

# KUIDAS KIRJUTADA JA KAITSTA EDUKALT LÕPUTÖÖD

Jaak Tepandi, TTÜ tarkvarateaduse instituut

Materjali jooksev versioon on aadressil <https://tepandi.ee/juhendavatele.pdf>

## Sisukord

1. KOKKUVÕTE TEGEVUSTEST JA TÖÖS OLULISEST .....	4
1.1 Kokkuvõtte tegevustest .....	4
1.2 Kontrollige enne töö täis- ja lõppversiooni üleandmist .....	5
2. TÖÖ EESMÄRGID, LAAD, TEEMA, PEALKIRI, TULEMUSED.....	7
2.1 Töö eesmärgid.....	7
2.2 Töö laad: projekt, uurimus, nende kombinatsioon.....	7
2.2.1 Tavaline maja või super(@kuur (ja lugejale arusaadav).....	7
2.2.2 Projekt, uurimus või nende kombinatsioon?.....	8
2.3 Töö teema .....	9
2.3.1 Uurimusliku töö teema valikust .....	9
2.3.2 Süsteemi valik kui lõputöö teema – mitmesugused variandid .....	9
2.3.3 Referaat lõputööna võib (võib-olla) sobida vaid väga uue ja kuuma teema puhul	10
2.4 Autori tulemused .....	11
2.4.1 Tulemuste olulisus ja nende esitamine .....	11
2.4.2 Tulemused ja mitte-tulemused .....	11
2.4.3 „Mulle oli huvitav“ ei pruugi olla piisav lõputöö põhitlemus .....	12
3. LÕPUTÖÖ ÜLDVAADE: ÜLESANDE PÜSTITUS JA LÕPUTÖÖ STRUKTUUR.....	13
3.1 Ülesande püstitus.....	13
3.2 Lõputöö esialgne struktuur .....	13
4. TÖÖ TÄISVERSIOON .....	14
4.1 Nõuded tööle .....	14
4.2 Mida panna lõputöösse, mida mitte? .....	14
4.3 Töö orienteeruv sisu.....	15
4.4 Töö vormistamine ja õigekiri .....	15
4.5 Teiste materjalidele viitamine ja kopeerimine .....	16
4.6 Kuidas kirjutada tööd, mida võidakse madalamalt hinnata .....	16
5. ETTEKANNE JA TÖÖ LÕPPVERSIOON .....	17
5.1 Ettekanne seminaril.....	17
5.2 Töö lõppversiooni esitamine juhendajale .....	17
6. ETTEVALMISTUSED KAITSMISEKS JA KAITSMINE.....	18
6.1 Ettekanne ja vastused .....	18
6.2 Töö hindamine .....	19
6.3 Tüüpilisi puudujääke kaitsmisel .....	19
7. DOKTORANDIDELE (LISAKS EELNEVALE) .....	20
7.1 Kas ja millal astuda doktorantuuri?.....	20
7.2 Millest alustada? Kuidas võib aidata juhendaja, instituut, Eesti riik?.....	20
7.3 Magistritöö ja doktoritöö .....	21

7.4 Doktoritöö kavand (vastuvõtu dokument) ja vastuvõtt.....	21
7.5 „Väitekirjas peab olema väide“ .....	21
7.6 Ideest/artiklist väitekirjani .....	22
7.7 „Tööülesanded muutusid, tahaksin muuta doktoritöö teemat“? .....	23
7.8 Tegevuskava koostamine.....	23
7.9 Atesteerimine ja formaalsed nõuded.....	24
7.10 Artiklid: kirjutamine.....	24
7.11 Artiklid: publitseerimine ja konverentsid .....	25
7.12 Ajakavast.....	26
7.13 Doktoritöö kaitsmisest .....	27
7.13.1 Järeldusi ja soovitusi interdistsiplinaarse doktoritöö kaitsmiselt .....	27
7.14 Hakake pihta! .....	27
8. IDEAALNE LÕPUTÖÖ .....	28
9. LISA: TÖÖDE JA TEEMADE NÄITEID.....	29
9.1 Uurimuslik tehnikavaldkonna töö .....	29
9.2 Uurimuslik (loodus)teaduste valdkonna töö .....	29
9.3 Rakenduslik IT valdkonna töö (välja arvatud infosüsteemi projekt).....	30
9.4 Testimise projekt lõputööna.....	32
9.5 Kasutajasõbralikkuse vms testimine peab sisaldama ka uurimust.....	33
9.6 ISKE rakendamine lõputööna.....	34
9.7 Koolituse projekteerimine lõputööna .....	34

## 1. KOKKUVÕTE TEGEVUSTEST JA TÖÖS OLULISEST

Soovite kaitsta lõputööd. Olete läbinud vajalikud õpingud või tegelete nendega, olete hea spetsialist, teil on huvi ja aega, kirjutate sisukalt ja korrektselt. Olete tutvunud ka TTÜ ja tarkvarateaduse instituudi lõputööde kohta käivate määruste ja materjalidega. Kas sellest piisab? Mitmed lõputööde kaitsmised näitavad, et ei piisa. Tihti hinnatakse muidu väga head tööd halvemini, kuna see näiteks ei sisaldanud selget ülevaadet autori tulemustest, ei vastanud vormistusnõuetele, oli segaselt kirjutatud, kaitsmine oli ebakindel jms. Kõike seda saab vältida või parandada.

*Märkus: see materjal on täiendus TTÜ ja Tarkvarateaduse instituudi määrustele ja infomaterjalidele, mida tuleks kõigepealt arvesse võtta. Teiste instituutide õppejõudude vaade võib siintoodust erineda.*

### 1.1 Kokkuvõtte tegevustest

Vaja on vähemalt järgmisi tegevusi.

1) **Teema ja pealkirja valik ja kooskõlastamine** – toimub juhendaja konsultatsiooniaegadel. Lepitakse ka kokku, kas tegemist on **projekti, uurimuse** või **nende kombinatsiooniga** ning selles, mis võiksid olla **töö eesmärgid, pealkiri ja autori tulemused** (vt jaotis 2).

2) **Töö üldvaate kooskõlastamine**. Esitatakse kaks dokumenti: **ülesande püstitus** ning **töö struktuur**. Needki arutatakse läbi juhendaja konsultatsiooniaegadel. Soovitav tähtaeg – hiljemalt 10% kraadiõppe kestvuse möödumisest.

**Kokkuvõtte** (ülesande püstitus, pikkusega üks, maksimaalselt kaks lehekülge) sisaldab vähemalt järgmist:

- autori nimi, õppekava ja selle maht, planeeritud kaitsmise tähtaeg;
- töö pealkiri;
- probleem või väide, eriti uurimuse puhul;
- töö eesmärgid ja alamsihid;
- töö laad (uurimus/projekt);
- töö lugejad ja huvigrupid;
- kasutatavad meetodid;
- eeldatavad autori tulemused, nende hindamine/testimine ja rakendamine;
- kuidas tulemusi hinnatakse / testitakse?
- kuidas tulemusi hinnatakse / testitakse?
- tööplaan;
- väitekirja keel (valige keel, mida valdate kõige paremini);
- materjalid, lingid.

**Töö struktuur** sisaldab jaotiste pealkirjade kahte ülemist taset (sealhulgas ka lisad).

3) **Doktorantidele – vähemalt kolme nõutaval tasemel artikli avaldamine**.

Täpsemalt artiklitest, publitseerimisest ja avaldamise ajakavast vt jaotist 7.10.

4) **Töö täisversiooni prototüübi koostamine ja kooskõlastamine**. Esitatakse **töö täisversiooni esialgne variant**. Töö arutatakse läbi juhendaja konsultatsiooniaegadel. Soovitav tähtaeg – hiljemalt 60% kraadiõppe kestvuse möödumisest. Töö peab vastama järgmistes alajaotistes toodud nõuetele.

- 5) **Doktorandidele, võimalusel ka magistrandidele – Ettekanne.** Töö **kantakse ette seminaril**. Soovitav tähtaeg – seminari toimumise aegadel, enne lõppversiooni esitamist juhendajale.
- 6) **Doktorandidele, võimalusel ka magistrandidele –Töö lõppversiooni esitamine retsensentidele tagasiside saamiseks.** Et vähendada ootamatusi kaitsmisel, **esitatakse töö eeldatavatele retsensentidele**. Kui on vaja tööd täiendada, siis tehakse seda. Soovitav on hakata kaitsma tööd, mille kohta on teada retsensentide positiivne hinnang.
- 7) **Töö lõppversiooni esitamine juhendaja arvamuse saamiseks.** Esitatakse **kõidetud lõppversioon** (variant: lõplik pdf-versioon, mis väljaprintimisel ei muutu), mille põhjal saab kirjutada juhendaja arvamuse. Soovitav tähtaeg – hiljemalt üks nädal enne juhendaja arvamuse esitamise tähtaega instituudile.
- 8) **Ettevalmistused kaitsmiseks ja kaitsmine** – kui kõik eelnev oli korras, siis kaitsmine on lihtne. Kontrollige eelnevalt, et ettekande pikkus mahuks ajaliselt lubatud piiridesse, laske retsensentidel oma jutt lõpuni rääkida ja kaitske viisakalt oma seisukohti, kui selleks on vajadust. Võtke kaitsmist kui meeldivat vaheldust argirutiinile. Veidi vedamist on ka vaja, eriti ebastandardsete /uurimuslike tööde puhul, mille hindamiseks puudub pikem praktika ja kogemus. Edu!

## 1.2 Kontrollige enne töö täis- ja lõppversiooni üleandmist

Kontrollige järgmist (edasistes jaotistes täpsemalt lahti kirjutatud).

- 1) Töö eesmärgid on selged ja ilmutatult eraldi lõigus esitatud (sealhulgas kokkuvõttes), eriti ebastandardsetes töödes.
- 2) Töö läbiv loogika on jälgitav alates algusest (pealkirjast) kuni lõpuni (miks saadi need järeldused?).
- 3) Tulemused on **esiteks** piisavad ja **teiseks** selgelt välja toodud. Eriti uurimissuunalistes või ebastandardsetes töödes tuleb tulemused selgelt esitada töö kokkuvõtetes (soovitavalt ka iga peatüki kokkuvõtvast osas) eraldi vastava pealkirjaga jaotises, nt „Käesoleva töö tulemused on:“, millele järgneb loetelu. Doktorandidel tuleks eraldi jaotises välja tuua põhitulemused (väike arv, nt 3–5 tulemust).
- 4) Tulemused on piisavalt põhjendatud, sealhulgas graafilise ja arvulise materjali ja analüüsiga. Tehniliste lahenduste kirjeldus on esitatud professionaalse meetodika ja formalismi kaudu. Vaid sõnaline töö võib meie erialal osutada vähe veenvaks. „Ma arvan nii“ pole piisav põhjendus.
- 5) Tulemusi andvad osad peaksid hõlmama suurema osa töö mahust.
- 6) Töö on loetav.
- 7) Töö struktuur vastab TTÜ ja tarkvarateaduse instituudi nõuetele ja kõik vajalikud osad on olemas. Kasutage lõputöö malli.
- 8) Viitamine on olemas ja korrektne, vt ka instituudi materjalid. Lühidalt: iga refereeritud väide tuleb viidata kohe peale refereeritud teksti. Kui kogu (ala)peatüki tekst põhineb ühel allikal, võib selle viite panna (ala)peatüki ette eraldi lausesse. Iga sõnasõnaline teksti koopia tuleb panna jutumärkidesse ja kohe selle järel peab olema viide.
- 9) Tekst on spelleriga üle kontrollitud.

- 10) Tavaline bakalaureusetöö pikkus on 50–60 lk, magistritööl 60–70 lk, doktoritöödel soovitatavalt 100 lk piires.
- 11) Tiitelleht on õigesti vormistatud ning ilma vigadeta (torkab kõigepealt silma).

## 2. TÖÖ EESMÄRGID, LAAD, TEEMA, PEALKIRI, TULEMUSED

**Eesmärkide, teema ja pealkirja** valik ja kooskõlastamine toimub juhendaja konsultatsiooni-aegadel. Teema tuleks päris alguses paika panna. Teemat pole eriti soovitatav muuta, sest see võib venitada töö valmisaamist. Pealkirja võib muuta. Alustamise tegevusi saab läbi arutada konsultatsiooniaegadel.

Lepitakse ka kokku, kas tegemist on projekti, uurimuse või nende kombinatsiooniga ning see, mis võiksid olla autori tulemused.

### 2.1 Töö eesmärgid

Töö eesmärgid tuleb esitada selgelt ja ilmutatult eraldi jaotises ja vastava pealkirjaga, nt „Töö eesmärgid on:“, millele järgneb loetelu. Eriti oluline on see ebastandardsete tööde korral.

### 2.2 Töö laad: projekt, uurimus, nende kombinatsioon

#### 2.2.1 Tavaline maja või super(@kuur (ja lugejale arusaadav)

Lõputöö peaks näitama, et lõpetaja on oma eriala ekspert – seda iseloomustavad muu hulgas kolm omadust/tunnust: teema maht, teema keerukus ja esituse arusaadavus.

Teema maht on selge näitaja. Kui projekteeritav objekt on nii mahukas, et ainult programmeerimisega ei tule toime, siis on selge, et tuleb süsteemi projekteerida ja lõputöö näitab, kuidas lõpetaja oskab seda teha. Analoog ehitusega: primitiivse kuuri võib ka erihariduseta kokku klopsida, kuid elumaja ei hakata tegema ilma projekteerimiseta, sest edaspidised parandused läheksid liiga kalliks. Projekti vajadus on siin ilmselge, seega ka lõputöö ülesande vajadus.

Teema keerukus - ka väikesemahulist tööd võib teha väga leidlikult ja põhjalikult, nii et ta annab välja lõputöö mõõdu. Analoog ehitusega – (tööriista)kuuri võib väga ilusti disainida, panna sinna sisse automaatikat, isegi võtta sellele patente jms.

Väikesemahulise ja nutika teema jaoks on aga raskem leida motivatsiooni kui suure ja tavalise jaoks – tekib kiusatus teha väike ja tavaline asi, milleks ülikoolis omandatud teadmisi vaja ei ole (näiteks, ülikoolis omandatud teadmisi pole eriti vaja rohmaka kuuri kokkuklopsimiseks, lihtsa programmi kirjutamiseks või ilma eelneva metoodikata testimiseks). Selline teema ei anna ka lõputöö mõõtu välja.

Seega, praktilise meelelaadiga inimesel, kes soovib lahendada selgeid ülesandeid, on mõtet – eriti bakalaureusetöös – valida „tavaline maja“ – projekt, mille puhul selle maht põhjendab projekteerimise vajadust.

Otsiv ja uuriv lõputöö võib olla ulatuselt väike, kuid siis tuleb uurida teemat sügavuti.

Aeg-ajalt tuleb ette ka super@maja projekte – see võiks olla lõputöö ideaal.

Võimalikud variandid võtab kokku järgmine tabel.

	„Lihtne“ teostus	„Nutikas“ teostus
„Kitsas“ teema	„Algeline kuur“. Näitab ebapiisavalt kvalifikatsiooni, sobib halvasti lõputööks	"Super@kuur". Nõuab tavaliselt uurimist, eeldab huvi, motivatsiooni vms
„Mahukas“ teema	„Elumaja projekt“. Selge vajadus projekteerimise järele	„Katedraal“, „tark maja“, super@maja jne.

Igal juhul tuleb lõputöö esitada loetavalt. Üsna tihti tuleb ette lõputöid, mille puhul on tehtud palju tööd, kuid seda pole võimalik näha või see on segaselt esitatud.

Tihti on „mahukas“ teema seotud pigem projekteerimisega, „nutikas“ lahendus – pigem uurimisega. Siit jõuame järgmise jaotise küsimuseni: projekt, uurimus või nende kombinatsioon?

### 2.2.2 Projekt, uurimus või nende kombinatsioon?

Kohe töö alguses on soovitatav aru saada, kas tegemist on projekti, uurimuse või nende kombinatsiooniga. Nagu ütleb nimigi, projekti puhul projekteeritakse (luuakse) midagi, uurimuse puhul uuritakse midagi.

Kui lõputöö on projekt, siis peaks see näitama lõpetaja professionaalsust. Muu hulgas tuleks teha töö kindla meetodika järgi ning meetodikale tuleb viidata või seda kirjeldada kui meetodika ei ole üldtuntud. Meetodika valik ja valiku põhjendus võib olla töö oluline osa. Meetodika puudumine on meetodika, mida tuleb põhjendada.

Süsteem võib olla väga hea, kuid kui aga see ei ole töös nähtav, võib kaitsmise tulemus olla nigel. Bakalaureusetöös muutub tase tihti nähtavaks tänu spetsialisti tasemel tehtud arendustööle (spetsifikatsioon, analüüs, projekt, testimine jne; tehakse muidugi ka väga häid uurimuslikke bakalaureusetöid). Magistritöös peab lisanduma uuriv, analüüsiv, võrdlev, modelleeriv lähenemine, doktoritöös – uudse ülesande püstitus ja lahendamine.

Uurimissuunalise töö eelduseks on teadvustatud, sõnastatud ning ka teistele huvitavad küsimused, millele töö peab andma vastuse („väitekirjal peab olema väide“ – eriti doktoritöös). Sõnastage need küsimused sissejuhatuses ja/või esimeses peatükis, kindlasti ka kokkuvõttes.

Töö eesmärk võib siis olla näiteks mingi meetodi täpsustamine/uurimine/loomine, mingi uue ainevaldkonna analüüs vms. Kui tegeldakse uute meetoditega või vanade täiustamisega, tuleks uurida erinevaid võimalusi, pakkuda neist parim, põhjendada oma valikuid ning näidata, mis on uues lähenemises parem kui varasemates. Siin on oluline viidata kasutatud allikatele – ükski meetod pole päris uus ning oluline on vahet teha, mis on üle võetud ja mida on lisatud.

On võimalik ka kombineeritud töö, milles algul täpsustatakse meetodit (uurimus), siis kasutatakse täpsustatud meetodit projekti läbiviimisel (projekt).

Kuidas valida? Ebestandardsed/uurimuslikud tööd võivad olla huvitavamad ja võivad näida kergemad. Kuna aga need on ebestandardsed ja nende jaoks ei ole ühtset hindamise kogemust, on siin suurem risk väärarvamiseks hindamisel.



See pole vaid lõputööde probleem – teaduse ajaloost on teada pikk loetelu geeniustest, kes koolis edasi ei jõudnud või sealt isegi välja visati. Projektide puhul on standardid ja kogemus hindamiseks aja jooksul välja kujunenud.

Oma ala eksperdi jaoks ei ole see enamasti probleem, kogemus on kaitsmisel näha (reeglina saaks selline ekspert väga hästi hakkama ka standardse projekteerimise tööga, kuid ebarutiinne on talle huvitavam või praktiliselt olulisem).

Need, kes tahavad kaitsmisel saada suurepärasest tulemust, võivad arvestada järgmise reeglina: valida uurimissuunaline töö, kui **esiteks** – eelistate seda tungivalt mingil põhjusel ja **teiseks** – olete kindel, et suudaksite teha ka suurepärase projekti.

## 2.3 Töö teema

Näiteid ebastandardsetest teemavalikutest on toodud järgnevates alajaotistes ja lisades.

### 2.3.1 Uurimusliku töö teema valikust

Uurimuslikul töö peaks olema selge eesmärk. Millist probleemi lahendatakse? Milleks seda tööd tehakse? Kellele on tulemused vajalikud? Kes on töö kasutaja? Mis on oodatavad põhitulemused?

Kui tegemist on analüüsiga (nt mingi ainevaldkonna tarkvarasüsteemide analüüs), siis tavaliselt tuleks seda analüüsi kuidagi kitsendada. Näiteks on finantsvaldkonna süsteemide võrdlust maailmas palju tehtud ning seda teemat tuleks kitsendada, võttes arvesse konkreetse asutuse vajadusi, mingit spetsiifilist kasutajate gruppi vms.

Mõistlik kitsendamise laad sõltub töö eesmärgist ja oodatavast kasutajast.

### 2.3.2 Süsteemi valik kui lõputöö teema – mitmesugused variandid

Üha rohkem tehakse mitte niivõrd arenduse, kuivõrd süsteemi valiku töid – on antud olukord ja alternatiivid, leida ning rakendada sobiv süsteem. Ka lõputöö teema võib olla mingi süsteemi valik ja rakendamine oma ettevõttes. Võib valida suurema mahuga või vähem tuntud süsteeme, näiteks kaughalduse, testimise või andmelao tarkvara. Eripära on selles, et faasid, mis tavalistes töodes on suure osakaaluga (nt süsteemi analüüs ja detailne projekteerimine) on siin minimaalsed, kuid juurde tuleb olemasoleva tarkvara analüüs ja võrdlus. Kuna viimane on tihti väiksema mahuga kui traditsiooniline analüüs/projekteerimine, tuleks siin kasutada veel kas laiemat teoreetilist võrdlust, projektiplaani või muid artefakte.

Tööd võib teha mitmes loogikas, mille kohta toome näiteid. Süsteemi valiku ja hanke projekt, sobib rohkem bakalaureusetöök – näide:

- kirjeldatakse olukorda, probleemi, vajadusi
- püstitatakse nõuded hangitavale süsteemile (millega tegeleme? milliseid omadusi on vaja? mille põhjal valida? kui olulised need omadused on?)
- kirjeldatakse võimalikke süsteemide variante
- kui võimalikke valiku alternatiive on üle kolme, siis tehakse kõigepealt valik (2–3 süsteemi)
- analüüsitakse valitud süsteemide vastavust ja sobivust (kasutades näiteks omaduste tabelleid, kus on antud ka olulisuse tase vms), tehakse eksperimente jne

- tehakse lõplik valik
- hinnaakse ja /või testitakse lahendust
- põhitulemused: **esiteks** – lahendus oma ettevõtte jaoks, **teiseks** – valiku protseduur ja kogemused teistele kasutamiseks

Tarkvara valiku ja hanke projekt, arendustöö komponentidega – sobib rohkem bakalaureuse-tööks – näide:

- püstitatakse nõuded
- valitakse tarkvara
- tehakse projektiplaan
- viiakse projekt läbi
- testitakse / hinnatakse
- põhitulemused – tehtud arendustööde tulemused

Uurimuse ja projekti kombinatsioon, mis võib sobida magistritööks:

- valitakse laiem rakendusala, nt Eesti avaliku sektori asutused või väikefirmad
- tehakse põhimõtete ja süsteemide uuring, luuakse valiku kriteeriumid/protseduur selle rakendusala jaoks
- loodud protseduuri/kriteeriume kasutatakse konkreetse süsteemi valikuks: püstitatakse nõuded valitavale süsteemile, selgitatakse alternatiivid, analüüsitakse vastavust jne
- hinnatakse loodud protseduuri/kriteeriume: kas saab põhjendada, et need sobivad valitud rakendusale?
- põhitulemused: **esiteks** – loodud konkreetne süsteem, **teiseks** – on loodud protseduur teatud rakendusale ja läbi viidud valik lähtudes loodud protseduurist

Uurimus eelnevate projektide põhjal, võib sobida magistritööks:

- pakutakse välja töö rakendusala – kellele seda tööd võib vaja minna
- analüüsitakse ja üldistatakse oma varasemaid kogemusi (nt kogemused ülemineku kohta veebiteenustele suuremas ettevõttes), saades tulemuseks nt valiku või ülemineku meetodika, tarkvaraplatvori, soovitusel (*best practice*), tulude/kulude hinnangud, SWOT analüüsi vms valitud rakendusale
- rakendatakse tulemusi oma ettevõttes
- põhitulemused: **esiteks** – rakendatud tulemus, **teiseks** – loodud protseduur teatud rakendusale ja läbi viidud valik

Jaotises 9 on näiteid konkreetsetest temadest.

### 2.3.3 Referaat lõputööna võib (võib-olla) sobida vaid väga uue ja kuuma teema puhul

Bakalaureusetööks võib teha pakutud ülevaate mingist IT-ga seotud temast, kuid bakalaureusetöö peaks siiski näitama, et lõpetaja oskab omandatud teadmisi praktiliselt rakendada.

Kui teema on täiesti uus ja väga aktuaalne (viimaste kuude läbimurdeala), siis võib hästi kirjeldatud bakalaureusetöö sellist oskust demonstreerida. Selline valik on siiski riskantne ja ei pruugi anda head tulemust kaitsmisel.

## 2.4 Autori tulemused

### 2.4.1 Tulemuste olulisus ja nende esitamine

Autori tulemused on kõige olulisem osa lõputööst, sest eelkõige nende järgi hinnatakse, kas töö on vajalikul tasemel. Seega peavad nad **esiteks** – olemas olema ja **teiseks** – olema selgelt esitatud ja töös välja toodud.

NB! Eriti uurimissuunalistes või ebastandardsetes töödes on vajalik tulemuste selge esitamine töö kokkuvõtetes (soovitavalt ka iga peatüki kokkuvõttes osas) eraldi vastava pealkirjaga jaotises, nt „Käesoleva töö tulemused on:“, millele järgneb loetelu. Kui seda pole tehtud, võivad tulemused jääda retsensendi või komisjoni jaoks segaseks. Ka peale sellist väljatoomist võib tekkida arutelu teemal, kas need on ikka tulemused või kas need on piisavad, kuid siis on vähemalt, mida arutada.

Tulemused peaksid olema piisavalt põhjendatud, nii graafiliselt kui ka arvulise analüüsiga. Tehniliste lahenduste kirjeldus peaks olema esitatud professionaalses metoodikas ja formalismis. Vaid sõnaline töö võib meie erialal osutada vähe veenvaks.

**Tulemusi esitavad osad peaksid hõlmama suurema osa töö mahust.** Kui see pole nii – töö põhiosa moodustav tekst võib olla väga huvitav, aga ta ei seostu töös toodud eesmärkide ja tulemustega –, võib rääkida tulemuste ebapiisavusest või põhjendamatuses. Võimalikuks lahenduseks oleks siis kas ebavajaliku osa vähendamine või eesmärkide ja tulemuste muutmise.

### 2.4.2 Tulemused ja mitte-tulemused

Mis on lõputöös autori tulemused ja mis ei ole? **Projekti korral on selge – kui projekt on autori töö ja professionaalselt koostatud, siis on see enamasti ka autori tulemus. Uurimuse või kombineeritud töö korral on asi segasem.** Järgnevalt on toodud näiteid oma tulemuste kohta uurimissuunalises töös.

- Süsteemide või meetodite võrdlus lähtudes kindlatest eesmärkidest või nõuetest.
- Süsteemi või metoodika kohandamine (kelle?) vajadustele.
- Metoodika täiustamine.
- Mingi täiesti uue tehnoloogia alane uurimus koos selle rakendatavuse või tasuvuse analüüsiga.

Näited tulemuste kohta, mida võidakse alahinnata.

- Palju väikesi tulemusi, eriti kui nende hulgas on segamini uurimis- ja projektitulemused, võivad jääda arusaamatuks. Parem on väiksem arv tugevamaid tulemusi.
- Arusaamatult esitatud, liiga detailseid või liiga tehnilisi tulemusi võidakse samuti ignoreerida. Näiteks programmikood lõputöös võib olla pigem mingeid seisukohti illustreeriv, kuid enamasti on seda raske arvestada tulemusena.

Näiteid mitte-tulemuste kohta.

- Võõra süsteemi kirjeldus või sellise kirjelduse tõlge pole enamasti autori tulemus.
- Võõraste ideede refereering või tõlge pole enamasti autori tulemus
- Mitte IT-valdkonna probleemide tehniline, ajalooline, äriline või muu aspekti kirjeldus pole enamasti tulemus IT valdkonna lõputöös. Kui need on uued tulemused, tuleks neid kaitsta vastava eriala kaitsmiskomisjoni ees.

- Koostatud ülevaade mingist alast (kui see pole just viimase poole aasta jooksul kerkinud väga kuum teema) pole enamasti piisav tulemus lõputöös

Samuti tuleks ka – eriti teoreetilisemat laadi tulemuste korral – märkida tulemuste potentsiaalsed kasutajad.

#### **2.4.3 „Mulle oli huvitav“ ei pruugi olla piisav lõputöö põhitlemus**

On väga oluline, et töö oleks tegijale huvitav, eriti, kui on tegemist uurimusega.

Põhitulemusena on see siiski lõputöös väheveenev (miks?). Pigem oleks vaja tulemust „meil (firmal, asutusel, valdkonnal, riigil, ...) on sellised vajadused või huvi, töös on analüüsitud võimalusi ja pakutud välja sellised meetodid, vahendid, projekt, ...“. Projekti puhul tehakse sisuliselt sedasama.

### 3. LÕPUTÖÖ ÜLDVAADE: ÜLESANDE PÜSTITUS JA LÕPUTÖÖ STRUKTUUR

Töö üldvaate kooskõlastamiseks esitatakse kaks dokumenti: **ülesande püstitus** ning **lõputöö esialgne struktuur**. Need dokumendid arutatakse läbi juhendaja konsultatsiooniaegadel. Soovitav tähtaeg – hiljemalt 10% kraadiõppe kestvuse möödumisest.

See on oluline, saamaks aru lõputöö suunast ning vältimaks tegija asjatut ajakulu. Päris palju on olnud näiteks juhuseid, kus autor kirjeldab alguses pikalt süsteeme või meetodeid, kuid kui aga hakata arutama, mida sellest kasu oli, selgub, et koostatud materjal ei andnud töö seisukohast midagi – ei olnud ei projekti- ega ka uurimistulemus – ning lõputööd tuleb alustada sisuliselt uuesti.

#### 3.1 Ülesande püstitus

Ülesande püstitus (üks, maksimaalselt kaks lk), sisaldades vähemalt järgmist.

- Autori nimi, õppekava ja selle maht (nt 4+2, 3+2), planeeritud kaitsmise tähtaeg
- Lõpuöö pealkiri
- Probleem või väide – eriti uurimuse puhul
- Lõpuöö üldine eesmärk ning sellest tulenevad alamsihid
- Lõpuöö laad – projekteerimine? uurimistöö? muu? Kuidas töö on seostatav analoogsete töödega mujal, seda eriti uurimuse puhul.
- Lõpuöö lugejad ja huvigrupid – kelle jaoks on töö huvitav ja kasulik, kes on töö eeldatav lugeja (peale retsensendi ja kaitsmiskomisjoni)?
- Millised on kasutatavad meetodid, formalismid (nt skeemid, diagrammid) ja vahendid (nt CASE- vahendid) – st, kuidas antud töö veenab lugejaid, sealhulgas kaitsmiskomisjoni, et tegemist on IT eriala professionaaliga?
- Eeldatavad autori tulemused, seda eriti uurimuse ja samuti ühisprojekti puhul. Kus ja kuidas tulemusi rakendati/rakendatakse/ saab rakendada (nt maailmas, Eestis, firmas).
- Kuidas tulemusi hinnatakse / testitakse?
- Tööplaan
- Väitekirja keel (NB! valige keel, mida valdate kõige paremini)
- Materjalid, lingid

Kui lõputöö on valmis, saab sellist ülesande püstitust kasutada mitmes kohas nagu näiteks ülikoolis nõutud ülesande püstituses, lõputöö sissejuhatuses ja kokkuvõttes.

#### 3.2 Lõpuöö esialgne struktuur

Töö sisuline struktuur sisaldab pealkirjade kahte ülemist taset (sealhulgas ka lisad). Uuriv töö peaks sisaldama mingi probleemi (väite), meetodika selle väite tõestamiseks või ümberlükkamiseks, põhjenduse ja järeldused. Väga hea, kui on olemas järeldusi toetav realisatsioon. Projekti puhul võiks olla esitatud vähemalt kolm põhitulemust või vaadet (tehis, *artefact*). Töö orienteeruvaid sisusid (sisukordi) on toodud allpool ja jaotise 9 lisades.

## 4. TÖÖ TÄISVERSIOON

Esitatakse töö täisversiooni esialgne variant. Töö arutatakse läbi juhendaja konsultatsiooni-aegadel. Soovitatav tähtaeg – hiljemalt 60% kraadiõppe kestvuse möödumisest.

### 4.1 Nõuded tööle

Töö peab rahuldama järgmisi nõudeid.

- Töö eesmärgid on selged ja ilmutatult eraldi lõigus esitatud (sealhulgas kokkuvõttes), seda eriti ebastandardsete tööde korral.
- Tulemused on **esiteks** – piisavad, **teiseks** – selgelt välja toodud, **kolmandaks** – vastavad eesmärkidele ja lahendatavatele probleemidele. Eriti uurimissuunalistes või ebastandardsetes töödes tuleb tulemused selgelt esitada töö kokkuvõtetes (soovitatavalt ka iga peatüki kokkuvõttes osas) eraldi vastava pealkirjaga jaotises, nt „Käesoleva töö tulemused on:“, millele järgneb loetelu.
- Tulemused on piisavalt põhjendatud, sealhulgas graafilise materjali ja arvulise analüüsiga. Tulemusi andvad osad peaksid hõlmama suurema osa töö mahust. Tehniliste lahenduste kirjeldus on esitatud professionaalses metoodikas ja formalismis. Vaid sõnaline töö võib meie erialal osutada vähe veenvaks.
- Töö on loetav.
- Töö struktuur vastab TTÜ ja tarkvarateaduse instituudi nõuetele, kõik vajalikud osad on olemas. Muuhulgas, kui töö ei ole eesti keeles, siis on olemas eestikeelne kokkuvõte koos eestikeelse pealkirja ja autori nimega jne.
- Viidatakse korrektselt kõigile materjalidele, mida töö autor on kasutanud.
- Töö on spelleriga üle käidud.
- Tiitelleht (on õigesti vormistatud ning ilma vigadeta – see torkab kõigepealt silma).
- Tavaline bakalaureuse- või magistr töö pikkus on 50–70 lk.

Sellise varajase täisversiooni puudumine on mitmel juhul viinud selleni, et kuni viimase hetkeni pole näiteks töö kokkuvõtet, sisukorda, isegi pealkirja.

Tähtaja lõpus kiirustades tehakse seal vigu. Need on aga olulised osad, mida märgatakse kõigepealt ja mille vilets teostus torkab kohe silma. Tulemuseks on madalam hinne muidu hästi tehtud tööle.

NB! Kasutage algusest peale lõputöö malli, siis seda ei juhtu.

### 4.2 Mida panna lõputöösse, mida mitte?

Töö peaks olema loetav. Üldiselt ei ole väga detailsed spetsifikatsioonid, kasutajajuhendid, testid jne eriti hästi loetavad. Ka programmi tekstide/koodide otsest lülitamist lõputöösse ei soovitata. Seepärast tuleks selliste osadega olla ettevaatlik – pigem esitada nende kirjeldus, vajadusel panna detailsed ja raskesti kirjeldatavad osad lisadesse.

Tulemused peaksid olema piisavalt põhjendatud, sealhulgas graafilise materjali ja arvulise analüüsiga. Tehniliste lahenduste kirjeldus peaks olema esitatud professionaalses metoodikas ja formalismis. Vaid sõnaline töö võib meie erialal osutada vähe veenvaks.

### 4.3 Töö orienteeruv sisu

Töö koostisosad ja elemendid - vt instituudi juhendeid ja lõputöö malli.

### 4.4 Töö vormistamine ja õigekiri

Töö õige vormistamise tagab vastavas keeles lõputöö malli kasutamine.

Kui töö kirjutatakse mõnes muus keeles, mitte eesti keeles (nt inglise, vene), siis tuleb lisada ka eestikeelne kokkuvõte, mis pannakse töö lõpus asuvate lisade ette. Eestikeelses kokkuvõttes on ka töö eestikeelne pealkiri ja autori nimi.

Üha rohkem pööratakse lõputööde juures tähelepanu emakeele õigele kasutamisele ja kirjutamise stiilile.

Lõputöö kirjutamisel tuleb muu hulgas silmas pidada järgmist:

- õigekiri
- suured algustähed
- lauseehitus
- käänamine, pööramine
- lühendid – lühendid tuleks lahti kirjutada ning vajadusel viidata

Mitmete küsimustele saab abi veebist Eesti Keele Instituudi lehelt <http://keeleabi.eki.ee/>

Nt [lühendid](#) – lühendid tuleks lahti kirjutada ning vajadusel viidata.

Allpool on mõned lihtsad õigekirja- ja stiilivigade näited. Kas oskate öelda, mis on viltu? Kas eesti keele speller avastab neid? Miks/miks mitte?

- Mis on Süsteemiarendus?
- Süstemis on üle 20000 ettevõtte
- Probleemidest lähtuvalt teostas töö autor olukorra analüüs
- Neljandas pealtükis on järgnevad osad
- Tootjapoolne support oli puudulik
- Töös kirjeldan valgustussüsteemi väljavalimiseks või ruumi optiliste omaduste seiskohalt õigeks sisustamiseks kasutatavale tarkvarale esitatavaid nõudmisi üldiselt ning kindlasti samal ajal pealiskaudselt ning võiks öelda näitlikult, et vältida piiranguid süsteemi ulatusele
- Vigade protsessimine on projektis hästi realiseeritud
- Rahasikuregistris on väärtuslikud andmed
- See protseduur ketrab liiga kaua
- Paljud firmad pakkuvad oma teenuseid internetis

#### **4.5 Teiste materjalidele viitamine ja kopeerimine**

Viitamise tehnikad on kirjeldatud tarkvarateaduse instituudi materjalides.

#### **4.6 Kuidas kirjutada tööd, mida võidakse madalamalt hinnata**

- Tehke kirjavead tiitellehele (ülikooli või teaduskonna nimi, töö pealkiri jne). Jätke töö spelleriga üle kontrollimata. Jätke välja olulised osad (nt eestikeelne pealkiri või kokkuvõtte)
- Ärge kirjutage oma töö eesmärke või pange nad kusagile teiste tekstide vahele
- Ärge kirjutage, mis on teie töö tulemus või pange tulemuste loetelu märkamatuks alumise taseme alajaotisse
- Esitage töö osad, mis annavad tulemusi, väikeses mahus – näiteks alla poole töö kogumahust (ülejäanud osad võivad seejuures olla väga huvitavad, aga nad ei anna töös esitatud tulemusi)
- Ärge eristage oma tulemusi teiste tulemustest, eriti – ärge pange töösse kirjanduse loetelu
- Ärge pange töösse jooniseid, arvulisi põhjendusi, hinnanguid
- Kopeerige materjalid veebist, näitamata autorit
- Ärge mõelge sellele (ja ärge seda ka töös avaldage), miks te tööd kirjutate ja millistele küsimustele see töö peab vastuse leidma
- Ärge kirjutage, kellele see töö on huvitav
- Programmeerige rakendus ning pange programmi kirjeldus lõputöök



## **5. ETTEKANNE JA TÖÖ LÕPPVERSIION**

### **5.1 Ettekanne seminaril**

Lõpuööst tehakse ettekanne, mis esitatakse seminaril. See on kohustuslik doktorantidele, aga ka magistrantidel on soovitatav teha ettekanne oma arengu hindamiseks ja tagasiside saamiseks. Soovitatav tähtaeg – seminari toimumise aegadel, enne lõppversiooni esitamist juhendajale.

Lisaks ideede ja hetkeseisu hinnangule võimaldab seminariettekanne praktiseerida esinemist, tundmaks end kaitsmisel rahulikuna ja valmistada ennast ette võimalike ootamatute küsimuste jaoks.

### **5.2 Töö lõppversiooni esitamine juhendajale**

Juhendajale esitatakse töö köidetud lõppversioon (variant – lõplik pdf-versioon), mille põhjal saab juhendaja kirjutada arvamuse. Soovitatav tähtaeg – hiljemalt üks nädal enne juhendaja arvamuse esitamise tähtaega instituudile.

Variandid, kus esitatakse elektrooniline või köitmata versioon, on tihtipeale viinud viletsatele tulemustele. Näide: juhendajale esitatud versioon oli korrektne, kuid lõplikul printimisel on muutunud sisukorra ja jaotiste numeratsiooni valeks. Kaitsmiskomisjon ei saa kahjuks panna sellisele tööle maksimaalset hinnet – sõnaliselt „suurepärase“!

## **6. ETTEVALMISTUSED KAITSMISEKS JA KAITSMINE**

Infot tööde vormistuse, kaitsmiste jne kohta saab tarkvarateaduse instituudi kodulehelt.

### **6.1 Ettekanne ja vastused**

- Hinnake ettekande aega, jagage aeg slaidide vahel ära, tehke enne kaitsmist prooviettekanne (soovitav kuulajatele), vältimaks olukorda, kus kaitsja on parajasti lõpetamas sissejuhatust ja komisjoni esimees ütleb: „Teile on jäänud veel üks minut“.
- Kui retsensendil oli kaalukaid küsimusi või vastuväiteid, võib nendele vastamiseks teha eraldi slaidid. Lisaks võib ettekandes rõhutada olulisi osi, kuid siiski peaks ettekande põhisehiks olema töö ülevaate andmine.
- Vastused retsensendile. Kui retsensendil oli õigus, on väga soovitatav seda öelda, kui mitte, siis tuleks viisakalt ja julgelt kaitsta oma seisukohti.
- Vastused komisjonile – sama mis eelmine.

## 6.2 Töö hindamine

Töö eelnev hindamine:

- lõpphinne sõltub kaitsmiskomisjoni lõpphinnangust, mõningal määral ka retsensendi / juhendaja hinnetest
- retsensendi hinde kriteeriumid on tarkvarateaduse instituudi kodulehel
- juhendaja hindab sisuliselt samade kriteeriumide järgi, võttes muu hulgas arvesse ka eelnevates jaotistes toodud nõuete täidetust

Lõputöö hindamisel arvestab kaitsmiskomisjon:

- töö sisulist taset ja tulemusi – kas lõpetaja on eriala spetsialist? (bakalaureusetöö näide: kui töökohast on püstitatud eriala seisukohast oskamatu lähteülesanne, mida töös tuleb realiseerida, siis lõpetaja peaks pakkuma ka oma lahenduse ning põhjendama tehtud valikuid)
- töö struktuuri, arusaadavust, loogilisust (näide: püstitatud eesmärgid, välja toodud tulemused)
- töö vormistust (näiteks ka kirjavigu, sealhulgas tiitellehel)
- kaitsmise taset (edukast kaitsmisest võib sõltuda päris palju)

Kaitsmiskomisjon arvestab retsensendi ja juhendaja arvamusi, kuid on oma hinnangus iseseisev. On olnud lõputöid, mille lõpphinne erines tunduvalt retsensendi ja juhendaja pakutud hinnetest.

## 6.3 Tüüpilisi puudujääke kaitsmisel

- töö esitatakse liiga hilja
- ülesanne on töö juurest püstitatud viletsalt ning autor on jätnud oma lahenduse, põhjendused ning analüüsi esitamata
- kaitsmisettekanne on ebaülevaatlik, liiga kitsas, ei ava töö tausta ja sisu, läheb ajapiiridest välja (nt kaitsja räägib enamiku ajast sissejuhatust)
- kaitsmine (ettekanne, vastused küsimustele jms) pole tasemel, nt kaitsja eitab selgeid probleeme, katkestab retsensenti või ei suuda küsimustele vastata

## **7. DOKTORANDIDELE (LISAKS EELNEVALE)**

### **7.1 Kas ja millal astuda doktorantuuri?**

Enne doktorantuuri astumist tasub läbi mõelda selle eelised ja probleemid. Halvem on, kui probleemid selguvad pärast. Eelised – kas neid on nii palju kui näib? Doktorikraadi mõju sõltub tugevasti töökohast (on näiteks vajalik töötades ülikoolis). Uusi asju saab uurida ka ilma doktorantuurita.

Probleemid – doktorantuur nõuab väga palju aega ja pühendumust umbes viie aasta jooksul. Pakuks esimeses lähenduses, et tuleks arvestada vähemalt pool tööaega ehk 20 tundi nädalas puhast doktoritööle pühendatud aega (mitte muu töö aega, millel võib olla seost doktoritöö teemaga) viie aasta jooksul, 50 nädalat aastas. Kas seda aega on või kas saaks seda kulutada mõttekamalt?

Hädavajalik eeldus on huvi vaimse töö vastu, tulemuste sõnastamise soov ning hea inglise keeles kirjutamise oskus.

Kogemused näitavad, et hea oleks enne doktorantuuri astumist avaldada juba artikkel või kaks valitud teemal. Viimane annaks kogemuse sellest, kas doktoriõpe on huvipakkuv, kas teema on rahvusvaheliselt läbilöögivõimeline ja kas artiklite kirjutamine – see on doktorantuuri jaoks väga oluline – isiklikult sobib.

Sellise lähenemise plussiks on suurem kindlus selles, et töö saab tõesti kaitstud. Sisseastumine nihkub aasta edasi, kuid kuna tavaliselt kestab doktorantuur niikuinii kauem kui ettenähtud neli aastat, siis see aasta ei lähe kaduma – lisanduv aasta võetakse lihtsalt enne doktorantuuri. Miinuseks võib olla (hüpoteetiline) olukord, kus sellel aastal on konkurs väga väike ja järgmisel väga suur. Sellise olukorra tõenäosus on siiski madal. Probleemiks võib olla ka konverentsil osalemine – üks võimalus on näiteks koostada artikkel koostöös ülikooli töötajaga, kelle eest ülikool saab tasuda osavõtu- ja reisikulud.

Ülaltoodu on siiski vaid soovitus – see ei ole kohustuslik. Kui sisseastumine ei õnnestunud, võib alata tööd valitud teemal ja publitseerida mõned artiklid ning järgmistel aastatel on sisseastumise tõenäosus oluliselt suurem. Järjekindel kandideerimine doktorantuuri, kusjuures igal järgmisel aastal on toimunud areng (näiteks, on avaldatud artikleid, teema on läinud selgemaks) viib väga suure tõenäosusega sihile.

### **7.2 Millest alustada? Kuidas võib aidata juhendaja, instituut, Eesti riik?**

Põhitöö tuleks teha doktoritöö tegijal, ei saa näiteks eeldada, et teised valivad töö teema.

Kui teemat veel ei ole, siis tuleks autoril lugeda sellealaseid materjale (näiteks käesolevat, aga on ka palju teisi), pakkuda oma eelistuste põhjal mõned teemad ja kontakteeruda võimalike juhendajatega nt vastuvõtuaegadel, võimalik ka e-kirja teel. Juhendajaga arutades saab valida parima teema ning hakata sellega tööle. Kui üks-kaks artiklit on avaldatud, siis on parim aeg üritada doktorantuuri astumist.

Esimesed artiklid näitavad, kas suund sobib ja on perspektiivne. Kui peale nende avaldamist tekib küsimusi edasise jätkamise kohta, on kasulik esineda instituudi teadusseminaril ning saada tagasisidet ja soovitusi.

Eesti riik võib aidata näiteks stipendiumitega, toetustega jms, mis on abiks, kuid ei tohiks muutuda oluliseks motiiviks doktoritöö tegemisel.

### 7.3 Magistritöö ja doktoritöö

Kui plaanite üleminekut magistrantuurist doktorantuuri, valige juba magistritöö teema võimalusel selle perspektiiviga. Lugege ka järgmist jaotist ja kirjutage valmis vähemalt üks artikkel oma teemal juba enne doktorantuuri astumist.

3+2 magistritöös on määrav objekti keerukus ja see, et töös sisalduks uurimuslik/sünteesi pool (näiteks võrdlev analüüs, mingi uus lahendus või mingite lahenduste üldistus, kogemuse üldistus, probleemide analüüs ja üldistamine/lahenduste väljapakkumine/võrdlemine, arhitektuuriline lahendus põhjendustega, mingi uus arendatud meetod, algoritm jms).

Doktoritöö teema peaks olema lai ja avatud uurimistöö, mitte ühekordne projekt. Näited doktoritöö ülesandepüstitustest võib leida publitseeritud doktoritöödest.

Need teemad erinevad oluliselt magistritöö teemadest, mis on konkreetsemad küsimused ja eeldavad konkreetset vastust, nt „Vaatan testimise meetodid läbi, otsustan, millised rohkem sobivad X omaduse testimiseks, selgitan miks mõned ei sobi“.

### 7.4 Doktoritöö kavand (vastuvõtu dokument) ja vastuvõtt

Kui vastuvõtukomisjon ei nõua teisiti, võiks kavandis olla järgmine info:

- väitekirja põhiküsimus, uurimisteema, väide
- töö oodatavad põhitulemused
- meetodika
- plaan publitseerimiseks
- Rakendused (siin – mitte enne! – võiksid vajadusel olla ka konkreetset rakendused, tarkvarasüsteemide või väljatöötavate firmade nimetused jne)

NB! Üldjuhul doktoritöös arendatakse või täiendatakse meetodeid, luuakse uut teadmust jms. Tarkvarasüsteemi arendamine võib näidata, et need meetodid või see teadmus omab väärtust. Seega konkreetse süsteemi arendamine ei ole tavaliselt doktoritöö põhitulemus ja see võib olla töö lõpuosas, näitamaks doktoritöö põhiliste tulemuste rakendatavust.

Kavandi kirjutamisel on soovitatav arvestada ka lõputöö ülesande püstituse koostisosi ja struktuuri (vt jaotis 3).

Vastuvõtul ärge püüdke kõikidele küsimustele sisuliselt vastata. Mõnede küsimuste puhul võib öelda, et see on uurimisteema. Kui selliseid teemasid ei ole, siis pole ju mõtet doktoritööd kirjutada.

### 7.5 „Väitekirjas peab olema väide“

... oli oponendi kommentaar hiljutiselt kaitsmiselt. Tõepoolest, väitekirja aluseks peaks olema mingi küsimus, millele soovitakse leida vastust - ning väide või väited, mis sellele küsimusele vastavad, koos nende põhjendustega. Mis on Teie väitekirja väide?

**Soovitatav töö loogika:** algne küsimus või probleem, väide (hüpotees) => meetodika, sealhulgas hüpoteesi testimiseks; ülevaade juba olemasolevatest tulemustest => oma tulemused ja järeldused => vastus algsele küsimusele.

**Põhitulemused** – peaks olema võimalik öelda, mis on töös „doktoriõppekava valdkonna olulise probleemi uudne lahendus“. Seega ainult artiklitest ei piisa, kuigi need on väga olulised. Töös tuleks formuleerida 3–5 põhilist autori tulemust.

**Tulemuste kvaliteet.** On soovitatav, et väitekirja väited oleksid falsifitseeritavad - saab pakkuda vaatluse või argumendi, mis võib näidata, et see väide on vale (vrd nõuete või väidete testitavus). Näide: "pakkusin kiire algoritmi" ei ole üldjuhul falsifitseeritav (kui kiire algoritmi definitsiooni pole, ei saa seda väidet testida), samas väide "pakkusin algoritmi, mis on kõige kiirem selles valdkonnas publitseeritud algoritmidest" on tavaliselt falsifitseeritav (eeldades, et kõik publitseeritud algoritmid on kättesaadavad ja nende kiirust saab võrrelda). Kasulik oleks lugeda raamatut Alan F. Chalmers. „Mis asi see on, mida nimetatakse teaduseks?“, samuti tutvuda Karl Popperi ideedega.

**Metoodika** on oluline, selgitamaks, kuidas saadi tulemused, kas need on usaldatavad ja kuidas neid hinnata ning korrata. Näiteks väidet „tsükliline tarkvara arendusprotsess on säästlikum kui järjestikune“ võib põhjendada mitmeti: „ma arvan nii“, „sellel veebiaadressil arvati nii“, „uurisin kogu kirjanduse põhjalikult läbi ning 70% autoritest väidab nii“, „tegin programmi ja oli nii“, „meil töö juures 15 projekti andmetel oli nii“, „jagasin projektid/firmad seitsmesse liiki, analüüsisin igas liigis olukorda majanduspiirkondade lõikes, tulemused on järgmised: ...“, „tegin eksperimente, analüüsisin neid statistiliselt ning tulemused näitavad, et ...“, „tegin mudeli/simulatsiooniekperimente, analüüsisin neid ja tulemused on ...“, „fikseerisin eeldused, esitasin probleemi formaalselt ja tõestasin, et ...“ jne.

Doktoritöös on veenvamad pigem viimased väited, esimestega tekib kaitsmisel raskusi. Soovitatav on lugeda nt [https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_method](https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_method), [http://teacher.pas.rochester.edu/phy\\_labs/AppendixE/AppendixE.html](http://teacher.pas.rochester.edu/phy_labs/AppendixE/AppendixE.html)

või otsida muid materjale märksõnadega *scientific method*.

#### Üldisi põhimõtteid:

- *Be „flexibly focused“ (not wondering in vain, but modifying the topic as necessary)*
- *Publish in recognized journals*
- *Work towards worldwide recognition and possible opponents*

## 7.6 Ideest/artiklist väitekirjani

Kuigi on olnud hea idee, selle põhjal tehtud uurimus, avaldatud artiklitena, võib siiski juhtuda, et sellest jääb väitekirjaks väheseks. Näiteks, võib avaldada palju veidi varieeruvaid artikleid mingil kitsal teemal, kuid kokkuvõttes see teema kui selline ei anna doktoritöö mõõtu välja. Edasi töötamiseks on mitmeid võimalusi.

Kui probleem oli väga huvipakkuv ja lahendus palju kasutuses, siis võib analüüsida selle lahenduse (nt tarkvara) kasutajaid, kasutamist jms. Siit võivad tuleneda kasulikud järeldused ja ideed edaspidiseks tööks.

Kes on veel seda probleemi lahendanud, modelleerinud jne? Kas saaks nendega kontakte luua? Võrrelda lahendusi?

Võib ka püüda lahendada olemasolevat probleemi teisiti ja paremini. Võib-olla saab rakendada hoopis teistsuguseid meetodeid? Muuta meetodid paindlikumaks, rakendada näiteks õppivaid süsteeme?

Edasi, kui idee tundub liiga kitsas, võib seda üldistada. Tihti eksisteerivad uurimuses järgmised etapid või osatulemused: probleem, mudel, meetod, tarkvara, kasutus-tulemused/järeldused. Neid kõiki võib üldistada, küsides järgmist.

- Kas on laiem probleemide klass, millele saab saadud tulemusi rakendada?
- Kas mudelit saab üldistada teiste kasutusvaldkondade jaoks?
- Kas meetod sobib ka teiste mudelite/valdkondade puhul?
- Milliseid tarkvara kasutusvõimalusi oleks veel?

Veel üks võimalus on püüda lahendust formaliseerida ja matemaatiliselt põhjendada. Kui see on mõttekas ja õnnestub luua matemaatiline mudel, siis selle põhjal saab tõestada lahenduse erinevaid omadusi, võib-olla ka leida üldisemaid lahendusi.

Kõik need (ja teised lähedased) võimalused peaksid lähtuma eelkõige vajadustest ja probleemi loogikast, mitte vaid sellest, et on vaja töö ära kirjutada.

Kasulik on otsida ajakirjadest ja veebist ideid selle kohta, kuidas analoogilistes valdkondades uurimistöid tehakse, milliseid probleeme lahendatakse, milliseid formalisme kasutatakse jms. Hea idee on astuda *IEEE Computer Society* ([www.computer.org](http://www.computer.org)) või *ACM* (<http://www.acm.org/>) tudengiliikmeks. See võimaldab juurdepääsu väga suurele arvule elektroonilistele ajakirja artiklitele, vähendades raamatukogu külastamise vajalikkust ja ajakulu.

Kasulik on küsida endalt ka kaitsmisel tihti esitatav küsimus: „Millised on kolm väitekirja kõige olulisemat tulemust?“.

## 7.7 „Tööülesanded muutusid, tahaksin muuta doktoritöö teemat“?

Kindlasti oleks ahvatlev kirjutada doktoritöö jooksva projekti või tööülesande teemadel. Probleem on selles, et jooksvad projektid on üldjuhul lühemad kui doktoritöö (selle kestvus 4–5 aastat, tihti kauemgi) ning nad ei lähe nii süvitsi kui doktoritöö seda eeldab. Seepärast võiks pigem kaaluda doktoritöö sidumist huvivaldkonnaga laiemalt ning mitte muuta seda seoses projektide või vahetute tööülesannete muutumisega.

Doktoritöö teema muutus võib tähendada kaotatud aega ning teema laialivalgumist (kuna eelmise töö tulemusi tahaks ka kasutada). Sellisele teemale on raskem väitekirja kokku panna, isegi kui artikleid on piisavalt. Seepärast tuleks teema vahetust võimalikult vältida.

Kui teema muudatus näib siiski hädavajalik, tuleks see esmalt juhendajaga läbi arutada. Uue teema valikul ja realistlikkuse kaalumisel võivad olla kasulikud käesolevas juhendis toodud soovitused. Siinjuures on kõige olulisem **uuringu** küsimuste ja teema püstitamine.

Süsteemiarenduse projektina püstitatud doktoritöö ülesanne (sellised ülesanded tekivad kõigepealt praktilisest tööst ning need sobivad eelkõige bakalaureuse- ja magistratöödeks) ei ole üldjuhul piisav doktoritöö teemaks, kuigi süsteem võib olla tehniliselt keerukas ja uudne. Vahe bakalaureuse- ja magistratööde ning doktoritöö laadi ja taseme vahel on väga suur.

## 7.8 Tegevuskava koostamine

Tegevuskavas pannakse paika väitekirja koostamise tegevused ja valitakse õppeained.

Väitekirja koostamise tegevused sisaldavad tüüpiliselt järgmisi etappe, mida magistrandid saavad jaotada nelja semestri, doktorandid nelja aasta peale:

- õppeainete sooritamine, materjalidega tutvumine
- õppeainete sooritamine, töö kokkuvõtte ja struktuuri koostamine, uurimuse või projekti sisuline läbiviimine
- (doktorandid) vähemalt 3 publikatsiooni, nende sisu ja jaotust aastate vahel (7.11, lk 25)
- töö esimese versiooni koostamine
- töö lõppversiooni koostamine ja kaitsmine

Õppeainete valikul võiks juhinduda järgnevast:

- valige ained, mis tulevad kasuks töö alustamisel ja teema valikul
- edasi on mitmeid aineid, mille sisu sõltub töö teemast – nende puhul peab teema olema selge, töö kokkuvõtte koostatud ja seminaris läbi arutatud
- ainete koodid ja nimetused on õppeinfosüsteemis

## 7.9 Atesteerimine ja formaalsed nõuded

Kogemus näitab, et kui töö ei alga kohe esimesest aastast (väga soovitatavalt veelgi varem), siis on väga raske kaitsta doktorikraadi nominaalaja jooksul. Tuleks lugeda instituudi soovitusi nelja doktoriõppe aasta lõikes.

## 7.10 Artiklid: kirjutamine

Artiklite kirjutamine on omaette oskus ja ka harjumus, see võib (eriti alguses) olla raske. „Kuidas kirjutada head teadusartiklit?“ on pikk teema, allpool on mõned vihjed ja linke edasi lugemiseks.

Inimestel on erinevad kirjutamise meetodid, sõltuvalt näiteks isiku tüübist. Kirjutamine on pingutus. Mõelge järele, mis teid motiveerib. Näiteks võib hästi motiveerida huvi uue probleemi vastu, konverentsil käimine, kirjanduse lugemine, mõni aktiivne keskustelu (sugugi mitte ainult töö!), füüsiline pingutus, vaikus (või vastupidi – muusika) vms. Sihikindlat ja tahtejõulist inimest võib piisavalt motiveerida ka vajadus töö valmis kirjutada. Üldjuhul on pikaajaliseks pingutuseks parem leida motivatsioon pigem tegevusest endast („see huvitab“ vms) kui tulemustest („kirjutan artiklid, siis saan töö valmis“).

Alguses on küsimus. Teadusartikkel uurib midagi. Peaks olema selge, mida uuritakse – kui küsimust pole, pole ka millestki kirjutada. Milline on teie töö küsimus? Pange see kirja ja hakake sealt edasi minema.

Kui meil on probleem uurida, rakendame oma tervet mõistust. Väitekirja küsimus ei tohiks ammenduda triviaalse vastusega (siis ta pole väitekirja küsimus), aga mingeid ideid suudab igauks oma peast välja pakkuda. Paneme mõned ideed kirja, arutame neid teistega.

Paralleelselt võiks lugeda, mida teised on teinud (lugemine on tegelikult siiski kõige efektiivsem, kui endal juba mingid ideed olemas). Kas see aitab? Pange kirja mõned põhilised ideed teistelt.

Mõtlemise ja lugemise käigus täpsustuvad oma lahendused, pange need kirja ja arutage teistega.

Sellist uurimist ei tohiks teha liiga kaua, hakake looma artikli ka artikli struktuuri ja sisu. Selle kohta on veebis palju materjale – otsige ise linke teemal „*scientific writing*“, „*how to write*



„a good paper“ või „kuidas kirjutada head teadusartiklit“. Allpool on mõned näited juhenditest.

<http://www.arl.wustl.edu/~pcrowley/cse/591/writingResearchPapers.pdf>

<http://www.ece.cmu.edu/~koopman/essays/abstract.html>

<http://www.cs.columbia.edu/~hgs/etc/writing-style.html>

<http://www.ambyssoft.com/books/bookWriting.html>

<http://www.daniel-lemire.com/blog/rules-to-write-a-good-research-paper/>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_writing](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_writing)

<http://www.arheo.ut.ee/artikli%20koostamine.htm>

Konverentsiartiklite puhul on sageli vaja saata kokkuvõtte (*abstract*), mille põhjal tehakse esimene otsus artikli vastuvõtmise kohta. Soovitusi kokkuvõtte kirjutamiseks võib otsida veebist, näiteks:

<http://www.ece.cmu.edu/~koopman/essays/abstract.html>

<http://www.cs.columbia.edu/~hgs/etc/writing-style.html>

Kui artiklite kirjutamise oskus on käes, võib sellest kujuneda meeldiv ja kasulik harjumus. Siiski võib uue loo kirjutamise alustamine jääda paljudele stressivaks („hirm tühja paberi ees“), mille ületamiseks tuleks kujundada vahendid vastavalt oma iseloomule.

Nii palju kui võimalik, tasub muuta kirjutamine meeldivaks – tunda asja vastu huvi, seada reaalsed eesmärgid, planeerida piisavalt vaba aega, varuda ressursse lõögastuseks ja vahelduseks jne. Oluline on alustada.

## 7.11 Artiklid: publitseerimine ja konverentsid

Artiklid on doktoritöö üks olulisemaid nõudeid. Publitseerimise koha valikuks on sisulised ja formaalsed nõuded. Kahjuks ei lähe need meie erialal alati kokku. Kõige uuem info liigub konverentsidel, kuid formaalselt on hetkel kõige eelistatumad (annavad doktoritööle kõige rohkem kaalu, granditaotlustel arvestatakse kõige rohkem jne) ajakirjade artiklid, mida refereerib *ISI Web of Science*.

Täpsemalt, tuleks eelistada „tugevaid“ publikatsioone, mis peavad olema eelretsenseeritud ja mille hulka meie erialal arvatakse järgmised (toodud allpool olulisuse järjekorras):

- *ISI Web of Science* andmebaasis refereeritavad artiklid teadusajakirjades
- muudes eriala andmebaasides või referatiivajakirjades refereeritavad artiklid teadusajakirjades
- eriala juhtivates väljaannetes tsiteeritud artiklid
- eriala andmebaasides või referatiivajakirjades (eriti *ISI Web of Proceedings*) refereeritavad artiklid konverentsikogumikes (et teada saada, kas antud konverentsi refereeritakse, võib perioodilise konverentsi puhul näiteks vaadata eelmise konverentsi kogumiku refereeritust)
- *IEEE, IEE, ACM, IFAC* või teiste rahvusvaheliste erialaühingute osavõtul korraldatavate konverentside trükitud publikatsioonid
- rahvusvaheliste kirjastuste poolt avaldatud konverentside tööde kogumikud

Konverentse on väga palju, valikul võiks siis lisaks sisulistele kaalutlustele arvestada järgmist:

- igal juhul on publitseerida parem kui mitte publitseerida (*publish or perish*)
- refereeritud konverents on parem (eriti *ISI Web of Proceedings*)
- erialaühingute osavõtt ja rahvusvahelise kirjastuse väljaanne annab lisakaalu
- sama tasemega konverentsidest on parem lähemal asuv/odavam

Elseisvaid konverentse võib leida näiteks järgmistelt aadressidelt:

<http://www.wikicfp.com/cfp/>

<http://campus.acm.org/calendar/>

[http://www.ieee.org/conferences\\_events/index.html](http://www.ieee.org/conferences_events/index.html)

<http://www.academic-conferences.org/>

## 7.12 Ajakavast

Mõnikord on töö esitamisega kiire, tuleb arvestada sellega, et töö peab olema täiesti sisuliselt valmis minimaalselt kuu ja 3 nädalat enne kaitsmispäeva. Selline ajakava on siiski ideaalne ja eeldab kõikide asjaolude (retsensentide valik, kaitsmiskomisjoni moodustamine, sobivad ajad komisjonile jne) head kokkulangemist. Tavaliselt läheb aega rohkem.

## 7.13 Doktoritöö kaitsmisest

Ettekande aeg on 25–30 min.

### 7.13.1 Järeldusi ja soovitusi interdistsiplinaarse doktoritöö kaitsmiselt

Dokoritöös peaks olema tekst (väitekirjise) ja interpretatsioon (põhjendus, mudel, realisatsioon jne). Erinevates valdkondades on erinevad mudelid, näiteks: tehnikateadustes – enamasti töötav prototüüp, süsteem, seade. Matemaatikas – tõestus. Sotsiaalteadustes, füüsikas, ka tehnikas: eksperimendid, andmeanalüüs, mudelid. Lingvistilistes, terminoloogilistes ja formalismes sisse viivates töödes – eelneva terminoloogia analüüs, terminoloogilised mudelid ja analüüsid (nt ontoloogiad), loodud mõistete aktiivne kasutamine (mis iseenesest on loodud uue terminoloogilise süsteemi testimine). Kõigis valdkondades

– kirjanduse ja eelnevate tööde analüüs, uute lähenemiste pakkumine ning põhjendus, mille poolest uus lähenemine on parem.

Interdistsiplinaarse töö puhul, mis on valdkondade (nt A ja B) piiril, ei tohiks toetuda väidetele „ma pole spetsialist A ega B valdkondades“. Töö peaks olema kirjutatud nii, et vähemalt meetoodiliselt ta rahuldaks kõikide hõlmatud valdkondade spetsialiste.

Tuleks kaaluda, kas väitekirja lühivorm (kokkuvõtte + artiklid) on loetav. Kui ei, siis tuleks kasutada täismahulist väitekirja. Kuna töö vormi saab valida ning töö peaks olema loetav, siis väide „töö pole loetav, sest ei mahtunud lühivormiga määratud mahu ulatusse“ ei ole kaalukas. Teisest küljest, kui artiklites on põhjendused ja sisu olemas, siis saab ka lühivormi puhul enamasti neile viidata

Tuleks kaaluda, kas avalik kaitsmine on otstarbekas. Kui andmed on konfidentsiaalsed, tuleks valida kinnine kaitsmine. Enamasti saab küll kaitsta avalikult, varjates konfidentsiaalset komponenti, modifitseerides konfidentsiaalseid andmeid vms.

Enne töö lõplikku vormistamist tuleks korraldada eelkaitsmine, kus osaleks maksimaalselt tulevase nõukogu esindajaid.

Eelkaitsmise tulemusi tuleks tingimata arvestada. Põhimõte "retsensent hindas töö mittevastuvõetavaks, vahetame retsensendi" tähendab hinnalise ekspertarvamuse mitteametustamist ja ei ole otstarbekas.

## 7.14 Hakake pihta!

Kaitsmised näitavad, et doktoritööd saab kirjutada paljudel IT-eriala teemadel, vaja on:

- varuda ja kulutada tööle päris palju aega
- veendumust, et seda teemat on vaja ning huvi asja vastu
- elada teemasse sisse, lugeda, kirjutada, käia koolides ja kohtumistel
- kujundada endas artiklite kirjutamise ja konverentsidel esinemise harjumus (õppejõul on lihtsam, tal on esinemise harjumus juba olemas)

Jätkuv teema valimine veel aasta peale doktorantuuri astumist näitab, et doktorant liigub doktorantuuri mittelõpetamise (kindlasti tähtajaks mittelõpetamise) suunas.

Hakake pihta!

## 8. IDEAALNE LÕPUTÖÖ

Mis on lõputöös kõige olulisem - ülesande püstitus? Tulemused? Hea kaitsmine? Kraad? Need on olulised, kuid ideaalne lõputöö võiks anda rohkemat.

Isiksuse areng – lisaks teadmistele ja kraadile suhtlemisoskused, esinemiskogemused, elutarkus, miks mitte füüsiline vorm ja tervis tänu teadmistele. Märksõnaks võiks olla Vana-Kreeka *Gymnasion* (selle parimad ideed).

Koostöö – ideaalses lõputöö (ja üldisemalt õppimis-) protsessis on keskne roll inimese soovil areneda, teada, osata, edasi jõuda. Ülikool pakub selleks sobiva keskkonna. Õppejõud töötab kaasa ja aitab. Kõik kolm arenevad.

Ühiskonna areng – lõputöö teemad tulenevad huvist, elust, majanduse vajadustest. Tulemused jõuavad sinna tagasi.

## 9. LISA: TÖÖDE JA TEEMADE NÄITEID

### 9.1 Uurimuslik tehnikavaldkonna töö

Uurimusliku tehnikavaldkonna töö tegeleb enamasti mingi lahenduse loomisega antud üldisele tehnilisele probleemile. Töös tuleks püstitada probleem, analüüsida juba tehtut ja oma meetodikat, näidata kuidas ja millised oma tulemused saadi, hinnata tulemusi ja sõnastada kokkuvõtte. Analoogiliselt projektiga – tarkvarasüsteem kui selline ei ole kaitstav lõputööna. Töös peaks sisukorra tasemel (esimene või teine sisukorra tase) olema välja toodud järgmised alajaotised.

- Probleemi püstitus ja töö eesmärgid (võib olla sissejuhatuse alapeatükk). Probleemi sõnastus sellisel kujul, et tarkvaratehnikaga üldiselt kursis olev inimene saaks probleemist aru, lugemata ülejäänud teksti. Miks on vaja seda ülesannet lahendada, kes on huvipooled, kus lahendust vaja on. Eesmärgid peaksid olema töös kaetud autori põhitulemustega.
- Meetodika (võib olla sissejuhatuse alapeatükk, kui pole eraldi tulemus). Kuidas, milliste meetoditega autor otsib lahendust.
- Olemasolevate lahenduste analüüs (võib olla eraldi peatükk või sissejuhatuse alapeatükk). Kes seda probleemi enne on uurinud, mida on pakutud
- Oma tulemused – meetodid, või algoritmid, soovitused (eraldi peatükk või peatükid). Töö põhitulemused, mis näitavad, kuidas autor probleemi lahendab. Pakutud tulemusi tuleb põhjendada ja näidata, kuidas nendeni jõuti.
- Hindamine (vt „Töö hindamine“, lk 19). Analüüsid, eksperimendid, mis näitavad, kas ja millisel määral uued tulemused on kasulikud.
- Kokkuvõtte autori põhitulemuste loeteluga (kas eraldi peatükk või alapeatükk kokkuvõtte jaotisest), mis viitab tagasi probleemi püstitusele ja millest on näha, kuidas probleem(id) lahendati.

Teemade näiteid:

- Piiranguid kasutav masinõpe mittetäielikel näidetel
- Vahekihi tehnoloogia valik ning üleminek mitmekihilisele arhitektuurile
- Veebilehtede mahu ja allalaadimiskiiruse optimeerimine
- Otsimootori optimeerimine

Siia ei kuulu tööd, mida tehakse ühe ettevõtte jaoks.

### 9.2 Uurimuslik (loodus)teaduste valdkonna töö

Uurimuslik (loodus)teaduste valdkonna töö tegeleb enamasti mingite maailmas olemas olevate nähtuste või seoste avastamise, uurimise ja selgitamisega. Töös peaks sisukorra tasemel (esimene või teine sisukorra tase) olema välja toodud järgmised alajaotised.

- Probleemi püstitus ja töö eesmärgid (võib olla sissejuhatuse alapeatükk). Probleemi sõnastus sellisel kujul, et valdkonnaga üldiselt kursis olev inimene saaks probleemist aru, lugemata ülejäänud teksti. Miks on vaja seda ülesannet lahendada, kes on huvipooled, kus lahendust vaja on. Eesmärgid peaksid olema töös kaetud autori põhitulemustega.

- Hüpoteesid
- Teoreetiline taust ja meetod (võiks olla eraldi peatükk). Millised on teoreetilised eelteadmised, kuidas, milliste meetoditega autor otsib lahendust.
- Oma tulemused lähtuvalt eesmärkidest ja hüpoteesidest (eraldi peatükk või peatükid). Töö põhitlemused, mis näitavad, kuidas autor probleemi lahendab. Pakutud tulemusi tuleb põhjendada ja näidata, kuidas nendeni jõuti.
- Hindamine või arutelu (eraldi peatükk). Analüüsid, eksperimendid, mis näitavad, kas ja millisel määral uued tulemused on kasulikud. Tulemuste seostamine hüpoteesidega. Uurimuse piirangud ja tugevused
- Kokkuvõtte autori põhitlemuste loeteluga (kas eraldi peatükk või alapeatükk kokkuvõtte jaotisest), mis viitab tagasi probleemi püstitusele ja millest on näha, kuidas probleem(id) lahendati.

Puhast „teaduslikku meetodit“ ([http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific\\_method](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_method) – *systematic observation, measurement, and experiment, and the formulation, testing, and modification of hypotheses*) – kasutatakse IT eriala lõputöodes suhteliselt harva, aga sellised tööd on väga huvitavad.

Teemade näiteid:

- Populatsiooni kestus ja juurdepääs ressurssidele virtuaalses maailmas
- Kasutuskõlblikkuse testimise eripärad erinevates kasutajagruppides

### **9.3 Rakenduslik IT valdkonna töö (välja arvatud infosüsteemi projekt)**

Rakenduslik IT valdkonna töö tegeleb enamasti mingi lahenduse loomisega antud konkreetsemale, sageli ühele ettevõttele mõeldud tehnilisele probleemile. Töös tuleks püstitada probleem, analüüsida juba tehtut ja oma meetodikat, näidata kuidas ja millised oma tulemused saadi, hinnata tulemusi ja sõnastada kokkuvõtte.

Töös peaks sisukorra tasemel (esimene või teine sisukorra tase) olema välja toodud järgmised alajaotised.

- Ülesande püstitus ja töö eesmärgid (võib olla sissejuhatuse alapeatükk). Probleemi sõnastus sellisel kujul, et tarkvaratehnikaga üldiselt kursis olev inimene saaks probleemist aru, lugemata ülejäänud teksti. Miks on vaja seda ülesannet lahendada, kes on huvipooled, kus lahendust vaja on. Eesmärgid peaksid olema töös kaetud autori põhitlemustega. Näide: kui ülevaade meetoditest ei ole põhitlemus, siis pole mõtet seada eesmärgiks ülevaate koostamist.
- Meetodika (võib olla sissejuhatuse alapeatükk, kui pole eraldi tulemus). Kuidas, milliste meetoditega autor otsib lahendust.
- Olemasolevate lahenduste analüüs (võib olla eraldi peatükk või sissejuhatuse alapeatükk). Kes seda probleemi enne on uurinud, mida on pakutud. Üldiselt see ei ole põhitlemus.
- Oma põhitlemused – näiteks protseduurid, dokumentatsioon, valitud süsteemid, soovitusel, realiseerimise ajakavad jms (eraldi peatükk või peatükid). Töö põhitlemused, mis näitavad, kuidas autor probleemi lahendab. Suurepärases töös eeldatakse vähemalt kolme põhitlemust. Pakutud tulemusi tuleb põhjendada ja näidata,

kuidas nendeni jõuti (projekteerida). Samuti nagu infosüsteemi lähtekood ei saa olla magistritöö, ei ole seda ka põhjendusteta esitatud dokument või protsessikirjeldus.

- Hindamine (eraldi peatükk või alajaotis). Analüüsid, eksperimendid, mis näitavad, kas ja millisel määral uued tulemused on kasulikud.
- Kokkuvõtte autori põhitulemuste loeteluga (kas eraldi peatükk või alapeatükk kokkuvõtte jaotisest), mis viitab tagasi probleemi püstitusele ja millest on näha, kuidas probleem(id) lahendati ja kuidas eesmärgid saavutati.

Samad osad peaksid olema välja toodud ka annotatsioonis (lühidalt).

Allpool on rakendusliku töö struktuuri sisukorra näide. Nurksulgudes on siin toodud kommentaarid.

Peatükkide täpsed nimetused võivad sõltuda konkreetsest teemast.

1. Sissejuhatus [sissejuhatust on soovitatav pealkirjadega liigendada, saamaks neile viidata]
  - 1.1. Taust ja probleem [Milleks see töö on vajalik? Osapooled, kellele on see töö vajalik? Kus seda tehakse? Millal seda tehti või tehakse? Ehk: milleks, kellele, kus, millal?]
  - 1.2. Ülesande püstitus [2–4 eesmärki, mida töös saavutatakse. Ehk mis?]
  - 1.3. Metoodika [Kuidas jõutakse eelmises punktis seatud eesmärkideni. Ehk kuidas?]
  - 1.4. Ülevaade tööst [Ühe-kahe lausega esitatakse iga osa sisu]
2. Sisuline osa A. Näiteks olukorra ja probleemide täpsem analüüs:
  - 2.1. Olemasolevad praktikad, süsteemid.
  - 2.2. Olemasoleva olukorra eelised ja puudused.
  - 2.3. Nõuded lahendusele, hangitavatele süsteemidele jms.
  - 2.4. Vajadusel täpsem ülesande püstitus
3. Sisuline osa B. Näiteks lahenduse alternatiivid, lahenduse valik:
  - 3.1. Olemasolevate lahenduste alternatiivid; kes seda probleemi enne on uurinud, mida on pakutud.
  - 3.2. Alternatiivide analüüs.
  - 3.3. Parima alternatiivi valik vastavuses eelmises punktis püstitatud nõuetele
4. Sisuline osa C. Näiteks lahenduse realiseerimine ja hinnang:
  - 4.1. Realisatsiooni projekt.
  - 4.2. Realisatsiooni teostamine.
  - 4.3. Tulemuste analüüsid, eksperimendid, mis näitavad, kas ja millisel määral uued tulemused on kasulikud
5. Kokkuvõtte [Kokkuvõtte sisaldab alapeatükke, mis viitavad tagasi sissejuhatuse jaotistele 1.1 (kas algne eesmärk saavutati?), 1.2 (autori põhitulemuste loetelu, millest on näha, kuidas lahendati probleem(id) jaotisest 1.2) ja 1.3 (lühidalt, kuidas eesmärgid saavutati ja kas oleks saanud paremini)]

Teemade näiteid:

- ISO 9001:2000 standardi juurutamine X näitel

- Finantstarkvara arenduse probleemide analüüs
- Testlugude disaini reeglite defineerimine X näitel
- X infosüsteemi probleemid ja ettepanekud edasiarendusele
- Vastuvõtutestide protsessi parendamine X-is
- Test process improvement in a software development company X
- ISKE nõuetele vastava infoturbe dokumentatsiooni osaline loomine X-is
- IT teenuste probleemihalduse protsessi realiseerimine ITILi baasil X-is
- Efektiivset funktsionaalset testimist toetava testkeskkonna arendamise meetoodika ning juhtumianalüüs X näitel

#### 9.4 Testimise projekt lõputööna

Testimise töid on seni tehtud pigem uurimissuunalistena. Testimise projekt lõputööna on samuti võimalik, kui ta rahuldab vähemalt järgmisi eeldusi.

- On realistlikult püstitatud. Näited: firma hangib uut grupitöö tarkvara ja võrdleb kolme kandidaati; töötasime välja X tarkvara, tahame seda üle anda ja edaspidi levitada, vaja testida jne. Näide ebarealistlikust püstitusest – oleme kasutanud Y tarkvara kaks aastat, tahame testida (üldjuhul pole eriti mõtet testida tarkvara, mida oleme juba kaks aastat kasutanud)
- On piisava mahuga ning olukord seab testimisele piisavad nõuded. Väikeettevõtte tarkvara või oma kasutamiseks mõeldud tarkvara ei tekita tavaliselt piisavaid nõudeid, et õigustada testimist. Samuti ei ole suure firma suur projekt piisava mahuga (lõputöö jaoks – iseenesest võib see olla suur töö), kui testimise nõuded on ette antud ja selged, testimisel ei ole segaseid/analüüsitavaid probleeme ja teste projekteeritakse minimaalselt.
- On esitatud ja loetav projektina. Samuti nagu programmikoodi ei saa hästi üle anda lõputööna, ei saa ka testide kirjeldusi (mis tegelikult mõnes mõttes on programmi ekvivalent) esitada lõputööna, nad ei ole ülevaatlikud ja loetavad. Projekt peaks olema ülevaatlik, järgima püstitatud probleemi ja olukorra loogikat, sisaldama arusaadavaid jooniseid ja teksti, soovitatavalt olema vormistatud kasutades projekteerimise vahendeid ...
- ... (jätk eelmisele punktile) On esitatud süsteemi üldvaade ja üldised nõuded (nii funktsionaalsed kui ka mittefunktsionaalsed), millest tulenevad alamsüsteemide vaated ja nõuded, nendest tuleneb testimise plaan, sellest tuleneb testimise projekt, sellest tulenevad testid. Lõpuks, testimise tulemustest tulenevad järeldused. Peaks olema jälgitav, kuidas järgmised osad tulenevad eelnevatest.
- On testimise seisukohast professionaalselt esitatud – *ad hoc* testimisest ei piisa lõputööks. Näited küsimustest: millistele meetoodikatele või standarditele töö vastab? Kas mittefunktsionaalsed nõuded on testitavalt püstitatud? Kas andme- ja programmipõhiseid teste on vaja (ja miks)? Kas ja kui võrd tehtud testid katavad süstemaatiliselt kogu programmi/süsteemi? Kas kasutatud dokumentatsioon vastab tegelikele vajadustele?
- Materjalid, sealhulgas kasutatavad standardid, on korrektselt viidatud. Töö annab üldise ülevaate, seda eriti toote testimise puhul. Kvaliteeti ei saa sisse testida, seega peaks testimist toetama arenduse korraldus ja muud kvaliteedihalduse tegevused.



- Kokkuvõttes, testimine võiks olla integreeritud teiste arendusprotsessi tegevustega.

Näide testimise projekti alateemadest:

- Süsteemi spetsifikatsioon: lähteolukord ja ülesande püstitus, nõuded, süsteemi üldvaade, vastuvõtu testimise projekt
- Süsteemi analüüs mingis formalismis, soovitatavalt integreeritud testimistegevustega; vajadusel samas laadis disain ja realisatsioon
- Rakendatud kvaliteedijuhtimise põhimõtted ja meetodid
- Testimise projekt, käik, tulemused (kogu arendusprotsess ja ka testimine võib olla agiilne, tsükliline, spiraalmudel, ...)
- Hindamine, riskianalüüs, edasise tegevus otsus

Testimise töö võiks vastata vähemalt küsimustele:

- Kes, miks ja mida testib?
- Milline on süsteemi struktuur, kuidas sellest tulenevad testid?
- Millised on funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded?
- Millised on vastuvõtmise/tagasilükkamise kriteeriumid?
- Milliseid testimise meetodeid kasutati ja miks just neid? Kas arenduse käigus kasutati veel mingit testimist (nt programmeerija poolne testimine?)
- Analüüs, kas projekteeritud testidest piisas; kui ei, siis mida on vaja veel teha?
- Kas võtta süsteem vastu, lükata tagasi, arendada edasi jne? Miks?

Eeldatakse, et töö autor on läbinud mõne testimist põhjalikumalt käsitleva kursuse (näiteks, „Tarkvara kvaliteet ja standardid“).

## 9.5 Kasutajasõbralikkuse vms testimine peab sisaldama ka uurimust

Dokument stiilis „katsetasin neid ja neid tarkvarasüsteeme/veebisaite, leidsin neid-ja-neid probleeme“ võib iseenesest olla praktiline lahendus konkreetse kasutajasõbralikkuse testimise ülesande jaoks, aga ei vasta lõputöö tasemele – ei näita, et lõpetaja on omandanud professionaalseid meetodeid või oskusi. Et selline teema rahuldaks lõputöö nõudeid, peaks ta sisaldama vähemalt järgmist:

- Probleemi selgitus – miks sellist testimist tehakse
- Valdkonna kirjeldus, mida uuritakse – pole olemas kõigi valdkondade jaoks sobivaid kasutajasõbralikkuse kriteeriume
- Metoodika kirjeldus, mida kasutatakse, koos põhjendusega, miks on valitud just see – võib otsida veebist vastavate märksõnade alt, kasutajasõbralikkuse testimiseks on mitmesuguseid võimalusi
- Kasutajasõbralikkuse kriteeriumide esitus ja põhjendus – millistele nõuetele antud valdkonna saidid peavad vastama ja miks? Nagu ikka, saab testimisest rääkida siis, kui on võimalik määrata oodatavad tulemused – seda ka kasutajasõbralikkuse testimise puhul.
- Saitide valik, testide projekteerimine (koos oodatavate tulemustega ja põhjendusega, miks on valitud just need testid ja kas/miks projekteeritud testimine on piisav)
- Valitud saitide testimine vastavalt valitud metoodikale ja kriteeriumidele
- Kokkuvõtlikud testimistulemused algse probleemi loogikas

- Järeldused algselt püstitatud probleemi kohta – probleemi lahendus

Teisisõnu, selline teema rahuldab lõputöö nõudeid, kui ta sisaldab teatava uurimis-komponendi. Kui selline töö ülesehitus tundub kunstlik, on parem võtta mõni teine teema.

Sama probleem on teiste halvasti testitavate kvaliteediomadustega – *ad hoc* testimine kipub olema primitiivne ja ei kannu lõputöö teemana välja.

Enne sellise teema valikut on soovitatav vaadata otsustuskriteeriume eelmisest jaotisest.

## 9.6 ISKE rakendamine lõputööna

ISKE rakendamine on aktuaalne, samas lõputöös peaksid olema loetavalt esitatud autori tulemused, mis pole ISKE puhul lihtne:

- ISKE meetodika ja meetmed pole üldiselt autori tulemused
- meetmete loetelu ja rakendamise kirjeldus pole ülevaatlikult loetav ning ei kvalifitseeru samuti hästi tulemusena

Vrd süsteemi arenduse lõputööd, milles esitatakse projekt, mitte aga süsteem ega selle dokumentatsioon, mis on olulised lisadena.

Üks võimalus on üldistada – anda ISKE rakendamise juhised mingi rakendusvaldkonna jaoks, muutes töö projekti ja uurimuse kombinatsiooniks.

## 9.7 Koolituse projekteerimine lõputööna

Koolituskursuse väljatöötamine on harva esinev lõputöö (pigem magistritöö) teema, samas on selline teema oluline. Nagu ka mitmete teiste vähem käsitletud teemade puhul tekivad siin järgmised küsimused: mis on sellise töö meetodid, mis on siin autori tulemused ja kuidas sellist tööd hinnata.

Keskne küsimus on – mis võiksid olla autori tulemused? Nagu magistritöös üldiselt, peaks tulemus olema mingi meetodika järgi saadud, töös peaks olema näha valikud võimalike variantide vahel, meetodika ning tulemuse saamise (projekteerimise) protsess peaks olema töös näha, nii eesmärgid kui ka tulemused peaksid olema sõnastatud. Ehk, tulemused ei ole (eriti) näiteks põhjendamata otsused või järeldused, koolituse teemade ja sisu loetelud jms (vrd projekt kui magistritöö ja programm kui magistritöö).

Kuna töös luuakse koolituse printsiipe ja sisu, siis peaks meetodika lähtuma koolituste koostamise meetodika(te)st, tehes kasvõi minimaalse ülevaate sellest, kuidas üldse koostada mingit kursust ning formuleerides otsused ja järeldused vastavalt sellele. Koolituse printsiibid peaksid põhinema eelneval analüüsil. Koolituse sisu ülevaade peaks olema koolituse projekt, mitte näiteks tehnoloogiate, meetodite ja keskkondade ülevaade.

Kokkuvõtteks – koolituse teemaline lõputöö peaks olema põhjendatud ja läbi projekteeritud koolituse spetsiifikat arvestades ning ei tohiks olla koolituse sisu ümberjutustus.