



UURING
TÖÖANDJATE RAHULOLU IKT
ÕPPEKAVADE LÕPETANUTEGA
TÜ/TalTech Küberkaitse magistriõpe

RAPORT

2018

Sisukord

1. Sissejuhatus	2
2. Lühikokkuvõte	3
3. Metoodika.....	5
4. Vastajate ülevaade.....	6
5. Tööandjate ootused lõpetajatele	10
5.1. Tööandjate ootused lõpetajate erialastele ja üldkompetentsidele	10
5.2. Lõpetajate vastavus tööandjate ootustele.....	13
5.3 Lõpetajate tugevused ja arengukohad.....	14
6. Tööandjate rahulolu lõpetajatega.....	16
6.1. Õppekavast tulenevate IKT kompetentside olulisus ja rahulolu.....	16
6.2. Üldkompetentside olulisus ja rahulolu.....	21
7. Tagasiside õppekavale ja koostöö ülikoolidega	24
7.1 Lõpetajate rahulolu valitud õppekavaga	24
7.2. Ettepanekud õppekava arendamiseks	29
7.3. Õppekavas tehtud muudatuste hindamine	32
7.4 Ettevõtete ja ülikoolide koostöökohad	33
8. Tööandjate vajadused IKT kompetentside osas.....	33
8.1. Ülikooli ja tööandja rollid.....	33
8.2. Huvi haridusliku tausta vastu värbamisprotsessis.....	34
8.3. Tulevikukompetentside vajadus ettevõtetes	36
Lisa 1. Tööandja küsimustik	38
Lisa 2. Lõpetaja küsimustik	42
Lisa 3. Ankeet TÜ/TalTechi Küberkaitse magistri õppekava hindamiseks.....	46

1. SISSEJUHATUS

Käesolev uuring on läbi viidud eesmärgiga anda sisendit IT Akadeemia programmist toetust saavate Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli (TalTech) IKT õppekavade hindamiseks, sh millist tulemust on andnud senised õppekavade arendustegevused ning kuidas nendega edasi liikuda. IT Akadeemia programm on Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse (HITSA) poolt koordineeritav IKT kõrgharidust toetav programm, mille raames toetatakse kokku kuue IKT õppekava arendust: Tartu Ülikooli Informaatika bakalaureuse ja magistriõpe, Tallinna Tehnikaülikooli Informaatika ja Arvutisüsteemide magistriõpe ning kahe ülikooli ühisõppekavadena Tarkvaratehnika ja Küberkaitse magistriõpe. Need õppekavad on fookuses ka antud uuringus, kuhu terviklikuma ülevaate saamiseks on lisatud ka Tallinna Tehnikaülikooli Informaatika magistriõppekava tagasiside.

Tartu Ülikool

- Informaatika bakalaureuseõpe
- Informaatika magistriõpe (ing k)

Tallinna Tehnikaülikool

- Informaatika bakalaureuseõpe
- Informaatika magistriõpe
- Arvutisüsteemide magistriõpe (ing k)

TÜ/TalTech ühisõppekavad

- Küberkaitse (ing k)
- Tarkvaratehnika (ing k)

Joonis 1. Uuringusse kaasatud õppekavad

Antud uuringu eesmärkideks on:

- Kaardistada lõpetajate teadmised ja oskused, mida eeldatakse töökohal hakkama saamiseks.
- Saada tööandjalt tagasisidet rahulolu kohta IKT õppekavadel antavate teadmiste ja oskuste osas nende ettevõttes töötavate lõpetajate näitel.
- Saada hiljuti ülikooli lõpetanutelt tagasisidet rahulolu kohta läbitud õppekavaga ning kuidas hindavad ülikoolist saadud teadmiste ja oskuste vastavust töökohal nõutule.

- Kaardistada oskused, sh tulevikku vaatavad nõudlused, mille õpetamisele võiksid kõrgkoolid rohkem tähelepanu pöörata.
- Teha muudatusettepanekuid õppekavade arenduseks.

Käesolevaga sarnane uuring tööandjate ootustest IKT erialade lõpetanute ja vilistlaste tagasiside osas viidi läbi ka aastatel 2016/2017¹. Käesoleva uuringu tulemused annavad võimaluse võrrelda omavahel kahe uuringu tulemusi.

2. LÜHIKOKKUVÕTE

Käesolev raport annab ülevaate tööandjate rahulolust **TalTechi/TÜ Küberkaitse magistriõppe** lõpetajate teadmiste ja oskustega. Kuigi uuringu peafookus on tööandjate tagasisidel, on terviklikuma ülevaate saamiseks uuringusse kaasatud ka lõpetajad, kelle arvamused ja seisukohad on samuti antud raportis välja toodud. Antud uuringu raames on läbi viidud personaalsed intervjuud nii selle erialade lõpetanutega kui ka lõpetajate otseste juhtidega nende praeguses ettevõttes. **Antud õppekava kohta andis tagasisidet 9 lõpetajat ja 6 tööandja esindajat**, sh mitmes ettevõttes töötas kaks sama eriala lõpetajat. Intervjueeritud lõpetajad töötasid väga erinevatel ametikohtadel (nt tarkvaraarendaja, IT juht, turvatestija, infoturbe analüütik, süsteemiadministraator, võrguadministraator ning kolm nõ IKT turvaspetsialisti, sh küberturbe ekspert ja infoturbe ekspert), mida on ka oluline tulemuste tõlgendamise juures silmas pidada.

Tööandjate peamised ootused Küberkaitse magisriõppekava lõpetanutele on **seotud infoturbe kompetentside olemasoluga**, sh nii teooria tundmise kui praktilise töökogemuse olemasoluga. Kuivõrd küberkaitse eriala on pigem uus eriala, on tööandjad harjunud varasemalt otsima antud valdkonnas eelkõige töökogemusega inimesi, kuna akadeemilise taustaga inimesi valdkonnas ei olnud. Täna, kus on võimalus võtta tööle inimene, kellel on küberkaitse valdkonna akadeemiline taust, saadakse ka akadeemilise tausta väärtusest rohkem aru. Näiteks, et ülikooli taust annab juurde **tervikpildi nägemise võimekuse**, mis on oluliseks plussiks, ning samuti **parema verbaalse võimekuse tehniliste otsuste argumenteerimiseks ning selgitamiseks**. Tööandjad

¹ „2017: tööandjate ja lõpetajate rahulolu uuring“ on kättesaadav HITSA kodulehel: <http://hitsa.ee/ikt-haridus/uuringud/tooandjate-rahulolu-ikt-oppekavadel-korgkooli-lopetajate-oskustega/2017-aasta-tooandjate-ja-lopetajate-rahulolu-uuring>

peavad käesoleva eriala lõpetajatele väga oluliseks head suulist ja kirjalikku eneseväljendusoskust, võimet näha asju ette, tahet pidevalt õppida ning head kohanemisvõimet.

Lõpetajad tõid intervjuudes välja, et oma ametikohal vajavad nad enim **tervikpildi hoomamise võimekust ning laiapõhjalisi tehnilisi küberkaitse kompetentse** (sh võrguseadmete käsitlemine, tulemüürid, turvatestimine jm), mis võimaldaksid küberintsidente erinevatest vaatenurkadest analüüsida ja lahendada. Oluliseks pidasid lõpetanud ka **inimestega suhtlemise oskust** ning **enesejuhtimisoskust**.

Tööandjate hinnangul vastab (sarnaselt eelmisele uuringule) lõpetajate teadmiste ja oskuste tase ettevõtte ootustele (5-pallisel skaalal 4,8-palli, skaalal 5-vastab täiesti ootustele, 4- pigem vastab ootustele, 3- nii ja naa, 2 – pigem ei vasta ootustele, 1- ei vasta ootustele). Lõpetajate tugevusena toodi kõige enam välja nende võimet näha suurt pilti ning teadlikkust erinevatest tööriistadest ja meetodikatest. Samas on lõpetajad ootuspäraselt hinnanud ülikoolis õpitu ja töökohal nõutu vastavust samal skaalal madalamalt (5-pallisel skaalal 3,2-palli), mis võib olla seotud sellega, et lõpetajad võrdlevad oma tööd ülikoolis õpitud ainete sisuga terviklikult, samas kui tööll ollakse küllaltki spetsialiseerunud. 9st lõpetajast 5 on rahul õppekava valikuga, 4 on kahtleval seisukohal (valinud vastuseks „nii ja naa“).

Nii tööandjate esindajad kui ka lõpetajad hindasid intervjuude käigus Küberkaitse magistriõppekava õpiväljundeid. Lähtuvalt tööandjate ja lõpetajate hinnangutest vajaksid õpetamisel süvendatud tähelepanu järgmised õppekava teemad:

- Teadmised süsteemihalduse või turvalise tarkvaraarenduse alal.
- Ülevaade digitaalseid seadmeid ohustavatest rünnakutest.
- Praktilised kogemused mitmes küberkaitse tehnoloogias ning suutlikkus vastavaid tehnoloogiaid rakendada.
- Suutlikkus hinnata mitme küberkaitse meetodi koosmõju ning kujundada küberkaitse strateegiat.

Üldkompetentsidest vajaks enim tähelepanu kirjalik eneseväljendus, koostööoskus, õppimisvõime, enesejuhtimine ning probleemide lahendamise oskus ja juhtimisalased teadmised.

Oluliseks osaks antud uuringus oli arendusettepanekute tegemine konkreetsele õppekavale, kuivõrd intervjuu käigus said ka tööandjad võimaluse õppekavaga tutvuda.

Tööandjate ja lõpetajate toodud muudatusettepanekud ja muud kommentaarid on leitavad peatükis 7.2.

On positiivne, et enamike tööandjate silmis olid kõik vajalikud baasteadmised ja oskused (sarnaselt eelmisele uuringule) õppekavas kaetud. Nii tööandjate kui ka lõpetajate vaatest olid peamised ettepanekud õppekava veelgi paremaks muutmiseks järgmised:

- Õppelavasse võiks lisada küberpoliitika ning juhtimise teemasid (sh finantside juhtimine).
- On oluline, et lisaks tehnilisele kompetentsile oleks lõpetajatel ka hea suuline ja kirjalik eneseväljendusoskus ning oskus oma tööd üle kontrollida.
- Võimalik võiks olla ka praktilisema suunitlusega magistritööde koostamine.
- Spetsialiseerumisteks võiks olla õppekavas rohkem aega, et oleks võimalik saavutada paremaid süvateadmisi.
- Lektoritena võiks rohkem kaasata praktilise töökogemusega eksperte ning lektoreid, kes valdavad arusaadavalt inglise keelt.
- Oluline on kasutada kaasaegseid õppemetoodikaid ning ajakohaseid õppematerjale.
- Oluline on läbi mõelda, kuidas saaks õppekavast piisavalt väärtust nii tehnilise taustaga inimesed kui inimesed, kellel varasemat IT tausta ei ole.
- Läbi vajab mõtlemist õppejõudude poolne tagasiside andmise süsteem tudengitele (tagasiside kontrolltöödele jms).
- Oluline on parem lõputööde toetamise süsteem ning selgemad lõputööde nõuded.

Nimetatud teemad sarnanevad suurel määral ka eelmise uuringu tulemustega.

Tulevikku vaatavate IKT kompetentside ja teadussuundade osas on tööandjate ootused enim seotud **tarkvara usaldusväärseusega**.

3. METOODIKA

Käesolevas uuringuraportis kajastatakse Küberkaitse magistriõppekava lõpetanute ja nende tööandjate rahulolu ning tagasisidet antud õppekavale. Antud uuringul on kaks sihtrühma: 1) valitud IKT õppekavade hiljutised lõpetajad (lõpetamisaastaga 2017 või 2018), kes on suundunud erialasele tööle, 2) nende lõpetajate tööandjate esindajad.

Lähtematerjalina valimi koostamiseks kasutasid uuringu teostajad õppekava lõpetajate avalikke nimekirju, mille alusel teostati põhjalikud veebiotsingud lõpetaja ametikoha ja tööandja leidmiseks.

Uuring on läbi viidud kombineerides kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid uurimismeetodeid. Kvalitatiivne pool, mis on uuringu pearõhuks, on läbi viidud **poolstruktureeritud personaalsete intervjuudena**. Lõpetajaid ja tööandjate esindajaid intervjueriti eraldi, kuivõrd nende küsimuskavad ning fookused olid erinevad. Peamiselt intervjueriti tööandjate esindajatena lõpetajate vahetuid juhte (eelistatum), mentoreid või staažikamaid kolleege, kes olid lõpetaja tööülesannete ja edenemisega paremini kursis (sh saanud jälgida ka nende arengut). Intervjuud viidi läbi perioodil juuli kuni november 2018.

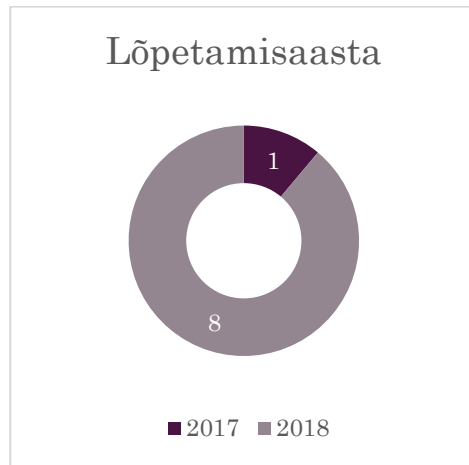
Kvantitatiivne pool hõlmab endas õppekaval antavate kompetentside skaalapõhist hindamist. Arvuliste hinnangute andmisel kasutati viiepalliskaalasid, kus 1 märgib madalaimat hinnangut ning 5 kõrgeimat.

4. VASTAJATE ÜLEVAADE

Antud õppekava valimi moodustasid kokku 75 lõpetajat, kellest 33 inimest lõpetas 2017. aastal ning 42 inimest 2018. aastal. Uuringu teostajale olid kättesaadavad lõpetajate nimekirjad, mille põhjal teostati avalike andmete põhjal otsing lõpetajate praeguse tööandja kohta ja/või lõpetajate kontaktide kohta (sh näiteks LinkedIni profiili kaudu). Otsingu käigus tuvastati kokku 25 lõpetaja töökohad 21 erinevas ettevõttes, millest ühendust võeti 21 ettevõttega. Neist 8 ettevõtet oli nõus antud õppekava kohta tagasisidet andma. Oluline on siin ka mainida, et mõni ettevõtte panustas mitme erineva õppekava tagasiside andmisse.

Uuringusse kaasati 12% antud õppekava 2017. ja 2018. aasta lõpetajatest kokku. **Uuringu raames viidi läbi 9 intervjuud lõpetanutega ning 6 intervjuud tööandjate esindajatega.** Kokku kaasati antud õppekava tagasisidestamisse 8 ettevõtet, sh ühes ettevõttes töötas mitu sama eriala lõpetanut. 9 lõpetanu hulgas oli ka 2 Eestis töötavat välistudengit. Üldiselt välistudengid oma vastustes Eesti tudengitest ei erinenud – seetõttu on lõpetajaid käsitletud ühtse grupina, ning toodud välistudengid välja spetsiifiliselt neile suunatud üksikutes küsimustes.

9 intervjuueeritud lõpetajast lõpetas 1 inimene Küberkaitse magistriõppekava 2017. aastal ning 8 inimest 2018. aastal.



Joonis 2. Lõpetajate lõpetamisaasta.

Õppekaval spetsialiseerus 7 lõpetajat küberkaitse suunale ja 2 lõpetajat digitaalse ekspertiisi suunale.

Tagasisidet andnud 9 lõpetaja seast lõpetas 3 inimest (33,3%) nominaalajaga. Kõige pikem õpiperiood antud vastajate seas oli 4 aastat, keskmine õpingute pikkus aga veidi alla 3 aasta.

Peamised põhjused õpingute piknemiseks olid:

- probleemid lõputöö teemaga/juhendajaga (4)²
- oli keeruline töökoha kõrvalt piisaval määral õpingutele keskenduda (2)
- omaenda laiskus.

Lõpetajatelt küsiti põhjuseid, **miks nad valisid just selle õppekava.** Põhjendustena toodi välja järgmisi aspekte (sulgudes on välja toodud, mitu lõpetajat selle põhjuse välja tõi):

- **töötas juba samas valdkonnas ja teema tundus vajalik (3)**
- **küberkaitse teema pakkus huvi (3)**
- **valdkonna tähtsus järjest kasvab (3)**
- tundus loogiline jätk oma senistele õpingutele (2)

² Siin ja edaspidi tähistab sulgudes märgitud arv vastajate arvu.

- õppekava tundus piisavalt detailne
- tasuta õpe.

Vastajate seas oli ka kaks välistudengit, kelle jaoks oli oluline, et tegemist on kvaliteetse ja mitmekesise õppekavaga.

„Eestis on magistriõpe kaks aastat, mujal on vähem. See oli tasuta. Põhjamaa riik. Nägin ained kodulehel ja sain aimduse. Õppekava nägi detailne välja ja valikut oli ka.“

/Välistudeng/

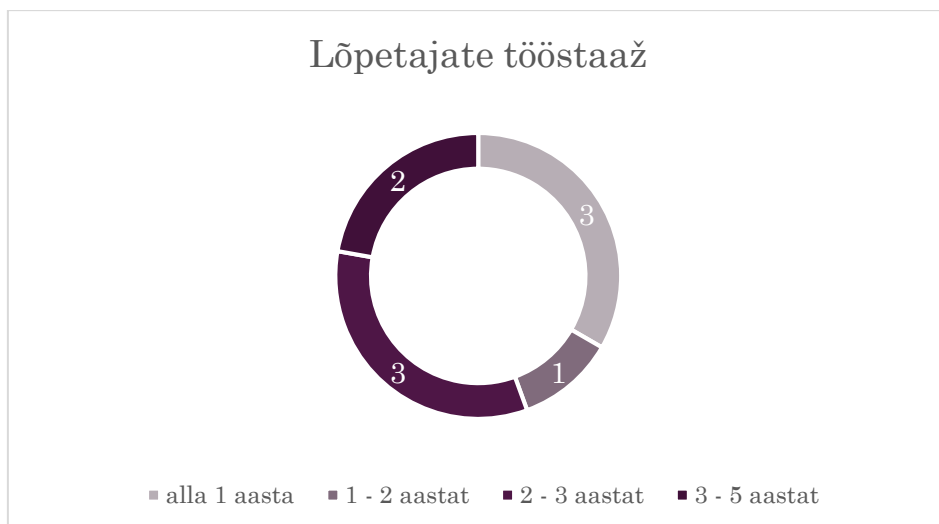
Uuringus osalenud lõpetajatest 3 töötasid IKT turvaspetsialistina, ülejäänud ametikohtadest annab ülevaate allolev tabel (vt Tabel 1).

Tabel 1. Uuringus osalenud lõpetajate ametikohad

Ametikoht	Lõpetajate arv
IKT turvaspetsialist (sh küberturbe ekspert ja infoturbe ekspert)	3
tarkvaraarendaja	1
IT juht	1
turvatestija	1
infoturbe analüütik	1
süsteemiadministraator	1
võrguadministraator	1

Kõik intervjueeritud lõpetanud töötasid õpingutega paralleelselt (IT-ga seotud ametikohal). 8 lõpetajat töötasid IT-ga seotud ametikohal juba enne õpinguid, ühel juhul toimus IT-ga seotud positsioonile liikumine teise semestri lõpus. Kahel juhul liiguti õpingute ajal uuele ametikohale, mis oli seotud küberkaitsega. Praktikaga polnud otseselt ühegi lõpetaja tööle asumine seotud.

Lõpetajate tööstaaži oma praeguses töökohas iseloomustab Joonis 3. Kõige enam anti tagasisidet lõpetajate kohta, kelle tööstaaž antud ettevõttes oli alla 1 aasta (kokku 3 lõpetajat) või 2-3 aastat (kokku 3 lõpetajat). Samas oli ka neid lõpetajaid, kes olid samas ettevõttes töötanud üle 3 aasta (2 lõpetajat).



Joonis 3. Lõpetajate tööstaaž praeguses ettevõttes.

Lisaks küsiti lõpetajatelt, **kas neil oli samaaegselt õppimist ja töötamist kerge või raske ühildada**. 9 lõpetajast, kes õpingutega paralleelselt töötasid, leidsid 2 lõpetajat, et see koormus ei valmistanud neile raskust. Abiks oli nii varasem IT- alane töökogemus kui teisest riigist pärit õpikogemus (vt ka lisatud välistudengi kommentaar). 4 lõpetajat tundsid, et töö ja õpingute ühildamine oli tehtav, ent nõudis siiski pingutamist – tööandjad pidid vastu tulema paindliku töögraafiku võimaldamisega. Samuti toodi välja, et õpingute algus oli keerulisem ning ka eksamite aeg oli pingeline. Kolm lõpetajat tundsid, et kahe paralleelse fookusega oli väga keeruline hakkama saada – eriti, kuna oli päevane õppekava ning osad loengud toimusid teises linnas.

„Koormus Eestis õppides oli väiksem. Minu koduriigis ei jõua keegi kooli kõrvalt tööl käia. Siin on õppekava kohandatud tööl käijate järgi, nt õhtused loengud jms.“

/Välistudeng/

„Äärmiselt raske, sest esiteks on loengud keset päeva. Keset päeva paariks tunniks kohale tulla pole mõttekas. Teine pool on õpe Tartus – selle asemel, et 2-3 aine pärast võiks õppejõud Tallinnasse tuua, sõidutatakse õpilasi. Loengute ja seminaride ajaline raamistik teeb asja veel keerulisemaks. Tartu poolelt kontrolliti kohal käimist ka, ehk suhtumise küsimus.“

5. TÖÖANDJATE OOTUSED LÕPETAJATELE

Tagasiside TalTechi/TÜ magistrerialale koosneb kahest poolest: tööandjate ning lõpetajate vaatest. Antud peatükis kirjeldatakse esmalt tööandjate peamised ootused lõpetajate erialastele teadmiste ja oskustele ning üldkompetentsidele. Seejärel kõrvutatakse tööandjate kirjeldatud ootusi antud ametikohal lõpetajate teadmiste ja oskuste tasemega. Lisaks vaadatakse lõpetajate seisukohti: kuivõrd vastas nende meelest ülikoolis õpitu sellele, mida neilt töökohal nõutakse.

5.1. Tööandjate ootused lõpetajate erialastele ja üldkompetentsidele

Uurimaks ootusi lõpetajate erialastele ja üldkompetentsidele, paluti tööandjatel vastata vabavastusega küsimustele ning hinnata ka erinevate etteantud kompetentside olulisust. Lisaks lasti tööandjatel tutvuda lõpetajate õppekava ja selle õpiväljunditega ning õppekava muudatustega.

TalTechi/TÜ küberkaitse lõpetajate osas on tööandjate peamised ootused seotud **infoturbe alaste teadmiste ja oskustega**. Eelkõige soovitakse, et teoreetiliste teadmiste kõrval oleksid olemas ka praktilised kogemused, mis valdavalt on küberkaitse eriala magistritaseme lõpetajatel ka olemas. Väga oluliseks peetakse ka **head kirjalikku ja suulist eneseväljendusoskust**, et tekkinud intsidente oskuslikult kommunikeerida ning lahendada (sh ka hästi struktureeritud kirjalike raportite kujul). Ka **argumenteerimise oskust ning tervikpildi nägemise võimet** peetakse väga oluliseks, nagu ka **õppimis- ja kohanemisvõimet**, kuivõrd valdkond muutub kiiresti ning pidevalt tuleb olla valmis uute oskuste omandamiseks.

Lisaks eelpool väljatoodule mainiti ka järgimisi ootuspäraseid üldkompetentse:

- riskide hindamise oskus
- analüüsivõime
- ärist aru saamine
- julgus ennast väljendada (nt koosolekutel öelda enda mõtet välja)
- vene keele oskus

Juhul kui lõpetaja asus tööle juhtivasse rolli, lisandus ootustele ka teiste inimeste ja tööprotsesside juhtimise oskus, eelarve planeerimise oskus ning oskus aidata kaasa

kliendisuhtluse parandamisele. Tööandjatel puudus selge arusaam ja nägemus, kas eriala peaks koolitama juhte või spetsialiste. Samuti pakuti välja, et kuna oluline ootus on seotud praktilise kogemuse olemasoluga, siis võiks eriala koolitada nii teoreetikuid kui praktikuid, tehes nt ühe praktilisema ja ärilisema spetsialiseerumise ning teise teoreetilisema.

IKT tehnilised kompetentsid

Täpsustades, millised on tööandjate spetsiifilisemad ootused lõpetajate tehniliste kompetentside osas, toodi välja ka konkreetseid näited ja sõnastatud ootuseid. Alljärgnevalt on toodud avatud vastustel põhinev analüüs, kus paksus kirjas on toodud enamlevinud vastuste kokkuvõte ning sulgudes on märgitud vastajate arv:

- **arusaamine erinevatest tööriistadest ja programmidest, et mõista süsteeme ja osata leida lahendusi (3)**
- **praktiline kogemus (3)**
- „ründed, kaitsed, häkkimine“
- veebiturvalisuse testimine
- tulemuste väljendamise oskus raportites
- arusaam logidest
- algteadmised Unixist
- tehnilise *researchi* oskus.

Analüütilised kompetentsid

Analüütilisi kompetentse peeti samuti olulisteks, isegi üheks olulisemaks kompetentsiks. Analüütilisi kompetentse seostasid tööandjad enim äriprotsesside analüüsiga, et inimene oskaks hoomata protsesside eesmärgistatust ja toimimist tervikuna. Samuti mõistetakse selle all võimet analüüsida süsteemselt ja struktureeritult kõiki ettevõtete IT-süsteeme (sh võrkusid) ning suutlikkust erinevate stsenaariumite ennustamiseks, et olla võimeline probleeme ennetama.

IKT infoturbe kompetentsid

Infoturbe kompetentside osas on tööandjate ootused kõige suuremad. Enim tuuakse välja järgmisi ootuseid:

- **teadmised, kuidas seadmed ja andmebaasid töötavad (4)**

- **erinevate infoturbe põhimõtete ja tööriistade valdamine (4), sh**
 - andmelaonduse alased teadmised
 - tulemüüride alased teadmised
 - *red team* ja *blue team* loogika tundmine
 - Oracle
 - Juniper
 - Cisco
- ISKE jt turvapõhimõtete alased teadmised (2)

Tööandjate jaoks on oluline, et lõpetajad mõistaksid ka seda, et tööriistade tundmine ei aita veel süsteeme kaitsta. Oluline on süsteemide mõistmine laiemalt ning vastavate, tihti ka unikaalsete, lahenduste leidmise oskus.

IKT juhtimise kompetentsid

Tööandjate intervjuudest selgus, et osaliselt oodatakse Küberkaitse magistritaseme lõpetajalt juba ka IKT juhtimise kompetentse. Eelkõige tuuakse välja, et juhtimisoskuse andmine võiks saada alguse meeskonnatöö oskuste arendamisest. Sealt edasi võiks ülikool anda juurde projektijuhtimise kompetentse ning ka muid peamisi juhtimise alaseid oskusi, nt eelarvestamine, planeerimine ja pikemaajaliste strateegiliste plaanide koostamine. Oluliseks peetakse ka koolitamise oskuse õpetamist, et osataks teadmisi teistele edasi anda.

Arvutivõrgud

Arvutivõrkudealased kompetentsid tulevad tööandjate sõnul üldjoones kasuks, kuid süvateadmisi lõpetajatelt ei eeldata. Pigem eeldatakse baasteadmisi (nt kuidas võrgud töötavad, mis on parimad praktikad turvalisusest, VPN-id, erinevad topoloogiad) ning teadmisi uutest suundadest, nt SDN (*Software Defined Networking*). Leitakse, et kasuks tuleb ka see, kui saadakse standarditest ja *compliance*'ist (vastavustest) aru (nt krediitkaardi vastavus). Nimetati ka PCI sertifikaatide mõistmise olulisust.

Riistvara-alased kompetentsid

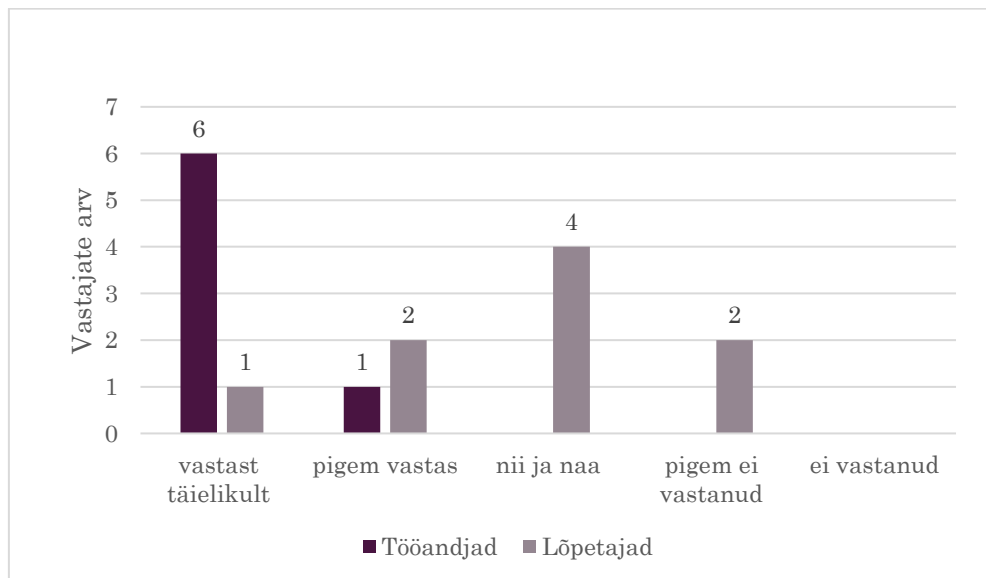
Riistvara-alaste kompetentside osas tööandjatel eriti ootuseid ei ole ning pigem eeldatakse taas baasteadmiste olemasolu (nt mis on *storage* tüübid andmebaaside jaoks).

5.2. Lõpetajate vastavus tööandjate ootustele

Lisaks eelpool kirjeldatud ootustele paluti tööandjatel 5-pallisel skaalal hinnata, kui võrd vastas lõpetajate teadmiste ja oskuste tase ettevõtte ootustele. Lõpetajatel paluti hinnata 5-pallisel skaalal ülikoolis õpitu vastavust töökohal vajaminevale. Lisaks paluti tööandjatel avatud küsimuses välja tuua lõpetajate tugevusi ja arengukohti.

Allolevalt jooniselt (vt joonis 4) on näha, et valdavalt on tööandjate rahulolu lõpetajate ettevalmistusega kõrge: lõpetaja tase on vastanud tööandja ootustele (6 neist vastas täielikult ning 1 pigem vastas ootustele).

Samuti on joonisele 4 lisatud lõpetajate hinnangud: kui võrd vastas nende meelest ülikoolis õpitu töökohal nõutule.



Joonis 4. Tööandjate vaade, kui võrd vastas lõpetajate teadmiste ja oskuste tase ettevõtte ootustele VS lõpetajate vaade, kui võrd vastas ülikoolis õpitu töökohal nõutule.

Selliselt saame kahepoolse ülevaate, kus tööandjad hindavad lõpetajate vastavust ootustele ning lõpetajad said väljendada seda, kui palju neil koolis õpitud realselt rakendada on tulnud. Kui võrd aga lõpetajad peavad silmas laiemat vaadet ja võrdlevad kogu õppekava jooksul omandatud teadmisi nendega, mida töökohal praegu vaja läheb, on nende hinnangud tööandjate omadest ootuspäraselt madalamad. 4 lõpetajat on vastavust ülikoolis õpitu ja töökohal nõutu osas hinnanud „nii ja naa“-ga, samal ajal 2 lõpetajat on

leidnud, et ülikoolis õpitu pigem ei vastanud töökohal nõutule, 2 lõpetajat leidsid, et õpitu pigem vastas nõutule ning üks lõpetaja leidis, et õpitu vastas täielikult nõutule.

5.3 Lõpetajate tugevused ja arengukohad

Laiendamaks tööandjate hinnanguid, kuivõrd lõpetaja teadmiste ja oskuste tase vastas seatud ootustele, paluti tööandjate esindajatel kirjeldada ka lõpetajate tänaseid tugevusi ja arengukohti. Tööandjate vastustest peegeldub, et **enim väärtustavad nad küberkaitse lõpetajate võimet näha suurt pilti ning teadlikkust erinevatest tööriistadest, metoodikatest**. Võime näha suuremat pilti annab võimaluse pakkuda välja terviklikumaid lahendusi ning pakkuda klientidele juurde ka konsultatsiooni. Kõrgelt hinnatakse ka lõpetajate **huvi erinevate tehnoloogiate vastu ning soovi asjadest aru saada**.

Lõpetajate tugevustena toodi veel välja järgmisi aspekte:

- erinevate tehniliste tööriistade ja metoodikate valdamine, sh tarkvaradisaini oskus, suutlikkus luua võrguarhitektuuri jms (4)
- analüütilisus (2)
- kohusetunne (2)
- tööprotsessi loomise ja kirjeldamise oskus (2)
- süsteemne mõtlemine
- suutlikkus näha riske ja ohte
- suhtlemis- ja eneseväljendusoskus
- planeerimisoskus
- oskus asju põhjendada
- suutlikkus võtta ise vastu otsuseid
- huvi teadus- ja uurimustöö vastu
- kiire õppimisvõime
- iseseisvus
- organiseerimisvõime
- töökus

Lõpetajate arengukohad

Tööandjatel paluti välja tuua ka lõpetajate arengukohti. Mitmel juhul toodi probleemina välja lõpetajate väga kõrgeid ootusi tööle. Tööandjate sõnul on mitmed küberkaitsega seotud rollid üleidealiseeritud.

„Haip küberkaitse osas on kõrge. Välismaalaste suunal on pilt ja ootused kõrgeks ajatud, aga ettevõtjana on see natuke tülikas. Eestis ei ole seda *industry*'t nii palju. Et ei saa loota ainult, et sa ründad, vaid pead ka raporteid kirjutama. Nt õudselt põnev on pentestimine, aga seda pole võimalik kogu aeg teha.“

Peamiste arengukohtadena leidsid mainimist järgmised teemad:

- **vähene praktiline kogemus (3)**
- implementeerimise oskus, et rakendused ei jääks poolikuks
- monitooringu kvaliteet
- turvakvaliteedi tagamine
- juhtimisalased oskused (nt finantsplaneerimine, inimeste juhtimine)
- otsuste kvaliteet
- parem prognoosimise võime
- kirjalik eneseväljendus
- ettevõtte spetsiifika tundmine
- vene keel

Vähese praktilise kogemuse miinusena nähakse näiteks oskust ja võimet enda tööd kontrollida.

„Praktikas on mõne koha pealt olulised detailid vajaka, nt kui paluda installeerida server, mis võiks minna *live*'i, siis on unustatud tulemüür peale panna. Puudu praktikat, pole tekkinud enesekontrolli. Protseduurilisi asju pole veel välja kujunenud. Kuidas päris elus asju rakendada, kui keegi ootab Sinult mingit tööd.“

6. TÖÖANDJATE RAHULOLU LÕPETAJATEGA

6.1. Õppekavast tulenevate IKT kompetentside olulisus ja rahulolu

Selleks, et hinnata, milline on tööandjate rahulolu Küberkaitse magistriõppekava lõpetajatega, palusime neil hinnata õppekava õpiväljundeid olulisuse ja rahulolu vaates.

Tööandjatele esitati etteantud õppekava põhjal kaks küsimust:

1. Kuivõrd on need IKT kompetentsid lõpetaja ametikohal töötamiseks olulised?
2. Kui rahul olete nende kompetentside avaldumisega lõpetaja näitel?

Sarnaselt toimiti ka **lõpetajatega**, kellel paluti õppekava õpiväljundite alusel hinnata:

1. Kuivõrd on need koolist omandatud IKT kompetentsid Sulle Sinu ametikohal töötamiseks olulised?
2. Kui rahul oled ülikoolipoolse ettevalmistusega nende kompetentside osas?

Vastata sai viiepalliskaalal, kus nii tööandjate kui ka lõpetanutele kehtis sama hindamisskaala:

Olulisus: 5 – väga oluline, 4 – pigem oluline, 3 – nii ja naa, 2 – pigem ei ole oluline, 1 – ei ole oluline.

Rahulolu: 5 – väga rahul, 4 – pigem rahul, 3 – nii ja naa, 2 – pigem ei ole rahul, 1 – ei ole rahul.

Vastavad tulemused on esitatud tabelis 2 ja joonisel 5. Selleks, et mõista nummerdatud õpiväljundite sisu joonisel, tuleks seda kõrvutada tabelis oleva infoga, kus igale numbrile vastab antud õppekava konkreetne õpiväljund.

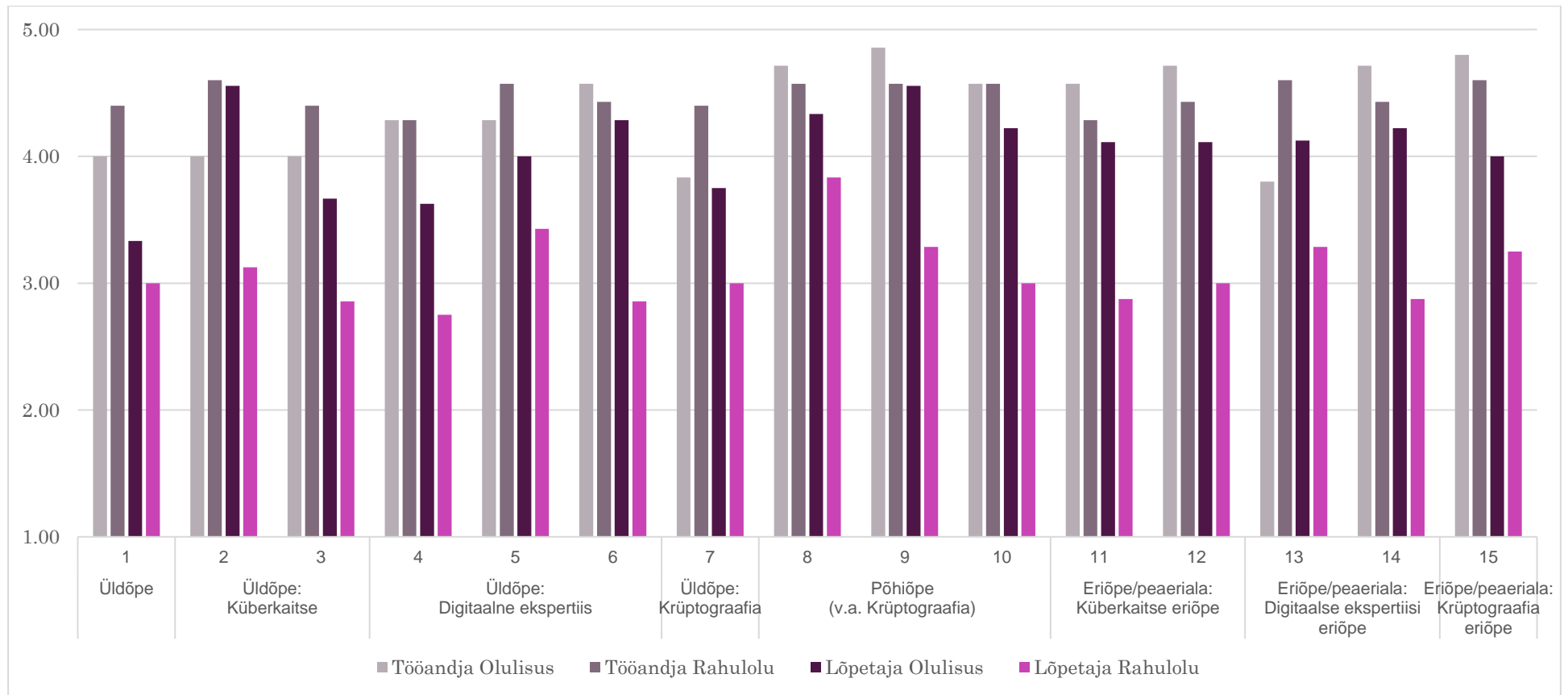
Tööandjate ja lõpetajate koondtulemustest on näha, et tööandjad hindavad õpiväljundite olulisust üldiselt lõpetajatest kõrgemalt, va kahel juhul – lõpetajad hindavad tööandjatest olulisemaks alusteadmisi küberjulgeoleku õiguslikest alustest ning praktilise kogemuse omandamist mitmes digitaalse ekspertiisi tehnoloogias. Kõige kõrgemalt on nii lõpetajad kui ka tööandjad hinnanud **baasteadmisi arvutivõrkudest ning teadmisi digitaalseid seadmeid ohustavatest rünnakutest**. Kõige madalamalt on lõpetajad ja tööandjad hinnanud **alusteadmiste olulisust ettevõtlusest, kombinatoorika ja krüptograafia põhialuste teadmiste olulisust ning põhiteadmisi algoritmikast, krüptoloogiast ja krüptograafia rakenduslikest aspektidest**. Võrreldes lõpetajatega peavad tööandjad märkimisväärselt olulisemaks teadmisi ettetulevate

eetiliste probleemide analüüsiks. Samuti nähtub jooniselt 5, et olenemata õpiväljundi hinnatud olulisusest, on tööandjate rahulolu lõpetajate teadmiste ja oskustega valdavalt kõrgem kui lõpetajate endi rahulolu ülikoolipoolse ettevalmistusega.

Tabelis 2 on välja toodud õpiväljundite keskmised hinnangud nii tööandjate kui ka lõpetajate olulisuse ja rahulolu vaates. Punase värviga on märgitud antud näitaja madalaimad keskmised tulemused (viimane viiendik), rohelisega antud näitaja kõrgeimad keskmised tulemused (esimene viiendik). Viimased lahtrid ehk tööandjate rahulolu ja olulisuse erinevus ning lõpetaja rahulolu ja olulisuse erinevus näitavad kuivõrd rahulolu hinnang on vastavast olulisuse hinnangust kõrgem või madalam. Positiivne arv väljendab, et rahulolu on olulisusest kõrgem, mistõttu selle kompetentsiga rahuloluga olulisi probleeme ei ole. Samas negatiivse arvuga väljendatud erinevus viitab tähelepanu vajavale kompetentsile, kuna selle olulisust on kõrgemaks hinnatud kui rahulolu.

Tööandjate ja lõpetajate hinnangute põhjal vajaksid antud õppekavas enim tähelepanu järgmised õpiväljundid:

- Teadmised süsteemihalduse või turvalise tarkvaraarenduse alal.
- Ülevaade digitaalseid seadmeid ohustavatest rünnakutest.
- Praktilised kogemused mitmes küberkaitse tehnoloogias ning suutlikkus vastavaid tehnoloogiaid rakendada.
- Suutlikkus hinnata mitme küberkaitse meetodi koosmõju ning kujundada küberkaitse strateegiat.



Joonis 5. Töandjate ja lõpetajate hinnangute keskmised tulemused õppekavale – olulisuse ja rahulolu vaates.

Tabel 2. Tööandjate ja lõpetajate hinnangute keskmised tulemused õppekavale – olulisuse ja rahulolu vaates.

Õpiväljundid	Tööandja		Lõpetaja		Tööandja	Lõpetaja
	Olulisus	Rahulolu	Olulisus	Rahulolu	Rahulolu ja olulisuse erinevus	Rahulolu ja olulisuse erinevus
Üldõpe						
1. Omab alustadmisi ettevõtlusest.	4,00	4,40	3,33	3,00	0,40	-0,33
Üldõpe: Küberkaitse						
2. Omab alustadmisi küberjulgeoleku õiguslikest alustest.	4,00	4,75	4,56	3,13	0,75	-1,43
3. Omab teadmisi kombinatoorika ja krüptograafia põhialustest.	4,00	4,50	3,67	2,86	0,50	-0,81
Üldõpe: Digitaalne ekspertiis						
4. Omab alust, millele tugineda professionaalses töös ettetulevate eetiliste probleemide analüüsil.	4,33	4,33	3,63	2,75	0,00	-0,88
5. Omab teadmisi digitaalsetest tõenditest, nende õigest kogumisest ja talletamisest.	4,33	4,67	4,00	3,43	0,33	-0,57
6. Omab ülevaadet kaasaegsetest operatsioonisüsteemidest, mida kasutatakse info- ja kommunikatsiooniseadmetes.	4,50	4,50	4,29	2,86	0,00	-1,43
Üldõpe: Krüptograafia						
7. On omandanud vajalikud põhiteadmised algoritmikast, krüptoloogiast ja krüptograafia rakenduslikest aspektidest	3,80	4,50	3,75	3,00	0,70	-0,75

Õpiväljundid	Tööandja		Lõpetaja		Tööandja	Lõpetaja
	Olulisus	Rahulolu	Olulisus	Rahulolu	Olulisus	Rahulolu
Põhiõpe (v.a. Krüptograafia)						
8. On omandanud baasteadmised arvutivõrkudest.	4,67	4,67	4,33	3,83	0,00	-0,50
9. On omandanud ülevaate digitaalseid seadmeid ohustavatest rünnakutest.	4,83	4,67	4,56	3,29	-0,17	-1,27
10. Omab ülevaadet küberturbe ja intsidendihalduse juhtimisest.	4,50	4,67	4,22	3,00	0,17	-1,22
Eriõpe/peeriala: Küberkaitse eriõpe						
11. On omandanud praktilise kogemuse mitmes küberkaitse tehnoloogias ning suudab vastavaid tehnoloogiaid rakendada.	4,50	4,33	4,11	2,88	-0,17	-1,24
12. Suudab hinnata mitmete küberkaitse meetodite koosmõju ja kujundada küberkaitse strateegiat.	4,67	4,50	4,11	3,00	-0,17	-1,11
Eriõpe/peeriala: Digitaalse ekspertiisi eriõpe						
13. On omandanud praktilise kogemuse mitmes digitaalse ekspertiisi tehnoloogias ning suudab vastavaid tehnoloogiaid rakendada.	3,75	4,75	4,13	3,29	1,00	-0,84
14. Omab teadmisi süsteemihalduse või turvalise tarkvaraarenduse alal.	4,67	4,50	4,22	2,88	-0,17	-1,35
Eriõpe/peeriala: Krüptograafia eriõpe						
15. On omandanud süvendatud erialateadmised vastavalt valitud profiilile.	4,75	4,75	4,00	3,25	0,00	-0,75

6.2. Üldkompetentside olulisus ja rahulolu

Lisaks õppekava õpiväljunditest tulenevate kompetentside hindamisele palusime uuringus osalejatel hinnata sarnastel alustel ka üldkompetentse. Tulemused on kuvatud joonisel 6 ja tabelis 3. Intervjueeritavatel paluti hinnata üldkompetentse viiepalliskaalal järgnevate küsimuste alusel:

Küsimused tööandjatele:

1. Kuivõrd olulised on need üldkompetentsid lõpetaja ametikohal töötamiseks?
2. Kui rahul olete nende üldkompetentside avaldumisega lõpetaja näitel?

Küsimused lõpetajatele:

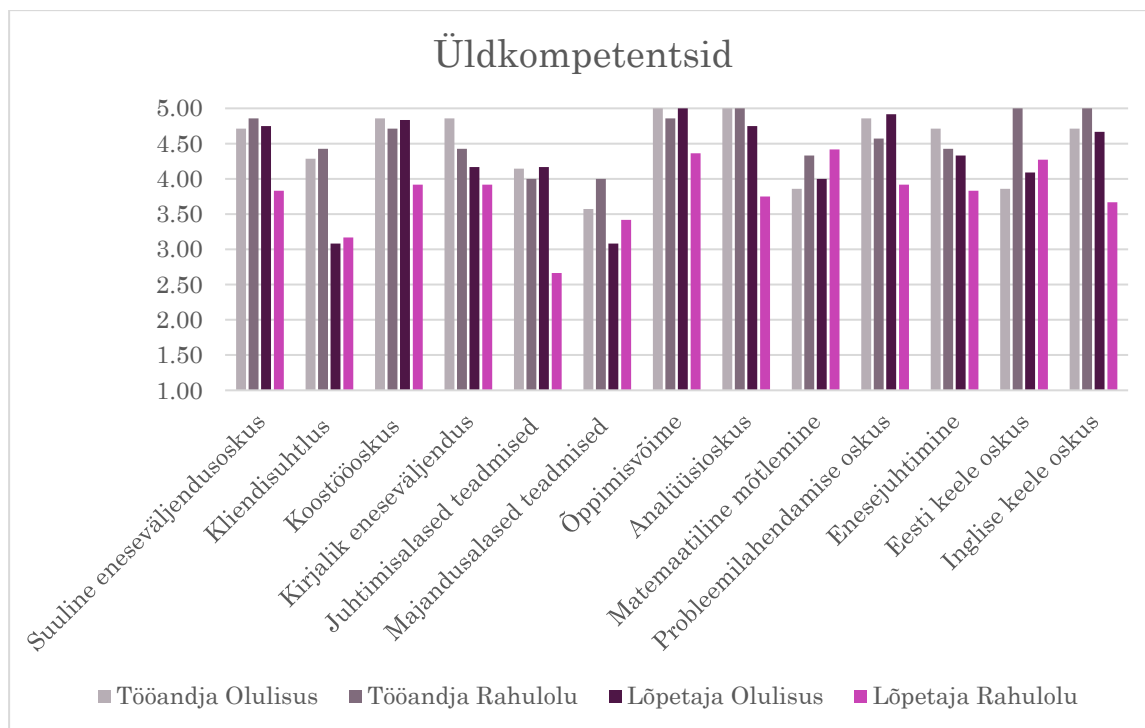
1. Kuivõrd olulised on need üldkompetentsid Sinu ametikohal töötamiseks?
2. Kui rahul oled nende osas ülikoolipoolse ettevalmistusega?

Nii tööandjatel kui ka lõpetanutel oli taaskord sama hindamiskaala:

Olulisus: 5 – väga oluline, 4 – pigem oluline, 3 – nii ja naa, 2 – pigem ei ole oluline, 1 – ei ole oluline.

Rahulolu: 5 – väga rahul, 4 – pigem rahul, 3 – nii ja naa, 2 – pigem ei ole rahul, 1 – ei ole rahul.

Nii tööandjad kui ka lõpetajad peavad kõige olulisemateks üldkompetentsideks analüüsivõimet ning õppimisvõimet (vt Joonis 6). Järgneb koostööoskus, suuline eneseväljendusoskus ning enesejuhtimisoskus. Madalaimad olulisuse hinnangud on saanud aga majandusalased teadmised, matemaatiline mõtlemine ning eesti keele oskus.



Joonis 6. Töötajate ja lõpetajate hinnangud üldkompetentsidele – olulisus ja rahulolu.

Sarnaselt nagu õppekava õpiväljundite alusel IKT kompetentside hindamise puhul (vt Tabel 2), on ka üldkompetentside puhul välja toodud nii tööandjate kui ka lõpetajate rahulolu ja olulisuse erinevused, mis aitavad hinnata seda, millistele üldkompetentsidele ülikoolis võiks rohkem rõhku panna. Tabelis 3 on välja toodud üldkompetentside keskmised hinnangud nii tööandjate kui ka lõpetajate vaates. Punasega on märgitud antud näitaja madalaimad keskmised tulemused (viimane viiendik) ning rohelisega antud näitaja kõrgeimad keskmised tulemused (esimene viiendik).

Tulemustest nähtub, et enim vajaksid antud õppekava lõpetajate puhul tähelepanu järgmised üldkompetentsid (st nende rahulolu ja olulisuse erinevused on kõige madalamad):

- kirjalik eneseväljendus
- koostööoskus
- õppimisvõime
- enesejuhtimine
- probleemilahendamise oskus
- juhtimisalased teadmised.

Tabel 3. Tööandjate ja lõpetajate hinnangud üldkompetentsidele – olulisus ja rahulolu.

Üldkompetents	Tööandja		Lõpetaja		Tööandja	Lõpetaja
	Olulisus	Rahulolu	Olulisus	Rahulolu	Rahulolu ja olulisuse erinevus	Rahulolu ja olulisuse erinevus
Suuline eneseväljenduoskus	4,71	4,86	4,7	2,6	0,14	-2,11
Kliendisuhtlus	4,29	4,43	4,0	2,4	0,14	-1,63
Koostööoskus	4,86	4,71	4,8	3,3	-0,14	-1,44
Kirjalik eneseväljendus	4,86	4,43	4,3	2,6	-0,43	-1,78
Juhtimisalased teadmised (nt planeerimisoskus, juhendamine)	4,14	4,00	4,3	2,3	-0,14	-2,00
Majandusalased teadmised (nt teadmised ettevõtlusest)	3,57	4,00	3,3	2,4	0,43	-0,89
Õppimisvõime	5,00	4,86	4,8	3,5	-0,14	-1,28
Analüüsioskus	5,00	5,00	4,9	3,3	0,00	-1,56
Matemaatiline mõtlemine	3,86	4,33	3,6	3,4	0,48	-0,11
Probleemilahendamise oskus	4,86	4,57	4,4	3,0	-0,29	-1,44
Enesejuhtimine	4,71	4,43	4,7	3,1	-0,29	-1,56
Eesti keele oskus	3,86	5,00	3,8	3,0	1,14	-0,75
Inglise keele oskus	4,71	5,00	4,4	3,5	0,29	-0,94

7. TAGASISIDE ÕPPEKAVALE JA KOOSTÖÖ ÜLIKOOLIDEGA

7.1 Lõpetajate rahulolu valitud õppekavaga

Tagasisidet andnud 9-st hiljuti ülikooli lõpetanust jäi oma **õppekava valikuga rahule 5 lõpetajat** ning 4 lõpetajat hindasid oma rahulolu „nii ja naa“-ga. Vastanutest polnud keegi oma õppekava valikuga täiesti rahuolematu.

Lõpetajad, kes olid oma õppekava valikuga rahul, põhjendasid seda erinevalt. Oli nii neid, kes tõid välja, et jäid oma valikuga rahule, kuna see **oli huvitav**, kui ka neid, kelle rahulolu väljendus eelkõige läbi selle, et õppekava läbimine avas ukse paremale töökohale. Samuti olid rohkem rahul need lõpetajad, kes olid teinud õppima minnes põhjalikuma eeltöö ning teadsid täpselt, milliste ainete all nad midagi saavad. Nii oli võimalik teha ka valikainete osas enda jaoks sobivamaid otsuseid. Oli ka neid, kes kiitsid eelkõige lisaaineid.

„Lisaainetest oli palju kasu. Tartu ained olid väga huvitavad ja kasulikud, nt Raimundase ained (turvalise tarkvaradisaini printsiibid, süsteemi adminnimine.“

„Meeldisid matemaatikaga seotud ained, nt diskreetne matemaatika, mis võiks olla küberkaitstes kohustuslik.“

Toodi ka välja, et küberkaitse alased teadmised aitavad kaasa sellele, et tõusta programmeerijana professionaalsemale tasemele – vaatad programmeerimist peale lõpetamist teise pilguga.

Need lõpetajad, kes hindasid oma rahuolu õppekava valikuga „**nii ja naa**“-ga tõid välja järgmisi põhjendusi:

- „Teemade ja valdkondade osas oli puudu organisatsioonilisi ja pehmemaid teemasid, nt üldjuhtimise ja organisatsiooniga seotud teemad, tööprotsesside kujundamine, lepingute koostamine (mis aspektid seal küberkaitsega seonduvad). Mõne aine raames põgusalt sai...“

- „Negatiivsed kogemused olid seotud õppejõududega, kes ei suutnud oma ainet huvitavalt edastada. Samuti, paljud õppeained olid ebahuvitavad või ebaolulised.“
- „Osade ainete kvaliteet oli madal ja esines osade õppeainete sisu kattuvust.“
- „Avas silmaringi, detaile väga palju ei saanud. Võiks olla rohkem tehnilisem.“
- „Enamik loenguid polnud põhjalikud ja siis jäi pigem enda ülesandeks, kas otsustasid teemaga ise sügavuti tutvust teha või mitte.“
- „Mõnes kohas oleksid võinud õppejõud olla natukene karmimad.“
- „Soovida jättis õppejõudude puudus, sh ajapuudus, nt ei suutnud õppejõud parandada lubatud ajaks töid (semestri lõpus ei saanud ikka semestri alguses tehtud kontrolltöö hinnet teada).“
- „Õppejõududel jäi vajaka praktilisest kogemusest.“
- „Õppejõudude inglise keelest ei saanud alati aru.“
- „Õppijate tase on erinev, välismaalased ja eestlased. Samuti, mittetehnilistele meeldis palju loba ajada, aga see ei vii edasi. Tehnilise inimesena oleksin oodanud tehnilisemat õpet. Liiga palju oli pehmemat, jutustavat õpet, nt küberõigus.“

„Nii ja naa“ vastajate seas oli rohkem neid lõpetajaid, kellel oli erialane töökogemus küberkaitsega seonduvalt juba olemas. Nende jaoks oli küberkaitse õppekava pigem üldhariv ning spetsiifilisi õpitud uusi oskusi oli vähem.

Lõpetajate hinnangul oli töökohal alustamisel lihtsamad järgmised tööülesanded (st nende puhul tunti enim, et taust ülikoolist on toetamas):

- **tehnilisemad ülesanded (9)**, nt pahavara või krüptoga seotud, samuti aga ka saadud uued oskused seoses käsureaga või seoses sellega, et kood vastaks turvastandarditele; *system forensics* - tegevused, monitooringulahendused, võrgutehnoloogia- arvutivõrkudega seotud tegevused (nt võrkude konfigureerimine), ründega seotud tegevused, *elicitations*)
- **äriprotsesside ja terviku mõistmine (4)**
- riskide hindamisega seotud ülesanded
- andmeanalüüsiga seotud tegevused (teades vajalikke meetodeid)
- IT arhitektuurist arusaamine
- otsuste tegemine (teades otsuste tegemise strateegiat küberkaitstes)

- dokumentatsiooni koostamine (kuidas asju lahti kirjutada)
- juhtimine.
-

Samas keerukamateks töökohal alustamisel peeti järgmisi ülesandeid (st nende puhul tunti, et ülikooli taust on puudulik):

- **turvalise tarkvaraarenduse protsessid, *security design* (3)**
- **logidega seotud tegevused, arusaam logidest (2)**
- **äriprotsesside tundmine (2)**
- **testimine (turvatestimine, pentestimine) (2)**
- CISP standardid
- info arhitektuur
- võrguanalüüs
- LINUX'i platvorm ja seonduvad konfigureerimised
- veebiga seotud programmeerimine
- *reversimine*
- *Client side attack's*
- tule müüri konfiguratsioonid
- *Ecommerce fraud*
- *Security monitoring*
- ligipääsude juhtimine (*access management, defining access roles*)
- juhtimine
- käitumine küberintsidentide korral.

Samuti nimetati, et hea oleks saada ka terviklikumat ülevaadet sellest, kuidas riiklikul tasandil käituda, kui mingi oluline küberintsident juhtub – keda ja kuidas teavitada.

„Aga võib-olla viia inimesed välja riigi infosüsteemide ameti juurde (*incident response*), et kuidas see päriselt välja näeb (praegu ei saa keegi täpselt aru). Et tehakse tutvustus RIK'is, et meil on sellised asjad juhtunud ja mida siis teha.“
 “Pluss soovitaks ülikoolile *Capture the Flag* võistlusi, annaks hea kogemuse“

Lõpetajate hinnangul oli õppekava moodulite läbimise järjekord üldiselt loogiline. Toodi välja, et positiivne oli lähenemine, et esimesel aastal oli rohkem nõ pehmemaid aineid, mille pealt mindi järjest tehnilisemaks. Kuna enamasti aga õpiti ja töötati paralleelselt, siis tihti võeti aineid lähtuvalt ajalistest võimalustest ning ka ilma, et oleks vajalikke eeldusaineid läbitud. Kui millestki puudust tunti, siis oli see eelkõige praktika.

Lõpetajatel paluti välja tuua ka kolm kuni viis nende **tööülesannete seisukohalt kõige olulisemat kompetentsi**. Kuna küsimus oli avatud vastusega, sai siinkohal välja tuua nii tehnilisi kui ka üldisi kompetentse. Ülekaalukalt leidsid mainimist **tehnilised teadmised, mille all nimetati enim võrgundust (4)**:

- **tehnilised teadmised (9)** (pead teadma, kuidas asjad omavahel toimivad – nt kas mingi serveri tarkvara toimib konkreetse riistvara peal; riistvara ja tarkvara – pead teadma, kuidas ka asjad arvutis füüsiliselt on; arvutid ja kübervaldkond, arusaam võrkudest ja võrkude turvalisusest, süsteemihaldus, krüpto, OWASP Top 10, ligipääsude administreerimine, töö logidega)
- **õppimisvõime (3)**
- **hea eneseväljendus (3)** (rääkimine, argumenteerimine, esinemine)
- **infootsimise oskus (2)**, nõ googeldamisoskus
- **planeerimisoskus (2)**, sh võrguarhitektuur ja võrkude planeerimine – kuidas võrke ehitada
- **juriidiliste nüansside teadmine (2)**, et ei tekiks probleeme, pead teadma oma nõ mängumaad (reeglid, juhendid)
- **common sense (2)** – tuleb säilitada talupojamõistus ja mitte asju liiga keeruliseks ajada (loogiline ja ratsionaalne mõtlemine, praktikas töötavad sageli lihtsad asjad)
- ohuteadlikkus (millised on võimalikud ohud kübermaastikul)
- standardiseerimise oskus
- poliitika kujundamise teadlikkus (riikide poliitika küberkaitsest)
- programmeerimiskeelte teadmine
- teadmised rakenduste ülesehituse kohta
- probleemide lahendamise oskus
- tervikpildi nägemise võime
- kiire reageerimine
- juhtimisoskus
- eesmärkide püstitamise oskus

Lõpetajatel paluti ka välja tuua **põhjuseid, mis aitasid neil õpingud lõpetada**, ning millised olid peamised takistused selleks. Peamiseks motivaatoriks oli **iseenda tahe õpingud lõpetada (5)**. Õpingute lõpetamise juures oli abiks ka tööandja paindlik suhtumine (3) ning lõputöö toetav juhendaja (2). Õpingute lõpetamisele aitas kaasa ka see, kui oli võimalik lõputöö teema siduda oma töökoha reaalse vajadusega (2). Teinekord kasutati abistavalt ka õppepuhkuse võtmist. Abiks oli ka eelnev erialane töökogemus.

Peamise takistajana nähti **raskust lõputöö teema ja juhendaja leidmisel (2)** ning pikki päevi. Kohati oli probleemiks ka vastaka info saamine õppejõududelt ja dekaanadist (eriti TalTechi poolel) – nt kes sobib juhendajaks, kes mitte. Oli ka neid, kellel ei läinud juhendajaga hästi ning toodi välja juhendaja vähest huvi ja panust. Nimetati ka lõputöö segaseid nõudeid, mis selgusid alles töö käigus, st nõuded pole piisavalt ära kirjeldatud). Probleemina nimetati ka seda kui **üks loeng toimub ühel päeval ja just päevasel ajal (2)**, nt kell 12-17, ning pead just samal ajal tööl olema. Oleks lihtsam, kui ained oleksid ära jaotatud erinevate päevade peale, et kui ühel päeval ei õnnestu osaleda, siis ei jää ainest täiesti ilma või oleksid sellised järjestikused loengud töövälisel ajal. Tudengid, kellel küberkaitse alast töökogemust ei olnud, tundsid takistava tegurina ka praktika puudumist (oli vaid loengupõhine teadmine). Et oleks lihtsam lõpetada, otsiti sellistel juhtudel ise tuge *meetup* tegevustest, nt Tallinsec.ee raames.

9-st lõpetajast **viiel** on edasiõppimise plaanid, nendest kolmel doktorantuuris (ühel juhul suunal küberkaitse strateegiline kommunikatsioon, teisel juhul nt tööstusdoktorantuuris) ning kahel mõnes praktilisemas suunas (sh teise magistrikraadi näol). Pigem on edasi õppimise eesmärgiks eneseareng kui see, et täiendavaid oskusi nt tööl vaja läheks. Neli lõpetajat leiab, et teadusalane karjäär ei ole nende jaoks ning edasi õppimine ei anna suurt midagi juurde.

Oma kursusekaaslaste õpingute pooleli jäämise peamise põhjustena nimetati lõputöö venima jäämist (6), nt suure töökoormuse (2) või sobiva lõputöö teema leidmise tõttu (4). Nimetati aga ka motivatsiooni langust ja lapsehoolduspuhkusele jäämist.

2 lõpetajat 9-st kaalus mõtet minna semestriks välismaale õppima, kuid mitte kumbki neist seda mõtet siiski ei teostanud. Peamised takistused olid seotud töö (4), pere (3) ja finantsidega. Kaaluti näiteks Aalto Ülikoolis Soomes küberkaitse õppimist.

Lõpetajatelt uuriti ka ühisõppekava eeliste ja puuduste kohta. Üldiselt leiti, et kahe ülikooli sümbioos andis tudengitele rohkem valikuvabadust. Saab võtta aineid sealt, kus nad on tugevamad. Tartu õppetöö korraldust ning ainete kvaliteeti

hinnati üldiselt paremaks (2). TalTechis on korrastamatust lõpetanute hinnangul rohkem. Lõpetanutele meeldis ka võimalus näha, kogeda ja võrrelda kahte ülikooli. Toodi välja aga ka negatiivseid aspekte, nt nimetati, et kui sisse astudes ei olnud nõuet, et Tartus peab aineid tegema, siis õppe käigus see muutus ja 24EAP-d oli kohustuslik läbida Tartus. Toodi välja, et kui astud sisse mingitel kindlatel tingimustel, siis võiks see nominaalaja lõpuni ka nii kehtida, mitte vahepeal muutuda. Samuti nimetati, et Tartu nõuded ja graafikud ei ühildunud alati TalTechiga (sh ka lõputöö tähtaeg). Ettepanekuna nimetati, et Tartu ainetele võiks võimaldada kaugõpet ja ka vastupidi. **Kõige suuremaks probleemiks oli aga kahe linna vahel sõitmine**, eriti, kui seda tuli mõnel semestril teha vähemalt 1x nädalas ja töö kõrvalt. Teati rääkida ka seda, et Tartu Ülikooli poolt oli organiseeritud üliõpilastele tasuta buss, TalTechi üliõpilased pidid aga ise oma sõidu organiseerima. Osade ainete puhul oleks soovitud pigem õppejõu kui üliõpilaste transporti.

7.2. Ettepanekud õppekava arendamiseks

Intervjuude raames said nii tööandjad kui ka lõpetajad esitada oma ettepanekuid õppekava arendamiseks. Mõlemalt sihtrühmalt küsiti kaheosaline küsimus: „Mida tuleks õppekavas muuta ja mis tuleks kindlasti alles jätta?“

Tööandjate ettepanekud

Üldiselt leidsid tööandjad, et **õppekavas on põhiteemad kaetud**. Kindlasti tuleks tööandjate hinnangul alles hoida **mitmed ained digitaalse ekspertiisi moodulist (2)**, nt digitaalsed tõendid, kaasaegsed operatsioonisüsteemid, algoritmika, krüptoloogia ja krüptograafia. Küberkaitse eriõppes aga **mitmete küberkaitse meetodite koosmõju ning küberkaitse strateegiad**. Alles tuleks hoida ka **võrgu teemad, süsteemihaldus ning tarkvara turvalisuse teemad**. Oluliseks peetakse ka intsidendi halduse õpetamist ning interneti psühholoogiat, samuti vene keele õpetamist.

Muutmise osas leiti, et rohkem võiks olla finantsjuhtimise ning IKT valdkonna üldjuhtimisega seotud teemasid. Samuti peaks magistritaseme lõpetanu suutma end paremini kirjalikult väljendada ning oskama oma tööd üle kontrollida (tegema enne asjade *live*'sse minekut nõ enesekontrolli. Samuti leiavad tööandjad, et magistriõpe peaks

tagama suurema praktikute lõpetamise ning andma võimaluse ka praktilisema suunitlusega magistritööde kaitsmiseks. Nende hinnangul ei tohiks olla argumendiks, et magistritöö pole piisavalt akadeemiline.

Ettevõtluse teemade osas ollakse eriarvamusel. Osade tööandjate hinnangul on see vajalik, teiste arvates jälle mittevajalik.

Lõpetajate ettepanekud

Ka **lõpetajatel paluti** välja tuua ettepanekuid õppekava arendamiseks, kuivõrd nendel on olemas vahetu kogemus õppekaval õppimisega, sh nemad tunnevad ka õppeainete sisu paremini kui tööandjad, ning samuti tunnetavad nad värskete lõpetajatena neid kitsaskohti, mida tööl paremini hakkama saamiseks peaks oskama.

Lõpetajate jaoks on oluline, et **õppejõud suudaksid oma ainet huvitavalt edasi anda**. Nende hinnangul **peaks muutma eelkõige aegunud õppemetoodikaid. Lõpetajad teeksid juurde ka spetsialiseerumisi**, nt küberkaitsele ja digitaalsele ekspertiisile lisaks ka *penetration testing*'u ja monitooringu. Spetsialiseerumiseks võiks üldse olla nende hinnangul õppekavas rohkem aega, et oleks võimalik lõpetada spetsiifiliste, mitte üldiste teadmistega. Valikainete võimalust hinnati muidu heaks. Lõpetajad näeksid õppekavas ka rohkem juhtimise, ettevõtluse ja küberpoliitika teemasid (sh teemad, millega NATO küberkaitsekeskus tegeleb. poliitika kujundamine, juriidika, kriisiplaanid, riikide poliitika küberkaitsest). Välja peaks aga jääma kehvema tasemega ained. Probleemiks oli ka õppejõudude halb inglise keele tase, mida peaks lõpetajate hinnangul kontrollima. Õppekavasse võiks kaasata rohkem just praktilise töökogemusega eksperte. Muudatusettepanekuna pakkusid mõned lõpetajad välja, et nõ Tartu päeva võiks ära kaotada ning tuua õppejõud Tallinnasse. Mis puudutas välistudengeid, siis kohati oli Eesti tudengitel tunne, et muu taustaga tudengitele tehti liiga palju kompromisse. Probleemiks oli kohati ka see, et õppekava oli liiga tehniline IT taustata inimestele ja liiga üldine IT taustaga inimestele (4). Pakuti välja, et võib-olla peaks olema kaks erinevat õppekava, üks tehnilise taustaga inimestele ning teine mittetehnilise taustaga inimestele. Muudatusi vajaks lõpetajate hinnangul ka õppejõudude poolt antav tagasisidesüsteem (kuigi koormus on suur, on oluline saada oma kontrolltööde tulemused jm tagasiside õigeaegselt). Lõpetajad sooviksid rohkem ka väljasõite, nt Ülemiste City'sse. Seoses sellega, et tudengid on erinevatest riikidest, ei pruugi see aga alati võimalik olla (nt

Kaitseväe puhul). Samuti on lõpetajate jaoks oluline, et see mida õpetatakse, oleks kaasaegne.

Lõpetajad hoiaksid alles aineid *attack and defense, locked shields, hands on hacking, võrgumonitoring* jm monitooringu ained, võrgud, pahavara analüüs, *malware, system forensic*, küberjulgeoleku operatsioonid, ettevõtlus, sissejuhatus krüptograafiasse, õiguslikud alused, süsteemi administreerimine. Lõpetajate hinnangul peaks kindlasti jääma alles ka ingliskeelne õpe, kus osade õppejõudude tase oli väga hea.

Mis puudutab lõputööd, siis selle kohta on info lõpetajate hinnangul puudulik. Lõpetajate hinnangul ei toiminud ka see lahendus, et kui tudeng 2. semestril lõputöö teemat ei esitanud, siis lõpetada ei saanud.

„Magistritööst ei räägitud midagi, aga hakati nõudma, et hakake kirjutama. Nõudeid ei olnud aga teada - kuivõrd teoreetiline või praktiline ja milliseid metoodikaid kasutada... Tugi magistritöö koostamiseks ja juhendaja leidmiseks oli nõrk.“

Ainetega seotud ettepanekud lõpetajatelt:

- „**Võrguanalüüs, praktiline analüüs** – võiks olla süvendatumalt, oli vaid üks aine.“
- „**Reverse engineering** – võiks olla detailsem.“
- „**Ründed ja kaitsed** – võiks olla kohustuslik aine.“
- „**Turvaline tarkvaradisain** – jäi liiga abstraktseks.“
- „**Masinõpe** – peaks minema põhiõppekavasse.“
- „**Programmeerimine** – võiks olla põhiõppes kohustuslik ning võiksid olla erinevad tasemed (level 1 ja level 2; nt teha programmeerimise alused või malware programmeerimine).“
- „**Krüptograafia** – oleks võinud olla tehnilisem.“
- „**Malware I** – oli liiga lihtne.“
- „**System administration** – võiks olla kohustuslik.“
- „**Cybersec monitoring** – võiks olla kohustuslik.“
- „**Krüptograafia eriõpe** – selle all võiks olla ka matemaatika ja loogika“
- „**Tehnopsühholoogia** – võiks jätta õppekavast välja.“

7.3. Õppekavas tehtud muudatuste hindamine

Uuringus osalejatele (nii tööandajad kui ka vilistlased) tutvustati ka 2018. aastal sisse astunutele kehtima hakanud õppekava versiooni ning paluti hinnata õppekavas tehtud muudatuste olulisust. Mida olulisem või parem muudatus, seda kõrgema skooriga tuli seda väljendada. Hinnata sai viiepalliskaalal, kus kehtisid järgmised vastavused: 5 – väga oluline muudatus, 4 – pigem oluline, 3 – nii ja naa, 2 – pigem ei ole oluline, 1 – muudatus ei ole oluline. Lõpetajatele kehtinud ja tänavustele sisseastujatele kehtiva õppekavade võrdluse ning sellest lähtuva muudatuste sõnastamise teostasid uuringu läbi viijad, kooskõlastades sõnastuse ka vastava õppekavajuhiga. Allolevas tabelis (vt Tabel 4) on välja toodud nii tööandjate kui ka lõpetajate keskmised hinnangud õppekavas tehtud muudatustele. Tööandjate ja lõpetajate keskmistest hinnangutest on näha, et lõpetajad hindavad teostatud muudatusi mõnevõrra olulisemaks kui tööandjad. Väga oluliseks teostatud muudatusi ei peeta. Tehnilisema suunitlusega lõpetajate hinnangul oleks valdkonna süvaõppe jaoks vaja pigem põhjalikumalt õpet ning ainete mahu suurendamine ainepunktide läbi olukorda ei lahenda.

Tabel 4. Tööandjate ja lõpetajate keskmised hinnangud õppekava muudatustele.

Muudatus	TÖÖANDJATE keskmise hinnang	LÕPETAJATE keskmise hinnang
1. Peaerialadel on suurem ühisosa ainete läbimisel kui varasemalt, st põhiõppe moodul on ühine, millele järgneb kolmele valdkonnale spetsialiseerumise moodulid (küberkaitse, digitaalne ekspertiis ja krüptograafia).	3,40	3,44
2. Ettevõtlusmooduli maht on vähenenud 14 EAP-lt 6 EAP-le.	2,80	3,56
3. Suurendatud on mitmete ainete mahtu (3 EAP-lt 6 EAP-le).	2,60	3,44

Õppekava väljundite sõnastamise osas tehti ka uudne ettepanek sõnastada neid edaspidi valdkonna sertifikaatide järgi.

7.4 Ettevõtete ja ülikoolide koostöökohad

1 tööandja esindaja 6-st ütles, et neil on toimiv koostöö ülikooliga ning aeg-ajalt käiakse nii loenguid lugemas kui ka panustatakse õppekava arendamisse (ülikoolide nimesid siinkohal ei eristatud). Kolmes ettevõttes pole koostööd ülikooliga kunagi olnud. Ühel juhul on koostööplaani aga just sõnastamisel ning ühel juhul on koostööplaanid jäänud soiku erinevate ootuste tõttu – ettevõtte peamiseks motivatsiooniks oli nõ omale töötajate koolitamine, kõrgkooli ootused olid aga laiemad. Üldiselt on aga koostöö jäänud ressursi nappuse taha.

Kui tööandja esindajatelt küsiti võimaluste kohta, kuidas nad saaksid ülikoolidega koostöösse panustada, siis 3 ettevõtet mainis, et oleksid valmis **andma (teatud mahus) loenguid**, 4 ettevõtet on valmis panustama **praktilistesse koostööprojektidesse** (sh tudengiprojektide juhendamine), 6 tööandjat huvituvad **praktikakohtade pakkumisest** ning 4 ettevõtet oleksid valmis pakkuma ka **lõputöö teemasid**. Konkreetsed ettevõtete kontaktisikud, kellega ülikool saab koostöö teemal ühendust võtta edastatakse õppekavajuhtidele uuringu läbiviijate poolt eraldi.

8. TÖÖANDJATE VAJADUSED IKT KOMPETENTSIDE OSAS

8.1. Ülikooli ja tööandja rollid

Sarnaselt 2016/2017 aastal läbi viidud tööandjate rahulolu uuringule IKT erialade lõpetanutega, leidsid ka käesolevas uuringus osalenud, et **valdavalt on ülikooli rolliks anda tudengile olulised baasteadmised**. Tööandja kanda jäävad spetsiifilised tehnilised oskused, mis tehnoloogiaid antud töökohal kasutatakse ja mis protsesside alusel tegevus toimub.

„Ülikool peaks arendama mõtlemisvõimet, tutvustama mis tehnoloogiaid/meetodeid maailmas kasutatakse ning millised on *best practice*’id. Oluline on saada üldine ülevaade, mis maailmas vastaval erialal tehakse.“

Küberkaitse eriala puhul on tööandjatel tihti ka täiendav ootus, et vastav õppekava peaks koolitama justkui küberkaitse spetsialiste. Ka oskus praktilisemale kogemusele on suurem. Soovitakse, et kui vastava taustaga inimene ettevõttega liitub, siis suudab ta orienteeruda turvalisuse teemade rägastikus ning aidata luua ja valida sobivaid lahendusi.

Paljud ettevõtted pakuvad värsketele tööle asujatele ka eraldi sisseelamise koolitus- või õppeprogrammi ning mitmed ettevõtted soodustavad edasiõppimist ka töökohal (sh nii iseõppimine, konverentside külastamine kui ka erinevad koolitused). Uuringus osalenud tööandjad mainisid näiteks järgmisi koolitusi, mida nad on lõpetajatele pakkunud: firmasisene sisseelamisprogramm, riigisaladuse teemad, võrgu administreerimine, *Juniper* koolitused (Juniper Swichid, Juniper SRX Footcamp), koormusjaoturid, võrguhalduritega seotud tootjakoolitused, *exploit development*, *penetration testing*, *vulnerability scanning*.

Lõpetajate vastustest ilmneb täiendavalt, et lisaks nimetatule on tööandja võimaldanud veel koolitusi järgmistel teemadel: finantside juhtimine, töövahendite koolitus, andmetöötlus ja andmeanalüüs, protsessikaeve, *hands on hacking*, *hunt hacker*, erinevad *security* treeningud (ründamine ja kaitsmine, turvavead), *insident response and disaster discovery*, *reversing*, operatsioonisüsteemi tundmiseks koolitused, tehnoloogia seminarid erinevate lahenduste tutvustamiseks, IT turbe testimine, *pentesting*, uute tehnoloogiate *workshopid*.

Lõpetajad nimetasid ka suurt iseõppimise vajadust töökohal.

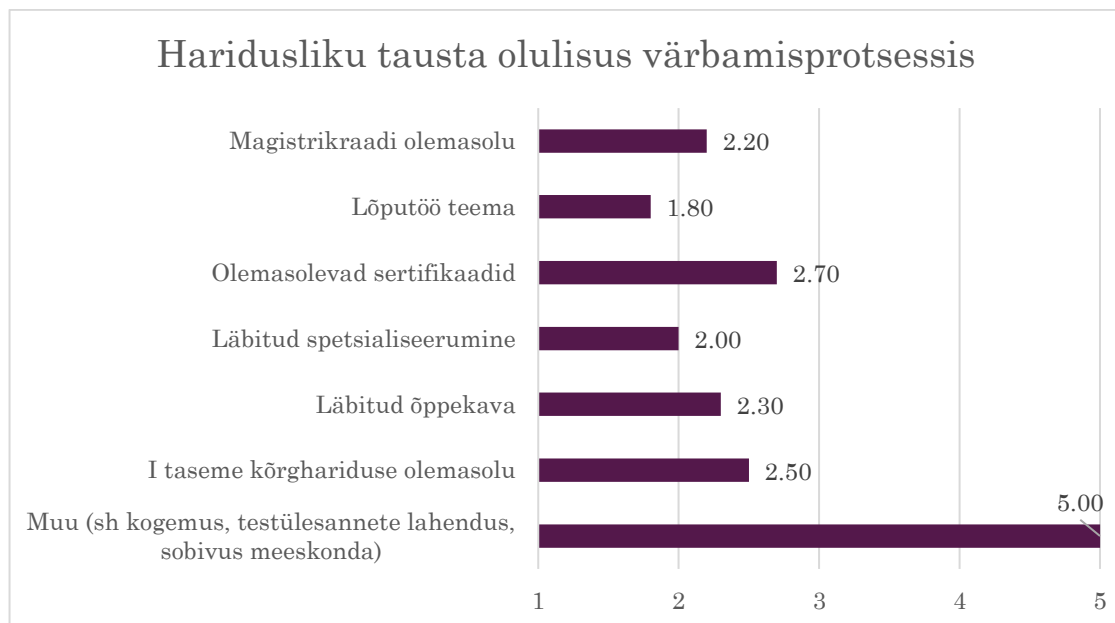
8.2. Huvi haridusliku tausta vastu värbamisprotsessis

Oluline kokkupuutepunkt ülikoolide ja ettevõtjate vahel on uute töötajate tööle võtmisel haridusliku tausta jälgimine. Ülikoolide seisukohalt on ootuspärane, et erialase kõrgharidusega ülikoolilõpetajad oleksid ettevõtjate silmis väärtustatud. Uuringu raames küsiti ka tööandjalt, mida nad kõne all olevasse rolli³ inimese värbamisel tavaliselt jälgivad. Antud küsimus esitati avatuna ilma, et intervjuuerija oleks kohe ise haridusliku tausta kohta küsinud. Valdavalt vastasid Küberkaitse lõpetajate tööandjad, et peavad olulisimaks **valdkonna varasemat töökogemust**. Järgmisena vaadatakse **sobitumist**

³ Siinkohal oli rolli all mõeldud lõpetajale sarnast ametipositsiooni.

meeskonda ning suhtlemisoskust. Oluline on ka kastist välja mõtlemine ja sära silmis. Samuti see, et inimene oleks kasutanud sarnaseid tööriistu ja seadmeid ning et jälgiks huviga ka oma vabast ajast küberturvalisuse uudisvooge. Otsitakse nõ oma eriala fänne. Juhtivas rollis peetakse oluliseks ka iseseisvust, planeerimisvõimet ning delegeerimise oskust.

Haridust enamik tööandjaid värbamist puudutavas avatud vastuses omaalgatuslikult eraldi välja ei toonud – selle põhjuseks võib ühest küljest olla suur nõudlus IKT oskuste järele tööturul, teisest küljest tööandjate kogemus, et ettevõttele vajalike teadmiste ja oskuste tase ei ole alati sõltuv kandidaadi haridusest, mistõttu antakse võimalus ka iseõppijatele. **Täpsemates hariduslikku tausta puudutavates küsimustes nentisid tööandjad, et ülikoolis õppimine tuleb siiski kasuks** ning näitab ka inimese sihikindlust. Alloleval joonisel 7 on välja toodud tööandjate hinnangul erinevate hariduslike aspektide olulisus värbamisprotsessis. Kõrgeima olulisusega neist on olemasolevad sertifikaadid (nt CISCO, CISA) ning bakalaureusekraadi olemasolu. Kuna eelkõige jälgitakse värbamisel eespool kirjeldatud tegureid, siis võetakse kõrghariduse olemasolu pigem boonuseks. Kõrghariduse olemasolu annab tööandjate hinnangul ka enesejuhtimise kogemust, mis on positiivne. Lõputöö teemat ja läbitud spetsialiseerumisi vaadatakse juurde siis, kui on vaja aru saada inimese täpsematest huvivaldkondadest. Noore inimese puhul, kellel kogemust veel ei ole, on see tööandjate hinnangul ka heaks vestluse jututeemaks.



Joonis 7. Haridusliku tausta jälgimine värbamisprotsessis. *- Muid aspekte hindas vähem vastajaid

6 uuringus osalenud tööandjat on valmis tööle võtma ka Eestis õppinud välistudengi. Teinekord võib saada probleemiks eesti keele oskus, mida läheb vaja nii meeskonnasiseselt kui ka kliendisuhtluses, ent käesolevas uuringus osalenud tööandjate puhul saab inglise keelega hakkama. Suuremaks probleemiks võib saada isegi sisejulgeolek, kuivõrd tuleb kontrollida iga töötaja tausta. Tööandjate sõnul peab ka kultuuriline taust ja tööharjumus sobima.

Uuringus osalenud välistudengitest üks tõi välja, et töökoha leidmine oli väga lihtne. Teine välistudeng aga nimetas, et eesti keele mitte oskamine vähendab kindlasti valikuvõimalusi ning oma oskusi tuleb tõestada rohkem kui seda peavad tegema kohalikud (on pidanud enda tõestamiseks alustama *support*'i rollist). Välistudengite puhul on olnud veidi probleemiks ka sotsialiseerumine. Tõrge tekib eelkõige eesti keele oskamatusel pinnalt.

Selleks, et juba töötavaid tudengeid õpingutel paremini toetada on tööandjad enim valmis pakkuma paindlikku tööaega (6 tööandjat) ning osalist töökoormust (5 tööandjat) või ka lõputöö tegemist töökohal (4 tööandjat). 6 ettevõttes on soodustatud kaugtöö võimalus ning ühes välissemestrist tuleneva tööpausi võimaldamine. Palgatõusu tuli ette ühel juhul ning kingitus seoses töötaja kooli lõpetamisega samuti ühel juhul.

8.3. Tulevikukompetentside vajadus ettevõtetes

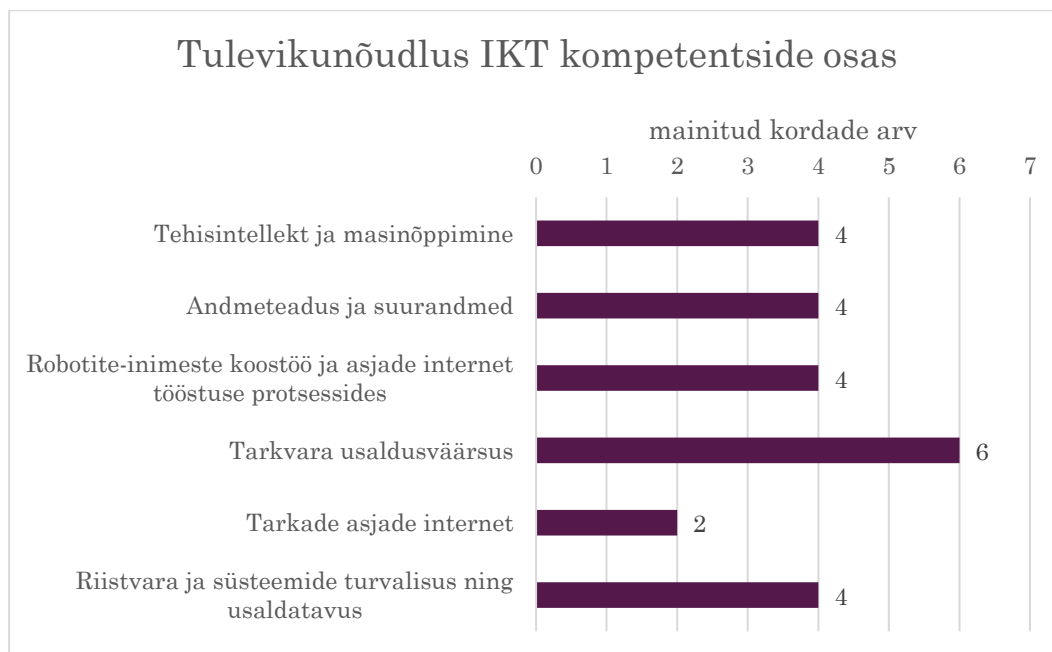
Nii lõpetajatelt kui ka tööandjatelt küsiti täiendavalt tulevikus vajaminevate IKT kompetentside kohta, mida on ka ülikoolidel õppekavade koostamise vaates hea silmas pidada. Tulevikus kasvava tähtsusega kompetentsidest mainiti näiteks järgmisi:

- **veebirakenduste turvatestimine (2)**
- ***incident response*'id (2)**
- *behavioral analyses* (AI põhised otsustusmehhanismid) süsteemide ründamise paremaks haldamiseks
- ohuteadmused
- võrkude turvaline disain ja võrguanalüüs
- võrgu (Windows, Linux) administreerimine
- süsteemi administreerimine (Oracle spetsialiseerumisega)

- masinõpe
- *blockchain*
- *Quantum computing*
- turvaohud riistvarale (nt veejaamad, elektrijaamad)
- *big data and detection of network*
- tarkvara arendamine

Lähtuvalt IT Akadeemia programmi teaduse toetusmeetme teadussuundadest uuriti lähemalt ka kuue teadussuuna olulisuse kohta:

1. Tehisintellekt ja masinõppimine
2. Andmeteadus ja suurandmed
3. Robotite-inimeste koostöö ja asjade internet tööstuse protsessides
4. Tarkvara usaldusväarsus
5. Tarkade asjade internet
6. Riistvara ja süsteemide turvalisus ning usaldatavus



Joonis 8. Tööandjate tulevikunõudlus IKT kompetentside osas

Tööandjate vaatest on kõikidest teadussuundadest kõige olulisemaks hinnatud **tarkvara usaldusväarsust (6 tööandjat)** ning kõige väiksema olulisuse on saanud tarkade asjade internet (2 tööandjat).

LISA 1. TÖÖANDJA KÜSIMUSTIK

Taustaandmed

1. **Organisatsiooni nimi:**
2. **Lõpetaja nimi:**
3. **Lõpetaja ülikool ja õppekava (märkida „X“):**

<input type="checkbox"/>	TTÜ Informaatika, BAK
<input type="checkbox"/>	TTÜ Informaatika, MAG
<input type="checkbox"/>	TTÜ Arvutisüsteemid, MAG
<input type="checkbox"/>	TÜ Informaatika, BAK
<input type="checkbox"/>	TÜ Informaatika, MAG
<input type="checkbox"/>	TTÜ/TÜ Tarkvaratehnika, MAG
<input type="checkbox"/>	TTÜ/TÜ Küberkaitse, MAG

4. **Lõpetaja roll Teie organisatsioonis:**

IT juht		IKT konsultant	
IT arendusjuht		Testija	
IT haldusjuht		Andmebaasi administraator	
Kvaliteedijuht		Süsteemiamministraator	
IKT turvajuht		Võrguspetsialist	
Projektijuht		IT-süsteemide spetsialist	
Teenuse juht/Süsteemijuht		IT-tugi/ Helpdesk	
Ärianalüütik		Kliendihaldur	
Süsteemianalüütik		IKT koolitaja	
Peaarhitekt		IKT turvaspetsialist	
Süsteemiarhitekt		Andmekvaliteedi spetsialist	
Noorem-arendaja		Elektroonik	
Arendaja		Elektroonikainsener	
Vanem-arendaja		Muu roll (palun täpsustage):	
Digitaalse meedia spetsialist			
Testijuht			

Tööandjate ootused ja rahulolu

5. **Millised on Teie peamised ootused vastava õppekava lõpetajale (teadmised ja oskused)?**

Ootused erialastele kompetentsidele:

IKT tehnilised kompetentsid (sh testimine)

Analüütilised kompetentsid

IKT infoturbe kompetentsid

IKT juhtimise kompetentsid

Arvutivõrgud

Riistvaraalased kompetentsid

Ootused üldkompetentsidele:

6. Kuivõrd lõpetaja teadmiste ja oskuste tase vastas Teie ettevõtte vajadusele?

5- vastas täielikult ootustele 4- pigem vastas ootustele 3- nii ja naa 2- pigem ei vastanud ootustele 1- ei vastanud ootustele

Lõpetaja tänased tugevused (teadmised ja oskused, mis vastasid ootustele):	Lõpetaja tänased arengukohad (teadmised ja oskused, mis ei vastanud ootustele):
--	---

7. Järgnevalt palume hinnata kompetentse konkreetse õppekava alusel (vt eraldi paberilt)

Pärast õpiväljundite hindamist lisaküsimused:

8.1. Mida tuleks õppekavas muuta ja mida tuleks õppekavas kindlasti alles hoida?

Tuleks muuta:	Tuleks alles hoida:
---------------	---------------------

8. Nüüd palume teil hetkeks tutvuda sellel aastal sisseastujatele kehtiva õppekava versiooniga ning õppekavas tehtud muudatustega.

9. Millised üldkompetentsid on valitud rollis töötamiseks olulised/kui rahul nendega olete?

5- väga oluline 4- pigem oluline 3- nii ja naa 2 – pigem ei ole oluline 1- ei ole oluline

5- väga rahul 4- pigem rahul 3- nii ja naa 2 – pigem ei ole rahul 1- ei ole rahul

märkida „-“, kui ei saa hinnata

	Olulisus	Rahulolu
Suuline eneseväljendusoskus		
Kliendisuhetus		
Koostööoskus		
Kirjalik eneseväljendus		
Juhtimisalased teadmised (nt planeerimisoskus, juhendamine)		
Majandusalased teadmised (nt teadmised ettevõtlusest)		
Õppimisvõime		
Analüüsioskus		
Matemaatiline mõtlemine		
Probleemilahendamise oskus		
Enesejuhtimine		
Eesti keele oskus		
Inglise keele oskus		
Muu üldkompetents (palun täpsustage):		

10. Mida te valitud rolli inimese värbamisel tavaliselt jälgite? (avatud küsimus)

10.1 Täiendavalt skaalaküsimus haridusliku tausta jälgimise kohta värbamisprotsessis. Kuivõrd olulised on järgmised aspektid värbamisprotsessis:

5- väga oluline 4- pigem oluline 3- nii ja naa 2 – pigem ei ole oluline 1- ei ole oluline

I taseme kõrghariduse olemasolu (kas bakalaureuse- või rakenduskõrghariduse kraad).	
Magistrikraadi olemasolu	
Läbitud õppekava	
Läbitud spetsialiseerumine	
Olemasolevad sertifikaadid	
Lõpetaja lõputöö teema	
Muu:	

Koostöö ülikooli ja tööandja vahel

11. Kui mõelda uue töötaja väljaõppe peale, siis milliste oskuste omandamist ootate ülikoolist ja mis roll peaks jääma tööandjale?

12. Milliseid oskuseid olete /hinnatava nimi/ täiendavalt arendanud/koolitanud?

13. Milline on teie tulevikku vaatav nõudlus IKT kompetentside osas?

Milliseid kompetentse vajate? Millise sisuga need täpsemalt oleksid?

Tehisintellekt ja masinõppimine

Andmeteadus ja suurandmed

Robotite-inimeste koostöö ja asjade internet tööstuse protsessides

Tarkvara usaldusväarsus

Tarkade asjade internet

Riistvara ja süsteemide turvalisus ning usaldatavus

14. Milline on olnud teie senine koostöö ülikoolidega?

15. Milline on teie võimalus panustada koostööks ülikooli(de)ga?

- loengu andmine
- praktilised koostööprojektid (tudengite projektid, tööandjapoolse juhendajaga)
- lõputöö teemade pakkumine
- praktikakohtade pakkumine. Mis perioodil pakute praktikakohti? Mitu kohta on teil pakkuda? Kas tulevikus plaanite seda arvu suurendada?
- Muu:

Ettevõtte kontaktisikud ja e-mail, mida võime ülikoolidele edastada:

-

16. Teie valmisolek võtta tööle Eestis õppinud välistudeng? Jah/Ei. Miks?

Peamised probleemkohad:

Võimalikud lahendused:

17. Kuidas toetate oma õppivaid töötajaid? (märgitakse ära tööandja poolt nimetatud tegurid)

- osalise töökoormuse pakkumine
- paindliku tööaja pakkumine
- kaugtöö
- lõputöö tegemise võimalus töökohal
- välissemestri võimaldamine tudengile (nt pooleaastase tööpauusi lubamine)
- rahalise preemia pakkumine
- ametikõrgendus (pärast lõpetamist)
- palgatõus (pärast lõpetamist)
- midagi muud:

LISA 2. LÕPETAJA KÜSIMUSTIK

Taustaandmed

1. Organisatsioon, kus töötad:
2. Lõpetamisaasta:
3. Millise õppekava lõpetasid:

<input type="checkbox"/>	TTÜ Informaatika, BAK
<input type="checkbox"/>	TTÜ Informaatika, MAG
<input type="checkbox"/>	TTÜ Arvutisüsteemid, MAG
<input type="checkbox"/>	TÜ Informaatika, BAK
<input type="checkbox"/>	TÜ Informaatika, MAG
<input type="checkbox"/>	TTÜ/TÜ Tarkvaratehnika, MAG
<input type="checkbox"/>	TTÜ/TÜ Küberkaitse, MAG

4. Mis on Sinu praegune ametinimetus:
5. Miks otsustasid just selle õppekava kasuks?
6. Kas/Milline oli Sinu spetsialiseerumine õppekaval?
7. Kas lõpetasid nominaalajaga? Jah/Ei
Kui vastas „Ei lõpetanud nominaalajaga“:
 - 7.1. Mis oli õpingute pikenemise põhjuseks?
8. (Seega) Mis aastal alustasid oma õpinguid antud õppekaval?
9. Kas töötasid
 - 9.1. enne õpinguid? Jah, töötasin erialaselt/Jah, töötasin mitteerialaselt/Ei töötanud
 - 9.2. õpingute ajal? Jah, töötasin erialaselt/Jah, töötasin mitteerialaselt/Ei töötanud
Kui vastas küsimusele “Kas töötasid õpingute ajal “ jaatavalt:
 - 9.2.1. Mitmendal semestril Sa õpingute kõrvalt tööle asusid?
 - 9.2.2. Kas õpinguid ja töötamist oli kerge või raske ühildada?
Oli raske ühildada / Nii ja naa/ Oli kerge ühildada **Miks?**
10. Kui pikk on Sinu tööstaaz antud ettevõttes?
11. Kas Sinu (erialane) tööle asumine oli praktikaga seotud? (vajadusel täpsustada: Kas sa praegusesse ettevõttesse asusid praktikaga seoses tööle?)
12. Kuivõrd Sa jäid oma õppekava valikuga rahule? Jäin rahule/Nii ja naa/Ei jäänud rahule. **Miks?**

Sinu rahulolu ja soovitus

13. Kas see, mida koolis õppisid, vastas sellele, mida Sinult töökohal oodatakse?

5- vastas täielikult 4- pigem vastas 3- nii ja naa 2- pigem ei vastanud 1- ei vastanud üldse

13.1. Millised tööülesanded olid Sulle alustades lihtsad? st mille puhul tundsid, et taust ülikoolist on olemas?

13.2. Millised tööülesanded olid Sulle alustades rasked? st mille puhul tundsid, et puudus ülikoolipoolne ettevalmistus või et see jäi nõrgaks?

Järgmise küsimuse juures võtame aluseks konkreetse õppekava ja vaatame seda veidi lähemalt.

14. Millised koolist omandatud IKT kompetentsid (teadmised ja oskused) on Sulle Sinu ametipositsioonil töötamiseks olulised/ kui rahul nende osas ülikoolipoolse ettevalmistusega oled?

14.1. Mida tuleks õppekavas muuta ja mida tuleks õppekavas kindlasti alles hoida?

14.2. Kas moodulite/ainete läbimise järjekord oli loogiline? (sh praktika aeg)

15. Nüüd palume teil hetkeks tutvuda sellel aastal sisseastujatele kehtiva õppekava versiooniga ning õppekavas tehtud muudatustega. Hinnata eraldi ankeetlehel.

16. Millised on kolm (kuni viis) kõige olulisemat kompetentsi, mida oma töös vajad:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

17. Millised on need kompetentsid, mida Sinu ametikohal tulevikus võiks täiendavalt veel vaja minna?

Tehisintellekt ja masinõppimine

Andmeteadus ja suurandmed

Robotite-inimeste koostöö ja asjade internet tööstuse protsessides

Tarkvara usaldusväärsus

Tarkade asjade internet

Riistvara ja süsteemide turvalisus ning usaldatavus

18. Millised üldkompetentsid (üldised teadmised ja oskused) on Sulle Sinu ametipositsioonil töötamiseks olulised/kui rahul nende osas ülikoolipoolse ettevalmistusega oled?

5- väga oluline 4- pigem oluline 3- nii ja naa 2 – pigem ei ole oluline 1- ei ole oluline

5- väga rahul 4- pigem rahul 3- nii ja naa 2 – pigem ei ole rahul 1- ei ole rahul

märkida „-“, kui ei saa hinnata

Üldkompetents	Olulisus	Rahulolu
Suuline eneseväljendusoskus		
Kliendisuhtlus		
Koostööoskus		
Kirjalik eneseväljendus		
Juhtimisalased teadmised (nt planeerimisoskus, juhendamine)		
Majandusalased teadmised (nt teadmised ettevõtlusest)		
Õppimisvõime		
Analüüsioskus		
Matemaatiline mõtlemine		
Probleemilahendamise oskus		
Enesejuhtimise oskus		
Eesti keele oskus		
Inglise keele oskus		
Muu üldkompetents (palun täpsustage):		

19. Kui palju on tööandja sind töökohal täiendavalt koolitanud ja mis teemadel?

20. Mis aitas kaasa sellele, et õpingud lõpetasid? (tööandja, lõputöö seminarid, tuutorlus/mentorlus).

Mis olid peamised takistused, mida pidid ületama?

21. Kas ja miks on Sinu kursusekaaslased õpingud pooleli jätnud?

22. Kas plaanid minna ka edasi õppima (magistrisse/doktorantuuri)? Miks? Millal?

23. Milline on olnud sinu kogemus ja saadud lisaväärtus õppides TÜ/TTÜ ühisõppekaval?

24. Välismaal õppimine:

24.1 Kas käisid semestriks välismaal või kaalusid seda? Miks?

24.2 Millised olid peamised takistused välissemestrile minemisel?

24.3. *Kui käis välissemestril:* Milliste probleemidega puutusid välissemestril olles kokku?

24.4 Mis lisaväärtust välismaal käimine andis?

24.5 Kas õpingud pikenesid tänu välissemestrile?

25. Välisüliõpilasele:

25.1 Kui keeruline või lihtne oli (Eestis) tööd leida?

25.2. Kui keeruline või lihtne oli praktikakohta leida?

25.3 Juhul kui töötab Eestis: Kuivõrd oled rahul Eestis töötamisega?

25.4 Kas ja millist tuge oleksid ülikooli vm osapoole poolt töö leidmiseks vajanud?

LISA 3. ANKEET TÜ/TALTECHI KÜBERKAITSE MAGISTRI ÕPPEKAVA HINDAMISEKS

Olulisuse skaala: 5-väga oluline, 4-pigem oluline, 3-nii ja naa, 2-pigem ei ole oluline, 1-ei ole oluline
Rahulolu skaala: 5-väga rahul, 4-pigem rahul, 3-nii ja naa, 2-pigem ei ole rahul, 1-ei ole rahul

NB! 2016. aastal sisseastujatel oli valikus **kaks peeriala**: küberkaitse või digitaalne ekspertiis.
2017. aastal sisseastujatel oli valikus **kolm peeriala**: küberkaitse, digitaalne ekspertiis või krüptograafia.

Moodul	Kompetents	Olulisus	Rahulolu	
Üldõpe (valik)	Üldõpe Omab alusteadmisi ettevõtlusest. <i>Kohustuslikud ained (14 EAP): Tehnoloogia ja üksikisik: õiguseetika küsimusi (3EAP), Ettevõtluse alused (4 EAP); Valikained (7 EAP).</i>			
	Küberkaitse Omab alusteadmisi küberjulgeoleku õiguslikest alustest. Omab teadmisi kombinatoorika ja krüptograafia põhialustest. <i>Kohustuslikud ained (19 EAP): Tehnoloogia ja üksikisik: õiguseetika küsimusi (3 EAP), Küberjulgeoleku õiguslikud alused (3 EAP), Sissejuhatus kombinatoorikasse ja krüptograafiasse (3 EAP), Sissejuhatus interneti-psühholoogiasse (6 EAP), Ettevõtluse alused (4 EAP); Erialased valikained (3 EAP ulatuses);</i>			
	Digitaalne ekspertiis Omab alust, millele tugineda professionaalses töös ettetulevate eetiliste probleemide analüüsil. Omab teadmisi digitaalsetest tõenditest, nende õigest kogumisest ja talletamisest. Omab ülevaadet kaasaegsetest operatsioonisüsteemidest, mida kasutatakse info- ja kommunikatsiooniseadmetes. <i>Kohustuslikud ained (19 EAP): Digitaalsed tõendid (3 EAP), Tehnoloogia ja üksikisik: õiguseetika küsimusi (3 EAP), Privaatsus- ja andmekaitseõigus (3 EAP), Kaasaegsete operatsioonisüsteemide ülevaade (3 EAP), Sissejuhatus interneti-psühholoogiasse (6 EAP), Ettevõtluse alused (4 EAP); Erialased valikained (3 EAP ulatuses);</i>			
		Krüptograafia On omandanud vajalikud põhiteadmised algoritmikast, krüptoloogiast ja krüptograafia rakenduslikest aspektidest <i>Kohustuslikud ained (12 EAP): Ettevõtluse alused I (3 EAP), Krüptoloogia I (6 EAP), Rakenduslik krüptograafia (6 EAP) Erialased valikained (6 EAP ulatuses);</i>		
		Põhiõpe (v.a. Krüptograafia) On omandanud baasteadmised arvutivõrkudest. On omandanud ülevaate digitaalseid seadmeid ohustavatest rünnakutest. Omab ülevaadet küberturbe ja intsidendihalduse juhtimisest. <i>Kohustuslikud ained (18 EAP): Küberjulgeoleku strateegia ja operatsioonide alused (3 EAP), Võrgutehnoloogia I (6 EAP), Kurivara (3 EAP), Küberturbe põhialused ja juhtimine (6 EAP);</i>		
	Eriõpe / peeriala Küberkaitse eriõpe On omandanud praktilise kogemuse mitmes küberkaitse tehnoloogias ning suudab vastavaid tehnoloogiaid rakendada. Suudab hinnata mitmete küberkaitse meetodite koosmõju ja kujundada küberkaitse strateegiat. <i>Kohustuslikud ained (9 EAP): Küberkaitse eriseminar (3 EAP), Turvalise tarkvaradisaini põhimõtted (3 EAP); Erialased valikained (31 EAP ulatuses)</i>			

	Digitaalse ekspertiisi eriõpe	On omandanud praktilise kogemuse mitmes digitaalse ekspertiisi tehnoloogias ning suudab vastavaid tehnoloogiaid rakendada.		
		Omab teadmisi süsteemihalduse või turvalise tarkvaraarenduse alal.		
		<i>Kohustuslikud ained (18 EAP): Seminar (3 EAP), Arvutite ja seadmete analüüs (6 EAP), Arvutivõrgu ja võrguliikluse analüüs (6 EAP), Turvaintsidenti halduse ja küberkriminalistika meetodid (3 EAP); Erialased valikained (13 EAP ulatuses); Eriõppealused (6 EAP ulatuses): Turvalise tarkvaradisaini põhimõtted (6 EAP), Süsteemihaldus (6 EAP);</i>		
	Krüptograafia eriõpe	On omandanud süvendatud erialateadmised vastavalt valitud profiilile.		
<i>Kohustuslikud ained (18 EAP): Võrguprotokollide disain (6 EAP), Operatsioonisüsteemide turvalisus (6 EAP), Krüptograafia uurimisseminar (6 EAP); Erialased valikained (26 EAP ulatuses)</i>				
Vabaõpe		<i>Valikained (10 EAP ulatuses)</i>		
Lõputöö		<i>Maht 30 EAP</i>		