



praxis
mõttekoda

Küberturbe tööjõuvajaduse ja hariduse uuring. Põhijäreldused.

Kirsti Melesk, Eve Mägi, Kaupo Koppel, Aleksandr Michelson

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate kiire areng on kaasa toonud üha suurema sõltuvuse küberruumist nii üksikisiku igapäevaelu, kui ka majanduse ja riigi toimimise tasandil. Küberruumist olenevad üha enam pakutavad avalikud teenused, sh elutähtsad teenused nagu pääste, elektri- ja veevarustus, telefoni ja andmeside, raharinglus ja makseteenused või isiku identiteedi haldamine.

Nende arengutega kasvab vajadus küberturbe alaste teadmiste ja oskuste järele, et küberruumis valitsevaid ohte ennetada ning realiseerunud ohtudele reageerida. **Uuringu eesmärk on kaardistada küberturbega tegelevate spetsialistide vajaduse lähitulevikus nii era- kui avalikus sektoris.** Selleks on uuringus esmakordselt kaardistatud põhjalikult küberturbe valdkonnaga seotud ettevõtted ja asutused ning küberturbe põhikompetentsid. Analüüsitud on tööjõu hetkeolukorda ning vajadust viie aasta perspektiivis (kuni 2023) ja küberturbe valdkonna spetsialistide ettevalmistust läbi koolituse ja haridussüsteemi.

Aastaks 2023 vajab Eesti küberturbe valdkond juurde 270-870 küberturbe kompetentsidega spetsialisti. Võrreldes 2017. aasta tasemega tähendab see tööjõu kasvu vahemikus 32-86%.

Kõige konservatiivsema stsenaariumi kohaselt on aastaks 2023 vaja küberturbe sektoris tänasega võrreldes juurde 270 inimest. See stsenaarium realiseerub, kui valdkonnas ei toimu suuri arenguhüppeid ning ettevõtete kasvutempo on madal. Küberturvalisuse ettevõtted ja asutused ise hindavad tööjõu kasvuks umbes 10% aastas, mis tähendaks viie aasta möödudes täiendavalt ligi 800 küberturbe oskustega spetsialisti vajadust. Sealjuures on küberturbe kompetentside vajadus laiem ning ulatub ka teistesse sektoritesse, mida siinne uuring ei kata. Seetõttu on oluline küsimus, kuidas tagada Eestis piisava küberturbe oskuste ja teadmistega tööjõu olemasolu.

Küberturbe tööjõuvajaduse katmiseks on vajalik erinevate ja mitmekülgete küberturbe karjääriteede töhustamine. **Talentide pealekasvu soodustab püramiidikujuline skeem, kus aluseks on võimalikult laia spetsialistide baasi ehitamine, mis lihtsustab karjääriteed küberturbe spetsialistiks ning ühtlasi soodustab küberturbe kompetentside levikut teistes valdkondades.** Laiale baaskompetentsile omandatakse juurde spetsiifilisemad küberturbe oskused, mis võimaldab sügavama kompetentsi kujunemist valitud valdkondades. Uuringu põhjal eristub neli võtmevaldkonda küberturbe kompetentside arendamiseks ja tööjõuvajadusele vastamiseks.

IKT hariduseta inimeste kaasamine küberturbe valdkonda

- Küberturbesse jõutakse seni peamiselt IKT valdkonnast, kus spetsialistidest on juba praegu suur puudus. Seega on otsustamise koht, kuivõrd suunata tööjõuvajadusele vastamise koormus vaid IKT sektorile või mil määral laiendada küberturbe sektori tööjõu haaret ja seega ka potentsiaalse tööjõu hulka.

- Ligikaudu kuuendik küberturbe valdkonna spetsialistides on uuringu järgi infotehnoloogia välise taustaga inimesed, näiteks õigusteaduse, finantsjuhtimise, ajaloo või rahvusvaheliste suhete eriala lõpetanud inimesed. Seejuures on eelneva tehnilise hariduseta inimesed esindatud nii analüütikutena kui küberturvalisuse valdkonna juhtimises.
- Mitmed ettevõtted viitavad, et värbamisel ei ole määrav vaid kindlalt suunitletud küberturbe alaste teadmiste ja hariduse olemasolu, vaid laiemad infotehnoloogiaalased põhiteadmised ning pidev valmidus täiendõppeks.
- Sellise laiapõhjalise koolitamise oluliseks takistuseks on küberturvalisuse eriala ainete keerulisus ja tehnilisus. Seetõttu on ka olulised piirangud, milliseid oskusi on võimalik eelneva tugeva tehnilise baasita inimestele anda ja milliseid ametikohti nad saavad täita.
- Ka teised riigid on jõudnud sarnaste lähenemiste juurde küberturbe valdkonna arendamisel. Singapur on võtnud eesmärgiks kasvatada küberturbe spetsialistide arvu arendades ümberõppe ja küberturbe oskuste täiendamise võimalusi teiste seotud valdkondade spetsialistidele.

Prioriteetne tegevus: küberturbe karjäärivisionide avardamine. Küberturbe valdkonnal on oht mõjuda nii IKT välistele kui ka seal juba tegutsevatele inimestele kinnise ning omaette seisva valdkonnana. Sisuliselt on tekkinud mulje suletud keskkonnast, kuhu teised oskused ei sobitu ning loodud seeläbi ka sisenemisbärrjäär – otsitakse peamiselt IKT (või kitsamalt küberturbe) valdkonna seest ja samaaegselt ei otsita küberturbe karjäärivõimalusi IKT-formaalharidust omamata. Vajalik on väärtusloome ja teadlikkuse kasvatamine infoturbest ning selle tarvilikkusest laiemalt.

Seda toetavad järgmised osapooled:

- Ettevõtete jagatud positiivne kogemus IKT hariduseta inimeste kaasamisel küberturbesse - tingituna nii töjõupuudusest valdkonnas kui ka eesmärgipärasest meeskonna mitmekesisamisest - mõjub julgustavalt ka teistele ettevõtjatele ning suunab neid potentsiaalselt kaaluma teistsugust värbamismustrit.
- Kui praegu on riigikaitsekursused valikainena järjest enam levimas gümnaasiumi tasemel, siis selle pakkumine ka põhikoolides võimaldaks potentsiaalselt suurendada tulevikus küberajateenistusse jõudvate noorte hulka.
- Nutika õppekavaarenduse kaudu on võimalik ülikoolidel ja kutsekoolidel õppekavadesse tuua (valikulised) ainekursused, nt riskijuhtimine või turvaline programmeerimine, mis võimaldavad eelneva tugeva tehnilise baasita inimestele anda vastavasisulist baaskompetentsi.
- Pikaajaliselt on ülikoolide õppekavaarendajate jaoks kriitiline, kuidas lisada küberturbe komponent ülikoolide õpetajahariduse programmi, kus oleks teiste seas hõlmatud elementaarsed digipädevused (mh info kriitiline hindamine, digiõppevara kasutamine) ja (küber-)riskijuhtimine. Õpetajate küberturbe oskuste täiendamist saab suunata täienduskoolituste kaudu.
- HTMi, MKMi ja Kaitseministeeriumi ning koolide ja ettevõtete koostöös peaks olema loodud võimalused omandada esmaseid küberturbe alaseid baasteadmisi ise õppides atraktiivsete materjalide kaudu, nt videoloengud või arvutimängud huvilistele. Sarnaselt teistele valdkondadele peaks küberturbes koolituste ja iseõppimisega omandatud teadmisi olla võimalik sertifitseerida.

Noorte küberturbe kompetentside arengu toetamine haridustasemeid läbivalt

- Praegu toimub küberturbe kompetentside omandamine pigem formaalhariduse väliselt huvihariduse või iseseisva õppimise läbi. Esmased oskused ja hoiakud - mis on olulised nii küberturbe karjääri huvi kasvatamiseks kui ka küberturbe mõtteviisi juurutamiseks laiemalt - kujunevad välja just üldhariduse omandamise perioodil nooremas ja keskmises koolieas. Küberturbe teadlikkuse tõstmiseks noorte seas on vajalik praegusest oluliselt süstematiseeritum huvi suunamine ja kanaliseerimine formaalhariduses toetamaks sügavamalt huvi küberturbe vastu ja mitmekülgsemaid karjäärivalikuid.
- Küberturbe kompetentsi arendamiseks on olemas nt küberkaitse valikained gümnaasiumis, mõnes üksikus koolis küberkaitse õppesuund, küberturvalisuse võistlused ja harjutused kooliõpilastele. Samas toimivad need tegevused eraldatult ja ligipääs on pigem juhuslik.
- Küberturbe kompetentsi arendamine peab toimuma mitte eraldiseisvalt, vaid lõimitult IT-, õpetajakoolituse, meditsiini- ja õigusteadusega valdkondadega.
- Praegu omandavad üldhariduses küberturbe kompetentse väike hulk õppureid (nt Põltsamaa Ühisgümnaasiumi küberkaitse suuna õpilased) ja baastaseme teadmised omandatakse alles ülikoolis või täienduskoolituse kaudu ettevõttes. Nii avaliku sektori, kõrgkoolide kui ettevõtete esindajad näevad sobivama lahendusena küberturbe kompetentside baastaseme omandamist üldhariduses, mis annab võimaluse kõrgkoolis ehitada olemasolevatele kompetentsidele spetsiifilisemaid küberturbe oskusi erinevatel erialadel.

Prioriteetne tegevus: „Küberprillide“ laiendamine läbi võimalikult varajase küberturbe huvi märkamise, toetamise ja suunamise ning teisalt teadlikkuse tõstmine märkajate, toetajate ja suunajate seas. Täiendavalt „küberprillide“ teravdamine, et lõhkuda küberturvalisusele omistatud militaarset ja soostereotüüpset kuvandit ning lisada sellele mängulisust. „Küberprillikandjate“ ehk märkajate-edendajate võrgustik koosneks erinevatest osapooltest, kes oma võrgustatud tegevuse ja teadlikkusega noorte küberturvalisuse kompetentside arendamist toetavad.

Seda toetavad järgmised osapooled:

- Mõtestatud ja järjekindel poliitikakujundamise protsess saab alata eesmärkide seadmisega. HTM, MKM ja Kaitseministeerium peavad omavahelises koostöös seadma ühiselt sõnastatud sihi noorte küberturvalisuse kompetentside arendamiseks ja määratlema kaasneva tegevuskava koos selle täitmiseks vajalike ressursidega (sh süstemaatilise rahastuse tagamine). See toetab üleminekut projektipõhiselt tegutsemiselt süsteemse valdkonna arendamiseni.
- Formaalariduses on keskne vastutus IT-õpetajatel ja haridustehnoloogidel, kes saavad märgata õpilaste huvi ja võimekust, jagada õpilastele algtaseme küberturvalisuse alaseid teadmisi, korraldada koolis küberturvalisuse sisulisi üritusi, ergutada õpilasi varakult osalema kübervõistlustel ja/või töötubades, värvata neid koolis küberturbega tegelema või suunata õpilasi huvihariduse ning talendikamaid õpilasi sügavamale õppe juurde. Lisaks saavad just nemad koolitada kooli teisi õpetajaid küberturvalisuse osas ning luua võimalused õpilaste kui ekspertide kaasamiseks, mis sillutab teed õpilaste ja õpetajate digikööstöök.
- Haridustehnoloogide ja IT-õpetajate toetamiseks riiklikul tasandil saavad HTM, HITSA, Innove koostöös MKMi ja Kaitseministeeriumi ning ülikoolide õpetajakoolituse õppejõududega

integreerida küberturvalisust ja digipädevusi õppekava kohustuslikku osasse ja ainekavadesse. Täiendava ettepanekuna tõstata Mõttehommikul küberturvalisuse teema lisamine esseeteemade hulka ja küberturbe teemade toomine matemaatika- ja inglise keele ülesannetesse.

- HITSA roll oleks läbi viia küberturbe teemalisi baas- ja täienduskoolitusi, kaasates vajadusel eksperte küber(koolitus-)ettevõtetest, avalikust sektorist (RIAst ja ministeeriumitest) ning potentsiaalselt ka talendikamaid õpilasi. Samuti saab HITSA koostöös haridustehnoloogide võrgustikuga luua tugistriktuuri üldhariduskooli (õpetaja) ja teaduskooli koostööle.
- Teaduskoolide töötajad toetavad IT-õpetajaid ja teisi õpetajaid küberhuviliste ja –talentide märkamisel ja arendamisel, varustades neid teabega üritustest, sisuliste ülesannetega ning luues küberhuviliste õppurite võrgustikke. Siinkohal peeti oluliseks küberturbe õpetamise meetodika loomist ja testimist, et teada, mis toimib küberturbe õpetamisel üldhariduses ja milliseid meetodikaid küberturbe oskuste edendamiseks on kõige mõistlikum kasutada
- Kooli ja huvihariduse õpetajad saavad tuvastada küberturbe huvi ja talente ning vastavalt oma kompetentsile integreerida küberturvalisuse teemat õpetamisel või juhendamisel.
- Lapsevanemad saavad toetada lapse küberturbe huvi läbi iseenda teadlikkuse tõstmise (näiteks lasteaiaõpetaja või kooliõpetaja suunamisel, Lapsevanemate liidu koolituste läbi). Ka arvutimängude osas on oluline teadlik lähenemine – küberturbe huvi alged peituvad tihti just seal.
- Kübervõistluste korraldajad peaksid eristama kübervõistlustel osalejad, kelle jaoks võistlused on huvi tekitajad ja need, kelle jaoks on võistlused küberturbe oskuste arendajaks – ja sellele vastavalt suunama neid edasi. Riiklikul tasandil (MKMi ja Kaitseministeeriumi toel) tuleb tagada, et huvilistele oleks olemata nende majanduslikust ja geograafilisest taustast tagatud ligipääs kübervõistlustele. Selleks saab kübervõistlusi ja töötube korraldada praegusest enam väljaspool Tallinat ja Tartut ning viia neid läbi ka praegusega võrreldes nooremas vanuses lastele.
- Karjäärinõustajate teadlikkuse tõstmine täienduskoolitusega küberturbe karjäärivõimaluste osas on võtmetähtsusega stereotüüpide murdmisel küberturvalisuse valdkonnas. Lisaks küberturvalisusega seotud karjäärivõimaluste mitmekesisemate võimaluste nägemise ja valiku annab see võimaluse suuremal hulgal tüdrukuid küberturbe valdkonda kaasata. Näiteks on toodud esile küberturbe valdkonnaga seoste tutvustamine kriisikommunikatsioonis, küberpsühholoogias, õigusvaldkonnas ja üldkommunikatsioonis.

IKT erialadele küberturbe kompetentside tihedam integreerimine

- Uuringu järgi on IKT haridus kõige tavapärasem karjääritee küberturbesse. Kõige levinumad küberturbe spetsialistide erialad on seotud IKT taustaga, sh informaatika ja IT süsteemide administreerimine.
- Küberturbe alased spetsiifilised teadmised ja oskused tulevad iseseisvalt juurde õppides või ettevõtetes koolitusega. IKT kõrghariduse õppekavadel on küberturbe õppeaineid, kuid nende ulatus ja teemad on erinevad ning sageli on tegemist valikainetega.

- Küberturbe oskuste ja teadmiste suurem lõimimine IKT erialadesse omab kahte potentsiaalset mõju: (A) soodustada olemasoleva küberturbe teadlikkusega IT spetsialistide pealekasvu ning (B) äratada IKT erialade õpilaste sügavamalt huvi küberturbe karjäärivalikute vastu.
- Küberturbe perspektiivis on vajadus eelkõige süsteemi administraatorite, IT-arhitektide, informaatika ja ka arendajate-programmeerijate järele – kompetentsid, kus küberturbe sektor konkureerib kogu IT sektoriga laiemalt.
- Samal ajal rõhutavad ettevõtjad, et väga spetsiifiliste oskuste asemel on pigem vaja laiapõhjaliste teadmiste ja oskustega inimesi, kes suudavad näha seoseid erinevate alavaldkondade vahel.

Prioriteetne tegevus: Küberturvalisuse integreerimine IKT ainetesse IKT õppekavadel nii kõrg- kui kutsehariduses. Eesmärk on integreerida sisseprojekteeritud turbe (*security by design*) põhimõtet - turbe vajadusi arvestatakse ja turvanõrkusi välditakse juba riist- või tarkvara ülesehitamise käigus. Infoturbe ained peaksid olema kättesaadavad nii õppivatele IKT tudengitele/õpilastele kui ka täienduskoolitusena juba töötavatele IKT spetsialistidele.

Seda toetavad järgmised osapooled:

- Valdakonna poliitikakujundajate eestvedamisel on vaja töötada välja raamistik, mis toetab osapoolte süsteemset koostööd, sisseprojekteeritud turbe rakendamise piloteerimisvõimalusi, heade praktikate ja meetodikate kohandamist või väljatöötamist.
- IKT õppekavade arendajad ülikoolides saavad õppekavasid täiendada infoturbe õppeainete loomise või sellealaste teemade integreerimisega olemasolevatesse ainekursustesse, kaasates küberturbe ettevõtted ja erialaorganisatsioonid. Prioriteetsete teemadena IKT erialade õppekavas näevad eksperdid: riskihaldus, turvaline programmeerimine, riskijuhtimine, info- ja võrguturbe standardid (protsessidele ja toodetele), tehnoloogia ja õigus (nii Eestis kui rahvusvaheliselt). IKT õppekavadel omandatavate oskuste hulka peaks mõttehommikul osalejate hinnangul kuuluma ka järgmised kompetentsid: süstematiseerimise oskus, infosüsteemi kui terviku nägemise oskus, (turbe)probleemi tuvastamise oskus ja selle keerukuse hindamise oskus, arusaamine turvaliste protokollide loomise protsessist (targa tellija kasvatamine).
- Küberturbe ettevõtted ja erialaorganisatsioonid saavad osaleda ka ainekursuste õpetamisel ja täienduskoolituste läbiviimisel, rikastades õppeprotsessi infoturbe seotud praktikavõimaluste loomisega.
- IKT õppekavadel õpetavad akadeemilised töötajad saavad õppekavaarenduses ja õpetamises täiendada küberturbe perspektiivi sisaldava kogemusõppega, st õppimist läbi reaalsete olukordade ja tegelike turvanõrkuste tagajärgede. Seda toetab vajalike õppematerjalide loomine koostöös küberturbe spetsialistide, ettevõtete ja erialaliitudega. Selle eelduseks on küberturbe intsidentidega seotud info kättesaadavus õppe eesmärgil.
- Küberturbe üliõpilasi saab kaasata IKT tudengite väljaõppes, sh praktikumide andmisel.
- Küberturbe oskustega IKT tudengeid saab kaasata üldhariduse tasemel õpetamisse ja õpetajate mentorlusse, sh tundide ettevalmistusse ning õpetajate harimisse.

Küberturbe talendipoliitika globaalsel töøjõuturul

- Küberturbe töøjõuturg on globaalne – ettevõtete talendiotsing ulatub üle riigipiiride. See võimaldab ka väga spetsiifiliste kompetentsidega inimeste otsingu laiendamist, keda Eesti töøjõu turul ei leia või on vähe. Ettevõtted leiavad, et välisspetsialistide kaasamine võimaldab toetada ka ekspordi tegevusi.
- Eesti ettevõtetes on vähe välisspetsialiste, välismaise taustaga inimesi kaasatakse pigem projektipõhiselt ja suurettevõtetes. Rahvusvahelistes ettevõtetes toimib edukalt spetsialistide liikumine ettevõtte üksuste vahel erinevates riikides, kus välisspetsialisti ei ole Eestis otseselt palgatud, kuid nende kompetentsi pagasit on võimalik ettevõttel siiski kasutada.
- Küberturbe valdkonnas kehtivad olulised piirangud välisspetsialistide värbamisele, seda eriti seoses küberkaitse teemadega ning vastavale infole ligipääsu piiramisega välismaalastele. Uuringu järgi takistab välismaalaste värbamist ka Eesti turu spetsiifika - Eestis teenust pakkudes on vaja aru saada enamasti eestikeelsest keskkonnast, nõuetest jne. Lisaks kehtivad tavapärased välistöøjõu värbamise probleemid (kohanemise toetamine aja- ja ressursimahukas, raskused asjaajamisel, keelebarjäär).

Prioriteetne tegevus: Riikliku toe arendamine välistalentide värbamiseks toetava keskkonna loomiseks. Eesmärk on luua välistalentide värbamist soodustav keskkond ettevõtetele ja suurendada Eesti küberettevõtete tuntust rahvusvahelises perspektiivis.

Seda toetavad järgmised osapooled:

- Rahandusministeerium saab töötada välisriikidest tippspetsialisti värbamiseks välja meetmeid (ajutiseks) maksukoormuse leevendamiseks – nt on pakutud idee vähendada välistöøjõu eest makstavat sotsiaalmaksu pensioni esimese samba makse võrra. See eeldab ka poliitilist otsust.
- Siseministeerium toetab ettevõtteid välistöøjõu taustakontrolli läbiviimisel: ettevõtted saavad enne kolmandatest riikides pärit spetsialisti värbamist küsida Politsei- ja Piirivalveametist kinnitust, kas inimene vastab küberturbe valdkonnas seatud turvanõuetele. Vajalik on Justiitsministeeriumi tugi, kes loob seadusandliku baasi küberturbe sektoris vajalikuks taustakontrolliks ja sätestab kontrollitavad tingimused.
- Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi, Välisministeeriumi, saatkondade ja valdkonnaga seotud poliitikute koostöös Eesti küberturbe ettevõtete tuntuse suurendamine ning müümine. Vajalik on ka Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse panus välisurgudele suunatud tegevuste rahastajana. Maksimaalselt tuleks kasutada ka juba olemasolevaid programme (sh neisse küberturbe spetsiifika lisamine).
- Keele- ja kultuuriruumi tutvustamine välistudengitele ja -töøjõule, toetudes olemasolevatele teenustele/tegevustele (nt Work in Estonia, Siseministeeriumi välismaalaste kohanemise programm), arendades täiendavaid tegevusi (nt õppega integreeritud eesti keele kursuste arendamine). Oluline on välistudengite ja -töøjõu kaasamine küberturbe kogukonna üritustele ja olemasolevatesse võrgustikesse.