

Soovitusi lõputöödele

1. Sissejuhatus

Käesolev dokument annab üliõpilastele soovitusi lõputööde kirjutamise kohta TÜ arvutiteaduse instituudis. Dokumendi eesmärgiks on parandada meil kaitstavate lõputööde kvaliteeti. Muu hulgas saab lugeja teada, millistest komponentidest kujuneb lõputöö hinne. Eeldatavalt on siinkirjutatu põhjal üliõpilastel võimalik teha järeldusi, kuidas oma hinnet tõsta eri kriteeriumide lõikes ning kui suur on vajaminev töö- ja ajakulu lõputöö valmimiseks.

2. Mis kvalifitseerub lõputööks?

Tartu Ülikool akadeemilise asutusena annab üliõpilasele võimaluse lõputööde kaudu puutuda kokku teadus-arendustööga. Seeläbi saab üliõpilane teada, mis on antud valdkonnas tehtud/publitseeritud, mis on teaduslik või rakendusuurimuslik tulemus, kuidas selleni jõutakse, kuidas tekivad ja arenevad uued teaduslikud ja teadusrakenduslikud ideed, kuidas kontrollitakse hüpoteese, milliseid meetodikaid kasutatakse ning kuidas tulemusi publitseeritakse.

Lõputöö kirjutamisel tuleks potentsiaalse lugejana pidada silmas sama erialaõppe läbinud inimest, näiteks kaasüliõpilast. Töö peab olema kirjutatud ja vormistatud nii, et seda suudaks lugeda sama õppetaseme tudeng. Seda arvestades on soovitatav pöörata vajalikku tähelepanu probleemi tutvustamisele ja ülesande püstitusele, selgitada seonduvat tausta, piisava üksikasjalikkusega esitada mõisted ja arutluskaigud. Lõputöö puhul on enamasti tegemist teaduslike sugemetega uurimusega. Kui töös kasutatakse formalisatsiooni eeldab eelteadmisi, siis tuleb sissejuhatuses viidata vastavatele õpikutele või käsiraamatutele. Tööst arusaamise eeltingimuseks ei või olla ajakirja- või konverentsiartikli materjali tundmine (sellised materjalid tuleb töös alati kokkuvõtlikult refereerida).

2.1 Bakalaureusetöö

Bakalaureusetöö on 9- või 6-ainepunktiline uurimus, mille põhieesmärgiks on saada ülevaade sellest, kuidas saavutatakse ja vormistatakse teoreetilisi või rakenduslikke tulemusi. Töö esitab probleemist tervikliku käsitluse, täiendades algallikate materjale ja püüdes teha raskesti mõistetava autoriteksti lugejale võimalikult arusaadavaks (vt ka punkti 3.1.2). Üldjuhul on nõuetekohaselt vormistatud bakalaureusetöö maht orienteeruvalt 20 lk (lisasid arvestamata).

2.2 Magistritöö

Magistritöö on 30-ainepunktiline uurimus. Magistritöö on osa teadus-arenduse või õppemetoodika loomise protsessist ja selle tulemused on kasutatavad kas autori enda hilisemas uurimuses või valdkondliku rühma poolt. Töö peab sisaldama uusi (ideaalis isegi publitseeritavaid) tulemusi, s.t lahendust või väiteid, mis ei ole üldteada või mis avardavad arusaama teadaolevatest nähtustest, meetoditest, tulemustest jne. Magistritöö orienteeruv maht on umbes 40–50 lk.

3. Lõputööde liike

Siintoodud liigid on illustreeriva iseloomuga. Töö ei pruugi sugugi mahtuda tervenisti ühte või teise toodud kategooriasse ja võib olla vabalt „sulam” eri liikidest.

3.1 Teoreetiline uurimus

Valminud töö esitab mingi valdkonna, konkreetse ülesande vms formaalse kirjelduse koos rangelt põhjendatud lahenduskäiguga. Kui teoreetilise tööga koos on valminud ka prototüüp, siis selle kirjeldus peaks vastama punktis 3.2 esitatud nõuetele. Teoreetiline töö võib olla kas iseseisev või referatiivne.

3.1.1 Iseseisev uurimus

Iseseisva uurimuse üldised hindamiskriteeriumid on põhijoontes samad, mis teoreetilisel teadusartiklil, kuid hindamisel võidakse teha mõõdukaid järeleandmisi uudsuse ja/või aktuaalsuse osas. Töö tulemuseks võib olla näiteks mingi uus teoreem, uudsel viisil esitatud tõestus, keele/protokolli/süsteemi formaalne kirjeldus või muu teoreetiline tulemus.

3.1.2 Referatiivne uurimus

Teoreetiline uurimus võib olla täielikult referatiivne, kui käsitletud materjalide ja formalisatsioonide ühildamisel sünnib süstemaatiline käsitlus, mida saab edaspidi kasutada õppe- või viitematerjalina. Igal juhul peab töö püstitus sisaldama uudseid elemente, mida pole üldtuntud töödes käsitletud. Uudsete elementide osakaal peab olema piisav, et töö autor saaks näidata oma arusaamist ja vilumust antud ainevallas.

Täielikult referatiivse töö hindamise peamisteks kriteeriumideks on:

- ⑩ käsitluste sünteesi ladusus;
- ⑩ refereeritava materjali valik;
- ⑩ käsitluse terviklikkus.

Referatiivse töö põhipanuseks on erinevate autorite kirjutatu süntees või viidatud allikates leiduvate vigade parandus ja puuduvate analüüsiosade lisamine. See ei tähenda, et autor peaks kõiki ilmunud töid või vigu refereerima. Töö autor peab tegema subjektiivseid valikuid ning suhtuma kriitiliselt erinevatesse allikatesse, kuid samas jääma akadeemiliste tavade piiresse. Igal juhul peaks referatiivne töö viitama peamistele antud teemat käsitlevatele allikatele nii, et asjatundmatu lugeja saaks kiiresti ülevaate antud probleemist ning selle lahendustest. Referatiivse bakalaureusetöö ja referatiivse magistratöö vaheline erinevus seisneb allikmaterjali mahus, käsitletava valdkonna ulatuses ja selle katmise terviklikkuses.

3.2 Rakendusliku ülesande lahendus

Valminud töö on tarkvaralahendus püstitatud eesmärkide saavutamiseks. Sellise töö puhul on oluliseks komponendiks **tulemuse analüüs**, mis peab andma muuhulgas vastused järgmises loetelus toodud küsimustele.

- ⑩ Millised on teised sarnased realisatsioonid?
- ⑩ Mille poolest on autori oma olemasolevatest parem?
- ⑩ Kas tarkvara töötas? Mis meetoditega kvaliteet tagati?
- ⑩ Kui hästi see töötas? Millised on mõõdetavad jõudlustulemused?

Insener-tehnilised valikud peavad olema dokumenteeritud. Töös peab olema välja toodud, miks kasutati just valitud tehnoloogiaid, millised olid alternatiivid ja kui kulukaks tehtud valikud läksid. Töös peab olema kirjeldatud ka lahenduse arhitektuur.

Programmeerimisalaste tööde puhul on oluline järgida veel tarkvara dokumenteerimismõndeid. Oluline on lisada valminud tarkvara nõuded arvuti riist- ja tarkvarale, installeerimis- ja kasutamishuud.

3.3 Valminud õppevahendi või õppematerjali baasil kirjutatud töö

Lõputöö aluseks võivad olla kirjutaja poolt või kaasabil valmistatud õppematerjalid: eestikeelsed juhendmaterjalid, õpikud, kursuse koduleheküljed, muud võrgumaterjalid ja -väljaanded jms. Õppema-

terjali ettevalmistamisel võib rõhuasetus olla materjali sisulisel esitusel või uudsete meetoodiliste ja tehniliste võtete kasutamisel materjali esitamiseks. Esimesel juhul on autori suurim panus vastava materjali kirjutamine ja ettevalmistamine. Teisel juhul hinnatakse rohkem esitusviisi tehnilisi külgi, kuid samas peab õppematerjal olema kasutatav ilma suuremate muutusteta. Tuleb meeles pidada, et õppematerjal üksi pole veel lõputöö. Lisaks tuleb esitada ka uurimus ise, mis kirjeldab materjali valmimise protsessi, kasutatud teooriaid, meetoodikaid ja allikaid. Materjal ise peab olema töö lisas (kuid ei pea seal olema tingimata paberkujul).

Peamine vahe bakalaureuse- ja magistritööle seatud ootustes seisneb ülesande püstituses. Kui bakalaureusetöös oodatakse autorilt konkreetset lahendust, näiteks kursuse kodulehekülge, siis magistritöö peab sisaldama uudseid tulemusi ja/või olemasolevate meetodite või printsiipide mittetriviaalset rakendamist, demonstreerimaks valitud uurimisteema valdamist. Näiteks sobib selleks küsitlus õppematerjali sobivuse hindamiseks ning vastava tagasiside põhjalik analüüs ja õppematerjali täiendamine. Kursuste materjalide koostamisel võib autori peamiseks panuseks olla ka eelnevate teadmiste süstemaatiline esitamine. Sellisel juhul on nõuded samad, mis referatiivsetel töödel.

Sageli on bakalaureusetöö teemadeks:

- ⑩ õppemetoodilise abitarkvara valmistamine (prototüüpimine ja eksperimenteerimine);
- ⑩ ülesandekogude koostamine informaatikateemalisele ainele koos lahendustega.

Magistritöö teemadeks on enamasti:

- ⑩ õppemetoodilise abitarkvara valmistamine (terviklik lahendus koos dokumentatsiooniga);
- ⑩ kogu kursust katvate ülesannetekogude ja õppemetoodiliste juhendmaterjalide koostamine ühele informaatikateemalisele ainele;
- ⑩ ühe informaatikateemalise loengukursuse materjalid;
- ⑩ informaatika või sellega tugevalt seotud aine õpik.

Õppematerjalide puhul on oluline järgida vastavaid didaktilisi printsiipe, s.t et materjalid oleksid pedagoogiliselt adekvaatselt üles ehitatud. Erilist rõhku tuleb pöörata keelelisele küljele — õppematerjalid peavad olema korrektses keeles ja kasutama üldaktsepteeritud terminoloogiat. Paljude uute terminite sissetoomise korral oleks hea lülitada töö koosseisu ka terminite sõnastik.

3.4 Riistvara või tarkvara katsetamine

Töö võib olla seotud nii tark- või riistvara mingi klassi vahendite uuringuga (mitme erineva võrdlus) kui ka selle tark- või riistvara katselise rakendamisega. Töö peaks sisaldama probleemi kirjeldust, selgitust, milleks on konkreetset tark- või riistvara vaja, ülevaadet olemasolevatest analoogidest, katsetamise eesmärkidest ja tulemustest. Näiteks kuulub sellesse liiki e-õppe tark- või riistvara katsetamine kas selle loomisel või õppe läbiviimisel ülikoolis või muus haridusasutuses. Töö meetoodika peab juhendaja eelnevalt kinnitama. Töö osaks või aluseks võib olla ka vahendi originaalne kasutusjuhend.

3.5 Interdistsiplinaarne töö

Kui lõputöö teema on valdkonnast, mis on arvutiteadusega küll seotud (näiteks matemaatika, materjaliteadus, psühholoogia vms), kuid ei ole otseselt kvalifitseeritav arvutiteaduseks, kuid tuleb kaitsmisele arvutiteaduse instituudis, siis tuleb töö ettevalmistamisel ja kirjutamisel keskenduda muuhulgas arvutiteaduslikele aspektidele. Peab olema selge, miks seda tööd soovitakse kaitsta arvutiteaduse instituudis, aga mitte kuskil mujal.

Töö peab sisaldama kasutatud infotehnoloogiliste või arvutiteaduslike meetodite kirjeldust. Et seda saaks klassifitseerida informaatika või infotehnoloogia eriala lõputööks, selleks:

- ⑩ tuleb dokumenteerida insenertehnilised valikud, vt punkti 3.2;
- ⑩ peab olema selge rõhk informaatikale, mida kajastab töö maht — töö kirjeldab enamasti ülesande arvutiteaduslikku lahendust.

Näiteks kui töö esitab uusi teoreetilisi tulemusi mingis muus valdkonnas, kuid nende rakendamisel kasutatakse informaatikat, siis on see informaatika töö. Rakendus peab olema dokumenteeritud, kuid informaatika tulemusi ei pea olema oluliselt rohkem kui muu valdkonna omi.

Viimaste aastate lõputööde register on kättesaadav aadressil http://comserv.cs.ut.ee/forms/ati_report/
Linke varasematele lõputöödele:
Täielik nimekiri ATI lõputöödest

4. Töö struktuuri põhiosad

4.1 Tiitelleht

4.2 Infoleht: pealkiri, lühikokkuvõte, võtmesõnad eesti ning inglise keeles ja töö teadusala CERCS kood.

Lühikokkuvõte (*ingl. k. Abstract*) peab sisaldama pealkirja tõlget ning infot nii probleemi püstituse kui ka lahenduse kohta, mis annab ülevaate töö kui terviku sisust. Loetletakse töö eesmärgid, kirjeldatakse mõne lausega sisu, tulemusi ja tehtud järeldusi.

Võtmesõnad (*keywords*) valitakse antud tööd klassifitseerivad erialaterminid.

CERCS koodid on ETIS-es aadressil <https://www.etis.ee/Portal/Classifiers/Index>.

4.3 Sisukord

4.4 Töö põhitekst algab üldjuhul **sissejuhatusega**, kus antakse probleemi selge püstitus koos taustainformatsiooniga. Oluline on asetada konkreetne ülesanne üldisesse konteksti — kirjeldada hetkeseisu vaadeldava probleemi varasemates käsitlustes, olemasolevates rakendustes, tarkvaraturul jne. Soovitatav on välja tuua see, miks on antud tööd vaja, mida see juurde annab ning milline on autori panus antud probleemi lahendamisse.

4.5 Sobivalt liigendatud töö **sisulises osas** käsitletakse sügavuti sissejuhatuses püstitatud probleemi ja selle lahendust. Hea on eraldi peatükis esitada korralik kirjanduse ülevaade. Tuleks põhjendada, miks otsustas autor probleemi lahendada just töös käsitletud viisil. Töö sisuline osa liigendatakse sobivalt peatükkideks vastavalt käsitluse loogikale. Sisuline osa on lehekülgede arvult kõige mahukam. Lugejale peab olema selgelt mõistetav, millised on autori enda ideed ning millistel puhkudel on ideed ja lahendused pärit viidatud materjalidest. Viitamine allikmaterjalidele on kohustuslik, kui tegemist ei ole just antud eriala üldtuntud mõistete ja tulemustega.

4.6 Kokkuvõte annab lühiülevaate saavutatud tulemustest ja sellest, mis oli antud töös kõige olulisem. Tihti on sobiv lisada edasiste arendamisvõimaluste tutvustus tööga seotud valdkonnas. See näitab autori laiemat kursisolekut temaatikaga ja valdkonna probleemidega. Kokkuvõte on koht, kus saab ka oma tööga seotud emotsioone kajastada — mis oli eriti raske või eriti huvitav jms. Võib püstitada valminud töö teemaderingis küsimusi, millele vastust ei anta. Samuti võib vabalt arutleda võimalike edasiarenduste ja tagajärgede üle.

4.7 Kirjanduse loetelu ja viited — konsulteerida oma juhendajaga viitamise stiili üle, erialati võib olla eelistatum üks või teine stiil. Alati võib võtta aluseks mõne näite. Vt nõuandeid punktis 6.

4.8 Vajadusel võib tööl olla üks või mitu **lisa**. Olenevalt nende sisust esitatakse lisad kas paberkujul (nt õppematerjalid) või digitaalsel kandjal (programmitekstid, logifailid, testitulemused, e-õppe materjalid). Üldiselt tuleks andmekandja valikul konsulteerida juhendajaga. Digitaalseks kandjaks sobivad köidetud tööle lisatud CD/DVD-plaat, viidatud veebisait internetis või koodihoidla (CVS, Subversion). Internetis paiknevate lisade korral tuleks garanteerida nende kättesaadavus mitte ainult kaitsmise hetkeni, vaid ka edaspidi paari aasta jooksul. Tööle lisatud andmekandjad peavad olema nõuetekohaselt köidetud ja nimega varustatud.

4.9 Lihtlitsents lõputöö elektroonseks avaldamiseks (vajadusel koos ajalise piiranguga).

5. Üldisi soovitusi

Väga tähtis on alustada töö tegemist võimalikult vara ja kogu protsessi alguses panna kirja oma tööplaan.

Juhendajaga tuleks kokku leppida üldine strateegia: kui tihti on mõistlik tööd arutada, kas näiteks leppida kokku konkreetne aeg regulaarseteks kohtumisteks või igal kohtumisel järgnev aeg, kuidas teavitada juhendajat oma edusammudest/probleemidest/ideedest/küsimustest (ülevaated e-maili teel, juhendajale pidevalt nähtav veebidokument vms).

Väljavõtteid infovihikust Õppimisoskused

Juhendajaga suhtlemisel on hea meeles pidada järgmist:

- ⑩ Juhendaja ülesanne ei ole Sinu eest tööd ära kirjutada, Sulle materjali otsida ega ka kirjavigu parandada. Tema töö eesmärk on **aidata Sul kujuneda iseseisvaks akadeemiliseks kirjutajaks** ja seepärast on ta töö peamiselt toetava iseloomuga.
- ⑩ Juhendajalt võib küsida nõu nii **sisulistes** (millest ja mida kirjutada) kui ka **vormilistes** (kuidas kirjutada ja vormistada) küsimustes.
- ⑩ Juhendajalt võib küsida **tagasisidet konkreetsetes küsimustes**, millega töö kirjutamisel hätta jääd.
- ⑩ Juhendajal on ka muid tööülesandeid ja isiklik elu, mis tähendab, et **kohtumised peaksid olema piisavalt palju varem kokku lepitud** mõlemale sobival ajal. Juhendajalt ei saa eeldada töö ülelugemist selle esitamise tähtajale eelneval ööl ega ka 24 tunni jooksul pärast töö saatmist, kui selle kohta pole varasemat kokkulepet.
- ⑩ Juhendajalt on **õigus oodata positiivset suhtumist ja õppimise toetamist**. Kui koostöö juhendajaga ei õnnestu, võib kaaluda juhendaja vahetamist. Seda ei tasu aga kergekäeliselt teha, sest probleem võib olla Sinus, mitte juhendajas.
- ⑩ Oma kirjatöö eest **vastutad Sa ise**, mitte juhendaja!

Üldiselt ei alustata töö kirjutamist sissejuhatuses ega kokkuvõttest. Need mõlemad kirjutatakse reeglina viimasena ja alles siis, kui töö sisuline osa on juba valmis.

6. Viitamine ja vormistamine

Olulise osa lõputööst moodustab vormistamine. Korrektselt vormistatud dokument loob eelduse tõsiseltvõetavaks lõputööks. Iga akadeemiline tekst sisaldab viiteid ning viidatud kirjanduse loetelu on töö oluline osa. Täpsus ja korrektsus on teaduses ja tehnikas eriliselt väärtustatud, seepärast on ka kirjandusele viitamises ebaühtlus ja lohakus taunitavad ning teaduslike publikatsioonide kirjastamisel on välja kujunenud kindlad reeglid, kuidas viiteid vormistada. Miinimumvariandis peavad allika kohta olema antud sellised bibliograafilised andmed, mis võimaldaksid ta kindlalt ja üheselt leida. Kirjanduse loetelus peavad esinema kõik need ja ainult need algallikad, millele tekstis on viidatud. On soovitatav kasutada digitaliseeritud viidete kogusid (DBLP, ACM, IEEE, PubMed jt). Viitamisel peab järgima mingit konkreetset teaduskirjanduses kasutatavat stiili. Viidete loetelu peab olema esitatud alfabeetilises või viitamise järjestuses. Soovitatav on kasutada kirjanduse nimekirja loomiseks standardseid vahendeid (näiteks LaTeXi puhul BibTeX, Firefox'i brauseri pistikprogramm Zotero viidete kogumiseks ja haldamiseks).

7. Esitamine

Töö esitatakse PDF-failina, mis laaditakse üles lõputööderegistrisse http://comserv.cs.ut.ee/ati_thesis/. Lõputöö failis peab sisalduma vormikohane lihtlitsents lõputöö reprodutseerimise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise kohta.

Kui lõputöö elektrooniline avaldamine ei ole riigi- või ärisaladuse või muu salastatud teabe tõttu võimalik, esitab autor õppeprodekaanile enne lõputöö esitamist põhjendatud taotluse **lõputöö avaldamisele piirangute kehtestamiseks ja lõputöö kaitsmise kinniseks kuulutamiseks**. Avalduse vormi leiab arvutiteaduse instituudi kodulehelt.

Piirangud kehtestab õppeprodekaan oma korraldusega. Soovitavalt jääb töö põhiosa avalikuks, kuid avaldamisele mittekuuluvad piirangutega osad esitatakse vastavalt lisa(de)na.

8. Nõuandeid lõputöö slaidide ettevalmistamiseks ja ettekande tegemiseks

Järgnevast dokumendist peaks üliõpilane saama ideid ja mõtteid kaitsmisprotseduuri edukaks läbimiseks: nii üldisi soovitusi kui ka nõuandeid slaidide vormistamiseks ja ettevalmistamiseks ning ettekandmiseks.

- ⑩ Kuidas teha head kaitsmisettekannet? (Informaatika didaktika kursuse käigus nelja magistrandi ühistööna valminud materjal.)

9. Lisamaterjale

1. Tartu Ülikooli Loodus- ja Täppisteaduste valdkonna lõputööde kirjutamise ja kaitsmise juhend <http://reaalteadused.ut.ee/et/oppetoo/loputoodele-esitatavad-nouded-kaitsmise-kord> (25.02.2016)
2. Spencer Rugaber. *Thoughts on the Structure of CS Dissertations* <http://www.cc.gatech.edu/fac/Spencer.Rugaber/txt/thesis.html> (25.02.2016)
3. Michael Schillo. *Help on how to conduct a computer science research project* <http://www.virtosphere.de/schillo/research/tips.html> (25.02.2016)
4. Michigan State University. *Guidelines for writing Scientific papers* <https://www.msu.edu/course/lbs/158h/manual/paper.pdf> (25.02.2016)
5. Tomislav Hengl, Michael Gould. *Rules of Thumb for Writing Research Articles* http://www.st.ewi.tudelft.nl/~mathijs/rules_of_thumb.pdf (25.02.2016)
6. Peeter Saari. *Kirjandusele viitamise juhend füüsika (3+2) bakalaureuse- ja magistratöödes* http://reaalteadused.ut.ee/sites/default/files/lote/viitamise_juhend_fyysikas.pdf (25.02.2016)

29.02.2016