

Mõned mõtted ja soovitused lõputööde teemavaliku ja teemakäsitluse kohta

Esitus

Seoses lõputööde uute hindamiskriteeriumitega (kehtivad nii magistritöödele kui ka bakalaureusetöödele; nii informaatikutele kui ka äriinfotehnoloogidele) ning palju rangemaks muutunud hindamisega on eriti oluline, et töös:

- oleks selge ülesande püstitus;
- tuuakse esile (sissejuhatuses, järeldustes, kokkuvõttes, ettekandes) töö keerukus, lahenduse uudsus, teaduslik lähenemine vms, mis saaks olla aluseks maksimaalse hinde taotlemisele (kui pole võimalik midagi sellist esile tuua, siis järelikult pole hea töö);
- vahendatakse teema kohta käivat teaduskirjandust;
- kõiki otsuseid (nt keelte, arendusvahendite, arendusmetoodikate, näitesüsteemi valdkonna valikut; tehtud ja tegemata jäetud tegevusi) põhjendatakse;
- ei kasutata ülesande jaoks ebasobivaid keeli, tehnoloogiaid, arendusvahendeid, arendusmetoodikaid ja näitesüsteeme;
- loodud tulemeid (nt infosüsteem, programm, metoodika) võrreldakse olemasolevate selles valdkonnas juba leiduvate tulemitega;
- programmi korral on lähtekood avalik ja tehtud huvilistele (sh kaitsmiskomisjon) kättesaadavaks.

Teemavalik

Minu praeguse hetke arusaamise kohaselt oodatakse **healt informaatika bakalaureusetöölt** keeruka tarkvara projekteerimist ja kõrgel tasemel realiseerimist. Sobib ka algoritmide täiustamine, täiustatud algoritmide realiseerimine ning tulemuse võrdlemine teiste samasisuliste algoritmidega. **Äriinfotehnoloogia** bakalaureuseõppes võib seda asendada keeruka infosüsteemi projekteerimine koos prototüüpimisega. Parimale

hindele (5) kandideerimiseks peab üliõpilasel olema olnud loominguine vabadus nõuete püstitamisel või tehnilise lahenduse leidmisel, mitte ei ole see kõik talle ülesande püstitaja poolt ettekirjutatud.

Hea magistritöö võiks välja pakkuda mingi IT tehise e artefakti (nt tarkvara, meetodika), mis on selles valdkonnas juba loodud samasisulistest tehistest mingis aspektis parem ja oleks kasulik laiemalt kui ainult üks arendusprojekt. Selle tehise loomise vajadus peab olema teaduskirjanduse alusel põhjendatud ning olemasolevate tehiste puudujäägid, mida uus tehis üritab korvata, peavad olema selgelt välja toodud. Uue tehise headuse hindamiseks tuleks seda praktikas kasutada ning tulemustest raporteerida. Samuti tuleb seda võrrelda olemasolevate samasisuliste tehistega.

Äriinfotehnoloogia lõputöökoks sobiks ka mingist teemast teaduskirjanduse põhjal süsteemse ülevaate tegemine ([literature review](#)). Sellises bakalaureusetöös peaks olema vähemalt 10 teadusartiklit ning need võib valida koostöös juhendajaga. Magistritöös peaks vaadeldavaid teadusartikleid olema vähemalt 30 ning kogu sellise töö tegemiseks, alates kirjanduse leidmisest, tuleb järgida [detailset protokoll](#)i.

Hindajate silmis **võistlevad** tööd omavahel. Töö, millele pole midagi otseselt ette heita, kuid mis ei tekita hindajates keerukuse, põhjalikkuse, vahendite valiku vms tõttu eriliselt positiivseid emotsioone (**vau** hüüatust), saab hindeks 4. Hinne 5 soovitakse panna mitte rohkem kui 25% töödest. **Seega parima hinde saamiseks tuleb võtta väljakutset pakkuv ülesanne ja siis sinna igaks juhuks sellele veel tööd juurde panna.** Kahjuks pole ka siis parim hinne kindlustatud. Eriti bakalaureusetööde korral, mida ei retsenseerita, sõltub väga palju heast muljest, mida suudate oma töö kohta kaitsmisel jätta. Lahja töö pealt head muljet ei jäta. Kahjuks ei piisa hindeks 5 sellest, et tehtud on hea töö. Kaitsmise tulemuse peab vähemalt osadel komisjoni liikmetel tekkima soov anda just sellele tööle üks vähestest enda käsutuses olevatest viitest.

Minu kogemuse kohaselt saab **informaatika (IAPB)**

bakalaureusetööde kaitsmisel aknapõhise andmebaasirakenduse loomise või andmebaaside disainilahenduste võrdlemise eest parimal juhul hinde 4 (väga hea). Animatsioonid lõputöödeks tänapäeval enam ei sobi. Koos animatsioonidega soovitakse näha ka õpetamise metoodikat. Neile, kes pole ise reaalselt õppetööd läbi viinud, on selle koostamine liiga keeruline ettevõtmine.

Tallinna Tehnikaülikoolis kehtib reegel, et 1 EAP = 26 tundi tööd. Lõputöö kontekstis on see oluline, sest kaitsmiskomisjon paneb kohe tähele, kui lõputöös on tehtud **vähem** tööd kui see valem ette näeb ning hindab seetõttu tööd allapoole. Rohkem pole mingi probleem - nagu elus ikka, kes rohkem teeb see rohkem saab. Arvan, et suurepärasele hindele kandideerija peab tegema sellest mahust rohkem tööd.

Metoodika

Töö üheks osaks on ilmselt millegi (arendusmetoodika, arendusvahendi, andmebaasisüsteemi jne) **väljavalimine mitme kandidaadi seast**, et seda siis oma töö ülesande lahendamiseks tarvitada. Valiku tegemiseks tasuks kaaluda analüütiliste hierarhiate meetodi e Saaty meetodi kasutamist. See võimaldab subjektiivse hinnangu "**mulle tundub/minu kõhutunne ütleb**, et kandidaat X on kõige parem" asemel saada objektiivsema, arvulise hinnangu selle kohta, milline on kaalutud kandidaatide suhteline headus valitud kriteeriumeid silmas pidades. Tegemist on tuntud meetodiga, mille kohta leidub ka [eestikeelne loengukonspekt](#). Meetod eeldab otsustusmudeli koostamist (moodustada eesmärkide, kriteeriumite ja kandidaatide hierarhia) ning konkreetsete kriteeriumite ja kandidaatide paariviisilist võrdlemist. Meetodi kasutamiseks leidub hulgaliselt tarkvara - näiteks tasuta veebipõhine tarkvara <http://hipre.aalto.fi/> ja veel üks tasuta tarkvara: <https://sourceforge.net/projects/priority/>. Seda meetodit õpetatakse magistrikursuses "Täppismeetodid otsuste vastuvõtmisel", aga paljud seda ainet mitte õppinud üliõpilased (sh bakalaureuseõppes) on selle endale

iseseisvalt selgeks teinud ja seda oma töös kasutanud. Koos otsustusmudeli koostamisega ja selle täitmisega tuleb teha ka täidetud mudeli tundlikkuse analüüs - **ei tohiks** olla nii, et mudelis sisalduvate hinnangute *väikene* muudatus tingib suure muudatuse tulemuses (mudel soovib eelistada hoopist teist kandidaati kui enne). [See](#) ja [see](#) on näited lõputöödest, kus on analüütiliste hierarhiate meetodit kasutatud.

Kui töö oodatavaks tulemuseks on **tarkvara**, siis juba enne ülesandepüstituse koostamist on vaja teha taustauuring, kas sellist tarkvara on turul olemas või mitte. Kui on, siis mis on olemasolevate programmide puudujäägid, st mille poolest saaks uus tarkvara olla parem. Selle analüüsi tulemus aitab kindlaks teha nõudmised uuele tarkvarale. Peale tarkvara realiseerimist on vaja seda kindlasti olemasoleva tarkvaraga võrrelda.

Kui töö üheks osaks on **mõõtmine**, siis peab arvestama järgnevaga.

- Kui eesmärgiks on operatsiooni töökiiruse leidmine, siis tuleks ühte ja sama operatsiooni läbi viia järjest vähemalt kolm korda.
- Operatsiooni keskmise mõõtmistulemusena tuleks esitada nende geomeetiline keskmine. Geomeetrist keskmist tuleb eelistada, sest [nende mõõtmiste tulemused on üksteisest sõltuvad](#), kuna operatsiooni korduva täitmise tulemusel läheb süsteem „soojaks“ (st valmistab ette ja jätab meelde täitmisplaanid ning loeb mällu andmed, mida pole järgnevatel täitmistel enam vaja teha). Geomeetrilise keskmise arvutamise kalkulaator on [siin](#).
- Kui uurite andmemahte/koodi keerukust/... erinevate disainilahenduste või süsteemide puhul (st need väärtused ei sõltu üksteisest), soovite esitada keskmise väärtuste üle erinevate disainilahenduste või süsteemide ning keskmise arvutamiseks mõeldud väärtuste hulgas on mõni teistest väga erinev, siis leidke [harmooniline keskmine \(siin on hea põhjendus\)](#). Harmoonilise keskmise arvutamise kalkulaator on [siin](#). Kui väärtused on sarnased, siis võib kasutada aritmeetilist keskmist.
- Selleks, et tuleks välja disaini või süsteemi omaduste sõltuvus andmemahu muutumisest, oleks vaja mõõtmiseid teha vähemalt kolme

erineva andmete hulgaga. Soovitus on kasutada kordajana kas 2, 4 või 10 (st iga järgnev hulk võiks olla eelmisest kas 2, 4 või 10 korda suurem). Näiteks uuritavas tabelis on 1000, 2000 ja 4000 rida. Nende mõõtmistulemuste alusel tuleb leida [Pearsoni korrelatsiooni koefitsient \(kalkulaator\)](#), et hinnata, kas andmemahutude ja töökiiruse suurenemise vahel on lineaarne sõltuvus või mitte.

- Katsetused tuleks teha samal riistvaral, kasutades erinevate süsteemide või disainilahenduste korral täpselt samu andmeid.
- Mõõtmiste tulemused tuleb esitada koondtabelitena.
- Kui töökiiruste mõõtmise korral on lausete täitmise kiiruses olulisi erinevusi, siis tuleb uurida vastavate lausete täitmisplaane, et põhjustele jälile jõuda.

Töö sissejuhatuse osas tuleb kirjeldada töö tegemise **metoodikat**. Kasutatud meetodid valikute tegemiseks ja mõõtmiseks on selle üks osa. Kui töö sisuks on praktiline arendusprojekt, siis tuleb nimetada kasutatavat arendusmetoodikat ning kas sissejuhatuses või töö põhiosas põhjendada selle valikut. Oleks hea, kui ka selline töö üritaks lõpuks saadud õppetunde ja tulemusi üldistada, st kasutada [induktsiooni](#).

Kui töö on osaliselt uurimistöö ning uurimistulemusi rakendatakse uute tehiste loomiseks või protsesside parandamiseks, siis tuleks proovida see töö liigitada ühte järgnevatest klassidest.

- [Disainiteadus](#) (*Design Science*) Sobib, kui teemaks on uute IT tehiste (programm, metoodika, mustrite keel, ...) loomine. Selle metoodika puhul püstitatakse kõigepealt esialgne uurimisküsimus. Seejärel uuritakse olemasolevat olukorda, sh teaduskirjandust ja veendutakse, et sellest tehist nagu tahetakse luua, tõepoolest ei ole, kuid selle loomiseks on vajadus olemas. Tekib ülevaade, mida on selles valdkonnas tehtud, mida saaks teha paremini ja see kõik on väärtuslik sisend tehise loomisele. Järgnevalt lahendatakse probleem, luues huvitatud osapoolte nõudeid, tehtud vigu, parimaid praktikaid ja teaduslik-tehnilisi edusamme arvesse võttes uus infotehnoloogiline

tehis. Tehise arendamisel tuleb teha valikuid. Otsustamiseks võib kasutada prototüüpimist. Oluline on tehise arendusest kirjutades kõiki tehtud valikuid põhjendada. Lõpuks kontrollitakse loodud tehise uudsust, sobivust ja headust süstemaatiliselt ja põhjalikult praktiliste katsetuste, olemasolevate samasisuliste tehistega võrdlemise või formaalsete meetodite abil.

- [Tegevusuuring](#) (*Action Research*) Sobib, kui teemaks on organisatsiooni protsesside parandamine. Selle metoodika kasutamine on tsükliline protsess, kus püstitatakse hüpotees, kogutakse andmeid (intervjuud, vaatlused, eneseanalüüs, ...), kogutud andmete alusel otsustatakse mida edasi teha, otsus viiakse ellu ja vaadeldakse tulemusi. Tulemused on aluseks uutele hüpoteesidele ja ring kordub. Teiste sõnadega, otsustatu viiakse kohe praktikas ellu ja vaadeldakse tulemust, mitte ei arendata teooriat, mida keegi teine kunagi hiljem võiks hakata ellu rakendama. Metoodika kasutaja võib olla osaks organisatsioonist, milles ta sellist uurimust läbi viib ja osaleda kõigis nendes sammudes.
- [Tegevusuuringu sümbioos disainiteadusega](#) (*Action Design Research*) Sobib, kui teemaks on uute IT tehiste loomine. Lisaks tehise disainimisele üritatakse seda kohe praktikas mingis organisatsioonis ellu rakendada, tulemusi vaadelda ning neid tehise uute versioonide juures arvesse võtta.

Meie õppejõu Alex Nortaga ingliskeelne loenguseeria "*How to conduct research?*" (Kuidas uurida?), kus neid klasse tutvustatakse, on Youtube keskkonnas kolmes osas kättesaadav.

- [1. osa](#)
- [2. osa](#)
- [3. osa](#)

Metoodika alajaotuses võib ka kirjutada sellest, milliseid enda õppekava läbimisel saadud teadmisi Te töö käigus (milliste töö osade juures) rakendate.

Lõputöö tegemisel ja tulemuse vormistamisel peab järgima [eetilise teadustöö põhimõtteid](#). Ka selle tegemist/mitte-tegemist peaks lõputöö metoodika alajaotuses deklareerima.