tähtsust.
- Liiga vähe aega, liiga suur töökoormus.
- Nõuete väärnimõistmine, näiteks arvab üliõpilane, et faktide meelde jätmisest piisab.
- Kūūniline suhtumine haridusse.
- Kõrge ärevustase.
- Tegelik võimetus konkreetset materjali sügavuti mõista (nt vajalike eelteadmiste puudumine).

Sügava õpihoiakuga õppijate puhul on eesmärgiks mõistmine, seostades teadmisi ja kogemusi, otsides olemasolevate põhimõtete aluseid, tõestades järeldusi, kontrollides argumente ja olles

aktiivne õppija (Beljajev & Vannari, 2005). Õpitavast teemast peavad selle õpihoiaku puhul olema olema tugevad eelteadmised, seega õpitakse loomulikuna nii üksikdetalle kui ka üldist pilti. Sügavat lähenemist kasutavad õppurid on ülesandega tegeledes positiivsed, heatujulised, huvituvad asjast ning tajuvad väljakutset (Biggs & Tang, 2008). Seda õpihoiakut kasutades jõutakse alati tagasipeegeldamise ehk õpitava üle mõtisklemise faasini (Beljajev & Vannari, 2005).

Sügava õpihoiaku kujundajateks on Biggs'i ja Tang'i (2008) kohaselt järgmised faktorid:

- Soov osaleda õpiülesannetes põhjalikult ja tähendusrikkalt. Huvi tuleneb sisemisest avatusest uuele või otsusekindlusest saada häid tulemusi.
- Piisavad taustateadmised.
- Võime töötada keskendunult teoreetilisel ja kontseptuaalsel tasandil, mis omakorda eeldab korrastatud teadmiste baasi.
- Sisuline valmisolek ja võime töötada tervikuga, mitte omavahel seostamata detailidega.

Õppimine tundub pealtnäha väga lihtne ja loomulik protsess, kuid süviti vaadeldes leiab mitmeid aspekte, mis muudavad selle tunduvalt keerulisemaks. Eelnevad teadmised, õppimise aeg, individuaalsed iseärasused – need on vaid mõned üldised näited, millega peab selle protsessi juures arvestama.

### 1.3. Õpiharjumused

Haridussõnastiku (s.a.) kohaselt nimetatakse harjumuseks pidevalt korratavaid kombeid ja tegevusi, mille täitmine kujuneb üha automaatsemaks ja tavapärasemaks. Heaks näiteks harjumuse kujunemisel on näiteks autosõit. Sellega alustades peab inimene olema saajaprotsendilisel asja juures, et pöörata tähelepanu kõigele olulisele – pedaalid, käigud, liiklus jms. Pärast mõneaastast sõidustaaži ei teadvustata enestele käiguvahetust, pedaalidele vajutamist vmt. Seega on autosõit muutunud harjumuseks ja toimub automaatselt, ilma sellele mõtlemata.

Õpiharjumus tähendab esmalt üldist harjumust õppida (Erelt jt, 2014). Õpiharjumusteks nimetatakse aga ka tegevusi ja teguviise, mille sooritamine on õppuri jaoks saanud vajaduseks ning läbi selle sunnivad teda teatud viisil õppima. Harjumuste abil õppimisel korratakse teatud toiminguid pingutuseta, enesele teadvustamata.

Õpiharjumused võivad olla nii kasulikud – aidates õppimisele kaasa, kui ka kahjulikud – pärssides õppimist. Enamik neist baseerub õpioskustele, millest võib aga kasu olla ainult siis, kui nad on pidevas kasutuses (Kadajas, 2005).

Ise õppimise juhtimist nimetatakse õpioskuseks. Eesmärkide seadmine, õppimise planeerimine, õppimisprotsessi jälgimine, tulemuste hindamine ja nende järgi õppimise korrigeerimine on tegevused, mida mõeldakse õpioskuste all (Pedastsaar, s.a.). Õpioskuste mõiste kõrval kasutatakse kaasajal ka mõistet õpistrateegia, mida sageli kasutatakse õpioskuse sünonüümina (Kadajas, 2005). Õpioskused on eesmärgistatud lihtsamalt ja täpsemalt, kui seda on õpistrateegiad (Pedastsaar, s.a.).

Õpioskuste hulka kuuluvad Kadajase (2005) ja Pedastsaare (s.a.) järgi:

- baasoskused: lugemis-, kirjutamis, kõnelemis-, kuulamis-, arvutamis-, vaatlusoskus ja oskus kasutada mõõtmisi, sõnastikke, arvuteid, probleemide lahendamise oskus jms;
- tunnetuslikud oskused: tähelepanu, mälu, mõtlemise ja fantaasia aktiveerimise oskused, oskus keskenduda jne;
- organisatsioonilised õpioskused: õppimise ja puhkamise režiim, erinevate õpitegevuste järjestamine ja jaotamine, õppimise planeerimine, õppimishügieen, konspekterimine jne;
- sotsiaalsed oskused: oskus inimesi kuulata, oskus lülituda mõttevahetusse, kaaslaste ergutamisoskus, oskus soleerijaid pidurdada jne.

Õpistrateegiaid defineeritakse aga kui tegevuskavu, mis toetuvad õpioskustele ja aitavad õpitegevust juhtida (Pedastsaar, s.a.). Olgu tegemist tunnikontrolliks, kontrolltöök või eksamiks õppimisega, toimub see õppija poolt teadvustatult või teadvustamata, mõne tuntud või vähemtuntud strateegia alusel. Üks standardsemaid õppimisstrateegiaid koosneb järgnevatest etappidest: eesmärkide seadmine, tegevusplaani väljatöötamine, selle rakendamine ja tulemuse hindamine (Kadajas, 2005).

Õpistrateegiat, mis oleks efektiivsem, ei ole olemas. See, kui mõjus on strateegia, sõltub väga palju konkreetsest inimesest, olukorrast ning antud ülesandest (Kikas, 2005). Seetõttu on palju erinevaid õpistrateegiate klassifikatsioone, näiteks jaotatakse neid sisu, õpetatavuse, kasutamishaarde jms järgi (Kadajas, 2005).

Oxfordi (1990) õpistrateegiate klassifikatsioon (tsiteeritud Pedastsaare, s.a., kaudu), mis on Eestis küllaltki tuntud, jagab strateegiad kahte järgmisse suuremasse klassi:

- otsesed strateegiad:
  - mälustrateegiad: abstraktsete või visuaalsete kujundite/kujutluste tekitamine, kordamine, tegevuste kasutamine jne.

- kognitiivsed strateegiad: erinevate allikate kasutamine, heliline esitamine, rühmitamine, konspekterimine, ümberkombineerimine jne.
- kompensatsioonistrateegiad: sõna asemel kehakeele kasutamine jne.
- kaudsed strateegiad:
  - metakognitiivsed strateegiad: keskendumine, korraldamine, hindamine jne.
  - afektiivsed strateegiad: erutuse vähendamine, enesejulgustamine, emotsioonide juhtimine, positiivne hoiak jne.
  - sotsiaalsed strateegiad: üle küsimine, koos töötamine jne.

Eeltoodud oskused ja strateegiad ei ole sellised, mis oleksid inimesele sündides kaasa antud. Järjest rohkem räägitakse tänapäeva ühiskonnas sellest, et ülikooli esmakursuslased on väga vähe omandanud erinevaid elementaaroskusi, näiteks kirjanduse läbitöötamine, konspekterimine, probleemide lahendamine, ideede genereerimine, kriitiline mõtlemine, refereerimisoskus jne. Nende oskuste omamine muudaks ülikoolis õppimise palju lihtsamaks, kuna õpiraskuste enesele tunnistamine juhatab õppuri vajaduse ja võimaluseni omandada uusi õpитеhnikaid ja õppimist kergendavaid printsiipe. Nende abil on võimalik õpiraskuseid kui mitte ületada, siis vähemalt leevendada (Kidron, 2008).

#### 1.4. Eelnevalt läbiviidud uuringud

Uuringuid, mis käsitlevad õppimist ja sellega seonduvaid erinevaid vaatenurki, on maailmas läbi viidud mitmeid. Järgnevas toob töö autor välja põhjalikumalt kaks välismaal läbi viidud uuringut, mis on käesoleva bakalaureusetööga rohkem seotud.

##### 1.4.1. Õpiharjumuste mõju tudengite edukusele

Ruben Gentry (2012) USA Jackson State'i ülikoolist viis läbi uurimuse 32 õpetajakoolituse tudengi seas, mille eesmärgiks oli uurida, millised omadused, oskused ja harjumused on olulised õpingutes edu tagamisel. Neile anti ette kahekümnest õppimist iseloomustavast lausest koosnev küsitlus, mis sisaldas järgmisi kategooriaid: klassisisesed kumbed, õpiharjumused, tööde lõpule viimine, testimise strateegiad ja isiklik loomus. Uuringus osalenud tudengid pidid enda tegevust nendes kategooriates reflekteerima, märkides, kas nad teevad lauses nimetatut alati, tihti, mõnikord, harva või mitte kunagi.

Antud uurimusest selgus, et õppurid annavad kõrgeid tulemusi enda personaalsetele isikuomadustele, uskumustele ja kindlustundele. Kõik õppurid kinnitasid küsimustikus, et usuvad iseendasse (100%) ning suur osa neist mõtleb positiivselt ja on enesekindlad (97%). Ka tunniks ettevalmistavaid- ja tunnisisesid tegevusi tehakse õppurite poolt tihti, näiteks tehakse tunnis märkmeid (97%), valmistatakse tunniks, tutvudes materjalidega (97%), tunnis olles kuulatakse tähelepanelikult ja kontsentreerutakse (94%) ning küsitakse selgitavaid küsimusi (78%).

Õpiharjumuste poolelt olid aga tulemused kesised. Vaid 44% vastanutest peab kinni enese jaoks loodud kodutööde tegemise ja märkmete üle vaatamise ajakavast ning 69% vastanutest õpib vaikselt, segavate faktoriteta kohas. Väidetele õppimiseks kuluva aja planeerimise, eesmärkide seadmise ning raskematele kodutööde lahendamise kohta andis positiivse vastuse 75% vastanutest.

Kategoorias, mis käsitles tööde lõpetamist ja esitamist, vastasid kõik uuringus osalejad (100%), et nad esitavad töid õigeaegselt ning 94% neist annavad ülesannete lahendamisel endast parima. Vaid 44% vastanutest väitsid, et nad küsivad lahendamisel väljastpoolt abi, kuid häid tulemusi andsid siiski väited raamatute ja arvuti kasutamine info otsimiseks ning soovitusliku materjali lugemine, vastavalt 78% ja 75%.

Kokkuvõtteks on küsitluses osalenute personaalsed iseloomuomadused, eneseusk ja tõekspidamised hästi arenenud. Väidetavalt teostati hästi klassisisesid tegevusi, suured varieeruvused esinesid aga tööde õigeaegses esitamises ja väljapoolse abi kasutamises ning puudused tulid välja õpilaste eksamiks valmistumise strateegiates ja õpiharjumustes.

Uuringust tuleb välja üldiselt ameerikalik kõrge enesehinnang, mis aga ei kajastu reaalses tulemustes. Eestlaste hulgas pole bakalaureusetöö autori arvates enese kõrgelt hindamine väga tavapärane nähtus, rohkem tuleb ette madalat enesehinnangut. Võiks arvata, et Eesti tudengid hindavad oma oskusi tunduvalt reaalsemalt kui seda tehakse Ameerika Ühendriikides.

#### 1.4.2. „Facebookisõltuvuse“ mõju tudengite õpiharjumustele

Üha enam on internet ja erinevad suhtluskeskkonnad mõjutamas inimeste elu ja tegemisi, eriti just noorem põlvkonda, kelle peamiseks tegevuseks peaks olema õppimine. Harvad ei ole ka juhud, kui tekivad erinevad suhtluskeskkondadest tingitud sõltuvused. Seetõttu viidi Filipiinidel asuvas ülikoolis nimega Southeastern College of Padada 2014/2015 õppeaastal läbi uuring (Lacida & Murcia, 2015) tudengite Facebookisõltuvuse, õpiharjumuste ja nendevahelise suhte kaardistamiseks. Koolis õppivatest 1959 tudengist valiti juhuslikult välja 400 õppurit, kellele saadeti laiaili küsimustikud. Vastajaid oli kokku 252. Küsitluses kasutati Bergeni Facebookisõltuvuse skaalat (Andreassen jt, 2012) ja Virginia osariigi Gordoni ülikooli õpiharjumuste küsitlust. Bergeni Facebookisõltuvuse skaala koosneb 18-st väitest, 3 väidet igast

sõltuvusele iseloomulikust joonest: väljapaistvus, tujude kõikumine, tolerantsus, võõrutamine, konfliktsus ja tagasilangus. Iga väidet hinnati 5-punktilisel skaalal, kasutades indekseid 1 – mitte kunagi kuni 5 – väga sageli. Mida rohkem teeniti punkte, seda tugevam oli sõltuvus. Gordon'i ülikooli õpiharjumuste küsitlus koosnes 40-st väitest viie õpiharjumuse omaduse kohta: ajakasutus, eksami sooritamine, konspekteerimine, lugemine ja kirjutamine. Väiteid hinnati neljapunktilisel skaalal, kasutades indekseid 1 (mitte kunagi) – kuni 4 (alati). Kõrgem hinne näitas paremat õpiharjumust.

Facebookisõltuvuse taseme küsimustiku põhjal tuli välja, et Southeastern College of Padada tudengite sõltuvuse tase on valdavalt madal. Kuuest näitajast kolm, väljapaistvus, tujude kõikumine ja taluvus, asusid keskmisel tasemel, samal ajal kui võõrutuse, konfliktsuse ja tagasilanguse tulemused tõlgendati madalaks.

Õpiharjumuste küsimustiku tulemuste analüüsimisel leiti, et tudengite ajakasutus, konspekteerimine ja kirjutamine on kõrgel tasemel. Ülejäänud kaks omadust, lugemine ja eksami sooritamine, asusid keskmisel tasemel. Tulemused näitavad, et üldiselt on sealsete tudengite õpiharjumused kõrgel tasemel, õppimist võetakse tõsiselt.

Facebookisõltuvuse ja õpiharjumuste omavahelise suhte analüüsimisel tuli välja, et kõik kuus Facebookisõltuvust iseloomustavat joont on üldiselt korrelatsioonis tudengite õpiharjumustega. Nende vahel olev seos on pöördvõrdeline, ehk mida suurem on Facebookisõltuvus, seda kehvemad on õpiharjumused.

Eestis tehtud uuringute seast ei ole töö autor otseselt üliõpilaste õpiharjumusi lahkavaid töid leidnud. Leidub erinevaid õppimisega seotud tegureid uurivaid töid, näiteks on uuritud tudengite õpioskusi, õpimotivatsiooni, enesetõhusust jms. Alljärgnevalt on esitatud mõned näited.

#### 1.4.3. Üliõpilaste arusaamad õppimisest ja õpioskustest

Kadri Sado kirjeldas ja analüüsis oma bakalaureusetöös (Sado, 2015) üliõpilaste arusaamu kõrgkoolis õppimisest ja efektiivsetest õpioskustest. Uuring viidi läbi nelja naissoost Tartu Ülikooli esmakursuslasega fotointervjuu vormis 2015. aasta aprillis. Enne intervjuu toimumist paluti intervjuueeritavatel teha fotosid või joonistada pilte etteantud nelja teema kohta ning need päev enne intervjuu toimumist intervjuueerijale saata. Intervjuu toimus poolstruktureeritult: autorid tõlgendasid enda poolt saadetud fotosid. Uuriija küsis intervjuu käigus nende kohta vajadusel lisaküsimusi ja kommentaare.

Intervjuudest selgus, et üliõpilaste arusaamad õppimisest ja oskusest õppida toetuvad suurel määral kogemustele, mis on varasematel õpingutel läbi elatud. Kõrgkoolis õppimist kirjeldatakse

esmakursuslaste poolt kui protsessi, kus tudeng vastutab üksi oma õppimise tulemuslikkuse ja kvaliteedi eest, kuid suur roll on ka õppejõul. Kõikidel uuringus osalenud esmakursuslastel oli esimese semestri kogemuste põhjal kujunenud arusaam, millised on ülikoolis õppimist toetavad efektiivsed õpioskused ning kõige olulisemana toodi välja just aja planeerimise oskus.

#### 1.4.4. Üliõpilaste akadeemiline motivatsioon

Mari-Liis Mägi poolt 2012. aastal kirjutatud seminaritöös (Mägi, 2012) uuriti Tartu Ülikooli loodus- ja tehnoloogiateaduskonna ning filosoofiateaduskonna bakalaureuseastme üliõpilaste akadeemilise motivatsiooni erinevusi, uurides täpsemalt sisemist ja välimist motivatsiooni ning selle erinevust meeste ja naiste vahel. Küsimustikule, mis asus Tartu Ülikooli psühholoogia instituudi internetipõhiste uuringute keskkonnas, vastasid ajavahemikul 2011. aasta novembrist detsembrini 149 tudengit. Vastanutest 53 õppisid filosoofiateaduskonnas (FIL) ning 96 loodus- ja tehnoloogiateaduskonnas (LOTE).

Saadud vastuseid analüüsid jõuti mitmete oluliste tulemusteni. Uuringust tuli välja, et LOTE tudengite välimine motivatsioon on üldiselt kõrgemal tasemel. Järelikult ei pruugi nad õppida mitte sellepärast, et neil oleks siiras huvi eriala vastu, vaid pigem seetõttu, et tahetakse tulevikus kindlustada endale suuremapalgaline töökoht. FIL tudengite seas oli aga kõrgem sisemine motivatsioon – õpitakse eriala seetõttu, et tuntakse mõnu õpitavast erialast ja sihitakse teadlikult paremate tulemuste poole. Lisaks võrreldi meeste ja naiste õpimotivatsiooni üldiselt ning tulemustest selgus, et naiste nii sisemine kui ka välimine motivatsioon on meeste omadest tunduvalt kõrgemad.

#### 1.4.5. Üliõpilaste enesetõhusus ja motivatsioon

Ingi Einaste uuris oma 2013. aastal kirjutatud bakalaureusetöös (Einaste, 2013), millised on tegurid, mis mõjutavad erinevates Eesti kõrgkoolides nii matemaatika- kui ka informaatikatudengite akadeemilist enesetõhusust ja motivatsiooni. Tegurid, mille mõju motivatsioonile ja enesetõhususele uuriti, olid järgmised: sugu, eriala, kursus, perekonnaseis, laste olemasolu, töötamine õpingute ajal, majanduslik seis ning elukoht. Uuringus osales kokku 189 tudengit Tartu Ülikoolist, Tallinna ülikoolist, Tallinna Tehnikaülikoolist ning Eesti Infotehnoloogia Kolledžist. Osalenud üliõpilased vastasid loodud küsimustikule, mis koosnes *Academic Motivation Scale College Version*'i põhjal koostatud 28 motivatsiooni kirjeldavast väitest ning 21 erinevast enesetõhusust iseloomustavast väitest, mida hinnati etteantud skaala abil. Lisaks esitati täiendavaid küsimusi uuritavate tausta kohta.

Tulemuste analüüsist selgus, et tudengite akadeemilist motivatsiooni mõjutavateks teguriteks on sugu, kursus, perekonnaseis ja töötamine kooli kõrvalt. Lisaks selgus sarnaselt Mari-Liis Mägi bakalaureusetöös (2012) läbi viidud uuringule, et naisüliõpilaste õpimotivatsioon on kõrgem kui vastassugupoole esindajatel. Üliõpilaste motivatsioon ja enesetõhusus erinesid ka kõrgkooliti – Tallinna Tehnikaülikooli tudengite tulemused olid teistest kõrgkoolidest tunduvalt madalamad.

### 1.5. Uuringu eesmärk ja uurimisküsimused

Nagu eelnevast selgub, on õppimine kui selline suhteliselt pikk ja nüanssirikas protsess. Seda soodustavad ja raskendavad mitmed erinevad tegurid: isiksuseomadused, varem omandatud oskused, õppimisega samaaegselt tehtavad tegevused, motivatsioon, enesetõhusus, harjumused jpm. Kõrgkoolides õppimisega seoses on läbi viidud erinevaid uurimusi, mis üldiselt keskenduvad just õpioskustele, motivatsioonile ja enesetõhususele, kuid üliõpilaste õppimisega seotud harjumustel põhinevaid uuringuid on läbi viidud suhteliselt vähe. Siiski võivad just puudulikud õpiharjumused osutada tudengitele õppimise juures komistuskiviks.

Paljudele matemaatika bakalaureuseõppe tudengitest valmistab raskusi üldjuhul teise aasta kevadsemestri tunniplaanis olev kursus „Arvuteooria“. Ülikooli õppeinfosüsteemis antavas tagasisides kurdavad üliõpilased, et aine raames tehakse väga palju tööd ning nende jaoks on aine tavapärasest tunduvalt mahukam. Varasemalt ei ole tõstatatud probleemi täpsemalt uuritud ning antud tööga soovitaksegi seda tühimikku täita.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli kaardistada üliõpilaste tegevust Arvuteooria kursuse läbimisel, õppimise ja ülesannete iseseisva lahendamise käigus tekkivaid probleeme ja nende võimalikke põhjuseid ning tuua välja mõned ettepanekud nende probleemide lahendamiseks.

Eesmärkide saavutamiseks sõnastati järgnevad uurimisküsimused:

1. Kas Arvuteooria kursusele kulutatakse rohkem aega, kui ainekava ette näeb?
2. Kas pikem kodutööde lahendamisaeg toob kaasa tulemuste paranemise?
3. Millistele õpitegevustele aeg kulub?
4. Kuidas mõjutab ülesannete raskusaste ja -tüüp lahendamisaega ning tulemusi?
5. Millised muud tegurid mõjutavad nii lahendamisaega kui lõpptulemust?
6. Millised on kursusel „Arvuteooria“ osalenud tudengite õpiharjumused?

Nendele küsimustele otsiti vastust arvuteooria kursust kuulavate üliõpilaste seas läbi viidud uuringu ning intervjuude abil.

## 2. UURINGU METOODIKA

### 2.1. Valimi kirjeldus

Uuringus kasutatava valimi puhul ei ole tegu klassikalise juhusliku valimiga. See koosneb Tartu Ülikooli loodus- ja täppisteaduste valdkonna matemaatika ja statistika instituudi matemaatika eriala päevase õppe tudengitest, kes vastasid 2014/2015 õppeaasta kevadsemestril vabatahtlikult kursuse „Arvuteooria“ raames iganädalaselt internetikeskkonnas *Google Forms* olnud küsimustikele.

Vaatluse all oleval semestril oli kursusele registreerunud 17 üliõpilast, kellest kõik vastasid ka vähemalt ühele küsimustikule. Tulemuste analüüsimisel jäeti välja nelja tudengi vastused, kuna nad vastasid semestri vältel vaid 1-4 küsimustikule. Üks tudeng jättis vastamata sissejuhatavale küsimustikule, kuid vastas ülejäänud küsimustikele, ja tema vastused otsustati analüüsi sisse jätta. Järgnevas on see konkreetne tudeng arvestatud sissejuhatavas küsimustikus olevate üldiste küsimuste (sugu, õppimise aasta, kursusel „Arvuteooria“ osalemise kord) sisse, kuna neid on autoril tudengit teades võimalik kirja panna. Ülejäänud sissejuhatavas küsimustikus olnud küsimuste korral ei ole konkreetset tudengit sisse arvestatud.

Kokku osales uuringus 13 üliõpilast: 7 meest (54%) ja 6 naist (46%). Neist 9 (69%) olid teise aasta bakalaureuseõppe üliõpilased ja neli (31%) vähemalt kolmanda aasta üliõpilased.

Arvuteooria kursust võttis esmakordselt 8 tudengit (62%), teist korda osales kursusel 5 kuulajat (38%). Antud semestril kuulas 4 tudengit (33%) lisaks antud kursusele veel viit matemaatikapõhist kursust, kahel (17%) oli õppekavas lisaks neli matemaatikapõhist kursust, veel kaks (17%) osalesid kokku neljal matemaatikapõhisel kursusel ning neli (33%) kolmel või vähemal matemaatikapõhisel kursusel.

Kursuse „Arvuteooria“ soovitusliku eeldusaine Algebra I oli eelnevalt läbinud 11 tudengit (92%).

Töötavaid tudengeid oli küsitletute hulgas 2 (17%) ning mittetöötavaid seega 10 (83%).

### 2.2. Arvuteooria kursuse korraldus

Kursus „Arvuteooria“ nõuab oma ülesehituselt rohkem iseseisvat tööd, kui paljud teised matemaatikakursused. Igal nädalal toimub loeng, kus õppejõud seletab lahti uue teema, tõestab ära olulisemad tulemused, ning lahendab läbi üksikud teemakohased näiteülesanded. Samuti iganädalasteks praktikumideks peavad üliõpilased iseseisvalt lahendama õppejõu poolt antud tavaliselt 8 teemale vastavat ülesannet, mille seas on nii arvutuslikke kui ka teoreetilisi ülesandeid.

Enne praktikumi algust paneb iga seal osalev tudeng õppejõu poolt koostatud tabelisse kirja, millised ülesanded on tal konkreetseks praktikumiks ära lahendatud. Õppejõud valib igale ülesandele nende ennast ära märkinud tudengite seast lahendaja, kes esitab oma lahenduse kirjalikult tahvlile ja kommenteerib oma lahenduskäiku. Kui kõik üliõpilase tahvil esitatud lahendused on õiged (nende hulk võib olla ka tühi), siis teenib ta iga kirjapandud ülesande eest ühe punkti, isegi siis, kui ta vastavat lahendust ise tahvli ees ei esitanud. Mittekorrektse lahendusega esinenud tudeng selle ülesande eest punkti ei saa ning peab ülejäänud ülesannete eest punktide teenimiseks õppejõule nende kirjalikud lahendused esitama. Üliõpilased, kes praktikumis ei osale või ei soovi tahvli ette tulla, võivad ülesannete lahendusi esitada kirjalikult. Sel juhul kontrollib õppejõud kõiki esitatud ülesannete lahendusi ning punkt saadakse iga õige lahenduse eest. Semestri vältel teenitud punktid seavad alumise piiri eksamile pääsemiseks ja võimaldavad positiivselt sooritatud eksami tulemust ülimalt nelja hindepalli võrra parandada.

Semestri keskel toimub aines vaheksam, mis hõlmab selleks ajaks läbi võetud teemasid ja peatükke, sisaldades endas nii loengutes käsitletud teooriat kui tõestus- ja arvutusülesandeid. Vaheksam moodustab 20% ning semestri lõpus toimuv eksam 80% eksamitulemusest.

### 2.3. Andmete kogumine ja analüüs

2014/2015. õppeaasta kevadsemestril kursusel „Arvuteooria“ osalenud tudengitele anti võimalus vabatahtlikult uurimuses osaleda. Selleks pidid nad vastama iganädalaselt internetikeskkonnas *Google Forms* olevatele küsimustikele, millele oli neil juurdepääs aine kodulehe kaudu. Lisaks iganädalastele küsimustikele, mida oli kokku 16, vastati semestri alguses sissejuhatavale ning lõpus kokkuvõtvale küsimustikule. Küsimustikele vastamist motiveeriti aine lõpptulemuses arvestatavate lisapunktide andmisega. Küsimustikud olid semestri vältel anonüümsed, kuid punktide saamiseks tuli nende täitmisel iga kord kasutada enda poolt valitud pseudonüümi ja kursuse lõpus see õppejõule avaldada.

Kasutatud küsimustikud on välja toodud antud töö lisades 1-3. Iganädalased küsimustikud erinesid üksteisest vaid 5., 7. ja 9. küsimuses olevate ülesannete arvu poolest.

Analüüsi käigus isikustati üliõpilaste poolt küsimustikes esitatud andmed ja võrreldi neid õppejõu poolt peetava aine tulemuste tabeliga. Saadud tulemustega seostati tudengite nii hinnangulist kui ka raporteeritud ajakulu, lahendamiseks kasutatud materjale, õpiharjumusi ja üliõpilaste hinnanguid ülesannete raskusele.

Andmete kogumiseks ning jooniste ja tabelite tegemiseks kasutati programmi *Excel 2013*. Dispersioonanalüüsid (*Anova: Single Factor*) ja *t*-testid (*t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances*) usaldusnivooga 95% ( $\alpha=0,05$ ) teostati *Excel*'i lisapaketi *Data Analysis* abil.

Tulemusi kirjeldatakse ja analüüsitakse töös esmalt teemade kaupa, milles sisalduvad andmed nii sissejuhatavas-, iganädalastest kui ka kokkuvõtvast küsimustikust. Lõpuks vaadeldakse erinevaid teemadevahelisi seoseid.

Käesolevas bakalaureusetöös jäävad osalenud tudengid anonüümseks – nende tulemusi ei seostata konkreetse isikuga.

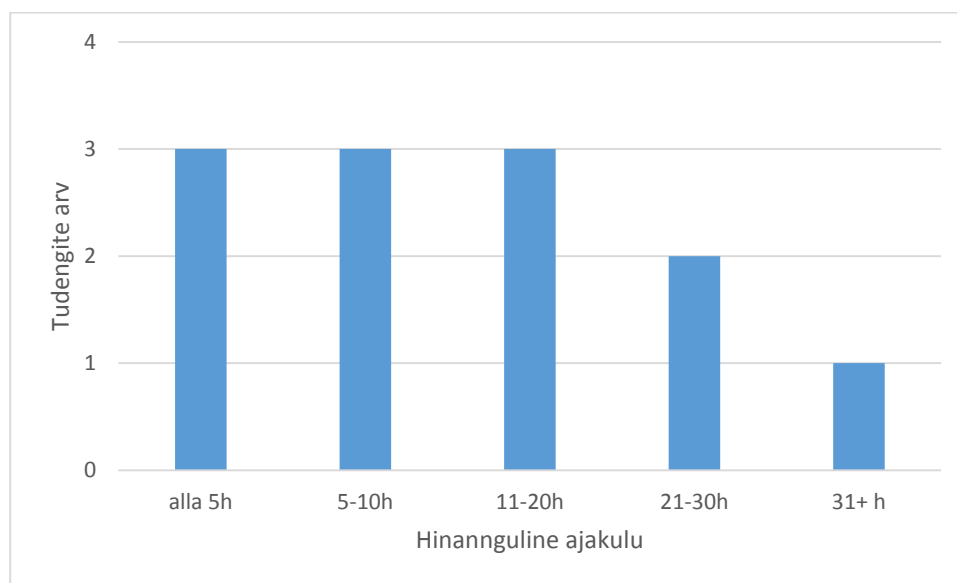
### 3. TULEMUSED 2014/2015. ÕPPEAASTAL

Uuringus kasutatud küsimustikele vastamine ei olnud üliõpilastele kohustuslik ning seetõttu esines küsimustikele vastajate hulgas mõningaid varieeruvusi. Mõnikord jäeti vastamata kas sissejuhatav või kokkuvõttev küsimustik või osa iganädalastest küsimustikest.

Tulemuste analüüsimisel jäeti välja esimene praktikum. Seda seetõttu, et esimene nädal ei olnud arvestuslik – tudengid said praktikumis kontrollitavad ülesanded kätte esimeses loengus, mis leidis aset 48 tundi enne praktikumi toimumist. Järgnevatel nädalatel jõudsid praktikumiülesanded tudengiteni vähemalt nädal enne praktikumi toimumist. Seetõttu ei olnud esimese praktikumi ülesannete lahendamine kohustuslik, kuid oli hea võimalus saada lisapunkte, mis võisid semestri lõpul osutada väga vajalikuks.

#### 3.1. Ajakulu

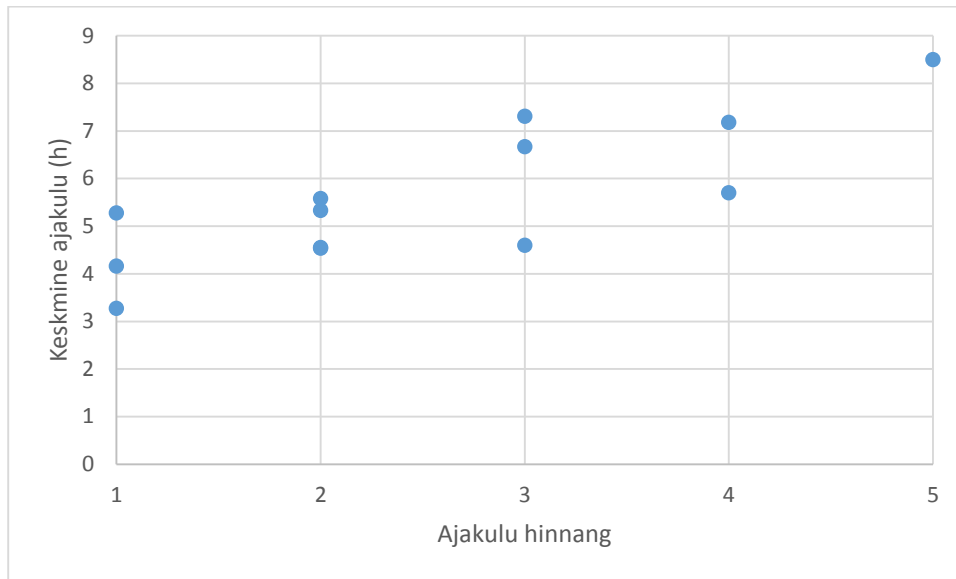
Sissejuhatavale küsimustikule vastanud üliõpilaste hinnang tüüpilise semestrinädala iseseisva töö ajalise mahu kohta on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Tudengite hinnang tüüpilise semestrinädala jooksul iseseisvale tööle kuluva aja kohta

Tüüpilisel semestrinädalal õppimisele kulunud keskmise tundide arvu hinnangu ja kursusel „Arvuteooria“ osalemisel nädala keskmise ajakulu omavahelise seose vaatamiseks koostati hajuvusdiagramm (joonis 2). Joonisel on x-teljel kujutatud tabelis 1 välja toodud semestri alguses küsitud tudengite hinnangud õppimiseks kuluva aja kohta ühes nädalas. Rühmade nimetused on kodeeritud järgmiselt: „1“ – alla 5 tunni, „2“ – 5-10 tundi, „3“ – 11-20 tundi, „4“ – 21-30 tundi, „5“

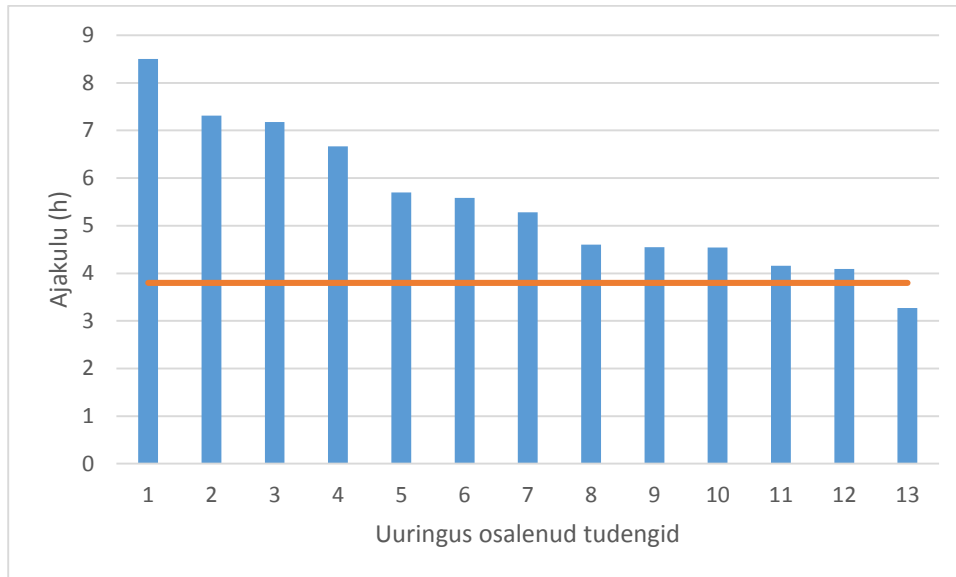
– 31 tundi või rohkem. Y-teljel on esitatud iganädalaste küsimustike põhjal välja arvatud tudengite individuaalsed keskmised ajakulud.



*Joonis 2.* Tudengite tüüpilise semestrinäda ajaajaku ja arvuteooria kursuse nädala keskmise ajakulu võrdlus

Jooniselt selgub, et üliõpilaste poolt hinnatud tüüpiline iganädalane ajakulu õppimisele ja keskmine ajakulu kursuse ühel nädalal on omavahel positiivses seoses, korrelatsioonikordajaga 0,81. Üliõpilased, kes hindasid semestrinäda jooksul õppimisele kuluvat aega kõrgeks, kulutasid ka arvuteoorias ülesannete lahendamisele rohkem aega ja vastupidi.

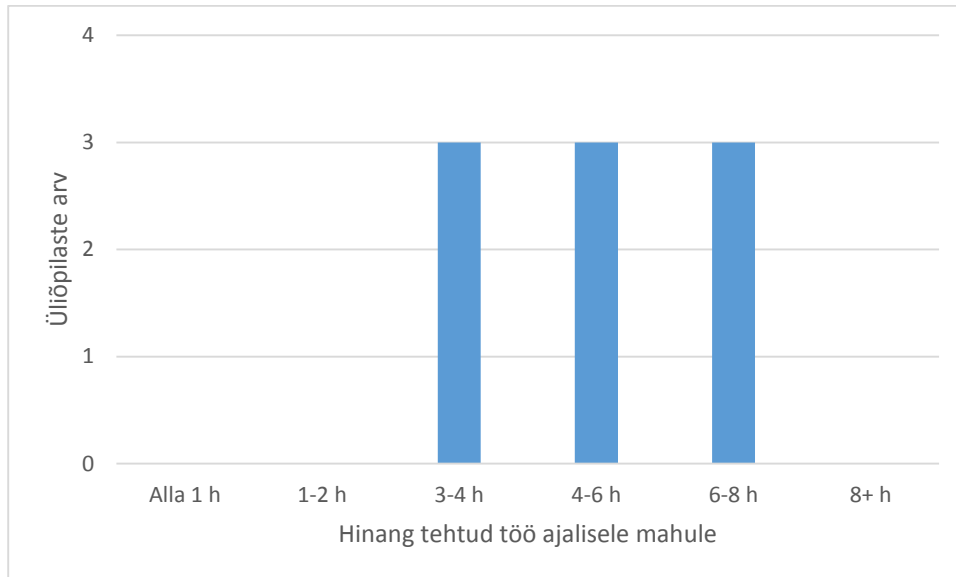
Ülikooli [ÕKE] punkt 41 järgi peaks 6 EAP väärilise aine läbimiseks tegema tööd kokku 156 tundi. Jagades selle kahekümne nädalaga (kursuse toimumine ja eksamisessioon), peaks üliõpilane tegema aine läbimiseks tööd kokku 7,8 tundi nädalas. Arvestades sellest maha neli nädalas toimuvat kontaktundi, siis üliõpilase iseseisva töö mahuks jääb 3,8 tundi nädalas. Arvutades välja raporteeritud nädala ajakulude põhjal tudengite individuaalsed keskmised ajakulud kursusel „Arvuteooria“, on kolmeteistkümne uuringus osalenud üliõpilase tulemused järgmised (joonis 3).



*Joonis 3.* Tudengite individuaalne keskmine nädalane ajakulu kursusel „Arvuteooria“ ja selle võrdlus nominaalse ajakuluga (oranž joon)

Jooniselt on näha, et enamus küsitluses osalenud tudengitest kulutas arvuteooriale ajaliselt rohkem (keskmiselt 5,5 tundi) kui nominaalsed 3,8 tundi, mis osutus ka statistiliselt oluliseks erinevuseks ( $p = 0,00087$ ). Sama palju peaksid tudengid nominaalse arvestuse järgi kulutama ka eksamisesiooni ajal eksamiks ettevalmistumiseks, mis tüüpiliselt kestab neli nädalat. Järelikult peaks eksamiks õppimine toimuma 15,2 tunniga. Kindlat aega, kui kaua tudeng eksamiks õpib, aga olemas ei ole. Kui kaua konkreetsel tudengil eksamiks ettevalmistuseks kulub, sõltub suuresti tudengi iseloomuomadustest, harjumustest, taiplikkusest, omandatava aine mahust, raskusest jne. Seega võivad joonisel 2 välja toodud ajakulud olla pisut ebatäpsed, kuid üldjoontes on üliõpilaste ainele kulutatud aeg nominaalsest ette nähtud ajast tunduvalt suurem.

Joonisel 4 on esitatud tudengite semestri lõpul antud hinnangud kursusel „Arvuteooria“ tehtud töö ajalise mahu kohta.



Joonis 4. Üliõpilaste hinnangud kursusele nädala jooksul kulutatud keskmise ajakulu kohta

Vaadeldes seda, kuidas üliõpilased tagantjärele hindavad kulutatud aega, siis on see vastavuses ( $r = 0,87$ ) iganädalastest küsimustikest välja tulnud tegeliku keskmise ajakuluga. Tudengite poolt raporteeritud aja hinnang on väga suhteline ning seetõttu on loomulik, et võrreldes tulemusi joonisel 2 olevatega, esineb varieeruvusi, kuid üldjoontes on üliõpilaste hinnangud vastavuses küsimustikes ära märgitud reaalse ajakulu keskmisega. Semestri alguses üliõpilaste poolt nädala ajakulule antud hinnangud aga ei ole tugevas korrelatsioonis semestri lõpus antud ajakulu hinnangutega ( $r = 0,63$ ). Erinevuse võib tekitada küsimuse püstitus. Semestri alguses küsiti hinnangulist nädala ajakulu õppimisele kõikide kursuste peale kokku, kuid semestri lõpus hinnati üliõpilaste poolt vaid arvuteooriale kulunud aega.

Kursusel „Arvuteooria“ ja tehtud uuringus osales vaadeldavas semestris viis üliõpilast teist korda ning kaheksa üliõpilast esimest korda. Võiks eeldada, et teist korda osalenud tudengid oskavad oma iseseisvat tööd paremini planeerida ning seega kulutavad kodustele ülesannetele ka vähem aega. Ajakulu erinevuste välja selgitamiseks „veteranide“ ja esmakordsete kuulajate vahel sooritati  $t$ -test erinevate dispersioonidega üldkogumi korral. Testi tulemused on esitatud tabelis 1.

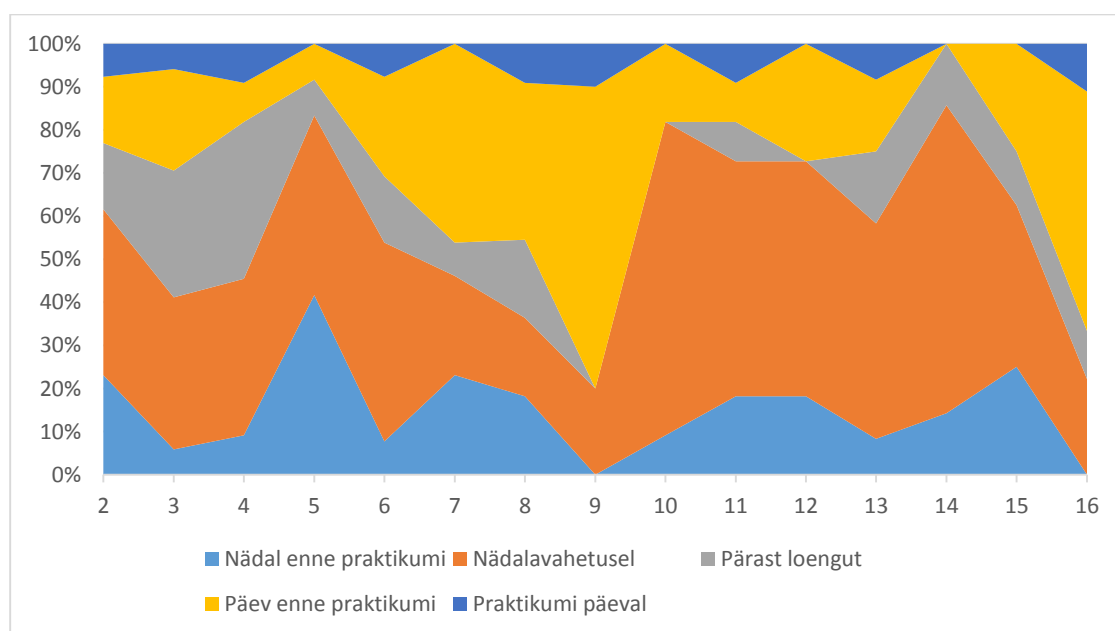
Tabel 1. Esmakordselt ja teistkordselt kursusel osalenute ajakulude erinevuse analüüs

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	Esmakordselt osalejad	"Veteranid"
Mean	6,07	4,58
Variance	2,49	0,93
Observations	8	5
df	11	
t Stat	2,11	
P(T<=t) one-tail	0,03	

Testi poolt välja arvatud ühepoolse hüpoteesi olulisuse tõenäosus on  $p = 0,03$ , seega on statistiliselt tõestatud, et tudengite keskmine ajakulu sõltub sellest, mitmendat korda kursusel osaletakse. Teist korda osalenute jaoks on kursusel käsitletavat teemasid ja kodustes ülesannetes olevad tüüpilisemad teemad ning eelmise aasta materjalidest kättesaadavad. Seetõttu kulub neil ülesannete lahendamiseks vähem aega kui aine esmakordsel kuulajatel.

Aja efektiivse kasutamise hindamiseks küsiti tudengitelt iganädalaselt ka seda, mis ajal praktikumiülesannete lahendamiseks alustati. Eesmärgiks oli teada saada, kas viimasel minutil lahendamiseks alustamine kajastub ka teenitavas punktisummas. Kindlasti on selle aspekti juures määravaks mitmed elulised tegurid, näiteks haigeks jäämised, erinevad üritused, kontrolltööd või vaheeksamid teistes ainetes jne. Alustamise aja illustreerimiseks arvutati konkreetsel nädalal iga etteantud variandi kohta protsendid, mis on kajastatud joonisel 5.



Joonis 5. Praktikumiülesannete lahendamise alustamise ajad nädalate lõikes

Praktikumiülesannete lahendamise alustamise juures võib märgata, et semestri esimeses pooles, kui käsitlemisel olid sisu poolest lihtsamad teemad, alustati lahendamisega mõned päevad enne praktikumi pärast loengu toimumist (ehk ligikaudu 48 tundi enne praktikumi algust). Alates kümnendast nädalast tõuseb hüppeliselt juba nädalavahetusel lahendamisega alustamise populaarsus ning pärast loengut või vahetult enne praktikumi toimumist lahendamise alustamine muutub minimaalseks. Alates kümnendast praktikumist leidsid aines käsitlemist tunduvalt abstraktsemad ja keerulisema sisuga teemad, mille puhul vajati rohkem süvenemist. Ilmselt seetõttu otsustati lahendamist alustada nädalavahetusel, kus on rohkem vaba aega ning seega hea võimalus koduste ülesannetega süvitsi tegeleda. Pärast üheksandat praktikumi, mis sisaldas endas kordavad ülesandeid, toimus aines vaheksam. Saadud tulemused võisid panna tudengeid edaspidi rohkem pingutama ning ülesannete lahendamisele rohkem tähelepanu pöörama ning tänu sellele alustatigi lahendamist varem kui eelnevalt.

Lisaks ajakulule andsid tudengid iganädalaselt ka ülevaate sellest, kui palju kasutati ülesannete lahendamiseks paberit. Küsimus oli püstitatud eesmärgiga püüda hinnata selle järgi aines tehtava töö mahtu. Analüüsides saadud tulemusi selgus, et tegu on antud juhul mahu hindamiseks liiga ebausaldusväärse suurusega ning seetõttu neid tulemusi siinkohal ei käsitleta.

### 3.2. Üliõpilaste tulemused

Arvuteooria praktikumideks oli tudengitel vaja lahendada enamasti kaheksa ülesannet ja iga ülesande eest oli võimalik teenida üks punkt. Erandiks olid 7. praktikum, kus oli võimalus ise tekstülesanne koostada ja ära lahendada, teenides sellega lisapunkti, ning 9. ja 16. praktikum, mis koosnesid eelnevalt läbitud teemasid kordavatest ülesannetest ja seetõttu sisaldasid kahteistkümmet ülesannet. Erandiks olnud praktikumides teenitud punktid normeeriti enne analüüsimist ülejäänutega võrdseteks. Lisaks tavatülesannetele oli igaks praktikumiks võimalik lahendada vähemalt üks tärnülesanne, maksimaalselt kolme punkti vääringus, või kahetärni-ülesanne, mille lahendamine andis ülimalt viis punkti.

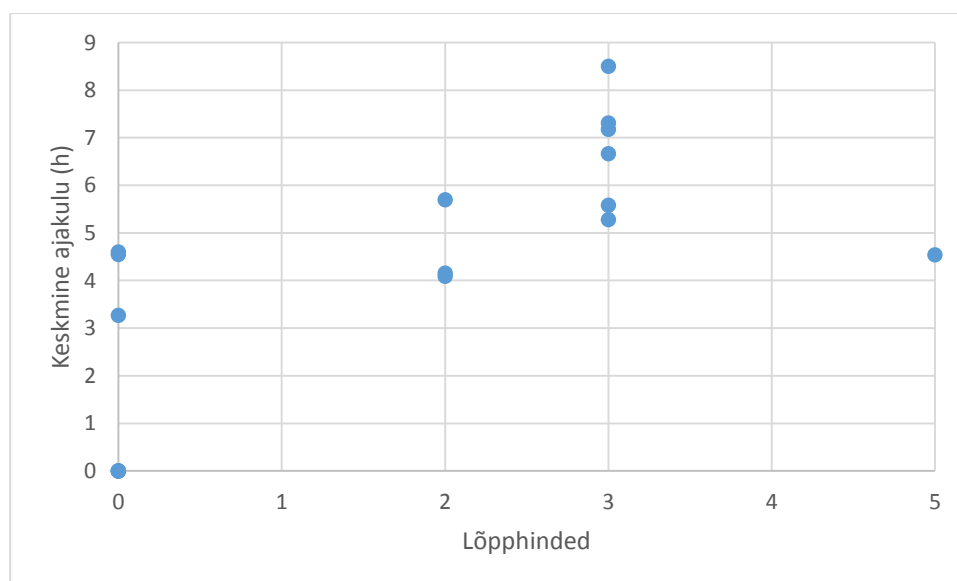
Edasises vaadeldakse nädalas teenitud punktisummasid, mis saadi mittetärnüleannete lahendamise eest. Ühes praktikumis oli võimalik korrektsete lahenduste eest maksimaalselt teenida kaheksa punkti. Igal nädalal leidis vähemalt üks tudeng, kes maksimumpunktid teenis, oli ka tudengeid, kes lahendasidki vaid ühe ülesande ja teenisid selle eest ühe punkti. Nädala keskmised punktisummad ( $\bar{a}$ ) ja standardhälbed ( $s$ ) kajastuvad tabelis 2.

Tabel 2. *Praktikumides teenitud keskmised punktisummad ja standardhälbed nädalate lõikes*

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\bar{a}$	4,69	3,44	5,75	3,94	4,50	4,83	3,75	4,19	4,06	4,38	4,56	4,13	3,38	3,50	3,69
s	1,61	2,83	2,41	2,11	2,50	2,24	2,56	3,09	2,61	2,67	2,50	2,29	2,67	2,81	2,97

Tabelist on näha, et enamikus praktikumidest teeniti keskmiselt pooled punktid (4 punkti), mõnede väikeste erinevustega. Teenitud punktisummat mõjutavad kindlasti erinevad teemad ja nende mõistmine, ülesannete raskusastmed ja -tüübid, üliõpilaste isiklik elu jne. Tulemustest võib näha ka seda, et semestri viimastel nädalatel teenitud punktisummade keskmised on madalamad. Semestri lõppedes kipub tavaliselt üliõpilaste motivatsioon langema ning ülesannete lahendajaid jääb vähemaks. Seda selgitab just eelkõige fakt, et tegemist on ajaga, kus ka teistes ainetes on rohkem töid ning valmistatakse juba esimesteks eksamiteks. Lisaks võib viimaste praktikumide kesiseid tulemusi mõjutada ka see, et kui teenitud punktisumma enne viimaseid praktikume ei tundnud üliõpilaste arvates mõnele lisapallide piirile lähedal olevat, siis võetakse ülesannete lahendamist vähem tõsiselt.

Ülesannete lahendamise, loengus toimunud tunnikontrollide, uuringus osalemise eest ja õppejõu poolt jagatud lisapunktide ning vahe- ja lõpueksami eest teenitud punktide eest kujunes välja üliõpilaste lõpphinne. Võiks eeldada, et tudengid, kes teevad aines rohkem iseseisvat tööd, saavad üldjuhul kõrgema lõpphinne. Uuritava semestri kursuse „Arvuteooria“ lõpphinded ja tudengite individuaalsed nädala keskmised ajakulud on kujutatud joonisel 6.



Joonis 6. Üliõpilaste lõpphinnete ja nädala keskmiste ajakulude võrdlus

Lõpphinded on joonisel kodeeritud järgmiselt: „0“ – hinne F või mitteilmunud, „1“ – E, „2“ – D, „3“ – C, „4“ – B, „5“ – A. Tulemuste põhjal võib väita, et ainele kulutatud aja ja saavutatud lõpptulemuste vahel on mõningane seos olemas ( $r = 0,71$ ). Üliõpilased, kes said lõpphindeks C, tegid läbikukkunutega võrreldes tunduvalt rohkem tööd. Tudeng, kes saavutas maksimaalse hinde, tegi küll iseseisvat tööd vähem kui enamus tudengeid, kuid tegemist on teistest tunduvalt andekama ja ka teistes ainetes paremate tulemustega üliõpilasega. Läbikukkunute arv ei ole tulemuste põhjal suur, kuid välja toodud tulemustes kajastuvad lõplikud tulemused, mis võivad olla saavutatud järeleksamil, kui esimesel eksamikorral saadi negatiivne hinne. Nagu jooniselt veel näha võib, ei ole lõpptulemustes esindatud hindena ühtegi E'd. Seda seletab asjaolu, et kui semestri vältel on tehtud piisavalt tööd ja teenitud punkte, siis pärast eksami sooritamist tõsteti oma hinnet vähemalt ühe palli võrra. Näiteks, kui eksamilt teenitigi kokku vaid 51% punktidest ja hinne peaks seega olema E, siis semestri vältel teenitud punkte juurde arvestades saadi lõpptulemuseks siiski D või C. Tulemuste puhul võiks eeldada, et viie teistkordselt kursusel osaleja iseseisva tööga teenitud lõplikud punktisummad (kodused ülesanded, tärnülesanded, tunnikontrollid, lisapunktid) on tänu nende üliõpilaste suuremale kogemusele kõrgemad kui seda on kaheksal esmakordsel kursusel osalejal. Erinevuste välja selgitamiseks „veteranide“ ja esmakordsete kuulajate vahel sooritati *t*-test võrdlemaks kahte erineva dispersiooniga üldkogumit. Tulemused on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. *Esmakordselt ja teistkordselt kursusel osalenute punktisummade erinevuse analüüs*

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

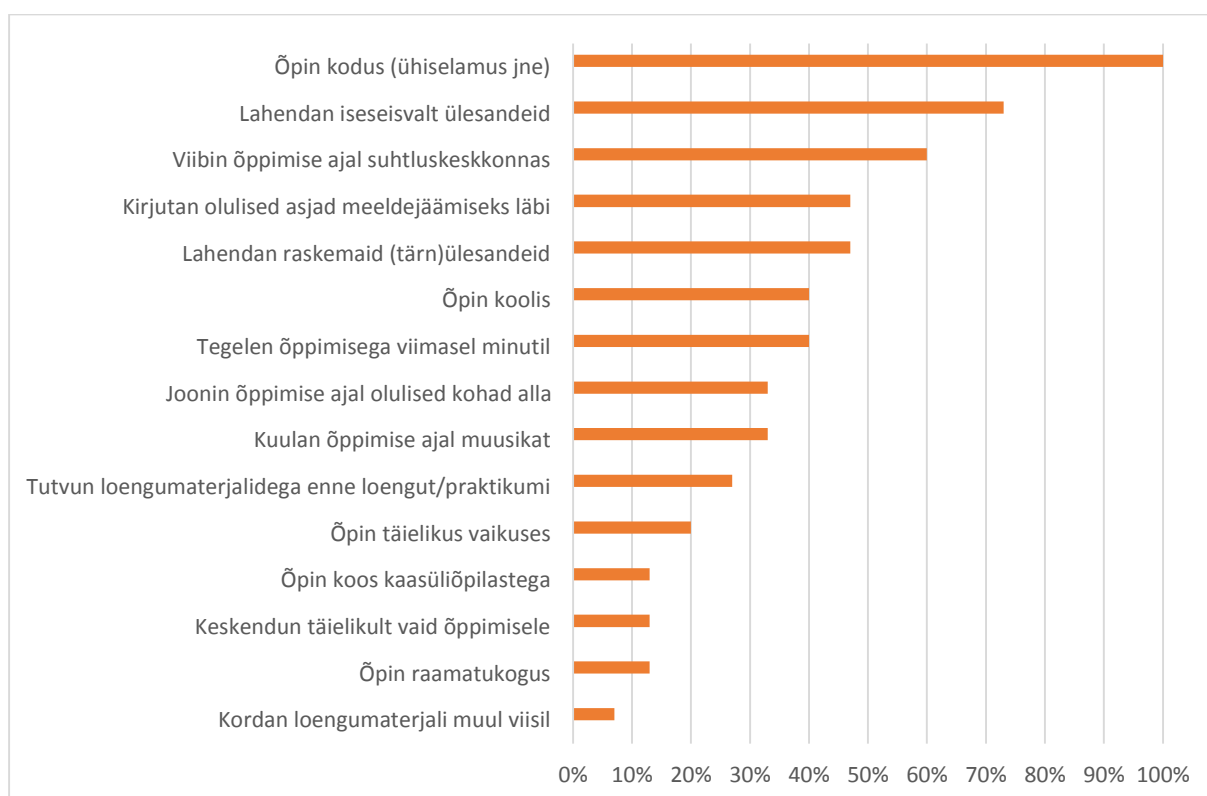
	<i>Esmakordselt osalejad</i>	<i>"Veteranid"</i>
Mean	132,88	104,60
Variance	2172,13	1519,30
Observations	8	5
df	10	
t Stat	1,18	
P(T<=t) one-tail	0,13	

Ühepoolse hüpoteesi olulisuse tõenäosus  $p = 0,13$  on tunduvalt suurem etteantud olulisuse nivoost ( $\alpha = 0,05$ ). Seega ei saa väita, et kursust teist või rohkemat korda võtvate üliõpilaste teenitud punktisummad oleksid kõrgemad kui kursust esmakordselt võtvatel tudengitel. Tulemused näitavad vastupidist olukorda, mille põhjuseks võib olla see, et teistkordsete kuulajate üldine õppeedukus on keskmine või sellest madalam. Kõrgemate tulemustega üliõpilased läbivad aineid tavaliselt esimese korraga ning seetõttu pole neil vajadust kursusel teist korda osaleda.

Esmakordselt kursusel „Arvuteooria“ osalejate kõrgema keskmise punktisumma võib tingida just andekamate ja taibukamate tudengite osalus.

### 3.3. Õpiharjumused

Seniste õpiharjumuste kirjeldamiseks pidid tudengid eelküsitusluses olemasolevate väidete seast valima 3-5 neile kõige iseloomulikumat väidet. Enamus vastanutest valis rohkem kui 5 varianti. Tulemusi kirjeldab joonis 7.



Joonis 7. Tudengite õpiharjumused

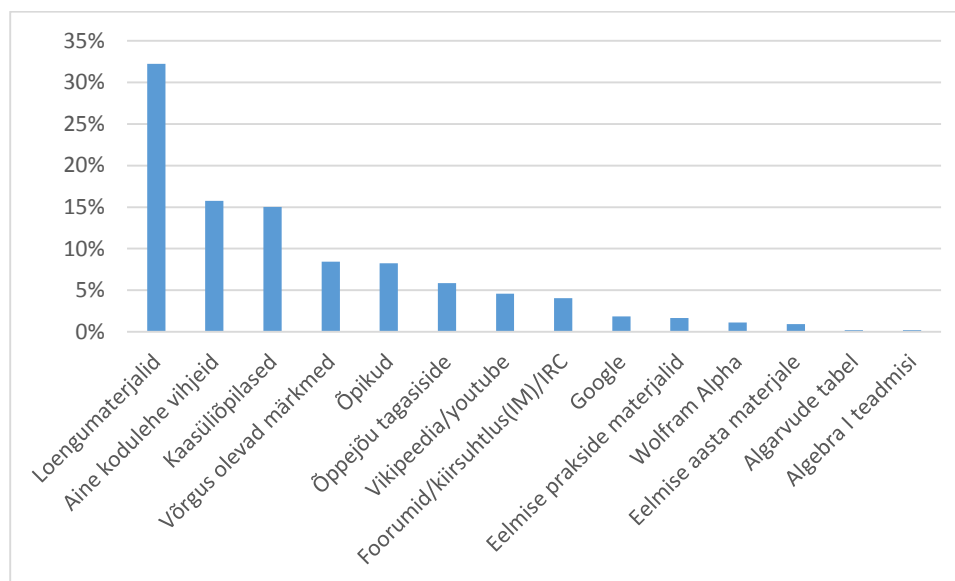
Töö autor analüüsis joonisel välja toodud õpiharjumuste mõju nii tudengite poolt saadud punktidele kui ka kulutatud ajale. Tehtud dispersioonanalüüside ning *t*-testide tulemustest selgus, et välja toodud õpiharjumused ei mõjuta oluliselt vaatluse all olnud üliõpilaste tulemusi ega ajakulu.

### 3.4. Abimaterjalide kasutamine praktikumideks ettevalmistumisel

Kursuse „Arvuteooria“ koduste ülesannete lahendamine toimub suures osas iseseisvalt ning seejuures mängib lahendamisel suurt rolli see, milliseid abimaterjale selleks kasutatakse. Küsimustikes käsitleti erinevate abimaterjalide kasutamist kolmel eri viisil: iganädalastes küsimustikes paluti üliõpilastel valida konkreetse nädala ülesannete lahendamise juures kasutatud

abimaterjalid, semestri lõpu küsimustikus moodustasid tudengid kogu semestri vältel kasutatud abimaterjalide TOP3'e ja nimetasid tegevusi, mis neid arvuteooria õppimise juures aitasid.

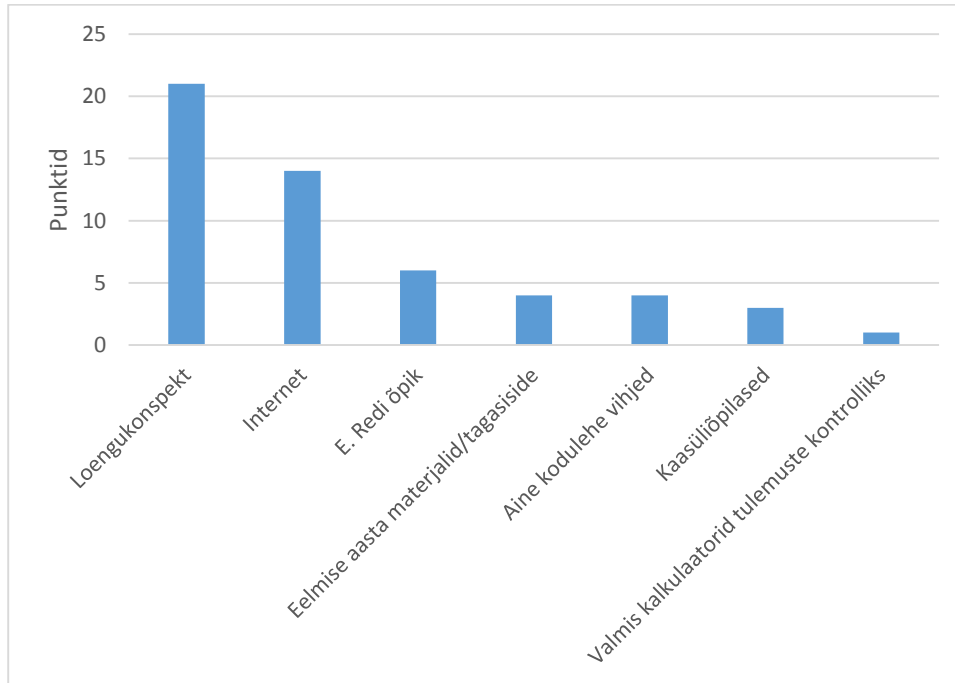
Kokkuvõtte kõigi nädalate jooksul kasutatud materjalide populaarsuse kohta on toodud joonisel 8.



Joonis 8. Nädalate vältel ülesannete lahendamiseks kasutatud materjalide populaarsus

Tegu oli valikvastustega küsimusega, millele oli võimalik valida ka mitu vastust. Tulemusi vaadates selgus, et kõige enam kasutati üliõpilaste poolt loengumaterjale. See tulemus on ootuspärane, sest need on üliõpilastele kõige kättesaadavamad ning ülesanded on koostatud samadel teemadel, mida on loengumaterjalides käsitletud. Aine kodulehe vihjete all, mis on tulemuste poolest teisel kohal, on mõeldud õppejõu poolt päev enne praktikumi toimumist aine kodulehele üles pandud vihjeid ülesannete kaupa, kus on viidatud mõnele olulisemale võttele või tulemusele, millel konkreetne ülesanne põhineb. On arusaadav, et selle kui materjali kasutamine on tudengite seas üsna populaarne, kuna juhivad nende lahendusi õigesse suunda ning võib ka kõige lootusetumas olukorras viia lahendusideede tekkimiseni. Ligikaudu sama suure osakaaluga on üliõpilaste seas lahendamisel kaasüliõpilaste abi kasutamine. Kursus on toonud kaasa tudengite omavahelise suhtluse ja üheskoos ülesannete lahendamise. Kui vaadata joonisel 7 välja toodud tulemusi küsimusele, millised on üliõpilaste senised õpiharjumused, siis vaid kaks üliõpilast kaheteistkümnest (16%) vastasid, et õpivad koos kaasüliõpilastega. Terve kursuse vältel on aga 86 korral vastatud, et lahendamisel kasutati kaastudengite abi. Jagades vastuste arvu kursuse nädalate arvuga tuleb välja, et keskmiselt 5 inimest igal nädalal kasutas lahendamisel kaasüliõpilaste abi. Mitme inimese ideid ja mõtteid koondades ning neid üksteisele seletades, on kasu kindlasti mitmekordne ning eeldatavasti seetõttu kaasõpilastega koos lahendamine niivõrd populaarseks osutuski.

Semestri lõpus kokkuvõtvast küsimustikus moodustatud abimaterjalide TOP3'e tulemusi järjestati järgmiselt: esimesele kohale paigutatud materjalidele anti 3 punkti, teisele 2 punkti ja kolmandale 1 punkt. Iga nimetatud materjali jaoks arvutati selle punktisumma vastavalt omistatud punktidele. Saadud tulemused on esitatud joonisel 9.



Joonis 9. Materjalide järjestus tudengite poolt moodustatud materjalide TOP3 põhjal

Sarnaselt iganädalaste küsimustike tulemustega materjalide kasutamise osas on ka lõpuküsimustikus loengukonspekt paigutatud esimesele kohale. Ülejäänud tulemused on aga tunduvalt erinevad. Efektiivsuse poolest teisele kohale paigutusid internetist leitud materjalid. Ilmselt tundus tudengitele lihtsam internetist konkreetsete ülesannete lahendusi otsida, kui ise lahendusidee leida. Autori arvates taoline teguviis aga ei arenda niivõrd tudengit, kui pigem pärsib iseseisva töö oskust. Ellen Redi õpik, milles esitatud tulemused ja lahendatud ülesanded kattuvad suures osas kursusega „Arvuteooria“, sai tudengite poolt efektiivsuse osas samuti positiivse hinnangu. Üllatav tulemuste juures on see, et nii aine kodulehel olevad vihjed kui ka eelmiste aastate materjalid ja tagasiside, mis sisaldavad õppejõu poolseid kommentaare, näpunäiteid ja lahendusi ülesannetele, ei olnud tudengite seas nii populaarsed, kui autor oleks arvanud. Vihjete, mis avalikustati päev enne praktikumi, ebaefektiivsus võib seisneda just nende avalikustamise ajas. Nagu jooniselt 5 võib välja lugeda, siis alustati enamjaolt ülesannete lahendamise varem, kui päev enne praktikumi. Seega selleks ajaks võis tudengitel olla enamus ülesandeid juba loengukonspekti, õpikut, interneti jms kasutades lahendatud, kui vihjed kättesaadavaks muutusid. Raskemate ülesannete lahendamise juures aga olid vihjed kindlasti suureks abiks ka päev enne praktikumi. Eelmise aasta materjalide (lahendatud ülesannete) kasutamise võimalus oli eelkõige

neil, kes kursust teist korda läbisid. Õppejõu poolt aine kodulehele üles pandud eelmiste aastate ülesannete tagasisided ja nende kasutamise võimalus võis jääda aga paljudele tudengitele märkamatuks. Kaasüliõpilaste abi kasutamist, mis iganädalaste küsimustike vastuste põhjal asetis kolmandale kohale, mainiti semestri lõpus materjalide TOP3-e koostades vaid kahel korral. Siit võib järeldada, et seda ei peetud niivõrd efektiivseks, kui teisi eelmainitud võimalusi. Ilmselt oli see ka üks viimastest variantidest, mida kasutati, sest nagu joonisel 7 välja toodud tudengite õpiharjumustest näeb, kipuvad üliõpilased eelkõige ülesandeid pigem iseseisvalt lahendama.

Vaadeldes seda, kuidas kasutatud materjalid mõjutasid tulemusi ning ajakulu, ei leidnud töö autor, et nimetatud materjalid oleksid neid oluliselt mõjutanud. Polnud võimalik välja selgitada, et teatud materjalide kasutamine tooks endaga kaasa paremaid või halvemaid tulemusi, ega ka seda, et mõned lisamaterjalid omaksid tudengite ajakulule positiivset või negatiivset mõju.

#### 3.4.1. Õppimist toetavad tegevused

Semestri lõpus vastatud kokkuvõttvas küsimustikus paluti tudengitel nimetada tegevusi, mis neid arvuteooria õppimisel aitasid. Kõige populaarsemaks osutusid internetist lahenduste või lahendusideede otsimine, teooria mitmekordne läbilugemine, ülesannete lahendamine ja kaasüliõpilastega ülesannete üle arutlemine. Need tulemused on suhteliselt sarnased lahendamiseks kasutatud materjalide populaarseimate variantidega, kus kõige sagedamini kasutatud abimaterjalideks osutusid loengumaterjalid, aine kodulehe vihjed, kaasüliõpilased ja võrgus olevad märkmed. Lisaks nimetati veel hulgaliselt erinevaid tegevusi: õpikute uurimine, enese kätte võtmine ja sundimine, eelmise aasta tagasiside uurimine, loengus käimine, rohke aja panustamine õppimisse, peamiste definitsioonide ja tulemustega isikliku konspekti koostamine eksamiks semestri vältel, situatsioonide läbimängimine, internetis saadaolevate kalkulaatorite kasutamine tulemuste kontrollimiseks, pidev kordamine.

Nimetatud tegevuste hulgast paluti tudengitel veel välja tuua tegevusi, mida nad polnud varasemalt kasutanud ehk tegid seda esmakordselt kursuse „Arvuteooria“ läbimisel. Mõned tudengid olid nimetatud tegevusi varem teinud, kuid suurem osa vastanutest tõi välja vähemalt üks või kaks nende jaoks uutset tegevust. Ühelgi teisel kursusel ei ole tudengite sõnul olnud võimalust kasutada eelmiste aastate tagasisidet ja vihjeid ülesannete lahendamisel. Valmis kalkulaatorite kasutamine tulemuste kontrollimiseks oli samuti erinev:

*„Varasemates ainetes pole leidunud valmis kalkulaatoreid, siin neid oli, ning neid oli hea kasutada.“*

Lisaks mainiti ära kindla aja planeerimine õppimiseks ning suur ajakulu järgmise kommentaariga:

*„Ma pole eelnevalt nii palju aega panustanud ühelegi 6 EAP mahuga ainele. Selles osas oli tegu uue õpitegevusega.“*

Üks tudeng imestas ka selle üle, et *YouTube* abil on võimalik leida mitmeid matemaatilisi lahendusi sisaldavaid videoid, mida ta varem polnud tähele pannud ega kasutanud.

### 3.5. Loengu kasulikkus

Lisaks abimaterjalide kasutamisele andsid üliõpilased teada ka sellest, millised loengus käsitletud teemad, võtted, selgitused jms aitasid ülesannete lahendamisele kaasa. Tudengite poolt antud vastused üldiselt näitavad, et loengus osalemine ja seal kaasa töötamine ning mõtlemine on ülesannete lahendamise juures samuti suureks toeks. Igal nädalal oli käsitlemisel uus teema ning seetõttu ei saa üheselt välja tuua, millised osad loengutest olid kõige kasulikud. Vastustes mainiti ära loengus läbi tehtud näiteid, definitsioone, teoreeme, omadusi, tõestusi, algoritme, lahendusmeetodeid, õppejõu poolt antud vihjeid jne. Väga harva kirjutati, et loengust ei olnud mingisugust kasu. Antud vastused on autorile suhteliselt ootuspärased, kuna praktikumiülesanded toetusid väga suurel osal just loengumaterjalidele. Enne lahendamist loengus vajalike materjalidega tutvumine, nende läbimõtlemine ja õppejõult vajadusel küsimuste küsimine arusaamatutes kohtades valmistab tudengeid hästi ette iseseisvaks ülesannete lahendamiseks.

### 3.6. Üliõpilaste hinnang ülesannete raskusastmetele

Igal nädalal pidid küsimustike täitjad andma oma hinnangu ülesannete raskusastmele, märkides ära, millised ülesanded on nende meelest lihtsad, rasked/aeganõudvad ja huvitavad/lahendusrõõmu pakkuvad. Lisaks klassifitseerimisele paluti neil oma valikut kommenteerida.

Lihtsateks hinnatud ülesandeid kommenteeriti järgmiselt:

- eelnevalt tuttavad ja toredad, mille puhul oli lahendus loomulik ja algusest peale läbinähtav;
- lahendatavad kõrvalist abi või konspekti kasutamata;
- esimene lahendusidee osutus õigeks ning seega ei pidanud kaua mõtlema ja palju aega sellele kulutama;
- sisuliselt vaid definitsioonide, lausete, teoreemide, näidete jms rakendamine;
- üksteisega lahenduse poolest sarnased ülesanded;
- arvutusülesanded, mille puhul oli vaja rakendada vaid lahendusalgoritmi ja sai vastust kontrollida;

- kordava praktikumi ülesanded, mille puhul oli lahenduskäik meeles.

Kommentaariid on vägagi ootuspärased. On loomulik, et tudengite jaoks on lihtsad need ülesanded, millega ei pea kaua vaeva nägema ning mille lahenduskäik tuleb nende jaoks kergelt, erilist pingutust nõudmata.

Rasketeks hinnatud ülesandeid kommenteeriti järgmiselt:

- ei tea, kuidas ülesandele läheneda ja lahendamist alustada;
- ilma õppejõupoolse vihjeta ei osatud lahendada;
- ajakulukad, nõudsid tavapärasest rohkem mõtlemist;
- tõestusülesanded, lahendamisel tekkis takistus, mida ei suudetud lahendada;
- lahendusidee jäi leidmata;
- mitmete lausete, teoreemide jms omavaheline kombineerimine;
- lahendamisel läks mõte küll õiges suunas, kuid ei juletud ülesannet punkti saamiseks kirja panna või lahenduskäiku põhjendada;
- abstraktsed ülesanded, sageli kaheti mõistetavad ning ei osatud seostada loengu teemaga;
- lahendamisel tekkis kergesti vigu, mille tõttu tekkis segadus.

Sarnaselt lihtsate ülesannete kommentaaridega, on ka siin välja toodud hinnangud autori jaoks etteaimatavad. Tõestusülesanded, millede puhul on oluline erinevaid lauseid, teoreeme ja teisi tulemusi ning tõestusi kombineerida, on tudengite jaoks tunduvalt raskemad, kui arvutusülesanded. Arvutusülesanded on üliõpilastele omasemad seetõttu, et arvutamisel põhineb enamuse koolimatemaatika ja läbi selle on arvutamises ülesannete lahendamiseks tekkinud teatav vilumus. Seda aga tõestusülesannete puhul öelda ei saa, kuna suur osa matemaatikatudengitest puutub alles ülikoolis kokku iseseisvalt tulemuste tõestuste konstrueerimise ja kirjanemisega.

Huvitavateks ja lahendusrõõmu pakkuvateks märgitud ülesandeid kommenteeriti järgmiselt:

- esmamulje järgi pikad ja keerukad ülesanded, kuid lahendades selgus, et ei valmista suurt peavalu;
- keerulisemad ülesanded, millele aga on võimalik ise lahendus leida ja seeläbi tekitas rõõmutunde;
- elulise sõnastusega ilusti lahenduvad ülesanded, mille abil tekkisid peas teemakohased seosed;
- huvitavaid nippe sisaldavad ülesanded, mis tekitasid „ahhaa“ momendi;
- ei olnud liiga rasked ega ka liiga kerged ülesanded;
- lahenduskäik ei olnud koheselt ilmne, põhilisi teadmisi pidi rakendama teise nurga alt;

- ei olnud tüütud arvutamise ülesanded, vaid pidi mõtlema;
- tekkisid koheselt lahendusideed, millede puhul sageli esimene oli õige;
- esmalt tekkisid arvutusvead, kuid kui need üles leiti, oli hea meel;
- tõestusülesannete korrektne lahendamine rõõmustab;
- vajasisid loovust ning tekitasid lahendamisel hasarti ja põnevust;
- arusaadavad, lahendusalgoritmi rakendavad ülesanded;
- näidete järgi lahenduvad ülesanded.

Vastuste põhjal võib öelda, et enamusele tudengitest pakkusid lahendamisrõõmu just need ülesanded, mis ei olnud vaid lahendusalgoritmil või põhilistel tulemustel baseeruvad ülesanded. Keerulisemate, loovust ja iseseisvat mõtlemist nõudvate ülesannete lahendamine on üliõpilaste jaoks tunduvalt rohkem väljakutset pakkuv ning seega on ka rõõm lahenduseni jõudmisest tunduvalt suurem. Samas on ülesanded, mis üliõpilastele huvi pakuvad, seotud nende teadmiste tasemega. Taibukamad ja lahtisemate peadega tudengid arvavad huvitavaks ülesandeks just selle, mida keskmisest madalamate tulemustega üliõpilane peab enda jaoks raskeks. Näiteks võib mõni tõestusülesanne olla tugevama tudengi jaoks kiirelt ja suurema vaevata lahenduv, nõrgem tudeng aga murrab sama ülesande juures pead mitu päeva ning kui ta suudab selle lahendada, pakub see talle suuremat lahendamisrõõmu kui tugevamale tudengile. Samamoodi on väga individuaalne erinevate teemade omandamine ja vastavate ülesannete hindamine. Teema, mis ühele tudengile on kergesti arusaadav võib teisele osutada tõeliseks komistuskiviks ja vastupidi. Seega võivad tudengite hinnangud ülesande huvitavuse kohta varieeruda.

Iganädalaste ülesannete komplekteerimine on keeruline. Nädala ülesandeid valides peab õppejõud arvestama nende raskustaseme, tüübi, üliõpilaste võimekuse ja paljude teiste aspektidega. Õpilaste hinnanguid lugedes tundub, et õppejõud on sellega hakkama saanud, sest tudengid suutsid leida igal nädalal eneste jaoks nii lihtsaid, raskeid kui ka huvitavaid ülesandeid.

### 3.7. Üliõpilaste hinnangu võrdlus ülesannete tegeliku raskuse ja tüübiga

Ülesannete tegeliku raskusastme leidmiseks tehti järgmised toimingud:

- Iga praktikumis lahendada antud mittetärnüleande jaoks leiti lahendamise osakaal, jagades ülesannete eest punkti saanute arv kõigi aines aktiivselt osalenud tudengite arvuga.
- Edasi leiti lahendamise osakaalude keskmine ning iga ülesande lahendamise osakaalu suhe osakaalude keskmisesse.

- Ülesannete klassifitseerimiseks arvutati leitud suhete ülemine ja alumine kvartiil (75% ja 25%).
- Ülesanded, mille suhe jäi allapoole alumist kvartiili või oli sellega võrdne, kvalifitseeriti rasketeks.
- Suhte poolest ülemise kvartiiliga võrdsed või suuremad liigitati kergeteks.
- Kahe kvartiili vahele jäänud suhetega ülesanded liigitusid keskmisteks.

Võrreldes üliõpilaste hinnanguid leitud reaalsete raskusastmetega on tulemused väga erinevad. See, kuidas tudengid ülesandeid hindavad, ei ole üldjoontes vastavuses reaaalselt leitud raskusega. Taolist tulemust võib esmalt selgitada küsimustikus olnud küsimuse ebatäpsusega. Nimelt paluti ühe ja sama küsimuse all ära märkida nii rasked kui ka aeganõudvad ülesanded. Sisu poolt lihtsad, kuid rohkelt arvutuslikku tööd ja vaeva nõudnud ülesanded võisid seega sattuda nõ raskete ülesannete hulka. Keskmisest taiplikematele ja paremate tulemustega tudengitele võisid need ülesanded, mis olid ülejäänute jaoks rasked, osutada lihtsaks. Seega oleneb tudengite hinnang suuresti nende võimekusest. Lisaks on raskusastme hinnangu juures oluliseks aspektiks see, kas tudeng osaleb kursusel esmakordselt või kuulab seda teist korda. Kursuse „veteranide“ jaoks on ülesanded, mis on tüübilt sarnased eelneval aastal lahendatuga, kindlasti tunduvalt lihtsamad, kui esmakordsetele kuulajatele. Lahendamiseks kasutatavad algoritmid, tulemused jms on teistkordsetel läbijatel juba korra läbi töötatud ning seega piisab lahendades nende meelde tuletamisest, samal ajal kui esmakordsetel osalejatel tuleb nendega esmalt tutvuda ja alles siis neid rakendada.

Iga nädala ülesannete seas oli kahte tüüpi ülesandeid: tõestusülesanded ja rakenduslikud ehk arvutusülesanded. Ülesannete tüübid määrati kindlaks kursuse õppejõu abiga. Nende omavaheline tasakaal ei olnud igal nädalal võrdne. Leidus nädalaid, kus kaheksast ülesandest 6 olid teooriaülesanded ja nädalaid, kus kaheksast ülesandest 2-3 olid teooriaülesanded. Kogu kursuse vältel oli lahendamiseks antud 137 mittetärnüleannet, milledest 68 olid teooriaülesanded ja vastavalt 69 arvutusülesanded. Võrreldes üliõpilaste poolt igal nädalal antud hinnanguid ülesannete kohta nende tüübiga (arvutusüleanne või teooriaüleanne), ei olnud näha märkimisväärset erinevust. Võinuks eeldada, et tudengite jaoks on lihtsamad arvutusülesanded ja raskemad just teooriaülesanded. Uuringu tulemused seda väidet aga sajaprotsendiliselt ei kinnita. Nii mõnigi tudeng on hinnanud mõnda teooriaüleannet lihtsaks ja arvutusüleannet raskeks. See, kuidas üliõpilased ülesandeid hindavad, sõltub taaskord väga palju nende individuaalsest tasemest, ülesannete lahendamise harjumusest, oskustest jms. Teisalt on ka kahe erineva teooriaüleande või arvutusüleande vahel erinevusi. Ülesande püstitus, raskusaste, abstraktsus jne määravad ära sellele lähenemise ja lahendusidee tekkimise. Arvutusüleannete puhul võib üliõpilaste jaoks keeruliseks

osutada mõni pikk arvutuskäik, millesse tekkida võivad vead muudavad selle nende jaoks tüütuks, raskeks ja aeganõudvaks.

### 3.8. Lahendatud ülesannete raskusastme dispersioonanalüüsid

Tudengid jaotati kolme erinevasse gruppi lahendatud ülesannete põhjal. Lihtsate ülesannete lahendajate gruppi liigitusid tudengid, kes lahendasid enamasti ainult lihtsaks kvalifitseeritud ülesandeid. Raskete ülesannete lahendajate hulka kuuluvad tudengid, kes lahendasid lisaks lihtsamatele ülesannetele enamus kordi ka raskeid ülesandeid ning said nende eest punkte. Tudengid, kes lahendasid läbivalt ja tulemuslikult nii raskeid kui lihtsaid ülesandeid, arvati keskmiste lahendajate hulka. Analüüs sellise gruppidesse jaotamise ja kogusummade erinevuse kohta on esitatud tabelis 4.

Tabel 4. *Dispersioonanalüüs lahendatud ülesannete raskusastmete ja teenitud punktisumma põhjal*

Anova: Single Factor

#### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Peamiselt rasked	4	694	173,50	156,33
Mõlemad	3	380	126,67	940,33
Peamiselt kerged	6	512	85,33	530,27

#### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>
Between Groups	18741	2	9370,5	18,74	0,00041
Within Groups	5001	10	500,1		
Total	23742	12			

Tulemused näitasid, et gruppide vaheline ülesannete lahendamise eest saadud punktide erinevus on oluline ( $F = 18,74$ ;  $p = 0,00041$ ). Seega võib öelda, et raskemate ülesannete pidev lahendamine annab tudengitele kokkuvõttes paremad tulemused, kui seda annab ainult lihtsamate ülesannete lahendamine.

Samade rühmade vahel sooritati sarnane dispersioonanalüüs nädala keskmiste ajakulude võrdlemiseks. Keskmise nädala ajakulu saadi liites tudengite poolt igal nädalal küsimustikesse kirja pandud ajakulu ning jagades tulemuse kursuse nädalate arvuga, mida oli 16. Analüüsi tulemused on välja toodud tabelis 5.

Tabel 5. *Dispersioonanalüüs lahendatud ülesannete raskusastme ja nädala keskmise ajakulu põhjal*

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Peamiselt rasked	4	27,02	6,75	2,76
Mõlemad	3	15,53	5,18	0,34
Peamiselt kerged	6	28,88	4,81	1,91

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>
Between Groups	9,43	2	4,72	2,55	0,13
Within Groups	18,52	10	1,85		
Total	27,95	12			

Väikese, kuid statistiliselt mitteolulise gruppide vahelise erinevuse ( $F = 2,55$ ;  $p = 0,13$ ) põhjuseks võib olla tudengite individuaalne õppimise- ja arusaamise kiirus, taiplikkus, isikliku elu sündmused, tegevused teistest ainetes jne. Need tegurid ei mõjuta ainult ühes grupis olevaid tudengeid, vaid kõiki tudengeid sõltumata nende iseloomust, õpiharjumustest või raskete-kergete ülesannete lahendamisest.

### 3.9. Teooria- ja arvutusülesannete lahendamise mõju tulemustele ja ajakulule

Praktikumitulemuste tabeli põhjal tehti tudengite lahendatud ülesannete põhjal selgeks, mitu teoreetilist ja mitu arvutuslikku ülesannet nad terve kursuse jooksul lahendasid. Leides nendevahelise suhte, jaotati tudengid kahte gruppi suhteid kahanevas järjekorras vaadeldes ning piiritledes gruppe järgmiselt: tudengid, kes lahendasid teooriaülesandeid ja arvutusülesandeid ligikaudu võrdselt ning märgatavalt rohkem arvutusülesandeid lahendanud tudengid.

Statistilistest  $t$ -testidest, mis teostati eelnevalt kirjeldatud meetodil moodustatud kahe rühma vahel, on välja jäetud üks tudeng, kes läbis kursuse enamjaolt iseseisvalt tegutsedes: loengutes ta ei osalenud ning esitas ülesanded kirjalikult. Seetõttu loeti tema tulemused suure ajakulu tõttu erandlikuks ja jäeti järgmistest analüüsides välja.

Edasises on võetud eelduseks, et lisaks arvutusülesannetele ka teooriaülesannete lahendamine suurendab üliõpilaste punktisummat.

*t*-Testi tulemused on välja toodud tabelis 6.

Tabel 6. *t*-Test ülesannete tüübi ja lõpliku punktisumma põhjal

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	<i>Teoriaül+arvutusül</i>	<i>Peamiselt arvutusül</i>
Mean	153,43	79,4
Variance	1018,29	398,8
Observations	7	5
df	10	
t Stat	4,93	
P(T<=t) one-tail	0,0003	

Analüüsi tulemustes olev  $p = 0,0003$  väike väärtus näitab, et teooriaülesannete lahendamine mõjutab oluliselt kursuse läbimise tulemuslikkust. Teooriaülesanded on tudengite jaoks esmapilgul ilmselt raskemad ja arusaamatumad kui seda on arvutusülesanded, kuid nende lahendada proovimine võib viia õige tulemuseni ning läbi sellise teadmiste kinnistamise ka aine eduka läbimiseni.

Tabelis 7 kajastuvad samade gruppide nädala keskmist ajakulu võrreldes saadud tulemused.

Tabel 7. *t*-Test lahendatud ülesannete tüübi ja nädala keskmise ajakulu põhjal

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	<i>Teoriaül+arvutusül</i>	<i>Peamiselt arvutusül</i>
Mean	6,08	4,34
Variance	2,20	0,71
Observations	7	5
df	10	
t Stat	2,57	
P(T<=t) one-tail	0,01	

Analüüsi tulemustes kajastuv  $p = 0,01$  on väiksem, kui meie usaldusnivoo  $\alpha = 0,05$ , seega võib öelda, et tudengite ajakulu olenes sellest, mis tüüpi ülesandeid enamasti lahendati – teooriaülesannete lahendajate ajakulu oli suurem kui teistel. Teooriaülesanded on tudengite antud hinnangute põhjal neile tunduvalt raskemad, kui arvutuslikud ülesanded. Seda eelkõige sellepärast, et need vajavad rohkem süvenemist – nende lahenduskäik ei ole alati kohe läbinähtav ning nõuab seetõttu erinevate variantide läbikatsetamist.

## 4. TULEMUSED 2015/2016. ÕPPEAASTAL

2014/2015. aasta kevadsemestril toimunud uuringule sarnane uuring viidi läbi ka 2015/2016. aastal kursusel „Arvuteooria“ osalenud tudengite seas. Antud uuringu tulemused on aga poolikud, sest töö esitamise ajaks ei olnud kursus veel lõppenud. Järgnevas antakse ülevaade poole semestri (9 nädala) tulemustest sarnaselt 3. peatükile. Lisaks tulemuste kirjeldamisele võrreldakse neid ka eelnevate tulemustega.

### 4.1. Valimi kirjeldus

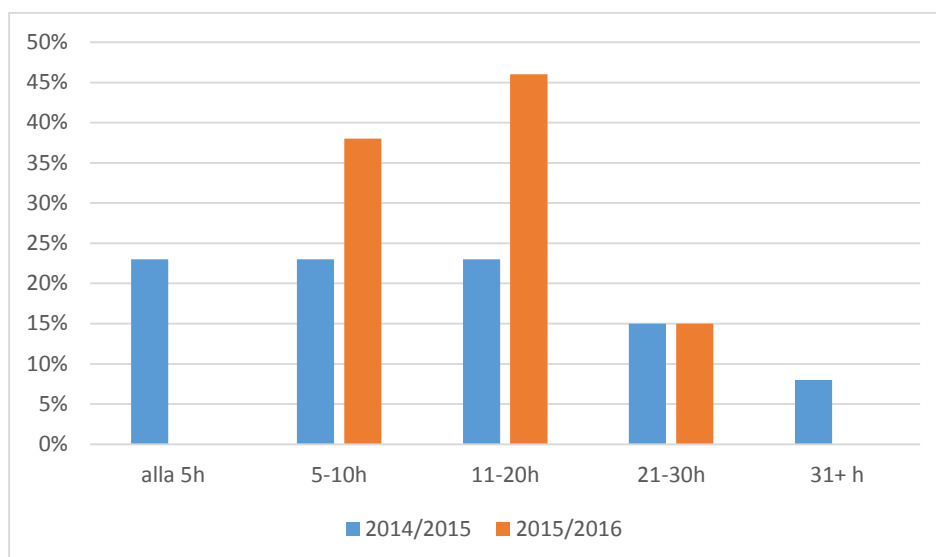
Kursusele registreerunud oli vaatluse all olevas semestris 19. Küsimustikele vastas 15 üliõpilast, kaks neist jäeti valimist välja, kuna vastasid liiga vähestele küsimustikele. Osalenutest 4 (31%) mehed ja 9 (69%) naised. Vastanutest 12 (92%) on matemaatika eriala tudengid ja üks (8%) informaatika eriala tudeng. Nendest on omakorda 9 (69%) on bakalaureuseõppe 2. aasta tudengid ja 4 (31%) muu õppeastme tudengid.

Esmakordselt võttis Arvuteooria kursust 10 (77%) tudengit, teist korda osales üks (8%) ning kolmandat korda osalesid kaks (15%) tudengit. Soovitusliku eeldusaine „Algebra I“ oli eelnevalt läbinud 12 (92%) kuulajatest.

Töötavaid tudengeid oli küsitletute hulgas 1 (8%) ja mittetöötavaid seega 12 (92%).

### 4.2. Ajakulu

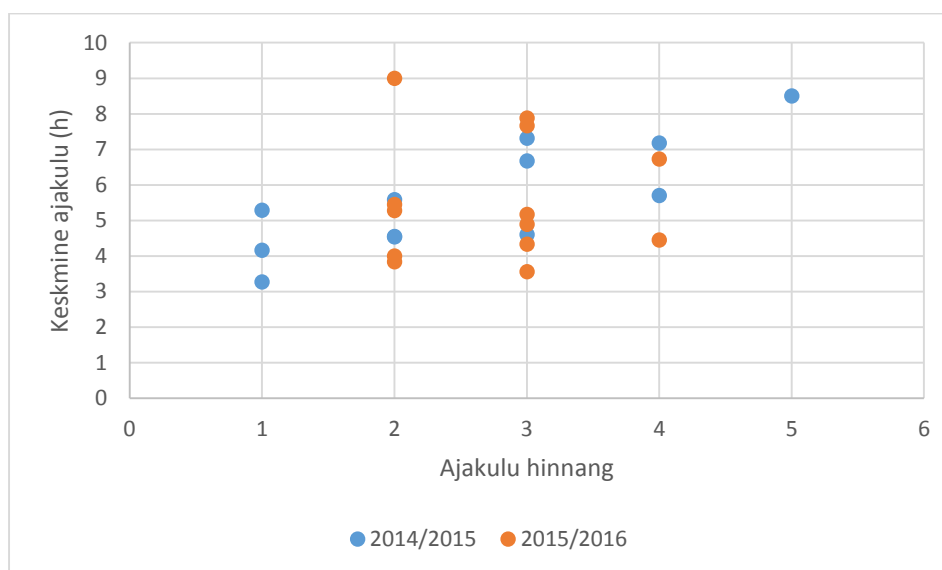
Esimeses, ehk sissejuhatavas küsimustikus paluti üliõpilastel hinnata oma nädala ajakulu tüüpilisel semestrinädalal etteantud skaala järgi. Kahe semestri tudengite ajakulu hinnangute erinevus on esitatud joonisel 10.



Joonis 10. Kahe semestri tudengite ajakulu hinnangud tüüpilisel semestrinädalal

Jooniselt võib näha, et tudengite hinnangud on erinevad. 2015/2016. õppeaasta üliõpilased kulutavad hinnangute kohaselt semestrinädalal rohkem aega õppimiseks kui 2014/2015. õppeaasta tudengid. Hinnangutele toetudes võib öelda, et teises uuringus osalenud tudengid on harjunud ajaliselt rohkem õppima kui aasta varem küsitlusele vastanud.

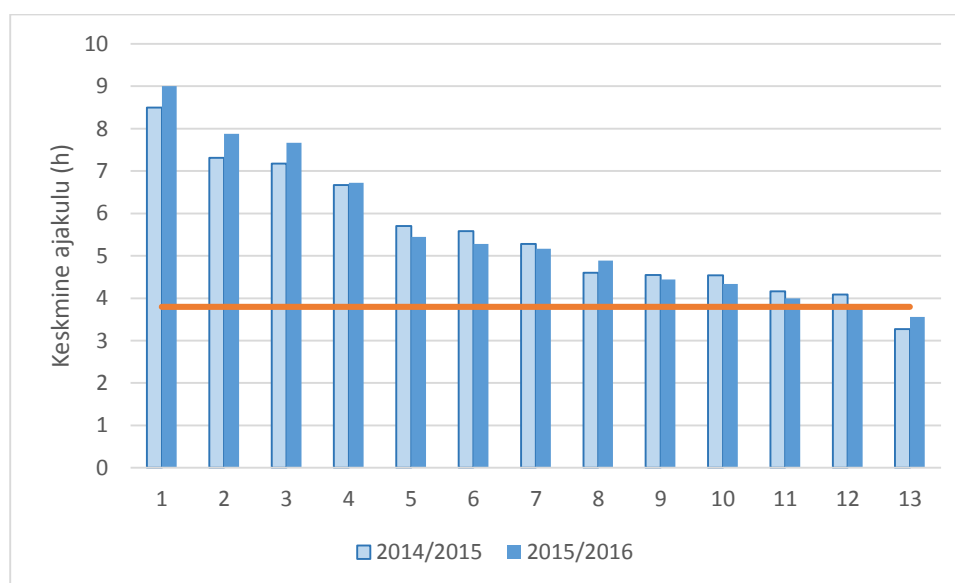
Tudengite keskmise nädala ajakulu ning antud ajahinnangu seosed on kujutatud joonisel 11. Horisontaalteljel on ajavahemikud kodeeritud järgmiselt: „1“ – alla 5 tunni, „2“ – 5-10 tundi, „3“ – 11-20 tundi, „4“ – 21-30 tundi, „5“ – 31 tundi või rohkem. Vertikaalteljel on kujutatud tudengite individuaalsed keskmised ajakulud aine esimeses pooles.



Joonis 11. Tudengite tüüpilise semestrinädala ajakulu ja arvuteooria kursuse nädala keskmise ajakulu võrdlus

Jooniselt on näha, et üliõpilaste ajahinnangud ei ole seoses nende keskmise ajakuluga ( $r = 0,02$ ). 2014/2015. õppeaasta uuringus osalenud üliõpilaste puhul oli päris tugev seos olemas ( $r = 0,81$ ). 2015/2016. õppeaasta tudengite puhul ei ole võimalik väita, et need, kes teevad tavapäraselt semestrinädalas palju tööd, teevad seda ka kursusel „Arvuteooria“. Antud aspektide vahel seose puudumise põhjuseks võib olla aga asjaolu, et analüüsitakse vaid poole semestri andmeid. Terve semestri andmete puhul oleksid tulemused eeldatavalt ühtlasemad.

Tudengite keskmise nädala ajakulu võrdlemiseks nominaalse 3,8 tunniga (arvutuskäik peatükis 3.1) koostati tulpdiaagramm (joonis 12).



Joonis 12. Tudengite individuaalne keskmine nädalane ajakulu kursusel „Arvuteooria“ ja selle võrdlus nominaalse ajakuluga (oranž joon)

Sarnaselt eelneva uuringu tulemustega (helesinised tulbad), tuleb ka poole semestri andmetega tehtud analüüsist välja, et enamuse tudengite nädala ajakulu (tudengite keskmine ajakulu 5,5) ületab tunduvalt nominaalse ajakulu (3,8 tundi).

Kursusel osales teist või kolmandat korda 3 üliõpilast ning esmakordselt osalejaid oli seega 10. Loogilise eeldusena peaksid „veteranide“ keskmised ajakulud olema madalamad kui esmakordsetel osalejatel. Seda seetõttu, et neil on tekkinud eelnevalt aines osalemisega teatud oskused ja teadmised, mida nad saavad ülesannete lahendamiseks kasutada. „Veteranide“ ja esmakordsete kuulajate nädala keskmise ajakulu erinevuse analüüsi tulemused on tabelis 8.

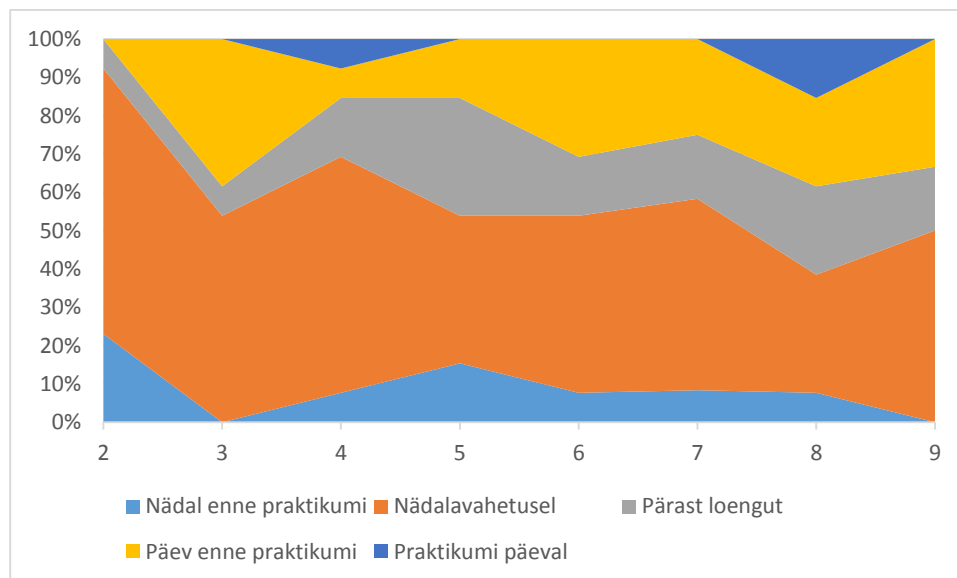
Tabel 8. Aines esmakordselt osalenute ja „veteranide“ keskmise ajakulu erinevuse analüüsi tulemused

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	"Veteranid"	Esmakordselt osalejad
Mean	6,15	5,38
Variance	6,62	2,36
Observations	3	10
df	2	
t Stat	0,49	
P(T<=t) one-tail	0,34	

Püstitatud eeldus, erinevalt 2014/2015. õppeaasta tulemustest, selle aastakäigu tudengite peal tehtud analüüsi põhjal kinnitust ei saanud. *t*-Testi tulemused ( $t = 0,49$ ;  $p = 0,34$ ) statistiliselt olulist erinevust ei tähelda. Keskmete ajakulude vahel on vastupidine seos – „veteranide“ keskmine ajakulu on olnud suurem esmakordselt osalenute ajakulust.

Üliõpilaste ajakasutuse hindamiseks uuriti neilt igapäevast küsimustikes millal nad ülesannete lahendamise alustasid. Saadud andmed kajastuvad joonisel 13.



Joonis 13. Praktikumiülesannete lahendamise alustamise ajad nädalate lõikes

Jooniselt on näha, et ülesannete lahendamise alustati suhteliselt varakult, enamasti nädalavahetusel või nädal enne praktikumi, mida tegid ligikaudu pooled vastanutest. Siiski on ka populaarne päev enne praktikumi ülesannete lahendamine või praktikumi päeval lahendustega alustamine, kuid võrreldes 2014/2015. õppeaasta esimese semestripoole tulemustega (joonis 5), on

tulemused mõnevõrra erinevad. Tulemused on tõenäoliselt suuresti tingitud eelkõige üliõpilaste personaalsusest, õpiharjumustest, isikliku elu teguritest jmt.

#### 4.3. Üliõpilaste tulemused

Ülesannete hulk ja jaotus praktikumide lõikes on sarnane 2014/2015. õppeaastaga (vt peatükk 3.2.). Lahendamiseks oli antud 8 mittetärnüleannet. Erandiks oli 7. praktikum, kus anti 9 mittetärnüleannet ja 9. praktikum, mis koosnes kaheteistkümnest kordavast mittetärnüleannest. Nendest praktikumidest teenitud punktid on normeeritud ülejäänutega vastavaks.

Edasises vaadeldakse mittetärnüleannete eest saadud punkte esimese üheksa semestrinädalal vältel. Sarnaselt eelneva uuringuga, oli ka sel semestril üliõpilasi, kes teenisid praktikumides maksimumpunkte, kui ka neid, kes said vaid ühe punkti. Keskmised nädalas teenitud punktid ( $\bar{a}$ ) ja standardhälbed ( $s$ ) on välja toodud tabelis 9.

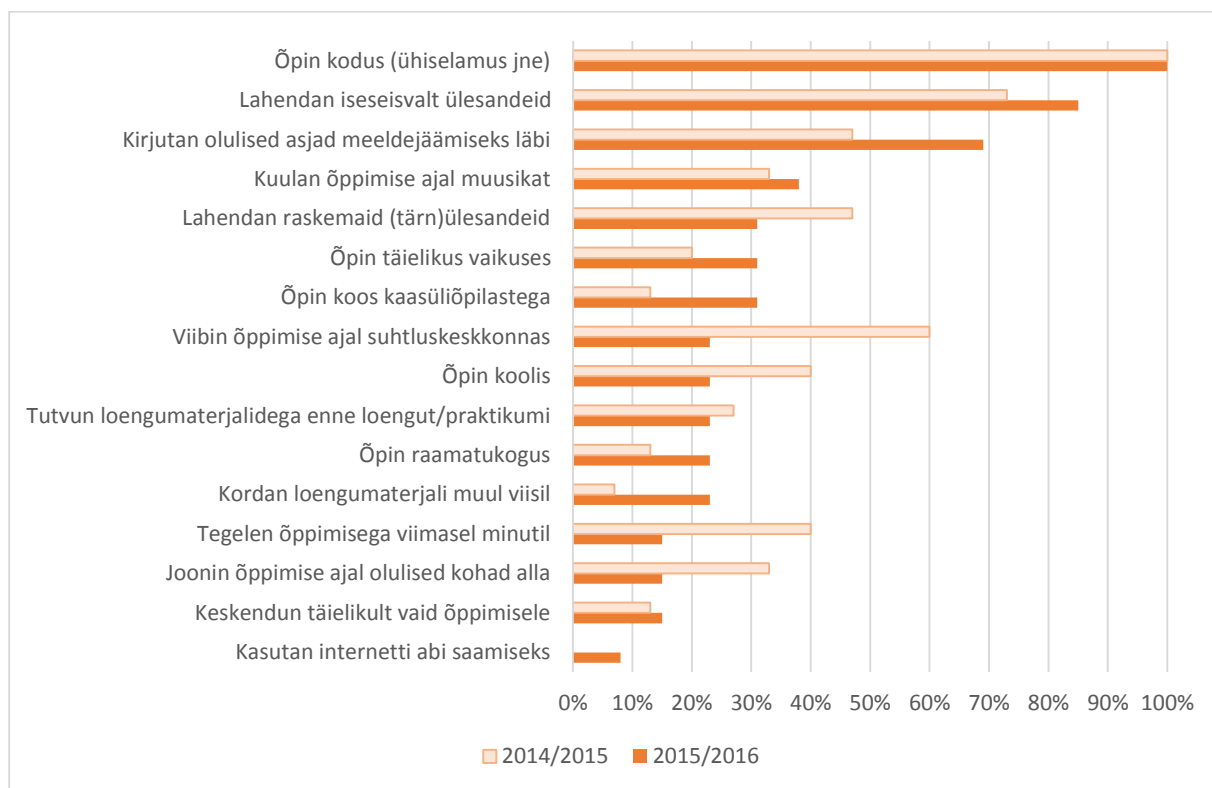
Tabel 9. *Praktikumides teenitud keskmised punktisummad ja standardhälbed nädalate lõikes*

	2	3	4	5	6	7	8	9
$\bar{a}$	6,92	4,54	5,77	5,54	5,54	5,31	5,00	5,08
$s$	1,33	1,55	1,80	1,28	1,08	1,98	1,18	2,30

Võrreldes neid keskmisi tabelis 2 olevate 2014/2015. õppeaasta samade nädalate tulemustega, on näha, et keskmiselt teenitud punktisummad on suuremad ning tulemuste varieeruvus väiksem (2015/2016. õppeaasta punktide keskmine 5,3 ning standardhälve 1,9; 2014/2015. õppeaasta punktide keskmine 4,2 ning standardhälve 2,7). Esiteks võib selle põhjuseks olla üliõpilaste individuaalsus – teisel vaatluse all oleval semestril aines osalenud tudengid on oma teadmiste ja oskuste poolest taiplikumad kui eelneval semestril aines osalenud ning teevad aine läbimiseks rohkem tööd. Teiseks võib erinevust põhjustada õppejõu koduste ülesannete valik, mis on 2015/2016. õppeaasta kevadsemestril pisut kergemad kui eelneval aastal. 2014/2015. õppeaasta koduste ülesannete seas oli tunduvalt rohkem selliseid ülesandeid, mis osutusid enamikule üliõpilastest üle jõu käivaks ning seega lisati neile tärn.

#### 4.4. Õpiharjumused

Käesoleva semestri alguse küsimustikust saadud andmed üliõpilaste seniste õpiharjumuste kohta on välja toodud joonisel 14.

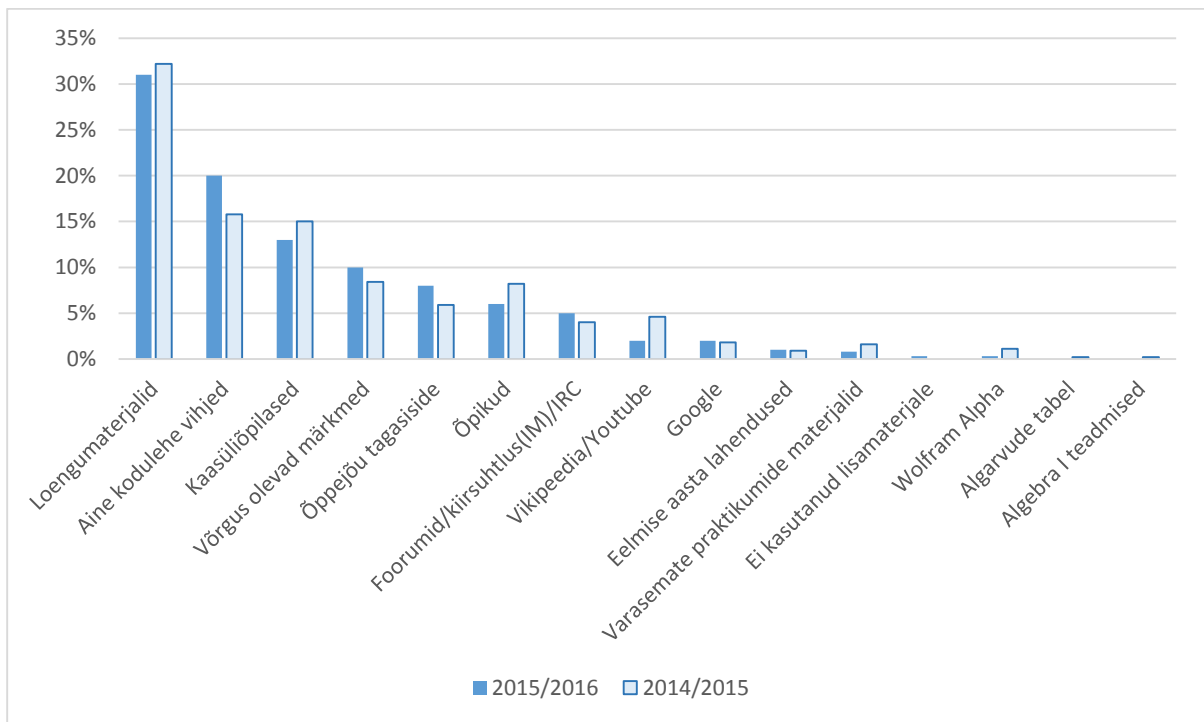


Joonis 14. Kursusel „Arvuteooria“ osalenud üliõpilaste õpiharjumused

Võrreldes 2014/2015. õppeaasta tulemustega (heleoranžid tulbad), on tudengite õpiharjumused erinevad. 2015/2016. õppeaasta tudengid viibivad õppimise ajal suhtluskeskkondades ja tegelevad õppimisega viimasel minutil tunduvalt vähem, kui seda harrastasid nende eelkäijad. Seega võib oletada, et selle aastakäigu tudengid on õppimisega tegeledes tunduvalt distsiplineeritumad ja kohusetundlikumad. Sellest hoolimata ei leitud ka 2015/2016. õppeaasta üliõpilaste õpiharjumusi analüüsidest märgatavat mõju nende tulemustele ja ajakulule.

#### 4.5. Lisamaterjalide kasutamine

Üliõpilaste lisamaterjalide kasutamine koduste ülesannete lahendamise juures on kujutatud joonisel 15.



Joonis 15. Ülesannete lahendamise juures kasutatud lisamaterjalide populaarsus

Lisamaterjalide kasutamine on sarnane 2014/2015. õppeaastal samal kursusel osalenud üliõpilastega (helesinised tulbad). Kõige populaarsemaks lisamaterjaliks on ka 2015/2016 õppeaastal ootuspäraselt loengukonspekt, millele järgnevad aine kodulehe vihjed ja kaasüliõpilased. Samuti võib märgata tudengite seas populariseerinud kaasüliõpilastega koos õppimist ning üksteise abi kasutamist. Semestri alguse küsimustikus märkis kolm üliõpilast (31%), et õpivad koos kaasüliõpilastega. Semestri esimese üheksa nädala vältel märgiti üksteisega koos töötamist küsimustikes 45 korda ehk jälle keskmiselt 5 õpilast nädalas kasutas ülesannete lahendamisel kaasüliõpilaste abi.

#### 4.6. Loengu kasulikkus

Sarnaselt 2014/2015. õppeaastal toimunud uuringule võib 2015/2016. õppeaasta poole semestri küsimustike vastuste põhjal öelda, et loengus käimine ja seal kaasa mõtlemine ning kuulamine on üliõpilastele kasulik. Loengus käsitletud näiteid, teoreeme, lauseid, tunnuseid, võtteid jms mainiti ära igal nädalal. Enne ülesannete lahendamise juurde asumist loengus vajaliku materjaliga tutvumine aitab igati kaasa iseseisvale ülesannete lahendamisele.

#### 4.7. Üliõpilaste hinnang ülesannete raskusastmele

2015/2016. õppeaastal läbi viidud uuringus kajastunud üliõpilaste kommentaarid ülesannete raskusastmele (lihtsad-, rasked-, huvitavad/lahendusrõõmu pakkuvad ülesanded) ei erinenud peatükis 3.6. välja toodud 2014/2015. õppeaasta üliõpilaste kommentaaridest.

Üliõpilaste jaoks olid endiselt ootuspäraselt lihtsad just need ülesanded, mis on selgete ja arusaadavate või varasemalt tuttavate lahendusvõtetega, põhinevad otseselt loengukonspekti tulemustel ning seetõttu ei ole ka aeganõudvad.

Vastanud üliõpilaste jaoks on sarnaselt eelneva aasta tulemustega rasked enamasti just tõestusülesanded ning ülesanded, mis vajavad laialdasemaid teadmisi. Lisaks peeti keerulisemaks pikemaid arvutusülesandeid, kus olid vead kerged tekkima ning seetõttu kujunesid suhteliselt aeganõudvaks.

Üliõpilaste jaoks on huvitavad ja lahendusrõõmu pakkuvad just need ülesanded, mis pole vaid mõne üksiku tulemuse rakendamine või arvutamine. Lahendusrõõmu pakuvad väikeste nippide ja teistsuguste lähenemistega ülesanded. Lahendusrõõmu pakkuvaks nimetati ka situatsioon, kus pärast pikaajalist ülesande tulutut lahendamist „läheb äkitselt pilt selgeks“ ja õige lahendusidee jõuab üliõpilasteni.

#### 4.8. Üliõpilaste hinnangu võrdlus reaalse raskusastme ning tüübiga

Ülesannete reaalse raskusastme leidmiseks viidi läbi sama arvutuskäik nagu on kirjeldatud peatükis 3.7.

Üliõpilaste hinnangud üheksa esimese nädala jooksul lahendatud ülesannetele olid paremas vastavuses reaalsete raskusastmetega, kui 2014/2015. õppeaasta tudengite vastavad hinnangud. Mõned varieeruvused hinnangute ja reaalsete raskusastmete vahel on küll olemas, kuid need tulenevad ilmselt üliõpilaste individuaalsest tasemest ja oskustest.

Esimese üheksa praktikumi jooksul oli kursuse „Arvuteooria“ koduülesannete seas 39 teoorial põhinevat ning 38 arvutuslikku mittetärnüleannet. Eeldus, mille kohaselt üliõpilased hindavad raskeks peamiselt teooriaülesandeid, kinnitust ei leidnud. Võrreldes tudengite antud hinnanguid ülesannete tüübiga, ei olnud need omavahel vastavuses. Hinnangud on antud suhteliselt subjektiivselt ja olenes eelkõige üliõpilaste oskustest, teadmistest, ülesannetest, mida konkreetsel nädalate lahendati jne.

#### 4.9. Lahendatud ülesannete raskusastme dispersioonanalüüs

2015/2016. õppeaastal uuringus osalenud üliõpilased grupeeriti vastavalt lahendatud ülesannete raskusastmele sarnaselt peatükis 3.8. kirjeldatud grupeeringule.

Gruppide vaheliste tulemuste erinevuse analüüsimiseks kasutati üheksanda nädala lõpuks kogutud punktisummasid (koosnevad praktikumi-, tärnülesannete-, tunnikontrollide punktidest ning lisapunktidest). Tulemused on antud tabelis 10.

Tabel 10. *Lahendatud ülesannete raskusastmeid ning tulemusi võrdlev dispersioonanalüüs*

Anova: Single Factor

SUMMARY					
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>	
Peamiselt rasked	5	398	79,60	43,30	
Mõlemad	5	292	58,40	23,30	
Peamiselt kerged	3	127	42,33	10,33	

ANOVA					
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>
Between Groups	2764,63	2	1382,31	48,15	0,000007
Within Groups	287,07	10	28,71		
Total	3051,69	12			

Tulemuste erinevused lahendatud ülesannete raskusastme põhjal jaotatud gruppide vahel on väga suured ( $F = 48,15$ ;  $p = 0,000007$ ). Raskemate ülesannete lahendamine mõjub positiivsemalt tudengite teenitavale punktisummale kui ainult lihtsate ülesannete lahendamine.

See, kuidas erinevate raskusastmetega ülesannete lahendamine mõjutab tudengite keskmist ajakulu, kajastub tabelis 11.

Tabel 11. Lahendatud ülesannete raskusastet ja keskmist ajakulu võrdlev dispersioonanalüüs

Anova: Single Factor

SUMMARY					
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>	
Peamiselt rasked	5	28,49	5,70	2,55	
Mõlemad	5	29	5,80	5,69	
Peamiselt kerged	3	14,72	4,91	0,62	

ANOVA					
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>
Between Groups	1,66	2	0,83	0,24	0,79
Within Groups	34,20	10	3,42		
Total	35,86	12			

Tulemuste põhjal võib öelda, et rühmade vaheline ajakulu erinevus on väike ja statistiliselt mitteoluline ( $F = 0,24$ ;  $p = 0,79$ ). Võrreldes 2014/2015. õppeaasta vastava analüüsi tulemusega (tabel 5), ei ole gruppide vaheline erinevus nii märgatav. Taolise kahe semestri vahelise erinevuse võib tekitada ülesannete valik. Tulemuste järgi võib oletada, et 2015/2016. õppeaastal antud teooriaülesanded on oma raskusastmelt arvutusülesannetega sarnasemad. Olulist rolli mängib erinevuse tekkimise juures üliõpilaste individuaalsus – võib oletada, et analüüsis osalenud üliõpilaste õppimisoskused ja lahendamiskiirus on 2014/2015. õppeaasta tudengitest paremad.

#### 4.10. Teooria- ja arvutusülesannete lahendamise mõju tulemustele ja ajakulule

Praktikumi tulemuste tabeli põhjal tehti selgeks, mitu teoreetilist ja arvutusülesannet vaatluse all oleval üheksal esimesel kursuse nädalal iga tudeng lahendas. Lahendatud teooria- ja arvutusülesannete suhte abil jaotati üliõpilased kahte gruppi: nii arvutusülesannete kui ka teooriaülesannete lahendajad ning peamiselt arvutusülesannete lahendajad.

Analüüsides, kas teooriaülesannete lahendamine suurendab tudengite punktisummasid, kasutati  $t$ -testi mittevõrdsete dispersioonidega üldkogumite jaoks. Tulemustena on siin võrreldud üheksanda nädala lõpuks teenitud punkte, mis sisaldavad endas praktikumi-, tärnülesannete-, loengus toimunud tunnikontrollide punkte ning lisapunkte. Tabelis 12 on esitatud  $t$ -testi tulemused, kus on võetud eelduseks, et teooriaülesannete lahendamine suurendab tudengite lõplikku punktisummat.

Tabel 12. Ülesannete tüübi ja punktisumma vahelise analüüsi tulemused

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	Teooriaül+arvutusül	Peamiselt arvutusül
Mean	75,17	52,29
Variance	152,57	99,57
Observations	6	7
df	10	
t Stat	3,63	
P(T<=t) one-tail	0,002	

Analüüsis kajastuva  $p = 0,002$  väike väärtus näitab, et teooriaülesannete lahendamine tõstab tudengite punktisummat. Teoreetiliste ülesannete lahendamine lihtsustab nii teooriast aru saamist ja aitab kaasa edasiste teemade õppimisel ning ülesannete lahendamisel.

Seda, kas nimetatud gruppide vahelises ajakulus on statistiliselt olulisi erinevusi, uuriti samuti  $t$ -testi abil ning tulemused on esitatud tabelis 13.

Tabel 13. Nädala keskmise ajakulu erinevuste analüüs lahendatud ülesannete tüüpide põhjal

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	Peamiselt arvutusül	Teooriaül+arvutusül
Mean	5,63	5,47
Variance	4,00	2,35
Observations	7	6
df	11	
t Stat	0,16	
P(T<=t) one-tail	0,44	

Analüüsi eeldus, mille kohaselt teooriaülesannete lisaks lahendamine suurendab ajakulu, tulemuste põhjal ( $p = 0,44$ ) paika ei pidanud. Esimese üheksa semestrinäädala tulemused ei näita, et teooriaülesannete pidev lahendamine üliõpilaste ajakulule suurt mõju avaldaks. Gruppide ajakulude keskmised on suhteliselt võrdsed. Peamiselt arvutusülesannete lahendajate grupis olevate tudengite ajakulud on isegi suuremad ja varieeruvad rohkem kui teisel grupil. Taolist erinevust võivad põhjustada nii üliõpilaste individuaalsus, ülesannete raskusaste kui ka kehv ajaplaneerimise oskus. Lisaks kinnitavad tulemused asjaolu, et kulutatud aeg ei ole alati tulemuslik – rohkemate ülesannete lahendajate ajakulu on võrdne või isegi väiksem kui neil üliõpilastel, kes lahendasid vähem ülesandeid.

## 5. INTERVJUU

Lisaks semestri vältel toimunud uuringule tehti nelja osalenud tudengiga intervjuud, mis toimusid 2016. aasta aprillis, kui kursusest „Arvuteooria“ oli möödunud ligikaudu 10 kuud. Osalenud tudengitest kaks olid naissoost ja kaks meessoost. Nende hulgas oli kaks tudengit, kes läbisid aine esimese korraga ja kaks, kes said aine tehtud korduskuulamisega. Intervjueeritavad on eristatud koodidega N1, N2, M1 ja M2, kus täht vastab üliõpilase soole ning number näitab, mitmendat korda ta kursusel osaleb. Intervjuu eesmärgiks oli saada üliõpilastelt tagantjärele kommentaare aine, selle ülesehituse ja läbimise kohta. Teist korda läbinutel paluti lisaks kahte aastat omavahel võrrelda. Intervjueeritavatel võimaldati paar päeva enne intervjuud küsimustega tutvuda, et neil oleks võimalik aines toimunud paremini meelde tuletada. Kolm intervjuud toimusid tudengitega näost näkku kohtudes ning nende vastused salvestati mobiilirakendusega „Helisalvesti“ (AppliQato) ning üks intervjuu toimus Skype’i teel, mille vastused talletati programmiga Audacity.

### 5.1. Tulemused

Vastanud üliõpilastest vaid N2 vastas, et läbi teiste tudengite poolt antud aine tagasiside olid tekkinud mingisugused ootused. Tema aimas enne kursust, millega võivad raskused tekkida ja millega mitte. Teise aasta puhul olid ootused reaalsusest tema jaoks veidi erinevad, sest õppejõud oli aines teinud mõningaid muutusi, mis tegid aine tema jaoks pisut lihtsamaks kui esimesel aastal. Üliõpilasel M2 esimesel aastal küll ootusi ainele polnud, kuid teist korda läbima hakates ootas ta, et saab seni vajaka jäänud asjad selgeks ning aine läbimine õnnestub. Üliõpilased N1 ja M1 polnud kumbki eelnevalt aimest midagi kuulnud ega tagasisidet lugenud ning seega ei tekkinud neil mingisuguseid ootusi.

Kõik intervjueeritavad olid seisukohal, et kursuse läbimise punktisüsteem oli keeruline.

*„Õpilase seisukohast see õnnelikuks ei teinud.“ (N2)*

Sellest oli nende sõnul alguses raske aru saada ning punktide saamiseks pidi väga palju tööd tegema ja aega panustama, samas kui saadud punktid semestri lõpus läksid arvesse alles pärast eksamitöö positiivselt sooritamist.

*„Kui enamasti on vaja ainetes kokku koguda 100 punkti, oli asju mille eest sai 20p, 5p, 1p jne, siis siin tegelikult ka, on punkte, mis summeeruvad kokku, aga nende saamine käib teisiti. Ma ei mäleta, et oleks teisi aineid, kus toimuks kodutööde lahendamisi. /.../ Matemaatiline analüüs oli näiteks selline aine, kus oli võimalik teenida praktikumide, kontrolltööde jms pealt kokku 200p ja seega ilma eksamita aine läbida. Arvuteoorias läksid*

*punktid arvesse aga alles siis, kui olid ära tõestanud eksamil, et oled asjadest piisavalt aru saanud.“ (M2)*

Tudengid N1 ja N2 lisasid, et kursusel „Arvuteooria“ rakendatud punktisüsteem oli küll keeruline, aga samas ka hea, kuna motiveeris rohkem õppima. Lisaks oldi üksmeelel, et aine maht võrreldes teiste ainetega on palju suurem, kuigi sisu poolest ainet raskeks ei peetud.

*„Töö maht oli vägaväga suur. Ülesandeid ise ei olnud palju, aga nad olid suuremahulised. Isegi kui olid lühikesed, siis idee peale tulla või midagi sarnast leida, et kuskilt alustada, see võttis aega.“ (N2)*

Positiivsena toodi aga välja aine regulaarsus, sest oli teada, mitu ülesannet on vaja teha ja millised need võivad olla. Autori arvates on suureks hinnatud mahukuse taga ilmselt aine erinev korraldus ja punktisüsteem. Kursusel „Arvuteooria“ on tähtsaks osaks iganädalane koduste ülesannete lahendamine ehk iseseisev töö, seega oli tarvis iga nädal ainega tegeleda ja asjadest aru saada.

Õppimise motivaatorite ja demotivaatoritena toodi intervjueeritavate poolt välja erinevaid tegureid. Motiveerisid ülesanded, see, et tegemist on kohustusliku ainega, ainepunktid, teemadest mitte maha jäämine, kooli lõpetamine. Motivatsiooni viisid alla M1 sõnul semestri lõpupoole käsitletud teemade laialivalgusus. Tema arvates oli krüptograafia teema ebavajalik ning ka erifunktsioone oli aines liiga palju – kõiki neid polnud tegelikult vaja. Lisaks nimetati veel demotiveerivaid tegureid:

*„Motivatsiooni viisid alla kriteeriumid, mille alusel hinnati ja töö maht – palju aega läks sellele.“ (N1)*

*„Motivatsiooni viis alla esimesel aastal see, et kui põhjas olid nõrkused sees, siis oli edaspidi raskem hakkama saada, nii palju aega võtab, ei taha enam jne, mis tavaline on. Teisel aastal motivatsioon pigem alla ei läinud.“ (M2)*

*„Motivatsiooni viis alla kui kodust tööd sai tehtud väga kaua, aga tahvli ees selgus, et see lahendus on siiski ebapiisav ja siis tuli lahendused kõik kirjalikult esitada. /.../ Punktisüsteem ka. Eriti kui kiired ajad on ja tead, et praktikumi punktid üldse ei loegi kui eksamil punkte täis ei saa, siis see ka kiskus natuke motivatsiooni alla.“ (N2)*

Nimetatud motiveerivad ja motivatsiooni alla viivad tegurid on autori hinnangul suhteliselt ootuspärased. Autori arvamuse kohaselt motiveerivadki tavaliselt üliõpilasi aine läbimisel just saadavad ainepunktid ja asjaolu, et kohustuslikest ainetest ei saa mingil moel kõrvale hiilida ning vastupidiselt demotiveerivad kõiksugu aine läbimisel ette tulevad takistused.

Küsimusele, millest aine läbimisel puudust tunti, ei osanud esimese hooga ükski tudeng koheselt midagi välja tuua. Pärast väikest mõtlemisaega selgus, et N2 ja M2 arvamuse kohaselt oleks võinud ülesannete lahendamise näiteid rohkem olla.

*„Loengus tehti küll ka näiteid, aga natukene oleks võinud veel võibolla olla.“ (N2)*

Lisaks tõi M1 välja ka selle, et tärnülesanded oleks võinud omada suuremat kaalu hinde kujunemisel. Vastanud tudengi arvates andsid need vähe punkte ning nende abil ei olnud võimalik oma hinnet tõsta. Tema sõnul moodustavad teistes ainetes tärnülesannetest saadavad punktid 30-40% lõpphindest. Autorile tundub, et tudengite seisukohast võib kursusel kõik vajalik ilmselt olemas olla, mida tahta võiks, näiteks lisapunktide teenimise võimalus, õppejõupoolsed vihjed jne. Teistes matemaatikapõhistes ainetes taolisi toetavaid süsteeme ei ole. Need küll parendavad pisut tudengite olukorda kursusel, kuid ei vähenda oluliselt selle mahtu ja kursusele kuluvat aega, mis on enamus tudengite jaoks aine läbimisel komistuskiviks.

Kõige rohkem aega kulus kõikide intervjueeritavate puhul just ülesannete lahendamise peale. Eraldi toodi välja ise mõtlemine, vormistamine, ülesande tekstist aru saamine, erinevate lahenduste läbi tegemine, ülesannete analoogide otsimise peale ideede saamiseks. Jõuti järeldusele, et ajakulu olenes suuresti ka teemast. Korrespondendid väljendasid üksmeelselt, et antud aine kodutööle kulub tihti arvestatav osa nende vabast ajast. Autori hinnangul on viidatud ülesannete lahendamise suur ajakulu ilmselt tingitud sellest, et tegemist on suures osas iseseisva lahendamisega. Traditsioonilise ülesehitusega kursustel lahendatakse ülesandeid koos praktikumijuhendajaga praktikumis, kuid arvuteooria kursusel on tudengid kujundlikult „vette visatud“, kus nad peavad iseseisvalt „ujuma õppima“. Loengutes räägitakse küll ülesannete teoreetiline pool lahti ning lisatakse üksikuid ülesannete lahendamise näiteid, kuid teooria rakendustega peavad üliõpilased iseseisvalt toime tulema. Eelneva kogemusteta on üliõpilastel suhteliselt raske iseseisvalt lahendusideede peale tulla.

Aega aitab ülesannete lahendamise juures üliõpilaste arvates kokku hoida just grupis õppimine, sest kui kellelgi tekib mingisugune idee, siis on lahendamine tunduvat kiirem ja lihtsam. Koos kaasüliõpilastega ülesannete lahendamise kogemus oli kolmel tudengil, keda intervjueriti. Üliõpilane M1 lahendas kõik ülesanded iseseisvalt, kuid teised kursusel osalenud küsisid temalt ülesannete lahendusi.

*„Puhtalt selle pärast oli [kaasüliõpilastega koos lahendamine] kasulik, et kui sa ise ei teadnud, siis äkki nemad teadsid. Kui nemad ka ei teadnud, siis oli vähemalt kaks pead.“ (M2)*

Kui palju kaasüliõpilaste abi kasutamine konkreetset tudengit aitas, olenes suuresti ka tema suhtumisest.

*„Samas oli ka see, et kui sina ei oska ja teine inimene oskab, siis sa ei hakka selletõttu oskama, sest sina ei mõelnud ega teinud seda läbi, vaid said lihtsalt teada, kuidas see asi käib. Oleneb ka inimesest, sest oli ka inimesi, kes mõtlesid lahenduse läbi ja küsisid, miks ja kuidas asjad niimoodi lähevad.“ (M2)*

Kaasüliõpilaste abi kasutamine oli ka küsitluste tulemuste põhjal tudengitele üheks olulisemaks abivahendiks. Seda nimetati sageli iganädalaste küsimustikele vastates ning semestri lõpus kasutatud abivahendite TOP3 loetelus. Intervjueeritavad leidsid, et kasulik ei ole mitte kaasüliõpilastelt lahenduste küsimine ja maha kirjutamine, vaid pigem koos ülesannete lahendamine. Sellisel juhul saab omavahel tekkinud lahendusideid ja tekkinud küsimusi arutada ning leida seeläbi korrektne lahendus. Veel toodi välja, et vihjete varem üles panemine võib samuti ajakulu vähendada.

*„Kui vihjed panna varem üles, siis on suurem kiusatus neid küll kasutada, kuid inimesed, kes iseseisvalt suudavad lahendada, ei vaja neid nii palju, kui need kes ise ei oska ja ootavadki ainult vihjeid lahendamiseks. Kuna vihjete kasutamisest tudengite tulemus ei muutu, siis võivad vihjed samahästi kogu aeg ees olla, kasutatakse neid või mitte.“ (M2)*

Rohkemate näidetega teooria illustreerimine aitaks tudengite sõnul samuti lahendamise aega kokku hoida. Selle küsimuse juures tekkis ka vastupidiseid arvamusi.

*„Vähem ülesandeid nii, et need kataksid selle materjali paremini ära.“ (M1)*

*„Vähemate ülesannete andmine ilmselt ajakulu ei mõjutaks, sest kõiki ülesandeid ei pea niikuinii tegema, tehakse nii palju, kui osatakse.“ (M2)*

Taolise vastuolu tingivad autori hinnangul asjaolud tudengite prioriteetides. Üliõpilane, kes on seadnud endale eesmärgiks teha ära kõik ette antud ülesanded sooviks loomulikult, et neid oleks vähem. Samas kui tudengi jaoks, kelle jaoks on samuti oluline lahendada ülesandeid, kuid teha seda vastavalt oma teadmistele ja oskustele panustamata kõikide ülesannete lahendamisse, on hea, et kodustes ülesannetes on rohkem mitmekülgseid ülesandeid, mille seast on võimalik just talle sobivaid valida. Nagu joonisel 2 oli välja toodud, on üliõpilaste keskmine nädala ajakulu väga individuaalne ning seega on erinevad ka välja toodud tegurid, mis aitaksid üliõpilaste arvates aega kokku hoida.

Ülesannete lahendamine toimus kõigil vastanutel sarnaselt, ilma kindla plaanita. Esmalt lahendati ära praktilisemad arvutusülesanded ja ülesanded, mida kohe osati ning tõestus- ja abstraktsed ülesandeid jäeti hiljemaks. Lahendamist alustati erinevatel aegadel, nii päev enne praktikumi, pärast loengu toimumist ehk paar päeva enne praktikumi või veelgi varem. Autori arvates on tudengite

lähenedamine ülesannete lahendamisele traditsiooniline ja ilmselt ka kasulikumi kui vastupidine variant. Esmalt lihtsamate arvutus- ja tõestusülesannete lahendamine kinnistab teooriat ja aitab erinevate tulemuste vahel seoseid luua, mida keerulisemates ülesannetes vaja võib minna. Lahendades aga vastupidi, raskemad ülesanded esmajärjekorras, tekib üliõpilastel lahendades ilmselt tunduvalt rohkem probleeme, sest sellisel juhul oleksid lihtsate ülesannetega tekkivad baasteadmised puudulikud.

Kõige tulemuslikuma õpistrateegia välja pakkumisel leiti palju erinevaid võimalusi. Pakuti juba päris palju räägitud meetodit, kus loetakse konspekti enne loengut, loengu ajal kuulatakse, mõeldakse kaasa ja vajadusel küsitakse. Pärast seda loetakse konspekti veelkord. Taolist strateegiat aga intervjuueeritavad ise reaalselt ei rakendanud. Strateegiliselt oleks korrespondentide sõnul kasulik regulaarselt ainega tegeleda ja loengus kaasa mõelda.

*„Regulaarsus ja oskus seda [õppimist] laiali hajutada.“ (M2)*

*„Loengus tuleb kuulata – see on ohuline /.../ Aegsasti alustada ülesannetega, siis see on koguaeg meeles ja saab vahepeal teiste tegevuste kõrvalt mõelda sellele.“ (N1)*

Tänu iseseisva töö suurele mahule aines on ka autori hinnangul üliõpilastel seda tunduvalt lihtsam hallata mitmele päevale jaotatult. Taoline teguviis annab rohkem võimalusi oma mõtete kaardistamiseks, rohkemate ideede tekkimiseks ja paremate punktide teenimiseks. Viimasel minutil ülesannete lahendamine kulutab samuti aega ja energiat, kuid saavutatavad tulemused ei pruugi olla just parimad. Suurt rolli mängib aga ka selle aspekti juures individuaalsus. On inimesi, kes just viimasel minutil tegutsedes on kõige produktiivsemad, saavutades häid tulemusi. Seetõttu ei saa välja tuua ühte konkreetset töötavat strateegiat kursuse läbimiseks. Iga üliõpilane tegutseb just sellise strateegia abil, mis on talle iseloomulik ning võimaldab saavutada häid tulemusi. Tudeng M1 mainis ära ka selle, et loeng võiks olla midagi muud kui konspekti maha lugemine ning sisu ei tohiks olla nii laialivalguv. Tema arvates ei olnud aine temaatika ühtne, käsitleti teemasid natuke siit ja natuke sealt, mis ei olnud omavahel hästi seotud ja seetõttu jäi talle arusaamatuks, mida tahetakse saavutada.

Eri tüüpi ülesanded kommenteerides tuli välja, et kõigi jaoks oli arvutamine sisuliselt lihtsam kui tõestamised või abstraktsed ülesanded.

*„Arvutamised oli alati kõige lihtsamad. Tõestused olid kõige keerulisemad. Abstraktsemad teemad – algjuured, ruutjäägid jne olid samuti raskemad, aga vahetult pärast kursust olid nad veel üsna selged.“ (N1)*

Samas leiti, et ajakulu nende vahel oli suhteliselt sarnane.

*„Kokkuvõttes oli ajakulu sama – arvutusülesannete kirjutamise peale läks rohkelt aega, samas kui tõestusülesanded võtsid rohkem mõtlemise aega.“ (M1)*

Iganädalastes küsimustikes olnud ülesannete hinnangutest tuli samuti välja, et raskeks ja aeganõudvaks ei peetud vaid abstraktseid- ja tõestusülesandeid, vaid ka arvutusülesandeid, mis olid pika lahenduskäiguga ja seetõttu võis tekkida arvukalt vigu ning nõudsid seetõttu mõnest tõestusülesandest rohkem aega. Üliõpilane M2 nentis, et teisel aastal oli tõestamine just toredam, sest see oli tunduvalt otsejoonelisem ja oli teada, kust kuhu oma mõttekäiguga peab jõudma. Autori arvates ei pruugi arvutusülesanded teist korda ainet läbides enam nii palju pinget pakkuda, kuna lahendusalgoritmid ja -viisid on juba tuttavad. Väljakutseid pakuvad aine „veteranidele“ just tõestusülesanded, mis vajavad rohkem mõtlemist ja temaatikast aru saamist. Uuringu tulemuste kohaselt teooriaülesannete lahendamine mõjub positiivselt üliõpilaste punktidele, kuid teist korda aines osalejate punktisummad ei olnud sellegipoolest kõrgemad esmakordselt aines osalenutest.

Segavate faktoritena toodi välja näiteks Facebook, Skype, muusika jne.

*„Kõik asjad segasid – kui sa ei lahenda ülesandeid rõõmuga ja ei taha seda teha /.../“ (M2)*

M1 suutis end õppimise ajal muudest tegevustest täielikult välja lülitada ja teda ei seganud miski. N2 tõi segava faktorina välja pinge, mis tekkis eelkõige ajal, kui ka teistes ainetes olid tulemas kontrolltööd ning eelarvamus ülesannete suhtes:

*„Kui oli näha et ülesannete seas oli väga palju abstraktseid ülesandeid, siis tekkisid ka juba eelarvamused, et ei tule kõige lihtsam nädal ja see ka natukene segas.“*

Sissejuhatavas küsimustikust tuli samuti välja, et 60% vastanutest viibib õppimise ajal suhtluskeskkondades ning 33% kuulavad muusikat. Võiks eeldada, et need faktorid mõjutavad seega ka tudengite tulemusi ja ajakulu. Tulemuste, ajakulu ja küsitud õpiharjumuste omavahelisi seoseid analüüsid ühtegi märgatavat erinevust nende vahel ei olnud. Oma roll õpiharjumuste analüüsimise juures on ka küsimustikus esitatud küsimusel, mis on oma ülesehituselt liiga üldine ja seetõttu on raske selle vastuseid detailsete tulemustega seostada.

Loengutes olid osalenud kõik intervjuueeritavad, vaid M2 ei saanud seda teha ainete kokkulangevuse tõttu.

*„Kui ma peaksin ise seda materjali kodus õppima nii, et keegi selle kohta midagi ei ütle, siis oleks see aine ilmselt siinemaani tegemata, sest ikka on vaja, et keegi asjad üle räägiks ja seletaks.“ (N2)*

Üliõpilane N1 väitis, et käis eelkõige seal toimunud tunnikontrollide pärast, et vähemalt üritada nendest punkte teenida, sest üldiselt osutus see aine tema jaoks suhteliselt keerukaks. Uuringu

tulemustest selgus samuti, et loengud on tudengite jaoks kasulikud. Seal käsitletavat definitsioonid, laused, teoreemid, vihjed jt tulemused osutasid üliõpilastele ülesannete lahendamise juures kasulikuks. Praktikumidest võtsid osa samuti enamus vastanutest. Kui nad seda ei teinud, siis esitati vähemalt lahendused kirjalikult.

*„Ja praktikumidest sellepärast, et mul läks lahendamiseks nii palju aega ja ei jõudnud neid korralikult vormistada kunagi.“ (N1)*

Lisaks mainiti ära, et praktikumis osaledes sai kindlasti teada, kuidas lahendada neid ülesandeid, mida iseseisvalt ei osatud. Rahulolematust praktikumi süsteemi kohta väljendas M1.

*„Praktikumid sellisel kujul pole väga mõttekad, sest tudengid, kes tahvli ees teevad ei saa sellest ülesandest ise piisavalt aru, et suudaksid seda teistele tudengitele selgitada /.../.“*

Loengukonspektiga tutvus enne loengut paar korda vaid M1, teised seda ei teinud. M2 luges konspekti, sest see oli tema jaoks tarvilik, kuna ei saanud loengutes osaleda. Enamasti tutvuti konspektiga loengus ning täpsemaid tulemusi, näiteid jms otsiti sealt paralleelselt ülesannete lahendamisega.

*„Enne loengut ei lugenud. Enne praktikumi palju, sest ülesanded põhinesid konspektil. Efektiivne oli see siis, kui ma need ülesanded tehtud ka sain.“ (N2)*

*„Tõestustesse süvenesin siis, kui eksami aeg kätte hakkas jõudma.“ (N1)*

Loengukonspekti lugemine oli kõikidel eelpool toodud viisidel intervjuueeritavate arvates kasulik. Sarnaselt uuringu tulemustega, peetakse loengukonspekti enamasti kasulikuks lisamaterjaliks, mida kasutatakse eelkõige ülesannete lahendamise juures. Tudengid, kes aga loengus regulaarselt osalevad, tavaliselt selle lugemist teooria õppimiseks semestri jooksul ei kasuta. Vajaminevaid tõestusi ja tulemusi loetakse pigem vahetult enne vahe- või lõpueksamit. Loengud toetuvad suures osas just loengumaterjalile ning seega jälgitakse loengumaterjalis olevat teksti paralleelselt loengu toimumisega ning ilmselt ei nähta vajadust selle eraldi üle lugemiseks, mis oleks aga teooria kinnistamise jaoks vajalik.

Õppejõu poolt antud tagasisidet toimunud praktikumidele lugesid kõik intervjuus osalenud.

*„Lugesin tagasisidet. See oli kasulik küll jah, just ülesannete lahendusidee osas.“ (M1)*

*„Tagasisidesid lugesin ainult enne lõpueksamit. Siis vaatasin igaks juhuks kõik läbi ja see oli kasulik. Ülesannete lahendamise ajal vaatasin tagasisidet eelneva aasta sama nädala ülesannetele – see oli hea.“ (N1)*

*„Lugesin, aga mitte kõike. Kasulik oli siis, kui ma sain küll aru, mida tahvlile tehti, aga midagi jäi puudu. Siis kui ülesanne jäi täiesti arusaamatuks, siis tagasisidest küll midagi tolku ei olnud. Pigem see oligi see, mis aitas väiksemaid lünki täita ja paremini aru saada. Väga suurt kasutegurit ma selles ei näinud.“ (N2)*

Õppejõu poolt aine kodulehele üles pandud praktikumide tagasiside, mis sisaldas õppejõu kommentaare praktikumi ja ülesannete kohta ning ka raskemate ülesannete terviklikke lahendusi, nimetati ka semestri kokkuvõtvas küsimustikus mitu korda lisamaterjali TOP3 kuuluvaks. Autorile tundub, et need on üliõpilastele kasulikud just ülesannete kommentaaride ja lahenduste poolest. Ülesandeid lahendades saab tugineda eelnevate aastate tagasisidele ning eksamiks õppides saab kasutada jooksva semestri tagasisidet. Küsimustikust tuli välja ka see, et praktikumide tagasiside pole teiste ainete puhul taoliselt kirja pandud ning avalikult kättesaadav. Intervjueeritavate hinnangul olid neile kasulikud nii eelmiste aastate kui ja jooksva aasta tagasiside.

Üliõpilaste arvamused loengus toimunud tunnikontrollide kohta olid väga erinevad. Enamus arvas, et tunnikontrollid olid liiga rasked, et kontrollida asjadest aru saamist. Lisaks tegi asja keerulisemaks ja närvesöövamaks ajaline limiit, mis kahe intervjueeritava jaoks oli suureks takistuseks mõtlemise juures. Seetõttu arvati, et teemast arusaamist tunnikontrollid lihtsamaks ei teinud.

Loengutes küsimuste küsimise passiivsus esineb tudengite arvates pea igas aines ning seega ei tundud end sellest mõjutatuna.

*„Loeng on natuke liiga monotoonne ja siis inimesed ei jaksa kuulata pidevalt ja siis ei julge küsida pärast, sest äkki ikkagi mainiti seda. Oleks võinud olla küsimusi muidugi rohkem aga ju siis need, kes kuulavad hoolega said kõigest aru.“ (N1)*

Sageli ei ole üliõpilased oma mõtlemisega sama kaugel, kui seda on parajasti õppejõud, ning seega ei suudeta ühelt mõttelt nii kiiresti teisele üle minna. Küsimuste vähesust soovitatakse motiveerida järgmiselt:

*„Tekitada ehk mõni motivatsiooni asi juurde – küsimuste eest punkte jagama a'la 0,5 punkti. Et saadaks sisse see harjumus. Samas peavad ka vastused olema mitte hirmutavad, vaid tudengile piisavalt arusaadavad ja lahti seletavad.“ (M2)*

Lisaks mainis M1 seda, et õppejõud võiks loengus otseselt üliõpilastelt küsida üldisi küsimusi, näiteks kasutatavate mõistete definitsioone jmt.

Intervjueeritud üliõpilaste suhtumine tahvli peal ülesannete lahenduste tutvustamisse oli varieeruv.

*„See oli hea ainult selle tudengi jaoks, kes lahendust tahvli ees tutvustas.“ (M1)*

*„See oli minu arust väga hea, sest kõik lahendused olid olemas, silme ees. Tahvli ees lahendades sai ülesanne enda jaoks ka selgemaks, mõnikord ise ei pane mõnda nüanssi tähele.“ (N1)*

*„Abiks olid need [tahvlil olevad lahendused] siis, kui mul oli endal lahendamisel jäänud midagi natuke puudu aru saamisest või ei olnud jõudnud ise päris lõpuni. Kasu ei olnud siis, kui ma ise ei olnud üritanudki mõnda ülesannet teha või ei saanud algustki kätte, sest ei saanud asjale üldse pihta. Sel juhul ei olnud kasu sellest, kui keegi oma lahendust tahvli ees selgitas.“ (N2)*

Enamike jaoks see eriline ettevalmistus ei nõudnud, peale ülesannete lahendamise. Lahendusi kirjutas korrektselt enne praktikumi ümber vaid N1.

Vaheeksami suhtes olid tudengid enamasti positiivselt meelestatud.

*„Ma sain aru kui rangelt õppejõud hindab ja see motiveeris rohkem ja rohkem õppima. Siis ma hakkasin päris eksamit ka rohkem kartma. Sai varasemalt juba pool materjalist eksamiks ära õppida.“ (N1)*

*„Päris hea tunne oli ka, kui vaheksamist tulid korralikud punktid ja siis oli teada, et peaaegu pool materjali on üsna selgeks õpitud. Kuna tulemus oli hea, siis see motiveeris ka edasi õppima.“ (N2)*

Autori arvates annab vaheksam ka kindluse sellele, kas asjadest on õigesti aru saadud ning seega parema aluspõhja järgnevate teemade õppimiseks. Vaid M1 arvas, et vaheksam oli liiga mahukas ja väikese osakaaluga, mistõttu päris eksam on liiga suure osakaaluga.

Kõik tudengid arvasid, et eksamitulemus oli selline, nagu nad eksami põhjal väärt olid.

*„Ma olin rahul. Sain selle tulemuse, mida ma väärt olin.“ (M2)*

*„Võttes arvesse, et tegin seda teist aastat ja see hakkas mulle meeldima ja muutus arusaadavamaks, oleks oodanud paremat tulemust. Aga kui võtta arvesse, et samal ajal olid igasugused lõpetamised ja bakalaureusetöö kirjutamised, siis ei olnud ka kuskilt aega juurde võtta.“ (N2)*

Õppima oleks võinud üliõpilaste arvates varem hakata, kuid kas see oleks tulemusele mõjunud, nad öelda ei osanud. Veel mainiti ära, et eksamiks õppides oleks võinud ülesannetele või vastupidi teooriale rohkem tähelepanu pöörata, sest sageli keskenduti vaid ühele neist.

*„Kui olin aga eksami ära teinud, siis ma teadsin, et sealt ei tule midagi head enam. Ma ei olnud väga hästi neid tõestusi õppinud ka, et ma oleks pidanud rohkem aega kulutama*

*konspektist õppimise peale, sest ülesanded olid enam-vähem. Eksam oli raske tegelikult, oleks arvanud et on lihtsam.*“ (N1)

M1 väitis, et erinevate eksamite hindamine oli suhteliselt juhuslik. Tema arvates just seetõttu, et erinevad eksamitööd olid erineva raskusastmega ning seetõttu taheti tulemusi ühtlustada.

Intervjueeritavate jaoks tegi arvuteooria aine raskeks nii mahukus, läbimise tingimused kui ka sisu.

*„Kõige rohkem tegi raskeks see, et iga nädal oli vaja need ülesanded ära teha ja punkte korjata sealt. Ja ülesannete lahendamine võttis palju aega. See tegigi raskeks, et oli nii ajamahukas.*“ (N2)

Mahukuse põhjuseks on ilmselt tavapärasest suurem iseseisva töö hulk, mis võtab uuringu tulemuste kohaselt enamus tudengitel tunduvalt rohkem aega, kui see nominaalselt olema peaks. Samas nimetati raskeks ka sisu, eriti just asjadest õigesti aru saamist. Kursusel käsitletavat teemat on suhteliselt nüanssiderohked ning seetõttu võib tudengite jaoks asjadest täpselt aru saamine autori hinnangul keeruline olla.

Kõik intervjueeritud tudengid soovitsid kursust teistele tudengitele sisu poolest. Siiski mainiti ära, et nad hoiataksid ette keerulise ja teistest erineva süsteemi ning mahukuse eest.

Enamus tudengeid, kes intervjuus osalesid, tunnistasid, et läbi kursuse „Arvuteooria“ said nad ettekujutuse oma senistest õpiharjumustest ja nende positiivsetest või negatiivsetest külgedest.

*„Et semestris jooksvalt ainega tegelemine on täiega kasulik.*“ (N1)

*„Kogu aeg peab töötama ja kaasa mõtlema. Ei tohi lünki sisse jätta, tuleb kohe küsida ja uurida, sest pärast on järjepeale väga raske saada.*“ (N2)

M1 kasutas oma tavalisi õpiharjumusi ning ei muutnud neid, kuna need olid tema jaoks efektiivsed.

Lisaks küsiti teist korda aines osalenutelt, kas teist korda aine läbimine oli lihtsam. N2 ja M2 vastasid üksmeelselt, et teist korda oli aine lihtsam. Teisel korral sai toetuda eelnevatele materjalidele ja ülesannetele ning teati täpsemalt, mis neid ees ootab.

## 6. ARUTELU JA JÄRELDUSED

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida, miks on Arvuteoorias kui sisu poolest lihtsas aines üliõpilaste poolt tõstatatud probleem, et aines tehtavat tööd on liiga palju ning ainele antakse üldiselt negatiivset tagasisidet.

Uuringutest ning intervjuude vastustest tulid välja järgmised tulemused:

- Tudengite nädala ajakulu kursusel „Arvuteooria“ on tunduvalt suurem nominaalsest ajakulust.
- Õppimiseks kulub palju aega (keskmiselt tund aega ühe lahendatud ülesande kohta), sest üliõpilased ei ole harjunud regulaarse iseseisva mõttetööga.
- Teist korda kursusel osalenute ajakulu on 2014/2015. õppeaasta tulemuste põhjal väiksem või sama kui esmakordsetel osalejatel.
- „Veteranid“ said kursusel küll vähem punkte kui aines esmakordselt osalenud, aga erinevus ei olnud statistiliselt oluline.
- Leiti osaline seos lõpphinnete ja kursusele kuluva aja vahel.
- Üliõpilaste õpiharjumuste, tulemuste ja ajakulu vahel ei suudetud leida seost uuringu piiratuse tõttu.
- Ülesannete lahendamisel erinevate lisamaterjalide kasutamine ei avaldanud tudengite tulemustele ja ajakulule ei positiivset ega negatiivset mõju.
- Koduste ülesannete lahendamine aitas kaasa üliõpilaste omavahelise koostöö tekkimisele, mis tudengite hinnangul oli neile suureks abiks.
- Tudengite poolt antud hinnangud ülesannetele ei ole üldiselt seoses nende reaalse raskusastme ning tüübiga.
- Raskemate ülesannete ja teooriaülesannete lahendamine mõjub positiivselt üliõpilaste tulemustele, kuid võib pikendada lahendamisele kuluvat aega.

Läbiviidud uuringust selgus, et tegemist on tõesti üliõpilaste jaoks palju aega nõudva ainega. Iganädalaselt kulub tudengitel Arvuteooriaga tegelemiseks keskmiselt märgatavalt rohkem aega, kui ainekavas on ette nähtud, peamiselt just koduste ülesannete lahendamiseks. Paljud tudengid alustasid küll ülesannete lahendamist varakult ning ei jätnud seda viimasele õhtule, kuid ka mitme päeva peale jagatuna võttis ülesannete lahendamine siiski suure osa nende ajast. Raskeks ja aeganõudvaks peeti nii uuringu kui intervjuude põhjal just teooriaülesandeid. Nende lahendamine võttis tunduvalt kauem aega kui arvutusülesannete lahendamine. Teooriaülesannete juures kulus üliõpilastel aeg lahendusidee või -ideede leidmise ja selle korrektse rakendamise peale. Uuringu

tulemusi analüüsid selgus, et teooriaülesannete lahendamine mõjub positiivselt praktikumpunktidele. Teooriaülesannete lahendajate punktisummad ja samas ka kulutatud aeg olid suuremad kui neil üliõpilastel, kes lahendasid vaid arvutuslikke ülesandeid. Samas pandi tähele, et mõningate arvutusülesannete korrektne vormistus oli pikk ja võttis seega pea sama kaua aega, kui teooriaülesannete lahendamine. Kindlasti mängib ülesannete lahendamise juures rolli ka see, kas keskendutakse ainult lahendamisele või tehakse paralleelselt midagi muud. On inimesi, kes suudavad keskenduda vaid õppimisele ning lülitavad end selleks ajaks muust maailmast välja, kuid suurem enamus tudengitest on paralleelselt suhtluskeskkondades aktiivsed, vaatavad telerit, kuulavad muusikat jne. Taoline õppimisviis hajutab aga sageli tähelepanu õppimiselt mujale ning pärsib keskendumist ja seetõttu võtab õppimine ka tunduvalt kauem aega.

Arvuteooria on üliõpilaste väitel üks mahukamaid aineid. Igal nädalal läbitakse sisuliselt uus teema, mis on küll eelnevatega seotud, kuid vajab siiski suurt keskendumist ning asjadest kiirelt aru saamist. Varasematesse teadmistesse lünkade sisse jätmise toob kaasa edasiste teemade raske mõistmise ja seetõttu tuleb end pidevalt toimuvaga kursis hoida. Tagantjärele teemade iseseisev õppimine on tunduvalt raskem ja ajamahukam, kui teha seda õigeaegselt. Intervjuude põhjal leidub aga ka tudengeid, kellele taoline regulaarne ja järjepidev õppimine on meeltemööda, sest see sunnib õppimisega pidevalt tegelema ning seega ei ole eksamikis õppides teemad võõrad, vaid teadmised on juba varasemast olemas ja neid tuleb vaid kinnistada.

Üliõpilaste lõpphinded aines „Arvuteooria“ jäävad uuringu kohaselt pigem keskmiseks või sellest allapoole. Vaatluse all olnud semestri lõpphinneteks olid valdavalt C ja D. Hindeskaala ülemine pool, ehk hinded „suurepärase“ ja „väga hea“, olid pigem erandiks. Taolise hinnete jaotuse põhjuseks on ilmselt eelkõige aine ebatraditsiooniline punktisüsteem, kus hinde kujunemisel on peamine osa just eksamil. Semestri vältel iganädalaselt ülesandeid lahendades tehakse üliõpilaste poolt küll palju tööd, kuid teenitavad punktid lähevad arvesse alles siis, kui eksamilt on teenitud 51% punktidest. Aine läbi saamine sõltub eelkõige sellest, kas ja kui palju on just konkreetselt eksamikis tööd tehtud ning kogu semestri vältel teenitud punktid on justkui boonuseks. Uuringust tuli välja ka asjaolu, et üldiselt on nädala keskmine kulutatud aeg ja aine lõpphinne omavahelises seoses – suurema keskmise ajakuluga tudengid said parema lõpphinne ja vastupidi. Nõrkade lõpphinnete põhjuseks võib olla ka eksami ülesehitus. Arvuteooria eksam koosneb nii teooriast kui ülesannetest. Tavaliselt pööratakse eksamikis õppimisel tähelepanu vaid ühele valdkonnale, enamasti ülesannetele, ning seega jääb tõestuste õppimine ja neist aru saamine tagaplaanile. Eksami suure osakaalu tõttu võib vaid ühele osale (teooriale või ülesannetele) keskendumine saada saatuslikuks.

Kursuse sisu ei ole tudengitele üldjuhul raske, vaid vastupidi, tagantjärele öeldakse, et vägagi kasulik, meeldejääv ja arendab väga palju nii loogilist kui ka matemaatilist mõtlemist. Mõningatel juhtudel oli asjadest õigesti aru saamine keeruline, kuid see sõltub eelkõige konkreetsest teemast ning üliõpilasest ja tema eelnevatest teadmistest.

Arvuteooria kursuse paremaks läbimiseks peaksid tudengid oma senised õpiharjumused üle vaatama ning vastavalt vajadusele neid parandama. Nii nagu uuringust selgus, ja nagu kinnitasid ka intervjuueeritavad, peab kursusel eelkõige olema õppimisega järjepidev. Õppimisel ei tohiks jätta sisse lünki, kuna teemad lähevad järjest raskemaks ning baseeruvad eelnevalt õpitud teadmistel. Tehes iganädalaselt ülesandeid saavutatakse nii lahendamise vilumus ja omandatakse mingil määral juba ka teooria ning hiljem eksamiks ette valmistudes on tunduvalt lihtsam. Teooria varasemat õppimist ja paremat kinnistumist saab õppejõud motiveerida näiteks loengutes tehtavate tunnikontrollidega, mis ei sisaldaks niivõrd palju teoreetilisi tulemusi ja ülesandeid, vaid pigem üldisi mõisteid, mida konkreetse teemas kasutatakse. Sellisel juhul populariseeritaks ka enne loengut konspekti lugemist ja sellega tutvumist.

Iganädalaste ülesannete hulgas lisaks arvutusülesannetele ka teooriaülesannete lahendamine võib olla küll ajakulukas, kuid on kindlasti suure kasuteguriga lisaks lihtsalt punktide saamisele. Teooriaülesandeid lahendades jäävad paremini meelde ja kinnistuvad erinevad aines käsitletavat seosed. Ülesanded, mida Arvuteooria kursuse raames lahendatakse, on tihti mahukad ja aeganõudvad ning vajavad palju keskendumist. Parema süvenemise ning aja kokkuhoiu huvides tuleks õppides vältida kõrvalisi tegevusi ja segavaid faktoreid, näiteks suhtluskeskkonnades suhtlemist, teleri vaatamist jne. Kaasüliõpilased võivad ülesannete lahendamise juures olla väga suureks toeks ja abiks. Koos ülesannete lahendamine ja nende üle arutlemine toob välja lahenduste kitsaskohad ning aitab kiiremini leida tekkinud küsimustele vastused. Kaastudengitega ülesannete lahendamise populaarsust saaks ka õppejõud aine parendamiseks ära kasutada. Näiteks moodustada tudengitest formaalsed ülesannete lahendamise rühmad ning hinnata rühmade tegevust, mitte üliõpilasi individuaalselt.

## 6.1. Piirangud

Käesoleva töö suurimaks piiranguks on uuringus kasutatud valim, mis on liiga väike, et teha paikapidavaid üldistusi ja järeldusi. Vaatluse all olid ühel semestril Arvuteooria kursust kuulavad üliõpilased ning seetõttu ei olnud töö autori võimuses valimit suurendada. Lisaks ei olnud iganädalaste küsimustike täitjaid alati sama palju, vastanute arv varieerus. Uuringus osalemine oli

vabatahtlik ja selle eest oli võimalik teenida ainesse lisapunkte, kuid sellegi poolest jäid mõnel üliõpilasel mõned küsimustikud täitmata. Ilmselt oli selle põhjuseks eelkõige unustamine ning töö autor oleks võinud osalejatele küsimustiku täitmist individuaalselt meelde tuletada.

Arvuteooria kursuse eripärade välja selgitamiseks peaks tegema taolise uuringu mitme aasta vältel ja võrdlema erinevate aastate uuringutulemusi omavahel. Autori esialgseks eesmärgiks oli võrrelda erinevate semestrite tulemusi, kuid aja vähesuse ning töö suure mahukuse tõttu anti vaid ülevaade esialgsetest tulemustest. Erinevate semestrite võrdluste seisukohast oleks võimalik käesolevat tööd kindlasti edasi arendada, et saada paremini aimu, mis on kursuse kitsaskohtadeks ning kuidas neid parendada.

Töös kasutatud uuringu küsimused on autori ja juhendajate eneste poolt välja mõeldud, võttes arvesse just Arvuteooria kursust, sellele antud tagasisidet ning üliõpilaste poolt välja öeldud arvamusi. Õpiharjumuste paremaks välja selgitamiseks oleks võinud kasutada mõnda üldtuntud õpiharjumusi käsitlevat küsimustikku. Sel juhul oleks tulemused olnud võrreldavad teiste sama meetodikat kasutavate uuringutega.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli kaardistada üliõpilaste tegevus ja võimalikud probleemid kursusel „Arvuteooria“ ning lisaks esitada mõned ettepanekud olukorra parandamiseks. Töö autoril tekkis huvi teema vastu eelkõige selle tõttu, et ka tema arvates on tegemist matemaatika bakalaureuseõppes üliõpilaste tehtava töö poolest mahukaima ainega ning ta otsustas uurida, miks see nii on.

Uuringu ja intervjuude tulemuste põhjal võib öelda, et tudengite poolt kursusel tehtav keskmine iseseisva töö ajaline maht on tunduvalt suurem selle nominaalsest mahust. Rohke aja panustamine ainesse ei too aga kaasa tulemuste märgatavat paranemist. Kodused ülesanded koosnevad nii arvutuslikest kui tõestamist nõudvatest ülesannetest. Neid lahendatakse enamasti iseseisvalt loengus räägitu ja loengukonspektist loetu põhjal ning põhiosa ajast kulub lahendusideede ja -käikude välja mõtlemiseks. Traditsioonilistel matemaatika kursustel on võimalik toetuda ülesannete lahendamisel näiteks praktikumis õppejõu abil tehtud lahendustele. Kursusel „Arvuteooria“ on aga suur rõhk just iseseisval ülesannete lahendamisel ning seega tuleb üliõpilastel tunduvalt rohkem ise mõelda, mis pole neile harjumuspärane. Olenemata sellest, et kursusel on üliõpilastel olemas suhteliselt hea tugisüsteem (vihjed ülesannete lahendamiseks, eelnevate aastate ülesanded koos tagasisidega, lisapunktide saamise võimalus jne), kulub tudengitel kursuse läbimiseks teiste matemaatika ainetega võrreldes tunduvalt rohkem aega. Lõpphinded olenevad väga suures osas just eksamist ning rohke töö ja vaevaga teenitud punktid koduste ülesannete eest tulevad mängu alles eksami edukal sooritamisel. Seega oleneb kogu kursuse läbimine põhiliselt sisulisest aine valdamisest, mitte niivõrd semestri vältel tehtud tööst.

Üldiseks eelduseks peetud asjaolu, et üliõpilaste õppimine ja nende tulemused olenevad peamiselt sellest, millised on nende õpiharjumused, uuringu tulemusi analüüsides kinnitust ei saanud. Ei leitud ühegi uuringus välja toodud õpiharjumuse ja lõpptulemuste või üliõpilaste poolt kulutatud aja vahelist seost. Küsimustikus välja toodud õpiharjumused ei avaldanud uuringus osalevate üliõpilaste jaoks järelikult suurt mõju või oli valim selliseks analüüsiks liiga väike.

Arvuteooria kursusel paremate tulemuste saamise juures on oluline roll järjepidevusel ja õppimise hajutamisel. Semestri vältel pidevalt „rajal“ püüdes ja lisaks arvutusülesannetele ka teooria- ja tõestusülesandeid lahendades tudengite ajakulu küll suureneb, kuid lõpptulemused paranevad. Koduste ülesannete lahendamise ja eksamiks õppimise hajutamine pikema ajaperioodi peale annaks samuti nii paremaid tulemusi kui vähendaks üldist ajakulu.

## KASUTATUD MATERJALID

Andreassen C. S., Torsheim T., Brunborg G. S. & Pallesen S. (2012). Development of a Facebook Addiction Scale. *Psychological Reports. Volume 110. Issue 2.*(lk 501-517). Külastatud aadressil: <http://www.amsciepub.com/doi/pdf/10.2466/02.09.18.PR0.110.2.501-517> (11.05.2016)

Beljajev R. & Vannari, K. (2005). Õppimine ja õppimisoskuste arendamine täiskasvanuna. Õppematerjal. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Biggs, J. & Tang, C. (2008). Õppimist väärtustav õpetamine ülikoolis. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Eesti Keele Instituut, Haridussõnastik. Külastatud aadressil: <http://www.eki.ee/dict/haridus> (3.03.2016)

Einaste, I. (2013). Eesti kõrgkoolide matemaatika ja informaatika üliõpilaste enesetõhususe ja motivatsiooni analüüs. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool.

Erelt, T., Kala-Arvisto, U., Tamm, E., Kadakas, M., Kraav, I., Maanso, V., Puksand, H. & Unt, I. (2014). Hariduse ja kasvatuse sõnaraamat. Tallinn: AS Pakett.

Gentry, R. (2012). Making college a success by assessing and navigating candidates' study habits. *Research in Higher Education Journal. Volume 18.* Külastatud aadressil: <http://www.aabri.com/manuscripts/121293.pdf> (3.03.2016)

Kadajas, H-M. (2005). Õppima õppimine ja õppima õpetamine: komponendid ning võimalused. Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus

Kidron, A. (2008). Kuidas ärksalt õppida. Mondo.

Kikas, E. (2005). Õpioskused ja nende õpetamine, Ots, A. (Toim.) *Üldoskused – õpilase areng ja selle soodustamine koolis* (lk 47-94). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Krull, E. (2000). Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.

Lacida, A. P. & Murcia, J. V. B. (2015). Influence of Facebook Addiction on Study Habits of College Students. University of Southeastern Philippines, University of Mindanao. Alla laetud aadressilt: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2617158](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2617158)

Lindberg, J. (2001). ÕPPIMA ÕPPIMINE: juhend õppimisoskuste arendamiseks. Tallinn: Tallinna Pedagoogikaülikooli Kirjastus.

Mägi, M-L. (2012). Tartu Ülikooli bakalaureuseastme üliõpilaste akadeemilise motivatsiooni võrdlus kahe teaduskonna näitel. Seminaritöö. Tartu Ülikool.

Pedastsaar, T. (s.a.). *Õppima õppimine*. Külastatud aadressil: [http://www.koolielu.edu.ee/kyllin/materjalid/varia/oppima\\_oppimine.pdf](http://www.koolielu.edu.ee/kyllin/materjalid/varia/oppima_oppimine.pdf) (3.03.2016)

Sado, K. (2015). Üliõpilaste arusaamad õppimisest ja õpioskustest Tartu Ülikooli näitel. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool.

# Lisa 1 – Sissejuhatav küsimustik

## Semestri alguse küsimustik

\* Kohustuslik

Palun valige endale varjunimi/pseudonüüm, mida kasutate iga kord Arvuteooria kursusega seotud küsimustikele vastamiseks \*

Teie sugu \*

- Mees  
 Naine

Mis eriala üliõpilane olete? \*

Mitmenda aasta üliõpilane olete? \*

1. aasta bakalaureus  
 2. aasta bakalaureus  
 3. aasta bakalaureus  
 1. aasta magister  
 2. aasta magister  
 Muu:

Hinnake, mitu tundi iseseisvat tööd te ühe tüüpilise semestrinäädala jooksul teete (ärge arvestage eksamiteks ettevalmistumist) \*

- alla 5 tunni  
 5-10 tundi  
 11-20 tundi  
 21-30 tundi  
 31 tundi või rohkem

**Millised väited iseloomustavad teie õpiharjumusi? \***

Valige 3-5 teile kõige olulisemat väidet

- Õpin kodus (ühiselamus jne)
- Õpin raamatukogus
- Õpin koolis
- Viibin õppimise ajal suhtluskeskkonnas
- Kuulan õppimise ajal muusikat
- Õpin täielikus vaikuses
- Keskendun täielikult vaid õppimisele
- Õpin koos kaasüliõpilastega
- Joonin õppimise ajal olulised kohad alla
- Kirjutan olulised asjad meeldejäämiseks läbi
- Kordan loengumaterjali muul viisil
- Lahendan iseseisvalt ülesandeid
- Lahendan raskemaid (tärn)ülesandeid
- Tutvun loengumaterjalidega enne loengut/praktikumit
- Tegelen õppimisega viimasel minutil
- Muu:

**Mitut matemaatikapõhist kursust (koos Arvuteooriaga) sel semestril võtate? \***

**Kas olete eelnevalt läbinud aine "Algebra I"? \***

- Jah
- Ei

**Mitmendat korda osalete Arvuteooria kursusel? \***

- 1. korda
- 2. korda
- 3. või enam korda

**Kas te töötate kooli kõrvalt? \***

- Jah
- Ei

## Lisa 2 – Iganädalane küsimustik

### 2. nädala küsimustik

\* Kohustuslik

Teie kasutajanimi \*

Millal alustasite praktikumiülesannete lahendamist? \*

- Nädal enne praktikumi
- Nädalavahetusel
- Pärast loengu toimumist
- Päev enne praktikumi
- Muu:

Mitu tundi kulutasite selle nädala ülesannete lahendamisele kokku? \*

Vaadake oma Ajapäevikut!

Kui palju paberit selle nädala ülesannetele kulutasite? \*

Kirjutage number. Ühik=A4

Millised selle nädala ülesannetest olid huvitavad ja pakkusid lahendamisrõõmu? \*

- Ülesanne 1
- Ülesanne 2
- Ülesanne 3
- Ülesanne 4
- Ülesanne 5
- Ülesanne 6
- Ülesanne 7
- Ülesanne 8
- Ülesanne 9
- Ülesanne 10

Miks? \*

**Millised selle nädala ülesannetest olid teie jaoks lihtsad? \***

- Ülesanne 1
- Ülesanne 2
- Ülesanne 3
- Ülesanne 4
- Ülesanne 5
- Ülesanne 6
- Ülesanne 7
- Ülesanne 8
- Ülesanne 9
- Ülesanne 10

**Miks? \***

**Millised selle nädala ülesannetest olid teie jaoks rasked/aeganõudvad? \***

- Ülesanne 1
- Ülesanne 2
- Ülesanne 3
- Ülesanne 4
- Ülesanne 5
- Ülesanne 6
- Ülesanne 7
- Ülesanne 8
- Ülesanne 9
- Ülesanne 10

**Miks? \***

**Milliseid materjale selle nädala ülesannete lahendamiseks kasutasite? \***

Võimalik valida mitu varianti.

- Loengumaterjale
- Aine kodulehe vihjeid
- Õpikuid
- Õppejõu tagasisidet
- Kaasüliõpilasi
- Foorumeid/kiirsuhtlust(IM)/IRC
- Vikipeediat/Youtube videoid
- Võrgus olevaid märkmeid
- Muu:

**Millised eelmises küsimuses loetletud materjalidest osutusid sellel nädalal kõige paremaks abivahendiks ülesannete lahendamisel? \***

**Millised loengus käsitletud teemad/võtted/näited/seletused aitasid selle nädala ülesannete lahendamisele kaasa? \***

**Ettepanekud selle kohta, mida oleks võinud selle nädala loengus ja/või praktikumis teisiti teha.**

## Lisa 3 – Kokkuvõttev küsimustik

### Semestri lõpu küsimustik

\* Kohustuslik

Teie kasutajanimi \*

Hinnake, mitu tundi iseseisvat tööd Te keskmiselt ühe semestrinädala jooksul Arvuteooriale kulutasite \*

- alla 1 tunni
- 1-2 tundi
- 3-4 tundi
- 4-6 tundi
- 6-8 tundi
- rohkem kui 9 tundi

Nimetage 3-5 põhilist tegevust, mis aitasid Teid arvuteooria õppimisel \*

nt. arvutiekspereimendid, tuutoritelt abi küsimine, rühmatöö vms

Milliseid eelnevalt nimetatud õpitegevustest polnud Te varasemalt kasutanud? \*

Moodustage ülesannete lahendamisel kasutatud abimaterjalide TOP 3 \*

Mida võiks edaspidi teisiti teha, et õppimist rohkem toetada? \*

## Lisa 4 - Intervjuu küsimused

- Kas ja kui palju kattusid enne kursuse algust olnud ootused ainele ja tegelik reaalsus?
- Mida arvate ebatraditsioonilistest kursuse läbimise tingimustest?
- Mis motiveeris Teid Arvuteooriat õppima? Millised tegurid motivatsiooni alla viisid?
- Millest tundsite puudust Arvuteooria kursuse läbimisel?
- Mille peale kulutasite Arvuteooria ülesandeid lahendades kõige rohkem aega?
- Kuidas oleks Teie arvates võimalik ülesannetele kuluvat aega kokku hoida?
- Kuidas korraldasite oma iseseisvat tööd? (nt kuidas planeerisite aega, tegevuste järjekord jne)
- Võrrele Arvuteooria kursuse läbimiseks tehtud iseseisvat tööd teistes ainetes tehtavaga (töö maht, regulaarsus, sisu jne)
- Milline õppimisstrateegia oleks Teie arvates Arvuteooria õppimisel kõige tulemuslikum?
- Kommenteerige eri tüüpi ülesandeid ja nende lahendamise keerukust, nt tõestamine, arvutamine, abstraktsed struktuurid, mõistatused.
- Millised tegevused segasid keskendumist ülesannete lahendamisele?
- Kas ja miks võtsite osa praktikumidest ja loengutest?
- Kas ja miks osutus kaasüliõpilastega koos õppimine Teie jaoks Arvuteooria õppimisel kasulikuks?
- Kas ja miks lugesite iseseisvalt konspekti? Kui efektiivne see lugemine Teie jaoks oli?
- Kas lugesite õppejõu poolt kirjutatud tagasisidet eelneva nädala ülesannetele? Kui kasulik see Teie jaoks oli?
- Mida arvate loengus toimunud tunnikontrollidest? Kas need olid Teie jaoks kasulikud ja tegid arusaamise lihtsamaks?
- Kas see, et loengutes oli vähe üliõpilaste poolseid küsimusi, oli Teie jaoks loengust arusaamist silmas pidades takistuseks? Kuidas seda vältida?
- Kuidas suhtute tahvli ees lahenduste tutvustamisesse? Kas selle jaoks oli vaja teha erilisi ettevalmistusi? Kas see oli kuidagi abiks teemast arusaamise juures?
- Kas ja kui palju mõjutas poole semestri peal toimunud vaheksam Teie edasist õppimist? Kas pigem motiveeris edasist õppimist või pärssis seda?
- Kommenteerige oma eksamitulemust. Kas vastas ootustele? Mida oleks pidanud tegema õppimisel teisiti?
- Mis tegi aine Teie jaoks raskeks? Kas pigem sisu või läbimise tingimuste täitmine?
- Kas soovitaksite seda ainet noorematele tudengitele? Põhjendage.
- Mida õppisite aine kuulamisel oma õpiharjumuste kohta?
- Kas aine teistkordne läbimine oli lihtsam? Miks?

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Terttu Tammaru (sünnikuupäev 04.03.1993),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Tudengite õpiharjumused Arvuteooria kursuse näitel“, mille juhendajateks on Terje Hõim ja Lauri Tart,
  - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **12.05.2016**