

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Anneli Maask

**PLOKIAHELA TEHNOLOOGIA KASUTUSVÕIMALUSED
RAAMATUPIDAMISES**

Magistritöö

Õppekava TARM, peeriala majandusarvestus

Juhendaja: Mari Avarmaa, PhD

Kaasjuhendaja: Kirsti Rumma, PhD

Tallinn 2023

Deklareerin, et olen koostanud magistritöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele selle koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks.

Töö pikkuseks on 12 052 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Anneli Maask 09. mai 2023

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	4
SISSEJUHATUS	5
1. KOLMEKORDNE KIRJENDAMINE JA PLOKIAHEL.....	8
1.1. Ühekordsest kirjendamisest kolmekordseni	8
1.2. Plokiahela olemus ja liigid	11
1.3. Plokiahela kasutusvõimalused raamatupidamises ja auditis	14
1.4. Plokiahelaga kaasnevad väljakutsed ja riskid.....	20
1.5. Plokiahela kasutamise hetkeseis	22
2. DIGITEHNOLOOGIA ARENGU MÕJU	26
2.1. Liikumine reaalamajanduse suunas	26
2.2. Digitehnoloogia mõju raamatupidaja kutse arengule	29
3. EMPIIRILINE UURING RAAMATUPIDAJATE HINNANGUTE KOHTA DIGITEHNOLOOGIA VALLAS	33
3.1. Uuringu meetodika ja valimi kirjeldus	33
3.2. Uuringu tulemused	36
3.3. Järeldused ja ettepanekud	46
KOKKUVÕTE	50
SUMMARY	53
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	57
LISAD	66
Lisa 1. Peamised erinevused ühe-, kahe- ja kolmekordse kirjendamise vahel.....	66
Lisa 2. Plokiahela unikaalsed omadused	67
Lisa 3. Teabe kvaliteedi dimensioonid plokiahela rakendamisel	68
Lisa 4. Ülevaade plokiahelaga seonduvatest riskidest.....	69
Lisa 5. Küsimustik.....	70
Lisa 6. Küsimustikule vastanute profiil	77
Lisa 7. Küsitluse tulemused.....	79
Lisa 8. Lihtlitsents	83

LÜHIKOKKUVÕTE

Finantspettuste tõttu kaotavad ettevõtted hinnanguliselt ligi 5% oma aastatulust (ACFE, 2022). Sisemiste kontrollide puudumine ning võimalus kontrollidest mööda minna on peamiseks pettuste toimepanemise võimaldajaks. Üheks võimaluseks pettuste toimepanekut ennetada on andmete suurem läbipaistvus (Cai, 2021), milleks sobiks plokiahela tehnoloogia.

Magistritöö eesmärgiks on uurida, millised on plokiahela kasutusvõimalused raamatupidamises. Üheks rakendamisviisiks on kolmekordne kirjendamine, kus lisaks tavapärasele kahekordsele kirjendamisele luuakse n-ö kolmas kirje plokiahela pearaamatusse, mille mõlemad omavahel tehingut tegevad osapooled allkirjastavad. Teiseks oluliseks viisiks on nutikad lepingud – automaatselt isetäituvad lepingud, kui kõik eeltingimused on täidetud. Plokiahela kasutuselevõtmine tähendaks lihtsamate rutiinsete ülesannete automatiseerimist ning eeldaks raamatupidajatelt ja audiitoritelt hoopis teistsuguseid digioskusi, kui need, mida praegu oma töös kasutatakse.

Uurimaks laiemalt digioskuste teemat, viib autor läbi empiirilise uuringu Eesti raamatupidajate seas. Eesmärgiks on täpsemalt välja selgitada, kui oluliseks raamatupidajad digioskusi peavad, millised on peamised takistused nende omandamisel ning milliseid valdkondi peetakse tulevikuvaates kõige olulisemaks. Uuringust selgub, et Eesti raamatupidajad peavad digioskusi väga oluliseks. Tulevikuvaates soovitakse oma oskusi enim arendada andmeanalüüsi, tabelarvutuse ja küberturvalisuse valdkonnas. Peamiseks takistuseks digioskuste omandamisel on ajapuudus, puudust tuntakse ka sobivast mentorist. Viiendik raamatupidajatest ei tunne digioskuste arendamise vastu huvi, mis halvemal juhul võib tulevikus tähendada ametikoha kaotust.

Võtmesõnad: plokiahel, kolmekordne kirjendamine, nutikad lepingud, digioskused

SISSEJUHATUS

Hoolimata arenevast tehnoloogiast ja tõhusamatest kontrollidest on finantspettused endiselt probleemiks. ACFE¹ (2022) ametialaste pettuste uuringust² selgub, et kuigi viimase kümne aasta jooksul on mediaankahju langenud ning pettused avastatakse kiiremini, kaotavad organisatsioonid pettuste tõttu endiselt ligi 5% oma aastatulust. Sisemiste kontrollide puudumine ning võimalus olemasolevatest kontrollidest mööda minna on peamiseks pettuste toimepanemise võimaldajaks. Cai (2021) toob pettuste ennetamise meetodina välja andmete läbipaistvuse suurendamise, mis teeks pettuste toimepanemise ja peitmise oluliselt keerukamaks. Üheks läbipaistvust suurendavaks tehnoloogiaks on plokiahel, mida peetakse viimastel aastatel kasutusele võetutest üheks murrangulisemaks ja mõjukamaks (Dai & Vasarhelyi, 2017; Peters & Panayi, 2015; Yermack, 2017). Plokiahela tehnoloogia pakub täiesti uut viisi finantstehingute ja teabe salvestamiseks, töötlemiseks ja säilitamiseks (Bonsón & Bednárová, 2019; Schmitz & Leoni, 2019; Tan & Low, 2017; Tapscott & Tapscott, 2016b).

Üheks plokiahela rakendamise viisiks raamatupidamises on kolmekordne kirjendamine. Cai (2021) on märkinud, et õigesti rakendatud kolmekordne kirjendamine ja plokiahel võivad raamatupidamist fundamentaalselt paremaks muuta. Dai ja Vasarhelyi (2017) arvates võiksid raamatupidamine ja audit kuuluda nende valdkondade hulka, millele plokiahel tooks suurt kasu ja muudaks põhjalikult praeguseid paradigmasid. Hoolimata reast kasuteguritest, on plokiahela kasutus raamatupidamises veel väga vähene. See on ka põhjuseks, miks teaduskirjanduses on küll erinevad teoreetilised analüüsid ning kirjandusülevaated kasvavas trendis, kuid laialdasemal kasutuskogemusel põhinevaid empiirilisi uuringuid vähese kasutatavuse tõttu veel läbi viidud ei ole (Kuruppu *et al.*, 2022; Secinaro *et al.*, 2021).

Eestis on plokiahela-teemalisi lõputöid kirjutatud vähe, enamus nendest IT valdkonnas, kus on käsitletud plokiahela tehnoloogilisi aspekte. Majandusteaduskonna lõputöodes on plokiahelat

¹ ACFE (*Association of Certified Fraud Examiners*) – Sertifitseeritud pettuste kontrollijate ühendus

² Uuringus analüüsiti rohkem kui 2100 juhtumit 133-st riigist ja 23-st erinevast tegevusvaldkonnast. Esindatud olid erineva suuruse ja juriidilise vormiga asutused – nii rahvusvahelised ettevõtted ja valitsusasutused kui ka kohalikud väikeettevõtted ja mittetulundusorganisatsioonid.

põgusalt mainitud ühe valikuvariandina raamatupidamise digitaliseerimisel, kuid põhjalikumat lõputööd plokiahela kasutamisest raamatupidamises kirjutatud ei ole. Käesolev magistritöö täidab selle tühimiku.

Plokiahela rakendamine raamatupidamises nõuab nii raamatupidajatelt kui ka audiitoritelt uusi oskusi ja pädevusi. Kuid plokiahela rakendamise puhul pole tegemist üksnes kitsa valdkonna ja piiritletud teadmistega, vaid see eeldab häid digioskusi laiemalt. (Abu *et al.*, 2023)

Plokiahela vähene kasutatavus seab piirangud ka käesolevale tööle ja empiirilise uuringu läbiviimisele. Sellest tulenevalt vaatab autor teemat laiemalt digioskuste kontekstis, et uurida, milline on Eesti raamatupidajate hinnang oma digioskustele, mille vastu tuntakse suuremat huvi ning millised on takistused uute digioskuste omandamisele. Kõrge digioskuste tase loob eeldused ja valmisoleku plokiahela rakendamiseks tulevikus.

Autor seab magistritöö eesmärgiks hinnata plokiahela tehnoloogia kasutusvõimalusi raamatupidamises ning uurida raamatupidajate hinnanguid digitehnoloogia valdkonnas. Eesmärgi saavutamiseks püstitab autor järgmised uurimisküsimused:

UK1. Millised on plokiahela tehnoloogia potentsiaalsed kasutusvõimalused raamatupidamises?

UK2. Millised on plokiahela rakendamisega kaasnevad võimalikud riskid?

UK3. Kuidas mõjutab digitehnoloogia, eriti plokiahela tehnoloogia kasutuselevõtmine raamatupidaja elukutset ja tööülesandeid?

UK4: Kui oluliseks peavad raamatupidajad digioskusi praegu ja tulevikus ning kas antud hinnangud on seotud haridustasemega?

UK5. Milline on olnud peamine raamatupidajate digioskuste omandamise viis ja kas see kattub nende poolt eelistatud viisiga?

UK6. Mis on peamiseks takistuseks digioskuste omandamisel?

UK7. Millised digitehnoloogiad ja -praktikad on raamatupidajate jaoks oluliseimad, kuidas hinnatakse erinevaid reaalamajanduse lahendusi ametikoha lõikes ning mis valdkondades oleks vajalik oma oskusi edasi arendada?

Esimesele kolmele uurimisküsimusele otsib autor vastust teaduskirjandusest. Uurimisküsimustele 4–7 vastuse leidmiseks viib töö autor läbi empiirilise uuringu Eesti raamatupidajate seas veebiküsitluse vormis, kaasates uuringusse üle 5100 Eesti ettevõtte.

Magistritöö esimeses osas annab autor ülevaate kolmekordsest kirjendamisest ja plokiahela tehnoloogiast. Autor tutvustab plokiahela kasutusvõimalusi raamatupidamises ning tehnoloogia rakendamise seotud väljakutseid ja riske. Teises osas annab autor ülevaate reaalajamajanduse ideest ning digitehnoloogia mõjust raamatupidaja elukutsele. Töö kolmandas osas viib autor läbi uuringu Eesti raamatupidajate hulgas, leidmaks vastuseid püstitatud uurimisküsimustele. Uuringu tulemuste analüüsimisel kasutatakse kvantitatiivseid analüüsimeetodeid.

Käesoleva magistritöö tulemused võiksid huvi pakkuda Eestis tegutsevatele finantsjuhtidele, audiitoritele ja raamatupidajatele, aidates heita rohkem valgust plokiahela kasutusvõimalustele raamatupidamises ning auditis. Lisaks võiksid töö tulemused pakkuda mõtteainet ja ideid koolitamise ja haridusega tegelejatele, andes põgusa sissevaate teemadest, mille osas raamatupidajad kõige rohkem oma teadmisi ja oskusi arendada soovivad.

Autor soovib tänada kõiki, kes moel või teisel on kaasa aidanud käesoleva töö valmimisele. Eriline tänu töö juhendajatele Mari Avarmaale ja Kirsti Rummale väga hea koostöö ja igakülgse abi eest töö valmimisel.

1. KOLMEKORDNE KIRJENDAMINE JA PLOKIAHEL

Käesolev peatükk annab ülevaate kolmekordse kirjendamise ja plokiahela tehnoloogia olemusest. Peatükk keskendub plokiahela tehnoloogia rakendusvõimalustele raamatupidamises, tuues välja nii plokiahela rakendamise eelised kui ka kaasnevad väljakutsed ja võimalikud riskid. Peatüki viimases alapeatükis võetakse kokku plokiahela kasutamise hetkeseis.

1.1. Ühekordsest kirjendamisest kolmekordseni

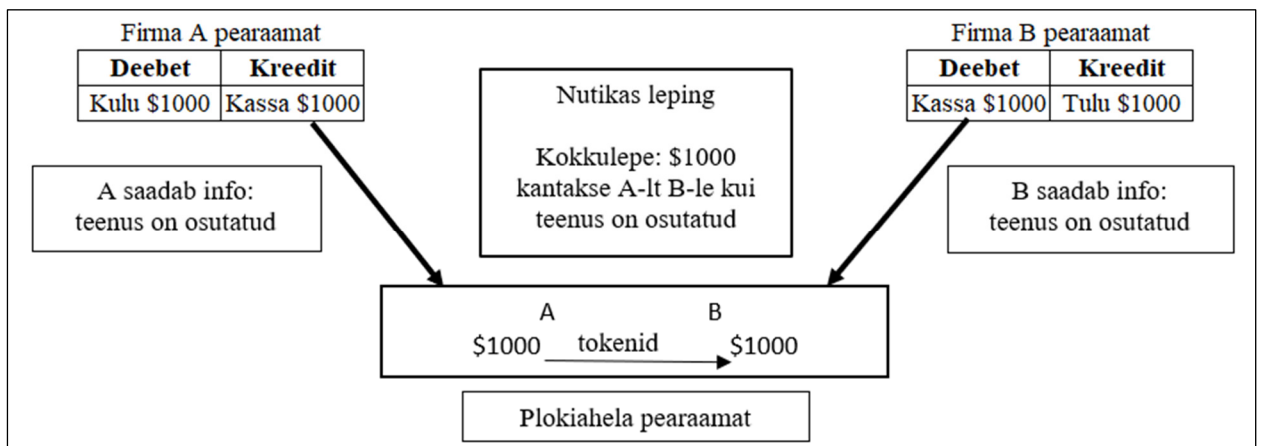
Varaseimad andmed ühekordse kirjendamise ehk lihtsate kaubaloendite koostamise kohta pärinevad Mesopotaamiast 3500 eKr. Sellisena püsis raamatupidamine muutumatuna tuhandeid aastaid (Cai, 2021; Grigg, 2005; Kitsantas & Chytis, 2022; Maiti *et al.*, 2021). Esimene kahekordse kirjendamisega seostatud teadlane oli Benedikt Kotruljević (itaaliapäraselt Benedetto Cotruglio), kes 1458. aastal kirjutas teose „*Della Mercatura et del Mercante Perfetto*“, kuid see avaldati alles 1573. aastal. Seetõttu peetakse kahekordse kirjendamise isaks frantsiskaani munk Lucca Paciolit, kes avaldas 1494. aastal teose „*Summa Arithmetica, Geometria, Proportioni et Proportionità*“, kus ta kirjeldas kahekordse kirjendamise põhimõtteid (Pedreño *et al.*, 2021). Kui ühekordne kirjendamine andis ülevaate üksnes varadest ja kohustustest, siis kahekordse kirjendamise puhul sai tervikliku ja üksikasjaliku pildi ka ettevõtte kasumi ja omakapitali kohta (Sangster, 2021).

Kolmekordse kirjendamise termini võttis esmakordselt kasutusele Jaapani majandusteadlane Yuji Ijiri oma 1986. aastal avaldatud artiklis „*A Framework for Triple-Entry Bookkeeping*“. Ijiri käis välja idee, et tuleks mõõta kasumiaruandes toimuvate muutuste põhjuseid, kuna iga teenitud rahaühiku saamise põhjused on erinevad. Põhjuseks võib olla näiteks uue toote turuletoomine, koguse muutus, efektiivsuse muutus jne. Ta võttis kasutusele uued terminid *momentum* (määr, mille alusel kasumit teenitakse), *trebit* (uut liiki kontod, kuhu salvestatakse *momentum*'i muutused) ning *force statement* (*trebit*-tüüpi kontode aruanne). (Ijiri, 1986)

Melse (2008) näitlikustab Ijiri ideed järgmiselt: odomeetri pidev näit ehk bilanss näitab vara suurust ja jaotust (märksõna „praegu“), odomeetri perioodinäit ehk kasumiaruanne selgitab varade

muutust („kuidas“) ning spidomeeter näitab varade muutuse põhjuseid („miks“). Ijiri eesmärk oli luua täiustatud kannete süsteem, mis aitaks juhtidel teha paremaid strateegilisi otsuseid. Kuigi tema ideed peeti huvitavaks, on seda tugevalt kritiseeritud kasutusjuhtude puudumise ning praktilise rakendamise keerukuse pärast. (Cai, 2021)

Teine kolmekordset kirjendamist käsitletud teadlane oli krüptograaf Ian Grigg, kes 2005. aastal avaldas artikli „*Triple Entry Accounting*“. Kui Ijiri lahenduse eesmärk oli parendada ettevõttesisest analüüsi, siis Griggi pakutud lahenduse eesmärk oli krüpteerimist kasutades ära hoida tahtmatuid vigu ning pettusi raamatupidamises. Ta pakkus välja, et näiteks ostu-müügi tehingu puhul lisaks müüja digitaalselt allkirjastatud kviitungi avalikku pearaamatusse (*public ledger*), ostja aktsepteeriks kviitungi ja lisaks omapoolse digitaalse allkirja (näide toodud joonisel 1). Kahepoolne allkirjastamine tagab, et kviitungit ei saa hiljem ühepoolset muuta ning tänu avalikule pearaamatule liigub info mõlema osapoolse raamatupidamissüsteemidesse. Ideaalis tähendaks selline lahendus, et puudub vajadus auditeerimiseks ning andmete võrdlemiseks seotud osapooltega, sest mõlemal osapoolel on raamatupidamissüsteemis sama info. (Grigg, 2005)



Joonis 1. Kolmekordse kirjendamise näide
Allikas: Abu *et al.* (2023)

Ian Grigg'i poolt loodud kolmekordne kirjendamine ei tähenda seega kolmandat füüsilist kannet raamatupidamissüsteemis, vaid jagatud pearaamatut: salvestatakse deebet- ja kreditkanne ning krüpteeritud allkiri, mis kinnitab tehingu ehtsust. Kõigil võrgus osalejatel on igal ajal tagatud ligipääs jagatud pearaamatu kirjetele. (Garanina *et al.*, 2022; Moll & Yigitbasioglu, 2019; O'Leary, 2017; Schmitz & Leoni, 2019; Tan & Low, 2017)

Kumbki lahendus ei leidnud esialgu laiemat kajastust. Griggi idee tõusis uuesti päevakorda pärast Jason Tyra (2014) artiklit, milles ta soovitas kasutada Bitcoin infrastruktuuri kolmekordse kirjendamise rakendamiseks. Sealt alates on kolmekordse kirjendamise all silmas peetud eelkõige ploki ahelal põhinevat lahendust (Cai, 2021). Kuigi Ijiri ja Griggi ideede sisu oli täiesti erinev, kasutasid nad selle kirjeldamiseks sama nimetust „kolmekordne kirjendamine“, mistõttu on mõnedes teadusartiklites Ian Griggi loodud lahenduse autorsus ekslikult omistatud Yuji Ijirile kui kolmekordse kirjendamise esmakordsele mainijale (Carlin, 2019; Faccia *et al.*, 2019; Faccia & Mosteanu, 2019).

Kolmekordse kirjendamise edasiarenduseks peetakse nutikaid lepinguid (*smart contracts*), mille autoriks on USA teadlane Nicholas Szabo. Ta defineeris nutika lepinguna kokkulepet, mida jõustatakse tark- või riistvara poolt (Szabo, 1994, 1997). Pakutud idee puuduseks peeti seda, et taolised lepingud on üksnes masinloetavad (Cai, 2021). Ian Grigg arendas nutikate lepingute kontseptsiooni edasi ning pakkus uue lahendusena välja nii inim- kui ka masinloetava lepingu versiooni nimetusega *Ricardian contract* (Grigg, 2004). Hajusraamatu tehnoloogia (DLT)³ tulekuga muutus võimalikuks nutikate lepingute automatiseerimine, kus polnud lepingute järelevalveks ja täitmiseks vaja enam kolmandat osapoolt (Bonsón & Bednárová, 2019; Dai & Vasarhelyi, 2017).

Kui ühekordse kirjendamise plussiks oli tema lihtsus, siis miinuseks suur tõenäosus nii tahtlike kui ka tahtmatute vigade tekkeks (Grigg, 2005). Kahekordse kirjendamise tulek küll oluliselt vähendas vigade tekkimise riski, kuid omavahel tehinguid tegevate ettevõtete raamatupidamiste vahel seos endiselt puudus ning seetõttu oli olemas võimalus andmete manipuleerimiseks (Pedreño *et al.*, 2021). Väliste kasutajate jaoks (nt aktsionärid, valitsusasutused) on kahekordsel kirjendamisel põhinevad raamatupidamissüsteemid suletud ja läbipaistmatud, mistõttu kasutatakse andmete õigsuse kinnitamiseks sõltumatute välisaudiitorite hinnangut. Sellele vaatamata on võimalik kontosid manipuleerida, kuna audiitoril pole võimalik kontrollida kõiki tehinguid ja kandeid (Cai, 2021). Kolmekordse kirjendamise ja ploki ahela rakendamisega kaasneks andmete suurem läbipaistvus ja usaldusväärsus (Bonsón & Bednárová, 2019).

Peamised erinevused ühe- kahe- ja kolmekordse kirjendamise vahel on toodud lisas 1.

³ DLT (*Distributed Ledger Technology*) – hajutatud pearaamatu ehk hajusraamatutehnoloogia, mida esimest korda tutvustas Satoshi Nakamoto 2008. aastal

1.2. Plokiahela olemus ja liigid

Internet kui üleilmne võrk on muutnud tundmatuseni meie maailma ja info vahetamise viisi, kuid varaliste väärtuste vahetamiseks see nii sobilik ei ole. Plokiahela tehnoloogia tegi selle võimalikuks ning tänu detsentraliseeritusele ja andmete krüpteerimisele on tegemist tõhusa, läbipaistva ja turvalise meetodiga (Abad-Segura *et al.*, 2021; Bonsón & Bednárová, 2019; Schmitz & Leoni, 2019).

Plokiahela tehnoloogia alguseks peetakse 2008. aastat, mil isik või ühendus nimega Satoshi Nakamoto avaldas oma revolutsioonilise artikli „*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*“. Nakamoto poolt kasutatud erinevad tehnoloogilised lahendused olid olemas juba palju varem. Esimestena tutvustasid digitaalsete dokumentide autentsuse tõestamiseks mõeldud järjestikuse räsimise⁴ lahendust Haber ja Stornetta (1991). Nende poolt pakutud lahendus oli tsentraliseeritud, kus ajatemplite lisamise ja räside⁵ hoidmisega tegeles spetsiaalne asutus. Algselt dokumentide ükshaaval krüpteerimisena mõeldud lahendust arendati hiljem edasi, et oleks võimalik krüpteerida suuremaid andmemahtusid. Selleks koondati suur hulk dokumente plokkideks, mida kronoloogiliselt järjestades ja räsid moodustus plokiahel. Plokkide sees kasutati hierarhilist räsi viitade süsteemi, Merkle'i puud (*Merkle Tree*), mis on 1979. aastal loodud unikaalne andmete struktureerimise meetod, võimaldades kiiresti ja tõhusalt kontrollida suure hulga teabe täpsust läbi matemaatilise protsessi (Bonsón & Bednárová, 2019; Yermack, 2017).

Nakamoto loodud Bitcoin'i protokoll'i eesmärk oli luua *online* maksete süsteem, mis toimiks ilma makseid vahendava keskasutusega. Erinevalt Haberi ja Stornetta loodud tsentraalsest lahendusest kasutab plokiahel detsentraliseeritud partnervõrku (P2P)⁶. Detsentraliseerituse saavutamiseks säilitavad kõik võrgus osalejad pearaamatu identseid koopiaid ja ükski neist ei saa kirjet ühepoolset muuta. Tehingute kinnitamiseks kehtestas Nakamoto spetsiaalsed reeglid. Pärast kinnitamist lisatakse tehing plokkki, mis lisatakse krüptograafilise allkirja (räsi)⁷ abil eelnevalt kinnitatud plokkide kronoloogilisesse ahelasse ning seda ei saa enam tagasi pöörata ega muuta. Suutmatust tehingut muuta on oluline plokiahela terviklikkuse jaoks ja tagab, et kõigil osapooltel

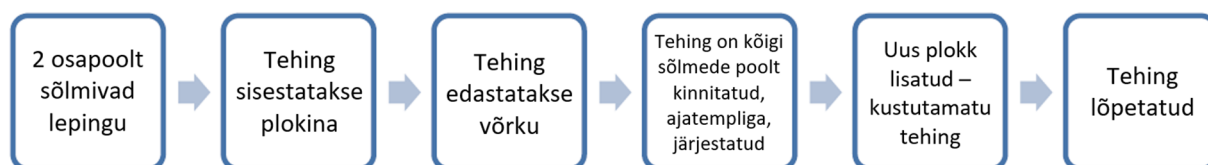
⁴ Räsimine (*hashing*) – krüptograafias kasutatav ühesuunaline funktsioon tekststringide kodeerimiseks, kasutades selleks räsi funktsioonidena tuntud matemaatilisi valemeid ehk räsi algoritme

⁵ Räsi (*hash*) – pikk tähemärkide jada, mille pikkus sõltub kasutatavast räsi algoritmist

⁶ P2P (*Peer-to-peer*) – partnervõrk/võrdvõrk, kus iga osaline on võrdsete õiguste ja võimalustega

⁷ Bitcoin'i puhul kasutatakse räsi funktsiooni SHA-256, kus plokkis sisalduvast infost genereeritakse 64-kohaline tähemärkide jada

on täpsed ja identsed andmed. (Bonsón & Bednárová, 2019; Garanina *et al.*, 2022; Gietzmann & Grossetti, 2021; Lardo *et al.*, 2022). Illustratiivne plokiahela töövoog on toodud joonisel 2.



Joonis 2. Plokiahela töövoog
Allikas: Dutta *et al.* (2020)

Nakamoto loodud konsensusmehhanism kannab nimetust „töötõendus“ (*Proof-of-Work*, PoW). See nõuab krüptograafilise matemaatilise võrrandi lahendamist, kus oodatav räsi peab vastama sihträsi omadustele (nt nullide arv räsi alguses). PoW miinuseks on ülisuur energiatarbimine – bitcoini kaevandamisele kulunud energiatarbimine on samas suurusjärgus kogu Iirimaa energiatarbimisega (O’Leary, 2017; Spanò *et al.*, 2022). Populaarsuselt teine konsensusmehhanism on „panusetõendus“ (*Proof-of-Stake*, PoS), kus tehingu kaevandaja valitakse juhuslikult. PoS on tunduvalt keskkonnasõbralikum ja võib oluliselt parandada skaleeritavust. Arvestades kliimamuutustest tulenevaid eesseisvaid väljakutseid, tuleks edaspidi keskenduda säästlikumale PoS konsensusmehhanismile (Platt *et al.*, 2021; Spanò *et al.*, 2022)

Plokiahelat on defineeritud mitmeti. Dutta *et al.* (2020) on öelnud: „plokiahel on muutumatu, võltsimiskindel hajutatud pearaamatu tehnoloogia, mida kasutatakse jagatud ja sünkroonitud keskkonnas, kus kõik tehingud kinnitatakse kasutajate poolt ja on jälitatavad. Kuna kõik tehingud valideeritakse ja salvestatakse konsensuslikult, puudub vajadus keskse üksuse järele.“ Vigna ja Casey (2019) nimetavad plokiahelat „tõe masinaks“, mis sisaldab kõiki vajalikke tööriistu, et luua enneolematu usalduse ja läbipaistvuse tase. „Iga kirje on ajatempliga, lingitud eelmisega ja salvestatud kronoloogiliselt, kasutades krüptograafiat, et tagada selle terviklikkus.“ (Kitsantas & Chytis, 2022)

Algselt krüptovaluutana alustanud tehnoloogia tõi kaasa uuenduslike ideede ja teenuste suure tõusu, mis ulatub finantssektorist palju kaugemale (Schmitz & Leoni, 2019; Tapscott & Tapscott, 2016b). Praeguseks peetakse plokiahelat üheks olulisemaks tehnoloogiatrendiks, mis lähiaastatel ärimaailma ja ühiskonda mõjutab (Ølnes *et al.*, 2017). Tapscott’i ja Tapscott’i (2016a) ennustuse järgi on plokiahela rakendamise lõppeesmärk globaalse pearaamatu ehk WWL-i (*World Wide*

Ledger) tulek, kus kõigi korporatsioonide tehingud on avalikustatud ja kättesaadavaks tehtud regulaatoritele, juhtidele ja muudele sidusrühmadele.

Bitcoini plokiahel on avalik ja kõigile ligipääsetav, kuid on võimalik luua ka privaatseid plokiahela võrke, kus osalejate ring on piiratud ja nendevahelisi suhteid reguleerivad erinevad kokkulepped ja lepingud. Privaatsed plokiahelad ei kuva tundlikke andmeid ja on ühe üksuse omand, mis haldab ja kontrollib, mida plokiahel avaldab. Privaatsete plokiahelate suletud olemuse tõttu on need vähem turvalised kui teised plokiahelad, kuna tehinguid kinnitavaid sõlmi on vähem (Bonsón & Bednárová, 2019; George & Patatoukas, 2020; Spanò *et al.*, 2022). Lisaks on võimalik luua diferentseeritud ligipääs andmetele, kus näiteks finantsjuhid ja audiitorid omaksid ligipääsu kõigile raamatupidamisandmetele, samal ajal kui arvete tasumisega tegelevad raamatupidajad näeksid vaid võlgnevusi hankijatele ning investorid agregeeritud kujul esitatud andmeid (Schmitz & Leoni, 2019). O’Leary (2017) hinnangul ei ole avalikud plokiahelad ettevõtete raamatupidamise jaoks kõige sobilikumad, kuna konkurentidel oleks sel juhul ligipääs kogu raamatupidamisele. Pigem domineeriksid ettevõtete plokiahelatenähtavalt privaatset võrgud. Tabelis 1 on toodud avaliku/privaatse ning tsentraliseeritud/detsentraliseeritud plokiahelate erinevate kombinatsioonide kasutusvõimalused.

Tabel 1. Näited erinevate plokiahela liikide kasutusvaldkondadest

	Tsentraliseeritud	Detsentraliseeritud
Avalik	Hääletamine Hääletamise protokollid Vilepuhuja süsteem	Valuutad Kihlveod Videomängud
Privaatne	Ehitus Riigikaitse Korraldus Sõjavägi Maksutagastused	Tarneahel Riigi finantsdokumendid Ettevõtete tuluaruanded

Allikas: Bonyuet (2020)

Bonsón ja Bednárová (2019) toovad välja plokiahela tehnoloogia eelised ja väljakutsed: majandusliku ebakindluse vähendamine, informatsiooni assümeetria vähendamine, suurem läbipaistvus ja auditeeritavus, suurem usaldus ja usaldusväärsus, kulude, tahtmatute eksimuste ja pettuste vähendamine, parem andmekvaliteet, andmete privaatsus ja tarneahela läbipaistvus.

Detailsem nimekiri plokiahela unikaalsetest omadustest on toodud lisa 2.

1.3. Plokiahela kasutusvõimalused raamatupidamises ja auditis

Uued tehnoloogiad ja digitaalsed uuendused kujundavad järk-järgult ümber raamatupidamise, auditi ja aruandluse iseloomu (Bonsón & Bednárová, 2019; Dai & Vasarhelyi, 2017; Lombardi & Secundo, 2020; Mancini *et al.*, 2021; Marrone & Hazelton, 2019; Schmitz & Leoni, 2019). Peters ja Panayi (2015) peavad plokiahelat kõige innovatiivsemaks ja olulisemaks tehnoloogiliseks arenduseks viimaste aastate jooksul. Spanò *et al.* (2022) näeb plokiahela tehnoloogias potentsiaalset raamatupidamisrevolutsiooni, mis võiks 2030. aastaks luua väärtust 3,1 triljonit USD. Küsimus on, kas revolutsioon on juba alanud või mitte?

Kuigi plokiahela tehnoloogial on suur potentsiaal fundamentaalselt muuta raamatupidamist ja auditeerimist, on sellekohast kirjandust suhteliselt vähe ning puuduvad empiirilised uuringud kasutusjuhtude kohta (Bonsón & Bednárová, 2019; Garanina *et al.*, 2022). Gietzmann ja Grossetti (2021) toovad ühe põhjusena välja, et plokiahelat ja hajusraamatu tehnoloogiat ei seostata piisavalt raamatupidamisega. Bitcoin tugineb krüptograafiale ja arvutiteadusele ning pole seotud raamatupidamisega, sama eeldus on ekslikult edasi kandunud ka plokiahela tehnoloogia kasutamisele mujal valdkondades. Nad rõhutavad, et raamatupidamisalaste teadmiste panus on kriitilise tähtsusega, et plokiahela tehnoloogia rakendamisega raamatupidamises edasi liikuda.

Teoreetilisi uuringuid leidub siiski mitmeid. Nii on näiteks Yermack (2017) uurinud, kuidas plokiahel võimaldab reaajas raamatupidamist, O'Leary (2017) kasutust tarneahelas, Peters ja Panayi (2015) kasutust panganduses ning Coyne ja McMickle (2017) on uurinud väljakutseid, mis kaasnevad plokiahela kasutamisele raamatupidamises.

Oma panuse uurimaks plokiahela tehnoloogia kasutusvõimalusi raamatupidamises ja auditis on andnud ka nn suurde nelikusse (BIG4)⁸ kuuluvad audiitorfirmad. PwC näeb plokiahelat kui „järgmise põlvkonna äriprotsesside täiustamise tarkvara, mis muudab struktuurselt klientide, konkurentide ja tarnijate vahelisi tavasid“ (PwC, 2016). Deloitte eeldab, et plokiahel parandab ettevõtete ja eraisikute koostööd, äriprotsesside ja andmete läbipaistvust ning lõppkokkuvõttes ka majanduse tootlikkust ja jätkusuutlikkust (Deloitte, 2016). EY näeb, et plokiahela vastu tuntakse huvi üha rohkemates tööstusharudes, eriti kindlustuses, tervishoius ja avalikus sektoris (EY, 2021). KPMG (2016) rõhutab, et tehnoloogia ei ole hõbekuul, mis suudaks lahendada kõik probleemid.

⁸ BIG4 (*Big Four*) – suureks nelikuks nimetatud neli maailma suuremat raamatupidamis- ja audiitorfirmat: Deloitte, Ernst & Young (EY), KPMG ja PricewaterhouseCoopers (PwC).

„Nagu iga tehnoloogia puhul, vajavad ka plokiahela lahendused aega, et neid testida ja valdkonna mastaapsete nõuetega kohandada.“ Samas leiab KPMG, et plokiahelat kasutades väheneks oluliselt raamatupidajate rutiinsetele tööülesannetele kuluv aeg ning tänu nutikatele lepingutele ja krüpteeritud turvavõtmetele oleks võimalik liikuda isejuhtiva ja täielikult arvutipõhise raamatupidamise suunas (KPMG, 2018).

Teadlased on toonud välja erinevaid valdkondi, kus plokiahelat oleks võimalik kasutada. Tapscott ja Tapscott (2016a) leiavad, et plokiahelat saab kasutada raamatupidamis- ja auditeerimisprotsesside automatiseerimiseks. Yermacki (2017) arvates sobib plokiahela tehnoloogia kauplemisskulude vähendamiseks, tehingute arvelduskiiruse suurendamiseks, pettuseriski vähendamiseks, tehingute auditeeritavuse parandamiseks ja järelevalve tõhususe suurendamiseks. Dai ja Vasarhelyi (2017) on öelnud, et „plokiahela andmete terviklikkuse kaitsmise funktsioonid, vajaliku teabe kiire jagamine ning protsesside programmeeritavad ja automaatsed kontrollid võivad lihtsustada uue raamatupidamise ökosüsteemi väljatöötamist.“ Nende sõnul saaks plokiahelat kasutada arvete esitamisel, maksete töötlemisel, laoarvestuses, aruandluses ja muudes raamatupidamise jaoks olulistest valdkondades. Secinaro *et al.* (2021) toob välja, et tõde, usaldus ja läbipaistvus on otsustava tähtsusega tegurid, mis mõjutavad plokiahela tehnoloogia revolutsiooni edu raamatupidamises ja auditeerimises.

Moll'i ja Yigitbasioglu (2019) arvates võimaldab uue raamatupidamise ökosüsteemi väljatöötamine laialdaselt kasutusele võtta „tehingute aruandluse“, kus sidusrühmad otsustavad, kuidas andmeid agregeerida ja raportites visualiseerida. Lardo *et al.* (2022) leiab, et kolmanda raamatupidamiskande plokiahelasse kodeerimisega saab luua läbipaistva, krüptograafiliselt turvalise ja ennast kontrolliva raamatupidamisinfosüsteemi, mis võiks hõlbustada usaldusväärset andmete jagamist äripoolte vahel ning pidevat aruandlust aktsionäridele. Cai (2021) toob välja, et plokiahela arhitektuurile tuginev kolmekordset kirjendamist ja nutikaid lepinguid kasutav raamatupidamine võib lahendada usalduse ja läbipaistvuse probleemid ning vähendada auditeerimiseks kuluvat aega ja sellega seotud kulusid. Ta rõhutab, et uus, plokiahelal põhinev raamistik aitaks oluliselt vähendada ettevõttesiseseid pettusi ja suurendada ettevõtte tegevuse tõhusust. Samal arvamusel on ka Yermack (2017), kelle arvates aitab nutikate lepingutega tagatud tehingu automatiseerimine vähendada pettuste ohtu. Samuti näeb ta suurt kasu raamatupidajate lihtsamate ja ajamahukate tööülesannete automatiseerimises, et raamatupidajad saaksid rohkem keskenduda keerukamatele ülesannetele ning juhtkonna toetamisele strateegilises planeerimises. Tabelis 2 on esitatud plokiahela eelsete ja -järgsete arvestustunnuste omavaheline võrdlus.

Tabel 2. Raamatupidamise karakteristikute võrdlus enne ja pärast plokiahelat

Karakteristik	Enne plokiahelat	Pärast plokiahelat
Kirjendamine	Kahekordne	Kolmekordne
Raamatupidamiskanded	Muudetavad	Muudetamatud
Raamatupidamiskannete kontrolli tase	Seotud kolmandatel isikutel puudub kontroll	Kahekordne kontroll läbi nutikate lepingute ja turvavõtmete
Raamatupidamissüsteem	Ajamahukas ja manuaalne	Isehallatav ja täielikult arvutipõhine

Allikas: Maffei *et al.* (2021)

Plokiahel võib tänu detsentraliseeritusele ja läbipaistvusele parandada raamatupidamise usaldusväarsust, kuid samas nõuab ka uusi pädevusi ja raamatupidamisstandardite vastavusseviimist. Selleks, et plokiahela lahendused oleksid kõigile taskukohased, peavad need olema skaleeritavad, et suures mahus tõhusalt toimida. Seetõttu on oluline, et plokiahela lahendused oleksid integreeritud ERP-süsteemidesse⁹ ning kasutataks ka muid moodsa tehnoloogia võimalusi, et luua kiireid, usaldusväärseid ja korratavaid protsesse. (Bellucci *et al.*, 2022)

Tehniliselt võiks plokiahel toimida ERP-süsteemi moodulina või olla ühendatud olemasoleva süsteemiga. Plokiahel suudab ära hoida autoriseerimata katsed andmeid muuta, samuti kaitseb see ettevõtte andmeid küberrünnakute eest. Kui ERP-süsteem võimaldab palju erinevaid andmeoperatsioone (nt sisestamine, värskendamine, kustutamine), siis plokiahel on lihtne lineaarne süsteem, mis lubab ainult andmete lisamist. Töömahukuse mõttes on plokiahel disainitud töötama automaatselt, samas kui ERP-süsteem nõuab väga suurt töötajapoolset panust. (Dai & Vasarhelyi, 2017) ERP-süsteemi ja plokiahela erinevused on toodud tabelis 3.

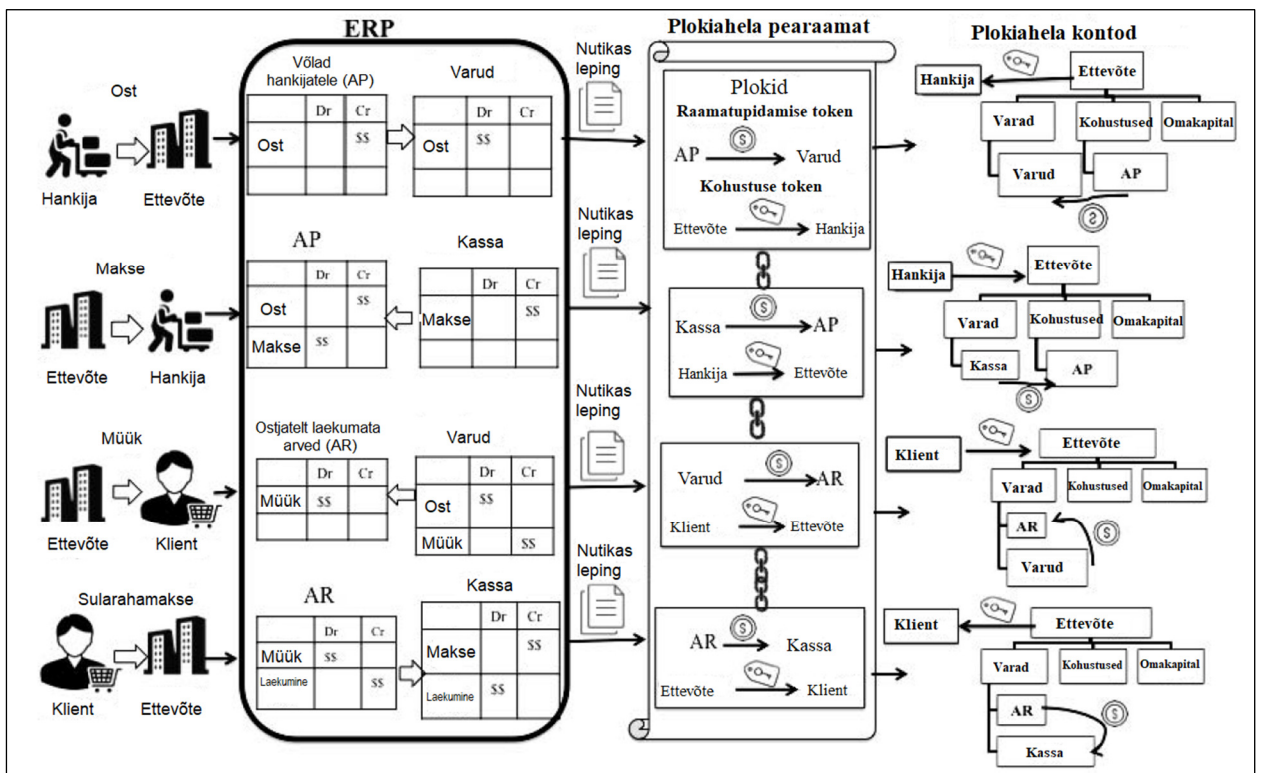
Tabel 3. ERP-süsteemi ja plokiahela süsteemi erinevused

ERP-süsteem	Plokiahel
Tsentraliseeritud	Detsentraliseeritud hajusraamat
Kõrge risk andmetega manipuleerimiseks	Madal risk andmetega manipuleerimiseks
Palju erinevaid andmeoperatsioone	Võimalik ainult lisamine
Relatsiooniline andmebaas	Lineaarne andmebaas
Tööjõumahukas	Ei ole tööjõumahukas
Isetäituvate lepingute loomine pole võimalik	Lihtne luua isetäituvaid lepinguid
Kontrollid on spetsiaalselt loodud	Kontrolle saab luua läbi nutikate lepingute
Raamatupidamisspetsiifilised moodulid	Moodulid puuduvad

Allikas: Dai & Vasarhelyi (2017)

⁹ ERP (*Enterprise resource planning*) – ettevõtte ressursside planeerimine

Joonisel 3 on kujutatud süsteemi tööprotsess, kasutades näitena lihtsat ostu-müügi äriüksikut. Kui ettevõtte ostab oma hankijalt kaupu ja ei tasu nende eest kohe, registreerib ta oma ERP-süsteemis võlgnevused hankijatele ja varud. ERP-süsteemis tehtud sisestus käivitab samaaegselt plokiahela pearaamatus kahe plokiahela konto vahel digitaalse tokeni¹⁰ (raamatupidamistokeni) ülekandmise. Raamatupidamistokenit võib vaadelda kui andmete salvestamise ja jälgimise sümbolit. Igal ERP-süsteemis oleval kontol on vastav konto plokiahelas, mis sisaldab konto unikaalset identifikaatorit, seotud tehinguid, jooksvat saldot ja verifitseerimiseks vajalikke krüptograafilisi võtmeid¹¹. Kuna varud osteti võlgu ja see hõlmab kohustust välise osapoole ees, kasutatakse registreerimiseks „kohustuse tokenit“. Kohustuse token sisaldab endas nii kohustust kui vara omandiõigust, samuti vara kogust ja ostmise aega ning on kustutamatu ja muutmatu. Kohustuse token võib olla seotud nutika lepinguga, mis algatab automaatselt maksmise, kui kõik tingimused on täidetud (nt maksetähtpäev on saabunud). Nutikasse lepingusse saab sisse kodeerida ka muid reegleid, nt allahindlusi ennetähtaegse maksmise korral. (*Ibid.*)



Joonis 3. Kolmekordset kirjendamist kasutav raamatupidamissüsteem
Allikas: Dai & Vasarhelyi (2017)

¹⁰ Token – tõend, mis väljendab plokiahela süsteemis mistahes vääringut või õigust

¹¹ Krüptograafilised võtmed on avaliku ja privaattõetme paar. Nende eesmärk on kontrollida tehingu saatja autentsust ja tagada, et saatja ei saaks tehingut pärast selle toimumist tagasi lükata.

Kuigi plokiahelas toimuvad tegevused on automatiseeritud, on erinevatel osapooltel (raamatupidaja, juhtkond, audiitor) kontrolliprotsessis oma roll. Kui näiteks audiitor või finantsjuht kahtleb tehingu õigsuses, võib ta tehingu enne kinnitamist peatada. Tehingute kontrollimiseks on võimalik kasutada ka nutikaid lepinguid, kus tehingud rühmitatakse plokkidesse ning vastavaid volitusi omavad kasutajad saavad neid enne kinnitamist kontrollida. Sõltuvalt plokiahela tüübist (avalik, privaatne) võib olla vajalik andmete eelnev krüpteerimine, kus tehingu sisu saab näha vaid dekrüpteerimisvõtit omav kasutaja. (*Ibid.*)

Plokiahela tehnoloogia suurt potentsiaali nähakse ka auditivaldkonnas. Peamised eelised on raamatupidamisteabe suurem auditeeritavus, raamistiku läbipaistvus, muutumatutel ja detsentraliseeritud dokumentidel põhinev süsteem (ACCA, 2017; CPA & AICPA, 2017; Dai & Vasarhelyi, 2017; Kokina & Davenport, 2017; O’Leary, 2017; Simoyama *et al.*, 2017). Plokiahelale orienteeritud maailmas võivad audiitorid pääseda teabele ligi reaalajas. Oluliselt lühenenud aeg auditi ettevalmistamisel vähendab viivitust tehingu tegemise ja kontrollimise kuupäevade vahel. Viivitusaja vähendamine võib pakkuda võimalust suurendada finantsaruandluse ja auditeerimise tõhusust ja tulemuslikkust, võimaldades juhtkonnal ja audiitoritel keskenduda riskantsematele ja keerukamatele tehingutele. Plokiahela abil saaksid audiitorid kasutusele võtta rohkem automatiseerimist, analüütikat ja masinõppe võimalusi, näiteks osapoolte automaatne hoiatamine ebatavalistest tehingutest peaaegu reaalajas. Täiendavaid dokumente, nagu lepingud, tellimused ja arved, saab krüpteerida ja turvaliselt salvestada või plokiahelaga linkida. (CPA & AICPA, 2017; Valiente, 2020)

Audiitorfirmad on teinud märkimisväärseid jõupingutusi, et liikuda traditsiooniliselt auditeerimisprotsessilt pidevale reaalajas toimuvale auditeerimisprotsessile (*continuous real-time auditing*), mida oleks võimalik saavutada plokiahela süsteemi korrektse integreerimisega organisatsioonides. Reaalajas toimuv audit tähendaks fundamentaalset muutust võrreldes tänapäevase auditipraktikaga, kus andmeid kontrollitakse tagantjärele. (Schmitz & Leoni, 2019) Tabelis 4 on toodud auditi põhitegevuste võrdlus enne ja pärast plokiahela rakendamist.

Yermack (2017) leiab, et plokiahelal põhineva reaalajas toimuva raamatupidamise puhul võiks iga kasutaja tasuta koostada just selle perioodi finantsaruanded, mida ta hetkel soovib. Kasutajatel oleks ligipääs ettevõtte algandmetele ning nad saaksid aruande koostamisel teha valikuid, millist amortisatsioonigraafikut kasutada või milline võiks olla vara õiglase väärtus.

Tabel 4. Auditi-alaste tegevuste võrdlus enne ja pärast plokiahelat

Tegevus	Enne plokiahelat	Pärast plokiahelat
Kooskõlastav võrdlemine	Manuaalne (kahe andme- kogumi käsitsi võrdlemine)	Automaatne ja reaajas toimuv
Kinnitus	Käsitsi kinnitus, valimipõhine	Automaatne kinnitus kogu populatsiooni põhjal, vastuse puudumise võimalust ei ole
Materiaalsete varade inspekteerimine	Käsitsi loendamine	Pidev loendus kogu populatsiooni põhjal
Andmete analüüs	Käsitsi analüüs, valimipõhine	Pidev analüüs kogu populatsiooni põhjal

Allikas: Maffei *et al.* (2021)

Kõigi nende muudatuste puhul on oluline omada visiooni selles osas, kuidas üha suurenev digiteerimine ja andmetöötlus mõjutavad ettevõtete finantsfunktsiooni. Andmetöötluse puhul vajavad raamatupidajad piisavaid teadmisi ja kogemusi andmeanalüütikast ning nende olulisusest otsuste tegemisel (Rozen *et al.*, 2019). On vaja täiendavaid uuringuid ning regulaatorite, audiitorite ja avaliku sektori kaasamist, et saavutada konsensus plokiahela kasutamise osas (Lardo *et al.*, 2022).

Näiteks arutlevad mitmed autorid plokiahela kasutamise eeliste üle tehingute reaajas registreerimiseks (Dai & Vasarhelyi, 2017; Yermack, 2017). Rutiinsed raamatupidamisandmed salvestatakse püsivalt ajatempliga, vältides nende tagantjärele muutmist. Täpsuse ja läbipaistvuse vahendina avaldab plokiahel raamatupidajatele survet oma raamatupidamisvalikuid põhjendada. Samuti loob see tihedama seose raamatupidamise ja ettevõtte kohustuste vahel sidusrühmade ees ning muudab rahalistes raskustes ettevõtete jaoks keerulisemaks oma olukorra varjamise. (Garanina *et al.*, 2022).

Plokiahelal on märkimisväärne potentsiaal ärimudelite muutmisele pikas perspektiivis. Uued tehnoloogiad võivad ettevõtte investeeringute tasuvust suurendada, seetõttu peavad finantsjuhid olema kursis plokiahela tehnoloogia ja hajusraamatu põhimõtetega. Arvestades plokiahela ja muude esilekerkivate tehnoloogiate prognoositavat kasvu, peavad finantsjuhid kaaluma, kuidas uut tehnoloogiat paremini omaks võtta ning mitte jääda ootama turul toimuvaid muutusi. Küsimus pole enam selles, kas, vaid pigem millal. (Valiente, 2020)

Ülevaatlik tabel plokiahela mõjust teabe kvaliteedile on toodud lisa 3.

1.4. Plokiahelaga kaasnevad väljakutsed ja riskid

Kuigi plokiahela tehnoloogias on palju eeliseid, on samas väljendatud kahtlusi võimalike probleemide osas, mis võivad ilmneda raamatupidamise või auditeerimise protsessi erinevates etappides (ACCA, 2017; Bonyuet, 2020).

Üheks väljatoodud negatiivseks aspektiks on võimalik raamatupidajate ja audiitorite osaline asendamine tehnoloogiaga (O’Leary, 2017; Yermack, 2017). Teisalt on välja toodud, et kogemustega spetsialiste pole võimalik ühegi tehnoloogiaga asendada (Maffei *et al.*, 2021). Mõned teadlased peavad plokiahelapõhiseid raamatupidamissüsteeme nii kõrgtehnoloogiliseks ja keerukaks, et need on ohuks raamatupidamise eriala nurgakividele (Dai & Vasarhelyi, 2017; O’Leary, 2017; Tapscott & Tapscott, 2016b; Yermack, 2017). Samuti võib välja tuua, et plokiahela rakendamine pole nii odav kui arvatakse, seega ei tohiks alahinnata plokiahela juurutamis- ja tegevuskulusid (Dutta *et al.*, 2020; Sinha, 2020).

Plokiahelaga kaasnevat andmete muutumatust nähakse positiivse joonena, kuna hoiab ära andmetega manipuleerimise, kuid kritiseeritakse viisi, kuidas seda saavutada. Avalikku plokiahelat ei saa luua, sest ettevõtteid ei soovi, et nende raamatupidamiskanded oleksid kõigile ligipääsetavad ja avalikud, teisalt aga pole privaatne plokiahel piisavalt kaitstud andmete manipuleerimise eest (Coyne & McMickle, 2017; O’Leary, 2017). Samuti pole plokiahelas võimalik jälgida andmekaitsemääruse reeglit, mille järgi kliendil on õigus „olla unustatud“ ning nõuda andmete kustutamist (KPMG, 2018).

Don Tapscott, digitaalmajanduse eestkõneleja, näeb olulise takistusena regulatsioonide puudumist. (Valiente, 2020). Eeldatakse, et regulaatorid mängivad raamatupidamissfääris plokiahela kasutuselevõtu etapis olulist rolli. Reguleerivatel asutustel peaks olema sügav arusaam tehnoloogiast ja selle mõjust ettevõtetele ning nad peaksid pakkuma asjakohaseid juhiseid ja järelevalvet, et vältida plokiahela ja nutikate lepingute väärkasutamist ja kuritarvitamist. (Lardo *et al.*, 2022)

P2P süsteemi keerukus eeldab hoolikat planeerimist enne süsteemi rakendamist. Kuigi keskpikas perspektiivis võib plokiahel kulusid vähendada, siis süsteemi kasutuselevõtuks kuluv aeg ja rahalised ressursid on märkimisväärsed. Samuti ei tohi unustada kulusid koolitustele, mis peavad kindlasti eelnema enne plokiahela süsteemi kasutuselevõtmist. Samas tuleb rõhutada, et isegi kui

plokiahela süsteem on korrektselt rakendatud, ei suuda ükski süsteem kunagi asendada raamatupidajate professionaalsust ja asjatundlikkust. Plokiahelat peetakse revolutsiooniliseks tehnoloogiaks, kuid on oht, et keskendutakse üksnes headele omadustele, kuid läbi jäävad uurimata erinevad riskid, mis võivad plokiahela kasutuselevõtul realiseeruda. (Maffei *et al.*, 2021)

Ebaõnnestunud riskijuhtimine ja puudulik planeerimine on viinud selleni, et enamus seniloodud plokiahela projektidest kukub läbi. Seda illustreerib 2018. aastal IBM-i ja logistikaettevõtte Maersk poolt algatatud ühissetevõtte TradeLens, plokiahelal põhinev platvorm. Selle eesmärk oli vähendada ülemaailmsete laevandusvõrkude keerukust, alandada kulusid ning samal ajal suurendada läbipaistvust ja efektiivsust. Aasta hiljem tunnistas Maersk, et on väga keeruline konkurente saada liituma TradeLens'iga. (Drljevic *et al.*, 2020) Novembris 2022 kuulutas Maersk projekti läbikukkunuks ja lõpetas TradeLens'i tegevuse (Maersk, 2022).

Deloitte (2017) rõhutab, et plokiahel kujutab endast uusi riske ettevõttele ja turule, kuigi lubab tõhustada äriprotsesse ja maandada teatud olemasolevaid riske. Kõige haavatavamaks küberrünnakute ja tehnoloogiliste tõrgete osas peab Deloitte nutikaid lepinguid, mis võivad olla vastuvõtlikud turvarünnete ja ebakorreksele administreerimisele. Väljastpoolt tulev info, mis peaks olema nutika lepingu täitmise käivitajaks, võib sattuda rünnakute alla ning põhjustada katastroofilise dominoefekti kogu võrgus.

Kuigi plokiahelal on palju eeliseid, on ebatõenäoline, et kõik ettevõtted saaksid plokiahelast sama palju kasu või sooviksid oma andmeid teha avalikult kättesaadavaks. Samuti on oluline mõista kõiki avaliku või privaatse plokiahelaga liitumise eeliseid ja puudusi. O'Leary (2017) väidab, et avalikud plokiahelad ei ole parim viis raamatupidamistehingute salvestamiseks ning usub, et domineerima hakkavad privaatset ja pilvepõhised lahendused. O'Leary rõhutab, et vajalik pole mitte üksnes olemasolevate protsesside automatiseerimine, vaid põhjalik ümberkujundamine.

Väga oluline aspekt on andmete kontrollimine (Coyne & McMickle, 2017; Dai & Vasarhelyi, 2017), sest andmete salvestamine plokiahelasse ei tähenda tingimata, et tehing on toimunud ka reaalses maailmas – varade üleandmise registreerimine plokiahelas ei garanteeri, et vara on reaalselt üle antud, makse tehtud ja tehingud reaalses maailmas registreeritud. Coyne ja McMickle (2017) on olnud kriitilised plokiahela kontrollimeetmete osas, kuna need pole piisavad tehingute kinnitamiseks, näiteks juhul, kui maksed toimuvad võrguväliselt. Plokiahelas on pettuste sooritamine endiselt võimalik (Coyne & McMickle, 2017; Rückeshäuser, 2017; Wang & Kogan,

2018), kuna plokiahelatesse kodeeritud valed on endiselt valed, nad on lihtsalt muutumatud valed. Rückeshäuser (2017) hoiatab, et plokiahela võimekust pettuste ärahoidmisel võidakse ülehinnata. Kuigi plokiahela abil ei ole võimalik pettusi täielikult kõrvaldada, võib see aidata pettusi reaalselt tuvastada (Wang & Kogan, 2018).

Ülevaatlik tabel plokiahela rakendamisega seonduvatest riskidest on toodud lisas 4.

1.5. Plokiahela kasutamise hetkeseis

Deloitte (2018) rõhutab oma uuringus, et on aeg lülituda plokiahela tehnoloogia teoreetilisest uurimisest ümber praktiliste lahenduste loomisele. Kui finantssektor on olnud selles osas teenäitajaks, siis raamatupidamisektor on pigem viimaste seas (*Ibid.*). Ühe põhjusena on nimetatud teadmiste lünka plokiahela arendajate ja raamatupidamiskspertide vahel. Teisalt puudub raamatupidajatel võimalus oma teadmisi plokiahela valdkonnas suurendada (Cai, 2021).

BIG4 raamatupidamis- ja audiitorfirmad on selles osas teenäitajaks, liikudes palju kiiremini kui akadeemiline ringkond (Karajovic et al., 2019; Spanò et al., 2022). Näiteks lõi Deloitte 2016. aastal keskkonna Deloitte Rubix, mis keskendub maksetele, preemiaprogrammidele ja digitaalsele pangandusele. Samal aastal käivitas PwC uue strateegia-nõustamisplatvormi DeNovo, mis keskendub FinTechi innovatsioonile. EY käivitas 2017. aastal EY Ops Chain'i, mis keskendub hinnakujundusele, digitaalsete lepingute integreerimisele, jagatud laoinfole, arveldamisele ja maksetele. KPMG on teinud koostööd plokiahelaga tegeleva ettevõttega Guardtime, et pakkuda klientidele plokiahelapõhiseid teenuseid. BIG4 plokiahela uurimise praegune seis keskendub selle mõjule erinevates valdkondades, nagu äri, pangandus, kindlustus, energiakaubandus, samuti tunnistavad nad, et plokiahela tehnoloogial on suur potentsiaal ka nende traditsioonilisele äritegevusele – välisauditile. (Cai, 2021; Kitsantas & Chytis, 2022)

Kuigi Kitsantas ja Chytis (2022) toovad oma uurimuses välja plokiahela tehnoloogia positiivseid aspekte, peavad nad senistest tsentraliseeritud ERP-süsteemidest ja traditsioonilistest raamatupidamistavade loobumist väga riskantseks. Nad toovad välja mitmeid plokiahela tehnoloogia rakendamisega seotud puudusi:

- puuduvad pilootprojektid ja praktilised rakendused;
- suurimaks väljakutseks on privaatsete plokiahelasüsteemide väljaehitamine;

- küberjulgeolekuga seonduvad turvaprobleemid ja ohud;
- plokiahela süsteemi massilist kasutuselevõttu takistavad kõige rohkem koostalitlusvõime, skaleeritavus, läbipaistvus, kasutatavus ja arvutusliku võimsuse ning mälumahuga seotud probleemid;
- uue süsteemi või tehnoloogia kasutuselevõtt ja rakendamine mis tahes organisatsioonis kutsub esile töötajate vastupanu muutustele;
- puuduvad vastavad seadused ja regulatsioonid.

Uuringutes (Bonyuet, 2020; Kend & Nguyen, 2020; Moll & Yigitbasioglu, 2019; Morkunas *et al.*, 2019) on toodud esile, et ainuüksi plokiahela kasutuselevõtt pole piisav üleminekuks kolmekordsele kirjendamisele. Samuti pole lahendust leidnud küsimus, kas kolmekordne kirjendamine on üldse vajalik või saaks plokiahel parendada kahekordse kirjendamise rakendamist? Ühtset seisukohta pole ka küsimuses, kas tuleks lisaks plokiahelale rakendada muid uuenduslike tehnoloogiaid nagu tehisintellekt, suurandmed, pilvelahendused või asjade internet. Kuigi raamatupidajad soovivad kasutada tehnoloogilisi lahendusi oma töö efektiivsemaks muutmiseks, ollakse kolmekordse kirjendamise rakendamise osas pessimistlikud.

Maiti *et al.* (2021) pakub välja kolm tulevikuvarianti plokiahela rakendamiseks raamatupidamises:

- kahekordsel kirjendamisel põhinev keerukam tarkvara, kus andmete kaitsmiseks kasutatakse plokiahela tehnoloogiat, kuid reaajas aruandeid esitada pole võimalik;
- plokiahela ja kolmekordse kirjendamise kombinatsioon;
- muude tehnoloogiate kasutamine lisaks plokiahelale ja kolmekordsele kirjendamisele.

Euroopa Liit on võtnud eesmärgiks saada plokiahela rakendamisel üheks maailmas juhtivaks jõuks (European Commission, 2021). Plokiahela tehnoloogia propageerimiseks ja arendamiseks on Euroopa Komisjon ellu kutsunud mitmeid algatusi, nende hulgas valdkondliku oskuste ühenduse CHAISE, kus Eestist osaleb Tartu Ülikool. CHAISE on läbi viinud mitmeid uuringuid kaardistamiseks plokiahela kasutamise seonduvaid tööjõu- ja koolitusvajadusi (CHAISE, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2022a, 2022c, 2022d). Lisaks CHAISE projektile on algatatud hulgaliselt muid projekte ning loodud erinevaid fonde, toetamaks plokiahela laialdasemat kasutuselevõttu (European Commission, 2021). Plokiahela kasutusvõimalusi nähakse nii tarneahelas, tööstuses, tervishoius, energeetikas, kinnisvaras kui ka isikutuvastamises (European Commission, 2019).

2021–2026. aastaks tehtud prognoosi kohaselt vajab Eesti lisaks 414 plokiahelaga tegelevat töötajat. Koolitusvajadusest oluliselt suurem probleem on plokiahelat puudutavate standardite ja regulatsioonide puudumine. Avatud plokiahela kasutamine ohustaks andmete privaatsust ja turvalisust. Krüptovaluutade seos rahapesu ning uimastite, relvade ja muude ebaseaduslike esemetega kauplemisega on tekitanud kahtlusi, kas plokiahela tehnoloogiat on võimalik legaalseks ja legitiimseks äriks üldse kasutada. Samuti eeldatakse ekslikult, et igasugune plokiahel on oma energiatarbimiselt sarnane Bitcoinile (CHAISE, 2022b).

CPA¹² ja AICPA¹³ (2017) toovad välja peamised tööstusharud, kus tuntakse huvi plokiahela tehnoloogia vastu ja kus on tehtud ka märkimisväärseid investeeringuid:

- finantsteenused (väärtpaberite emiteerimine ja ülekanded, kaubanduse finantseerimine, piiriüleised maksed jne);
- tarbe- ja tööstuskaubad (kaupade päritolu ja ajaloo digiteerimine ja jälgimine);
- tervishoid (haiguslugude, meditsiiniliste arvete jm dokumentide terviklikkuse tagamine);
- avalik sektor (vararegistrid, nt kinnisvararegister);
- energia (Ethereumi kasutatakse üleliigse energia muutmiseks kaubeldavaks digitaalvaraks).

Peamine plokiahelaga seotud väljakutse on vähene teadlikkus tehnoloogiast ja selle toimimisest, eriti muudes sektorites peale panganduse. See takistab investeeringuid ja ideede edasiarendamist. Deloitte'i arvates looks plokiahel kõige enam väärtust ettevõtete ühises võrgus. Ühiste standardite puudumisel arendavad ettevõtted välja erinevaid lahendusi, mis ei ole omavahel vastavuses. (Deloitte, 2016)

Deloitte'i poolt läbiviidud rahvusvahelised uuringud tippjuhtide seas (Deloitte, 2018, 2019, 2020, 2021) aitavad mõista, kuidas näevad plokiahela potentsiaali ettevõtjad, kellel on juba olemas kogemus plokiahela tehnoloogia rakendamise kohta oma ettevõttes. Uuringutest joonistub välja, et juhtpositsioonil on finantssektor, ülejäänud majandussektorid on pigem äraootaval seisukohal. Kasutajate ootus plokiahelale on süsteemide kiirus, uued ärimudelid ja madalam risk. Uuringu tulemused olid vastuolulised – ühelt poolt nägid tippjuhid, et plokiahel on tulnud selleks, et jääda, teisalt kasvas aasta-aastalt nende vastajate hulk, kes olid skeptilised ja pidasid plokiahela omadusi ülepaistatuks (2018: 39%, 2019: 43%, 2020: 54%).

¹² CPA (*Chartered Professional Accountants Canada*) – Kanada audiitorite kutseühing

¹³ AICPA (*American Institute of Certified Public Accountants*) – Ameerika atesteeritud Majandusarvestus-spetsialistide instituut

Teoreetilised uuringud näitavad plokiahela tehnoloogia suuri eeliseid praeguste lahenduste ees. Ometigi pole tehnoloogia laialdast kasutust leidnud ning seetõttu puuduvad ka selles osas empiirilised uuringud. Üheks väga oluliseks põhjuseks on puuduv regulatsioon, mistõttu ei soovi ettevõtted kulukaid arendustöid ette võtta, teadmata, kuidas seadusandja seda hiljem võib käsitleda. Vähemoluline pole ka seos krüptorahaga – uudised erinevate virtuaalvääringute võrkudes toime pandud ulatuslikest pettustest on tekitanud mulje plokiahelast kui kahtlasest tehnoloogiast. Hoolimata teadlaste üksmeelsest arvamusest plokiahela heade omaduste kohta, lähevad nende seisukohad tuleviku rakendamise osas lahku. Töö autor nõustub teadlastega, kelle arvates on plokiahela rakendamine raamatupidamises võimalik üksnes piiratud võrkudes. Don Tapscotti idee WWL-ist kui ülemaailmsest raamatupidamiskannete võrgustikust ei ole realistlik juba ainuüksi ettevõtete ärisaladuse hoidmise seisukohalt.

2. DIGITEHNOLOOGIA ARENGU MÕJU

Käesolev peatükk annab ülevaate digitehnoloogia arengu mõjust raamatupidamisele ja auditile. Järjest olulisemaks muutub infovahetus reaalajas, seda nii ettevõtete vahel kui ka riigiametite ja ettevõtete vahel. Digitehnoloogia areng võimaldab samm-sammult sellele eesmärgile lähemale liikuda. Peatüki esimeses osas tutvustatakse reaalajamajanduse olemust ning selle arenguid Eestis, teises osas vaadeldakse lähemalt digitehnoloogia mõju raamatupidaja tööülesannetele ja ametile.

2.1. Liikumine reaalajamajanduse suunas

Mõistet „reaalajamajandus“ (*real-time economy*, RTE) kasutas esimest korda Ludwig Siegele (2002) ajakirjas *The Economist* ilmunud artiklis, kus ta rõhutas erinevate info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate (IKT) olulisust äriprotsesside viiteaegade vähendamisel. Eesti Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumi (MKM) tellimusel läbi viidud TalTechi reaalajamajanduse uuring (Krimmer *et al.*, 2019) defineerib reaalajamajandust järgmiselt: „Reaalajamajandus on digitaalne ökosüsteem, kus tehingud mitmesuguste majandussubjektide vahel toimuvad reaalajas või peaaegu reaalajas struktureeritud masinloetavate ja standardsetes vormingutes digitaalandmete võimalikult automaatse vahetamise teel. Tulemuseks on kiirem teabevahetus ja teabe parem juurdepääsetavus, mis peaks vähendama protsesside viiteaegu, säästma ressursse ja vähendama tehingukulusid, suurendama organisatsioonide kulutõhusust ja ettevõtete konkurentsivõimet, kiirendama ja täpsustama otsustusprotsesse, parandama läbipaistvust ning stimuleerima majanduslikke ja sotsiaalseid uuendusi.“

TalTechi uuringus tuuakse välja kolm valdkonda, mille automatiseerimist peetakse eriti perspektiivikaks: 1) reaalajas majandusarvestus ja aruandlus, 2) reaalajas majandusprognoosid, 3) reaalaja-tarneahelad. Ühe soovitusena tuuakse uuringus välja, et tuleks investeerida reaalaja andmeid kasutavatesse ja neile lisandväärtust andvatesse tehnoloogiatesse, näiteks võiks laiemalt kasutusele võtta plokiahelal põhinevad nutikad lepingud.

TalTechi poolt läbiviidud uuringu käigus intervjueritud 35 sidusrühma esindajat ja eksperti töid raamatupidamist puudutavate teemadena välja rutiinsete ülesannete automatiseerimise. Eesti Raamatupidajate Kogu juhatuse esimees Margus Tammeraja ütleb oma uuringus sisaldunud intervjuus, et raamatupidamisteenused moodustavad Eestis hinnanguliselt 0,7%–0,9% SKP-st ning automaatsetele lahendustele üle minnes vabaneks suur ressurss lisandväärtust tootvas majandustegevuses kasutamiseks. Soome raamatupidamiskspert Vuokko Mäkinen pakub, et automatiseerida saab lausa kuni 90% majandusarvestusest. Seevastu TalTechi emeriitprofessor Lehte Alver rõhutab, et automatiseerida saab üksnes tüüpilisi igapäevatehinguid, kuid keerukamad ülesanded vajavad endiselt inimese sekkumist. Intervjueritavad olid ühel nõul, et RTE lahendused parandavad andmete kvaliteeti, suurendavad läbipaistvust ja usaldust. Rääkides mõjust töajõuturule, töid eksperdid välja, et „suur hulk raamatupidajaid jääb ilmselt tööta, kuid osa neist saab pühendada end spetsiifilisematele ülesannetele, millega algoritmid veel toime ei tule – andmesisestajate asemel saavad neist strateegilised nõustajad“. Eraldi rõhutatakse kvalifikatsiooninõuete muutumist kõigil elualadel, näiteks IKT-alaste baasoskuste osas.

Eesti kui digitehnoloogia lipulaeva kuvandist võiks järeldada, et Eesti on teistest riikidest sammu võrra ees ning erinevate digitehnoloogiate rakendamine on lihtsam. Paraku DESI¹⁴ indeks seda ei kinnita (Euroopa Komisjon, 2022; European Commission 2022). Kuigi üldindeksis on Eesti 9. kohal ning Euroopa Liidu keskmisest eespool, siis ühendatuse tabelis on Eesti eelviimane, peamiseks põhjuseks 5G sagedusala puuduv eraldatus ja kättesaadavus. Digioskuste näitaja on Eestil ainult veidi üle EL-i keskmise, kuigi IKT-spetsialistide osakaal on Eestis suurem kui mujal riikides. Selleks, et digiareng jätkuks, vajab riik juurde digioskustega töajõudu. Positiivsena tuuakse välja Eesti koolide hea digiseadmetega varustus ning digioskuste kohustuslik õpe, kuid negatiivsena õpetajate puudus ja vananev õpetajaskond, mis võib digioskuste õpet pidurdada.

Euroopa Komisjoni Eesti andmete analüüs toob välja käärid turul tegutsevate novaatorlike idufirmade ning traditsiooniliste väikeste ja keskmise suurusega ettevõtete (VKE) vahel. Ainult 54%-l Eesti VKE-dest on vähemalt algtasemel digivõimekus, mis on napilt alla EL-i keskmise ja jääb kaugemale EL-i eesmärgiks seatud 90%-st. See näitab, et suur hulk IKT-spetsialiste on koondunud üksikutesse innovaatilistesse ettevõtetesse ning traditsioonilisemad ettevõtted, eriti VKE-d, ei saa digitehnoloogiast kasu. Euroopa Komisjon rõhutab, et digipöörde peaksid kasu saama kõik ettevõtted. Seevastu avaliku sektori digiteenuste tabelis on Eesti esikohal.

¹⁴ DESI (*Digital Economy and Society Index*) – digitaalmajanduse ja -ühiskonna indeks, mida Euroopa Komisjon avaldab oma liikmesriikide kohta alates 2014. aastast

Eestis MKM-i, Statistikaameti ja Eesti Panga poolt algatatud reaalamajanduse projekt¹⁵ on oma eesmärgiks võtnud eelkõige ettevõtete ja riigiametite vahelise andmevahetuse automatiseerimise selliselt, et standarditud digitaalsel kujul olevad andmed oleksid masinloetavas ringluses nii ettevõtete omavahelisel kui ka ettevõtete ja riigi vahelisel suhtlusel. Kaardistamiseks ettevõtete teadlikkust reaalamajanduse kohta, viidi 2021. ja 2022. aastal ettevõtjate seas läbi vastav küsitlus (Kivisild, 2021; Valgemäe, 2022).

Kuigi küsitlused olid koostatud RTE projekti silmas pidades, on tulemused heaks sisendiks käesolevale tööle, kaardistamiseks ettevõtjate suhtumist ja ootusi erinevate digilahenduste suhtes. Suuremate takistustena nähakse süsteemide tehnilist toimimist ja ettevõtete vähest digivalmidust, kasutegurina eelkõige aja ja raha kokkuhoidu, reaalamajanduse info omamist ettevõtete paremaks riskijuhtimiseks ning lihtsamat aruandlust riigiasutustele. Riskidena tuuakse välja, et süsteemid muutuvad järjest keerukamateks, aga kõik osapooled pole samal tehnoloogilisel tasemel, kardetakse andmelekkeid ja küberründeid, samuti kardetakse, et investeeringud muudatuste sisseviimiseks on liialt suured. Ei soovitud liigset automatiseerimist, kus ettevõtete raamatupidajal kaob kontroll andmete ja nende edasilikumise üle, suurematel ettevõtetel olid teemaks mittestandardised tehingud ja erisused, mis kindlasti vajavad enne saatmist raamatupidaja/finantsjuhi poolt ülevaatamist. Konsolideeritud aruande automaatset koostamist ei peetud vastanute hulgas realistlikuks.

Plokiahel võib olla üks kasutatav tehnoloogia liikumisel reaalamajanduse suunas (Dai & Vasarhelyi, 2017; Schmitz & Leoni, 2019; Yermack, 2017). Uued tehnoloogiad mõjutavad kõiki sektoreid, sh raamatupidamisvaldkonda ning neilt eeldatakse suuremat täpsust ja läbipaistvust ning paremat andmete kontrollimist. Järjest enam peavad tänapäeva organisatsioonid vastama reaalamajanduse nõuetele. (Bonyuet, 2020; Moll & Yigitbasioglu, 2019) Maksustamine plokiahela kasutuselevõttuga ei muutuks, kuid tehnoloogia võib mõjutada maksude aruandlust, klassifitseerimist, kogumist ja ülekandmist. Tulevikus võib plokiahel võimaldada reaalamajanduse maksude maksmist (Valiente, 2020).

Reaalamajanduse kontseptsioon mõjutab ka auditit, pakkudes uusi võimalusi ja ka väljakutseid. Nii sise- kui ka välisaudiitorid seisavad silmitsi väljakutsetega töötada suurte, koheselt juurdepääsetavate andmetega, mida genereeritakse pidevalt ja automaatselt ettevõtete IT-süsteemides.

¹⁵ <https://www.realtimeeconomy.ee/>

Pidevalt suurenev andmemaht ja tehingute hulk toob kaasa vajaduse kasutada nende analüüsimiseks ja auditeerimiseks uusi lähenemisviise. Samas puuduvad praegu reaalaraja auditi kohta empiirilised uuringud, eriti mis puudutab kontseptsiooni rakendamisega kaasnevaid kulusid või nõrkusi. (Eulerich & Kalinichenko, 2018)

2.2. Digitehnoloogia mõju raamatupidaja kutse arengule

Tehnoloogia ja automatiseerimine on võtmas üle raamatupidajate tööülesandeid ning ennustatakse, et taoline suund jätkub ka tulevikus. Samas arvatakse, et raamatupidamist ei automatiseerita täielikult, vaid muutuvad nõutavad oskused ning väheneb vajadus algtaseme raamatupidajate järgi. (Al-Htaybat *et al.*, 2018; Kokina & Davenport, 2017) Oluline on neid muudatusi teavustada, et koolide õppekavad oleksid ajakohased ja kajastaks tööturu vajadusi (Al-Htaybat *et al.*, 2018; Ionescu-Feleagă *et al.*, 2022; Pilipczuk, 2020).

Professionaalne raamatupidaja ei pea tundma mitte üksnes raamatupidamisstandardeid ja regulatsioone, vaid oskama ka kasutada finantsanalüüsis või juhtimisarvestuses vajalikke tehnoloogiaid (Brink & Stoel, 2019; Buchheit *et al.*, 2016; De *et al.*, 2011). Kuigi ei eeldata, et raamatupidajatest saaksid andmeanalüütikud, panevad raamatupidamisbürood rohkem rõhku IT-spetsialistidele ja andmeanalüütikutele, mistõttu on tööturul eelis häid IT-alaseid teadmisi omavatel raamatupidajatel. (Al-Htaybat *et al.*, 2018; Garanina *et al.*, 2022)

WEFi¹⁶ (2020) tulevikuametite raportis tuuakse välja ametikohad, mille osas tulevikus nõudlus kas suureneb või väheneb. Oluliselt suureneb nõudlus uut tehnoloogiat valdavate spetsialistide järgi, nt andmeanalüütikud, masinõppe ja suurandmete spetsialistid. Tulevikus väheneva vajadusega ametite nimekirjast leiab raamatupidamise ja auditiga seotud ameteid: 3. kohal raamatupidamise ja palgaarvestuse ametnikud (*Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks*), 4. kohal raamatupidajad ja audiitorid (*Accountants and Auditors*). Eeltoodust võib järeldada, et raamatupidaja amet on seoses tehnoloogia kiire arenguga läbimas suuri muutusi – digitehnoloogia areng surub tööülesannete seast välja lihtsamad tööülesanded ning olulisemaks muutub kohanemisvõime ning erinevate tehnoloogiate kasutusoskus. Tehnoloogia arendes liigub raamatupidajate roll automatiseeritud ülesannete tulemuste analüüsimisele ning otsuste tegemiseks vajalikele äristrateegiatele (Brink & Stoel, 2019)

¹⁶ WEF (*World Economic Forum*) – Maailma majandusfoorum

ACCA (2023) toob oma värskes talendiuringus välja raamatupidaja elukutse tulevikuperspektiivid, küsitledes ligi 8500 raamatupidajat 148-st riigist. Raamatupidaja elukutset peeti vastanute hulgas üldiselt kindlaks karjäärivalikuks. Vastustest joonistusid selgelt välja noorema põlvkonna eelistused – ühte ettevõttesse ei jääda enam kauaks töötama, vaid soovitakse liikuda edasi, seda soodustab ka hübriid- ja kaugtöö võimalus. Teisalt tunnetavad vastanud, sh noorem põlvkond, et tehnoloogia areneb liiga kiiresti ning nad ei suuda sellega sammu pidada. 86% vastanutest soovis oma tööandjalt rohkem tehnoloogia-alaseid koolitusi, 44% vastanutest oli mures, et tehnoloogia võib kas osaliselt või täielikult tema töö üle võtta.

Kiirelt arenevatel digitehnoloogiatel nagu pilveteenused, plokiahel, suurandmed ja tehisintellekt on suur mõju nii majanduse arengule üldiselt kui ka raamatupidaja elukutsele. Tänu pilveteenuste kasutusele saavad ettevõtted vähendada oma investeringuid IT-taristusse ning suunata ressursid oma põhitegevusse. (Moll & Yigitbasioglu, 2019) Kui enne Covid-19 kriisi olid pilveteenused innovatiivne võimalus oma äriprotsesse juhtida, siis pandeemia ajal muutus see möödapääsmatuks vajaduseks (Coman *et al.*, 2022). Nimetatud tehnoloogiate kombineeritud kasutamine võib raamatupidamise valdkonda põhjalikult mõjutada. Väheneb rutiinsete ja automatiseerimist võimaldavate tööülesannete osa ning olulisemaks muutub andmete analüüs ja visualiseerimine. (Moll & Yigitbasioglu, 2019) Kuigi mõned teadlased seostavad plokiahelat pigem krüptograafia kui raamatupidamisega (Gietzmann & Grossetti, 2021), siis teised leiavad, et plokiahela-alased teadmised on eluliselt vajalikud, kuna need muudavad fundamentaalselt raamatupidamise protsesse (Desplébin *et al.*, 2021). Deloitte (2016) peab teadlikkuse ja tehnoloogia mõistmise puudumist kõige suuremaks väljakutseks plokiahela tehnoloogia populariseerimisel. Seetõttu on vajalik juhtide, raamatupidajate ja audiitorite koolitamine plokiahela teemal ning hea koostöö IT-spetsialistidega selle tehnoloogia korrektseks ja tõhusaks kasutamiseks.

Isegi kui plokiahel võtab üle põhiliste raamatupidamistehingute kajastamise ja salvestamise, on lisaks hulk hinnangulisi otsuseid, mis jäävad endiselt raamatupidaja teha, nt amortisatsiooni-meetodi valik või põhivarade kasuliku eluea otsus. Järjest kasvav krüptovarade turg ning investeringute kaasamine virtuaalvääringu vormis (*Initial Coin Offering, ICO*) nõuab raamatupidajatelt uusi teadmisi ja oskusi nende kajastamise kohta, järjest olulisemaks muutub raamatupidaja kui konsultandi ja nõustaja töö. (Garanina *et al.*, 2022) Raamatupidajate ümberõpe on vajalik, et mõista ja osata kasutada plokiahela tehnoloogiat ning osaleda plokiahelal põhinevate lahenduste väljatöötamisel. Raamatupidamise lahenduste puhul on oluline lähtuda mitte andmete

ja tehingute vaatenurgast, vaid väärtusest, mida lahendus võib ettevõttele luua. Raamatupidajad on järjest vähem „raamatute pidajad“ ning üha rohkem finantsnõustajad. (Pedreño et al., 2021)

Plokiahel mõjutab ka audiitori ametit, nõudes audiitoritelt uute tehniliste teadmiste ja oskuste omandamist. Audiitorid peavad arvesse võtma võimalust, et nende kliendid kasutavad plokiahelat ning samal ajal kaaluma, kas oleks võimalik luua automatseeritud auditirutiine. Nutikate lepingute hindamiseks võib audiitor vajada oluliselt erinevaid oskusi, nt tundma programmeerimiskeeli ning mõistma plokiahela funktsioone. Endiselt jääb alles vajadus professionaalse hinnangu järele. Töömahukate ja aeganõudvate auditeerimistoimingute vähenemine võimaldab raamatupidajatel ja audiitoritel keskenduda rohkem väärtustloovamatele tegevustele nagu nõustamine ja süvaanalüüsid. (CPA & AICPA, 2017; Garanina et al., 2022; Schmitz & Leoni, 2019)

Oskused ja teadmised plokiahela valdkonnas aitavad raamatupidajatel ja audiitoritel oma teenuseid laiendada, nõustades ettevõtteid plokiahela kasutuselevõtul ja toetades plokiahela rakendamist. Põhjalikud raamatupidamis- ja auditialased teadmised on vajalikud nutikate lepingute täitmise jälgimiseks ja kontrollimiseks. Seega jäävad traditsioonilised raamatupidamis- ja auditeerimisteenused oluliseks ka tulevikus, kuigi muutub nende täpne spekter ning raamatupidajatelt ja audiitoritelt nõutavad oskused. (Schmitz & Leoni, 2019)

Digioskused muutuvad üha olulisemaks ning seda mitte ainult raamatupidamise ja auditi valdkonnas, vaid ka paljudes teistes tegevusvaldkondades. Mõjutatud on näiteks kutse- ja kõrgkoolid ning koolituste pakkujad – mitte üksnes selle poolest, milliseid koolitusi või õppeaineid pakkuda, vaid ka selle poolest, kuidas õpet läbi viia. (Al-Htaybat *et al.*, 2018; Kotb *et al.*, 2019; Sillat *et al.*, 2021)

Raamatupidajad ja audiitorid peavad omama piisavaid digioskusi, et olla võimelised tulema toime klientide erinevate tehniliste nõudmistega ja vajadustega. Oluline roll on siinkohal erialaliitudel, kes saavad kehtestada vastavad kvalifikatsiooninõuded ning anda ülikoolidele sisendit õppekavade täiendamiseks või koolituste korraldamiseks. Õppekavades tuleks suuremat rõhku panna analüüsile ja oskusele andmeid tõlgendada, integreerides õppesse erinevaid tehnoloogilisi võimalusi (nt suurandmed). (Al-Htaybat *et al.*, 2018) Oluline on, et raamatupidamise valdkonna lõpetajad oleksid kursis tehnoloogia mõjudega raamatupidamisvaldkonnale, vastasel juhul võib see mõjutada nende konkurentsivõimet tööturul (Kotb *et al.*, 2019).

Eelnevat arvesse võttes saab öelda, et tehnoloogia mõjutab oluliselt raamatupidaja ja audiitori ametit. Rutiinsete ja ajamahukate tööülesannete automatiseerimine vähendab vigade riski ning annab võimaluse keskenduda rohkem neile teemadele, kus on inimese hinnang ja vaade endiselt oluline. WEF-i tulevikuametite raportis viidatakse, et nii raamatupidaja kui ka audiitori ametikohad tulevikus vähenevad, mis kitsalt ja ametinimetuse põhiselt vaadatuna võib paika pidada. Vaadates laiemalt kogu ettevõtte finantsvaldkonda ning võttes arvesse digitehnoloogia arengut, siis järjest enam kasvab vajadus andmeanalüütikute järele ning väheneb vajadus raamatupidamisspetsialistide järgi, mida kinnitab ka WEF-i raportis toodud kasvava nõudlusega ametite nimekiri. Järjest olulisemaks muutub oskus (suur)andmeid analüüsida ja visualiseerida ning olla juhtkonnale partneriks äriotsuste tegemisel. See mõjutab kindlasti ka ülikoolide õppekavasid, kus lisaks n-ö klassikalistele teadmistele raamatupidamisest ja finantsjuhtimisest on vaja tähelepanu pöörata ka tehnoloogiale. Oluline pole siinkohal mitte konkreetsete programmide kasutamise oskus, vaid oskus näha tervikpilti, et olla suuteline võtma kasutusele uusi tehnoloogiaid või juhtima projekte süsteemide väljavahetamiseks.

3. EMPIIRILINE UURING RAAMATUPIDAJATE HINNANGUTE KOHTA DIGITEHNOLOOGIA VALLAS

Käesolevas peatükis kirjeldatakse magistritöö autori poolt läbi viidud uuringut, võetakse kokku uuringu tulemused ning tuuakse välja järeldused ja ettepanekud. Uuringu eesmärgiks on välja selgitada Eesti raamatupidajate hinnang digitehnoloogia mõju kohta igapäevatoos, levinumad takistused uute oskuste omandamisel ning ootused tulevikus vajaminevate digitehnoloogiate suhtes.

3.1. Uuringu metoodika ja valimi kirjeldus

Autor valis uuringu läbiviimise meetodiks küsitluse, et koguda andmeid võimalikult paljudelt Eesti ettevõtetelt. Küsitlus võimaldab kaasata hulgaliselt vastajaid ning koguda andmeid standardiseeritult (Beilmann, 2020). Küsitluse viis autor läbi veebi teel, Google Forms'i keskkonnas. Internetiküsitlusel on mitmeid eeliseid: see on kulutõhus, võimaldab ligipääsu suurtele valimitele ning kogutud andmed on koheselt analüüsimiseks kättesaadavad (Hays *et al.*, 2015).

Küsimustik põhineb ACCA 2020. aasta uurimisel „*The digital accountant: Digital skills in a transformed world*“, mille käigus ACCA küsitles rohkem kui 4000 raamatupidajat üle maailma. Töö autor kohandas ACCA uuringu küsimusi ja vastuste valikuid sobivaks käesoleva töö teemaga ning lisas küsimustikku täiendavaid küsimusi. Küsitluse läbiviimiseks kasutatud küsimustik on toodud lisas 5. Küsimustik oli avatud 27. märtsist kuni 13. aprillini 2023 ning oli anonüümne.

Küsimustik oli jagatud kaheks osaks. Esimeses osas oli toodud 14 küsimust, millele vastamine oli kohustuslik. Küsimuste 1–4 puhul tuli vastajal hinnata, kui oluliseks ta peab raamatupidamis- ja finantsspetsialistide puhul digioskusi, kui sageli tal tuleb neid kasutada, kuidas vastaja hindab oma taset võrreldes ametikoha nõuetega ning kuivõrd on ta mõnikord tundnud, et ei jaks uute tehnoloogiatega sammu pidada. Vastata sai 5-palli Likerti skaalal, mille vastusevariandid sõltusid esitatud küsimustest. Viie-palli Likerti skaala valik tuleneb ACCA uuringus kasutatud küsitlusest, mis aitab tulemuste analüüsimisel teha võrdlust ACCA uuringus saadud tulemustega. Küsimused

5–8 keskendusid digioskuste omandamisele, kus tuli vastajal hinnata, milline on olnud tema põhiline digioskuste omandamise viis ja millist meetodit ta peab sobivaimaks, lisaks sai vastaja hinnata, millised on suuremad takistused digioskuste arendamisel. Viimatinimetatud küsimuse puhul oli vastajal võimalik valida mitu varianti ning sobiva variandi puudumisel lisada endapoolne kommentaar. Küsimuste 9–10 puhul uuriti vastajate arvamust, millisel tasemel peaks olema raamatupidamis- ja finantsspetsialistide teadmised ja oskused erinevate digitehnoloogiate osas. Vastamiseks tuli valida üks neljast variandist: pole vajalik, algtase, baastase ja eksperttase.

Üheteistkümnenda küsimuse puhul uuriti vastaja hinnangut 5-palli Likerti skaalal erinevate reaalamajanduse valdkondade kohta, kuivõrd oluliseks vastaja antud valdkonda peab, küsimus 12 uuris vastaja kokkupuudet plokiahela tehnoloogiaga. Küsimused 13 ja 14 olid suunatud tulevikku ning uurisid lähemalt vastajate hinnangut raamatupidamis- ja finantsspetsialistide tuleviku digioskuste olulisuse kohta. Vastates 14. küsimusele, oli vastajal võimalik valida sobivad variandid etteantud nimekirjast, millises digitehnoloogia valdkonnas oleks vajalik järgmise 3–5 aasta jooksul oma oskusi edasi arendada. Sobiva valiku puudumisel oli vastajal võimalik kirjutada enda kommentaar. Küsimustiku teises osas olid taustaküsimused vastaja vanuse, hariduse ja töökogemuse ja praeguse töökoha kohta.

Küsimustiku väljasaatmisele eelnes kahepäevane pilootperiood, kus küsimustik saadeti viiele majanduslase kõrgharidusega inimesele, testimaks küsimuste korrektset ja arusaadavat sõnastamist ning küsimustiku tehnilist toimimist. Piloteerijatelt saadud tagasiside põhjal lisati ühele küsimusele täiendavad selgitused. Küsitluse tehnilise toimimise osas probleeme ei ilmnenu.

Statistikaameti andmetel oli 31. detsembri 2022 seisuga Eestis 120 649 aktiivset ettevõtet (Eesti Statistikaamet, 2023). Valimi koostamisel lähtus töö autor ettevõtte suurusest ja tegevusalast. Ettevõtte suuruse leidmiseks kasutas autor MTA 2022. aasta andmeid käibe ja töötajate arvu kohta (Maksu- ja Tolliamet, 2023). Autor seadis valimi koostamise eesmärgiks kaasata uuringusse ettevõtted, mille raamatupidajatel on tänu ärimahtudele, töötajate arvule või tegevusalale suurem vajadus kokku puutuda erinevate raamatupidamisega seotud digitehnoloogiatega. Selleks jagati ettevõtted erinevate kriteeriumide alusel gruppidesse (tabel 5). Kõige suurema grupi (G1) moodustasid ettevõtted, millel oli 10 või rohkem töötajat ning käive 2022. aastal üle 1 mln euro. Lisaks kaasas autor valimisse kõik aktiivsed audiitorfirmad (G2). Ettevõtete hulgast, mille põhitegevusalaks oli märgitud raamatupidamine, valis töö autor valimisse kolme või enama töötaja ning vähemalt 100 000-eurose käibega ettevõtted (G3). Täiendavalt kaasas autor valimisse kõik

krediidiasutused, kindlustusandjad ning Liisingühingute Liidu liikmed, mis tulenevalt oma põhitegevusala maksukäsitlusest ei pruukinud olla sees MTA raportites (G4). Valimis olevate ettevõtete meiliaadresside saamiseks kasutas töö autor e-Äriregistris ettevõtete B-kaardil olevat kontaktmeiliaadressi, suuremate ettevõtete puhul kontrollis töö autor täiendavalt ettevõtte kodulehel olevat kontaktinfot. Valimist jäeti välja ettevõtted, mille puudus kontaktmeiliaadress või kus meiliaadress oli välismaise domeeniga.

Tabel 5. Küsitluse valim

Grupp	Töötajate arv	Käive	Kokku	Puuduv kontaktinfo	Valimis
G1: Ettevõtted (v.a G2–G4)	≥ 10	≥ 1 mln	5025	175	4850
G2: Audiitorfirmad (põhi- või lisategevusala auditeerimine)	≥ 0	> 0	104	–	104
G3: Raamatupidamisfirmad (põhitegevusala raamatupidamine)	≥ 3	≥ 100 tuh	186	6	180
G4: Krediidiasutused, kindlustusandjad, liisingettevõtted	–	–	40	–	40
Kokku:					5174

Allikas: autori koostatud

Valimi suuruseks kujunes 5174 ettevõtet. Kutse küsimustiku täitmiseks saadeti 5036 meiliaadressile, 138 ettevõtte aadressid olid korduvad. Väljasaadetud kirjadest 39 aadressi olid kehtetud, seega jõudis küsitluse täitmise kutse 4997 adreessadini ja 5135 ettevõteteni. Kokku täitis küsimustiku 460 vastanut. Täpset vastanud ettevõtete osakaalu on keerukas hinnata tulenevalt küsimustiku sihtgrupist – vastama olid oodatud eelkõige raamatupidajad ning vastamine ei olnud ettevõttepõhine. Seega võis vastanute hulgas olla ettevõtteid, kus vastas rohkem kui üks inimene, kuid kogutud andmete põhjal seda kontrollida pole võimalik. Ettevõtetelt saadud tagasiside põhjal oli valimis mitmeid firmasid, kus raamatupidamisosakond puudus, sest arvestust peab kas emaettevõtte või raamatupidamisfirma. Eesti ettevõtete puhul sai suure tõenäosusega emaettevõtte või raamatupidamisfirma ka ise kutse uuringus osalemiseks, kuid mõnel juhul asus raamatupidamist tegev emaettevõtte välisriigis. Võttes aluseks saadetud kirjade arvu, on vastamismääraks 9,2%.

Vastajat iseloomustavate näitajatena tuli märkida vanus ja tööstaaž raamatupidamise/finantsjuhtimise valdkonnas, lisaks valida etteantud vastuste hulgast kõrgeim omandatud haridustase ning kas praegune ametikoht hõlmab endas ka juhtimist. Täiendavalt tuli märkida enda

praegune ametikoht ning ettevõtte tegevusala, mille lahtrid olid vastaja poolt vabalt täidetavad. Vastanute keskmine vanus oli 46 aastat ning keskmiseks tööstaažiks raamatupidamisvaldkonnas 20 aastat. Vastanutest ligi 70% töötasid raamatupidajatena (sh pea- ja vanemraamatupidajatena), nendest üle 80% olid kõrgharidusega ning alla 20% kesk- või kutseharidusega. Ettevõtte omanikke ja tegevjuhte (sh raamatupidamisfirmade omanikke) ning finantsjuhte oli vastanute hulgas üle 16%, 15 vastanut tegutsesid audiitorina. Tegevusalade lõikes oli suurema osakaaluga hulgi- ja jaekaubandusega tegelevad ettevõtted (20% vastanutest), millele järgnesid audiitorbürood ja raamatupidamisfirmad (üle 19%) ning tööstusettevõtted (üle 17%).

Detailsem info vastanute kohta on toodud lisas 6.

3.2. Uuringu tulemused

Selgitamaks välja raamatupidajate hoiakuid digitehnoloogia mõju kohta igapäevatoos, hinnanguid enda digioskustele ning ootusi digioskustele tulevikus, analüüsis autor kogutud andmeid kirjeldava statistika meetodite, Mann-Whitney U-testi ning χ^2 -testi abil, kasutades MS Excelit ja selle lisamoodulit Real Statistics ning Infogrammi. Kõikide küsimuste vastuste jaotused ja analüüsimisel kasutatud vastusevariantide koodid on toodud lisas 7. Viited küsimustele on tähistatud tähega Q ning küsimuse järjekorranumbriga.

Esmalt analüüsib autor, kui oluliseks peavad raamatupidajad digioskusi praegu ja tulevikus ning kas antud hinnangud on seotud haridustasemega. Selleks uurib autor lähemalt vastuseid järgnevatele küsimustele:

- Q1. Kui olulised on Teie hinnangul raamatupidamis- ja finantsspetsialistide digioskused?
- Q13. Kui olulised on Teie hinnangul raamatupidamis- ja finantsspetsialistide digioskused tulevikus?

Täiendavalt lisab autor võrdlusena kõrvale ACCA uuringus toodud vastused küsimusele:

- ACCA Q1: Kui oluliseks peate digioskusi oma valdkonna raamatupidajate ja finantsspetsialistide jaoks?

Vastajaid said oma hinnangu anda 5-palli Likerti skaalal (1 – ei ole üldse olulised; 5 – väga olulised). Tabelis 6 on esitatud hinnangute aritmeetilised keskmised (\bar{x}) ja standardhälbed (SD). Täiendavalt uurib autor Mann-Whitney U-testi abil, kas erinevused hinnangutes digioskuste

olulisuse kohta praegusel hetkel ja tulevikus on statistiliselt olulised. Testi tulemuste hindamisel kasutatav statistilise olulisuse nivoo $\alpha = 0,05$.

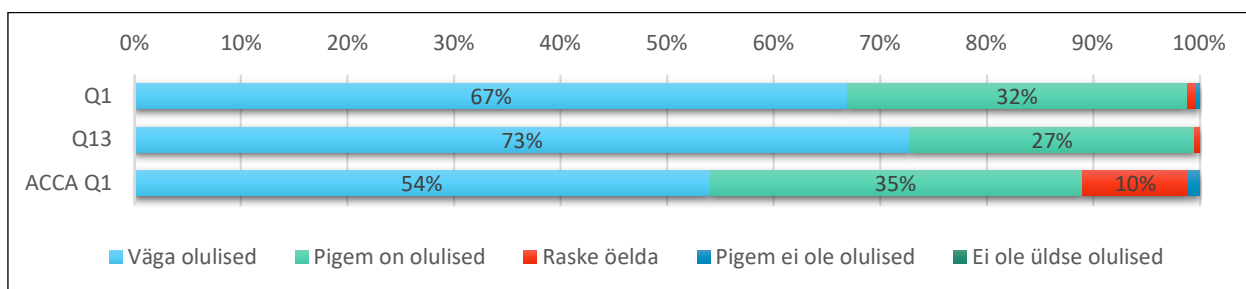
Tabel 6. Raamatupidajate digioskuste-alaste hinnangute keskmised, standardhälbed ja Mann-Whitney U-testi tulemused

Hinnang	\bar{x}	SD	Mann-Whitney U test
Digioskuste olulisus praegusel hetkel (Q1)	4,66	0,51	U = 99428,5 p = 0,11
Digioskuste olulisus tulevikus (Q13)	4,72	0,46	

Allikas: Autori koostatud lisas 7 toodud andmete alusel

Analüüsi tulemustest nähtub, et keskmine hinnang digioskuste olulisusele tulevikus on kõrgem kui hinnang nende olulisusele praegusel hetkel, samas standardhälve on väiksem, mis viitab, et hinnangutes digioskuste olulisusele tulevikus ollakse ühtsemad. Mann-Whitney U-testi tulemused näitavad, et erinevus hinnangutes digioskuste olulisuse osas praegusel hetkel ja tulevikus ei ole statistiliselt oluline ($p > 0,05$).

Jooniselt 4 selgub, et väga oluliseks pidas digioskusi 67% vastanutest, pigem oluliseks 32%. Tulevikuvaates suurenes nende raamatupidajate osakaal, kelle jaoks on digioskused väga olulised (73%), pigem oluliseks pidas digioskusi 27% vastanutest. Kui analüüsida vastuseid vastajate lõikes (Q1 vs Q13), siis 73% raamatupidajatest andis mõlemale küsimusele sama vastuse (nendest 78% pidas oskusi väga oluliseks ja 22% pigem oluliseks), 17% raamatupidajate hinnangul on tulevikus digioskused olulisemad kui praegusel hetkel ning 10% raamatupidajate arvates vähem olulised.



Joonis 4. Hinnang digioskuste olulisusele praegu ja tulevikus (Q1, Q13 ja ACCA Q1)
Allikas: autori koostatud ACCA (2020) ja lisas 7 toodud andmete alusel

Võrreldes ACCA tulemustega hindavad Eesti raamatupidajad digioskusi oluliselt kõrgemalt. Siinkohal on oluline märkida, et ACCA uuring viidi läbi üle kolme aasta tagasi, novembris 2019,

mis võib olla üheks erinevusi selgitavaks faktoriks. ACCA küsimustikule vastanutest 54% hindas digioskusi väga oluliseks (Eestis 67%), pigem oluliseks 35% (Eestis 32%). Kui ACCA puhul ei osanud oma arvamust kujundada tervelt 10% vastanutest, siis Eestis oli vastav osakaal alla 1%. Vastanuid, kelle arvates digioskused pigem pole olulised, oli ACCA puhul 1%, Eestis 0%. Arvamust, et digioskused pole üldse olulised, ei esinenud kummaski uuringus. Seega näitavad analüüsi tulemused, et digioskused on Eesti raamatupidajate olulisel kohal ning tulevikuvaates nende tähtsus suureneb.

Järgnevalt jaotab autor andmed haridustaseme lõikes kahte gruppi: kõrgharidusega ja kõrghariduseta, uurimaks kas digioskuste olulisusele antud hinnang on seotud haridustasemega, kasutades selleks χ^2 -testi. Selleks püstitab autor statistiliste hüpoteeside paari:

H_0 : Hinnang digioskuste olulisusele ja haridustase ei ole omavahel seotud

H_1 : Hinnang digioskuste olulisusele ja haridustase on omavahel seotud

Olulisuse nivoo $\alpha = 0,05$.

Esimesena testib autor Q1 tulemusi. Testi piirangutest tulenevalt eemaldab autor eelnevalt vastuste grupid, kus $n < 5$, milleks on „Raske öelda“ (4 vastanut) ning „Pigem ei ole olulised“ (1 vastanu). Analüüsi tulemusena selgus, et hinnang digioskuste olulisusele ja haridustase ei ole omavahel seotud (χ^2 -statistik = 1,48, $df = 1$, $p = 0,22$).

Järgmisena uurib autor Q13 vastuseid ning püstitab alljärgneva statistiliste hüpoteeside paari:

H_0 : Hinnang digioskuste olulisusele tulevikus ja haridustase ei ole omavahel seotud

H_1 : Hinnang digioskuste olulisusele tulevikus ja haridustase on omavahel seotud

Olulisuse nivoo $\alpha = 0,05$.

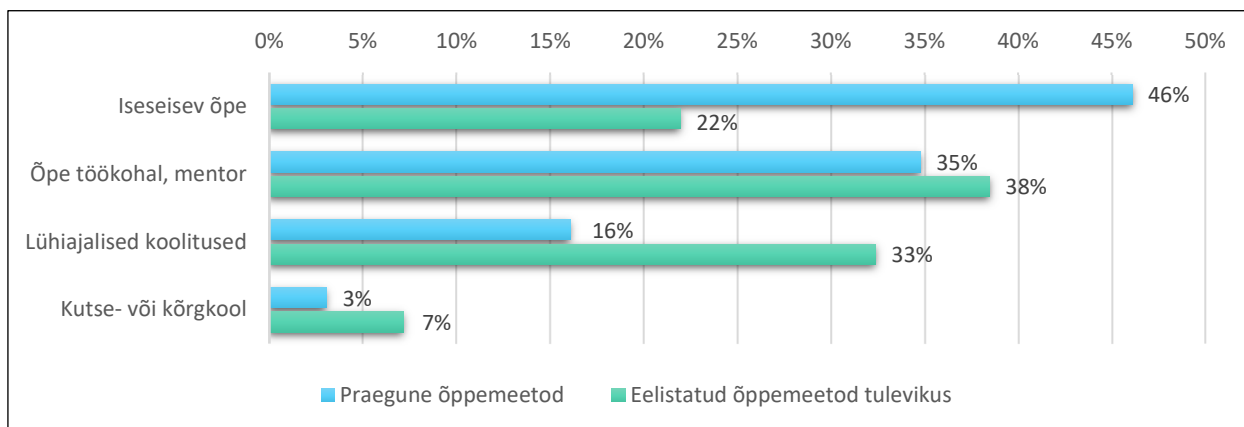
Kõigepealt eemaldab autor $n < 5$ vastused, milleks on „Raske öelda“ (2 vastanut). Sarnaselt eelmisele küsimusele selgus analüüsi tulemustest, et hinnang digioskuste olulisusele tulevikus ja haridustase ei ole omavahel seotud (χ^2 -statistik = 0,07, $df = 1$, $p = 0,79$).

Järgnevalt uurib autor, milline on olnud peamine raamatupidajate digioskuste omandamise viis ja kas see kattub nende poolt eelistatud viisiga. Vastuse leidmiseks analüüsib autor vastuseid järgnevatele küsimustele:

- Q5. Milline on Teie jaoks olnud põhiline digioskuste omandamise viis?
- Q7. Millist meetodit peate sobivaimaks digioskuste omandamisel?

Küsimuste 5 ja 7 valikuvariandid ei olnud identselt sõnastatud, kuid olid oma sisult sarnased. Parema võrdluse saamiseks jaotas autor vastused nelja gruppi: 1) iseseisev õpe, 2) õpe töökohal, mentor, 3) lühiajalised koolitused, 4) kutse- või kõrgkool.

Joonisel 5 on toodud raamatupidajate praegune õppemeetod ning tulevikus eelistatud meetod. Praeguse õppemeetodina on suurim osakaal iseseisval õppel (46%), kuid tulevikus eelistab iseseisvat õpet üle kahe korra vähem raamatupidajaid (22%). Tulevikus on eelistatuim meetod õpe töökohal mentorite kaasabil (38%) ning lühiajalised koolitused (33%). Kutse- või kõrgharidusõppes suuremat IT-ainete osakaalu eelistab tulevikus nelja protsendipunkti võrra rohkem raamatupidajaid kui praegu.



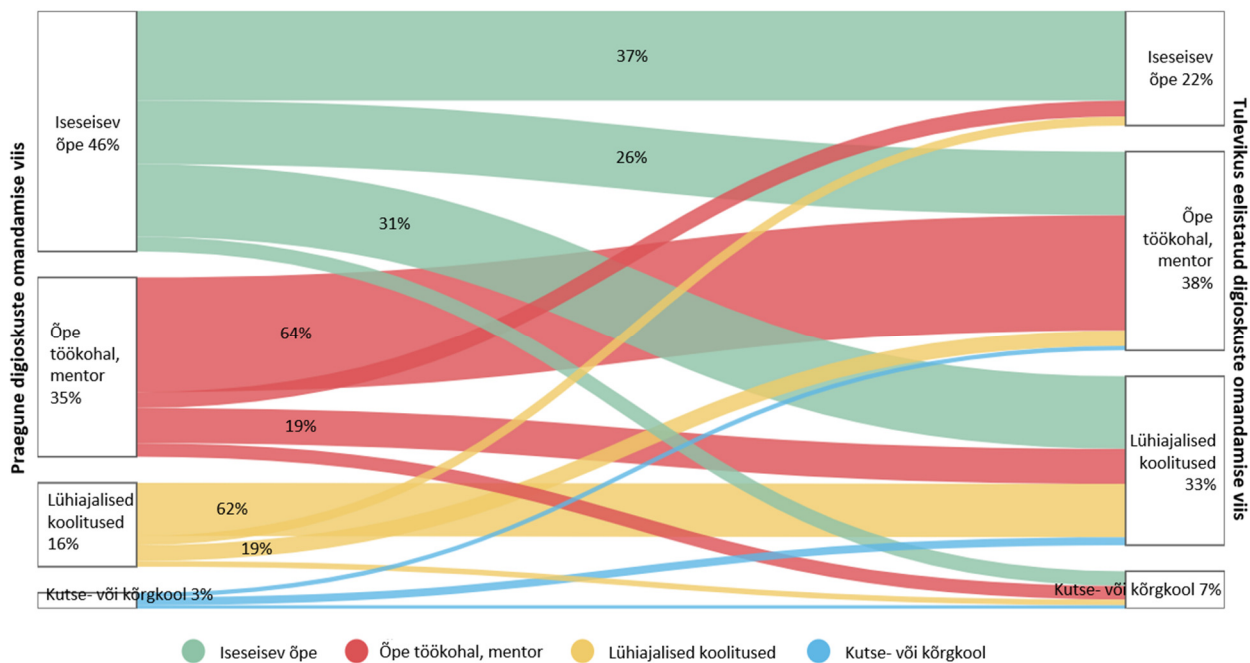
Joonis 5. Praegune ja eelistatud digioskuste omandamise viis (Q5 ja Q7)

Allikas: autori koostatud lisas 7 toodud andmete alusel

Kui joonisel 5 on kujutatud vastused kahele küsimusele üksteisest sõltumatutena, siis joonis 6 aitab visualiseerida täpsemalt erinevusi õppemeetodi ning tulevikus eelistatava õppemeetodi vahel. Vasakpoolses tulbas on toodud praegune digioskuste omandamise viis ning parempoolses tulevikus eelistatav meetod. Kui töökohal toimuva õppe ning lühiajaliste kursuste puhul eelistas sama meetodit tulevikus kasutada üle 60% vastanutest, siis iseseisva õppe puhul vaid 37 protsenti. Kolmkümmend üks protsenti praegu digioskusi iseseisvalt omandanud raamatupidajatest eelistaksid tegelikult pigem lühiajalisi koolitusi, 26% õpet töökohal mentorite kaasabil ning 6% suuremat IT-ainete osakaalu kutse- ja kõrgkoolis.

Seega näitab analüüs, et ligi pooled raamatupidajatest on pidanud digioskusi omandama iseseisvalt, kuid nendest üksnes 37% on märkinud selle ka tulevikus eelistatava variandina. Seevastu õpet töökohal ja mentoreid eelistab 64% nendest, kes sama meetodit ka praegu kasutab.

Iseseisvat õpet kasutanud raamatupidajatest 26% eelistaksid pigem mentori abi ning 31% erinevaid lühiajalisi koolitusi. Kuus protsenti vastanuteist senini iseseisvalt õppinutest eelistaks pigem kõrgkoolis antavaid IT-aineid.



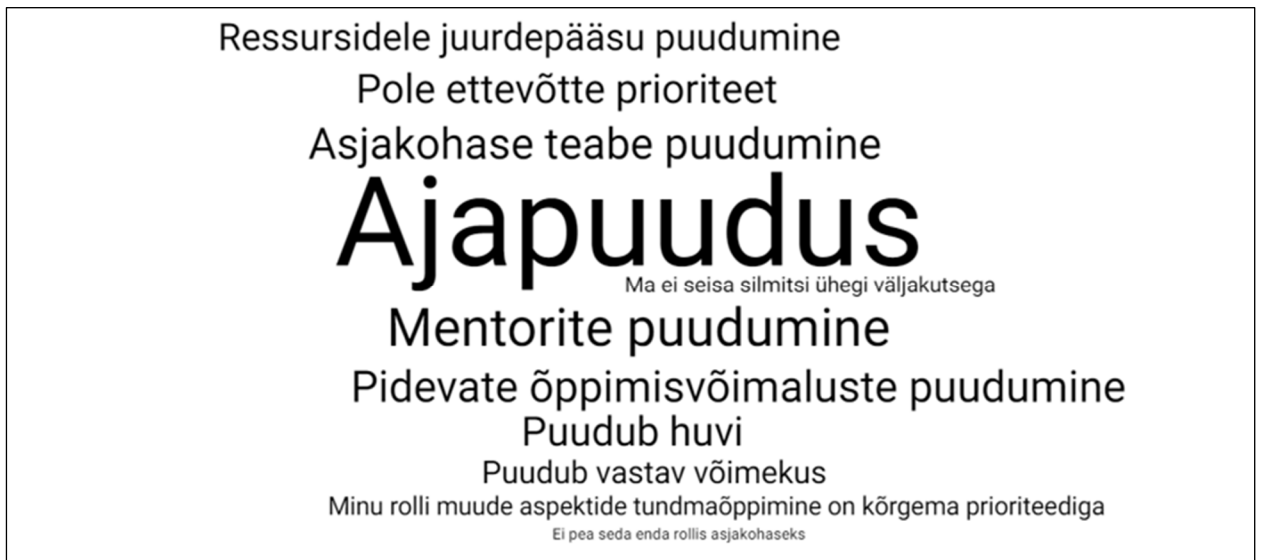
Joonis 6. Seosed praeguse ja eelistatud digioskuste omandamise viisi vahel (Q5 ja Q7)
Allikas: autori koostatud lisa 7 toodud andmete alusel

Järgnevalt analüüsib töö autor, mis on peamiseks takistuseks digioskuste omandamisel, uurides vastuseid küsimusele:

- Q8. Millised on Teie arvates suuremad väljakutsed ja takistused digioskuste arendamisel?

Joonisel 7 on sõnapilvena visualiseeritult välja toodud põhilised takistused, millega raamatupidajad kokku puutuvad. Suurima takistusena toodi välja ajapuudus (68% vastajatest), mentorite puudumine (28%) ning pidevate õppimisvõimaluste ja asjakohase teabe puudumine (22%). Samas pole ajapuuduse puhul teada, kas see on seotud suure töökoormusega või isikliku eluga. Vastanuteist 21% on välja toonud, et digioskuste arendamine ei ole ettevõtte prioriteet ning 20% raamatupidajatest puudub huvi oma digioskusi arendada.

Lisaks etteantud valikuvariantidele toodi takistusena veel välja harjumusest või huvipuudusest tingitud soovimatust uusi digioskusi omandada, tarkvarade pidevaid muutusi ning vastavate koolituste puudumist või liiga kõrget hinda.



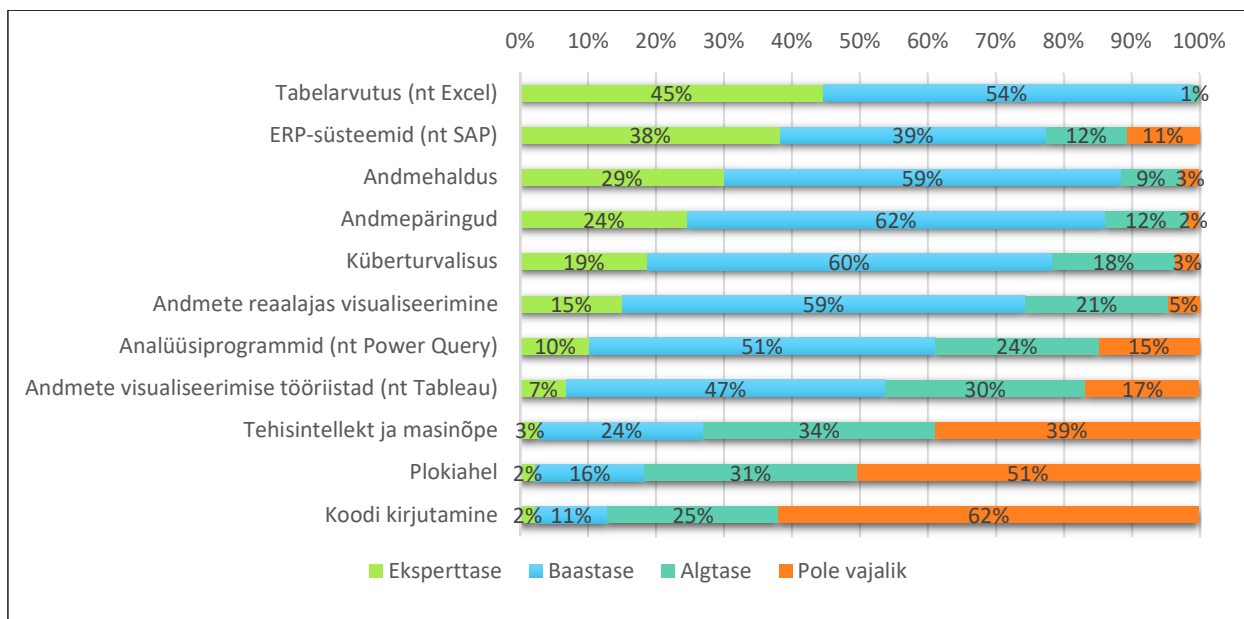
Joonis 7. Peamised takistused digioskuste omandamisel (Q8)

Allikas: autori koostatud lisas 7 toodud andmete alusel

Järgnevalt otsib töö autor vastust küsimusele, millised digitehnoloogiad ja -praktikad on raamatupidajate jaoks oluliseimad, kuidas hinnatakse erinevaid reaalajamajanduse lahendusi ametikoha lõikes ning millistes valdkondades oleks raamatupidajate arvates vajalik oma oskusi edasi arendada. Selleks analüüsib töö autor vastuseid küsimusele:

- Q9. Millist teadmiste ja oskuste taset vajavad Teie arvates raamatupidamis- ja finantsspetsialistid järgmiste tehnoloogiate osas?
- Q10. Millist teadlikkuse taset vajavad Teie arvates raamatupidamis- ja finantsspetsialistid järgmistes digipraktikate osas?
- Q11. Milliseid väljapakutud reaalajamajanduse lahendusi peate kõige olulisemaks?
- Q12. Milline on olnud Teie senine tööalane kokkupuude plokiahelaga?
- Q14. Millistes valdkondades on Teie hinnangul järgmise 3–5 aasta jooksul vajalik oma oskusi edasi arendada?

Uurides hinnanguid erinevate konkreetsete digitehnoloogiate ja -praktikate kohta, oli võimalik vastajatel anda hinnang, millisel tasemel võiks antud tehnoloogiat osata (kas alg-, baas- või eksperttase) või pole see üldse vajalik (Q9, Q10, joonis 8). Oodatavalt said kõrge hinnangu raamatupidaja põhitöövahenditeks olevad ERP-süsteemid ja Excel. Kui võrrelda hinnanguid neile kahele süsteemile, siis 11% vastanutest ei pidanud ERP-süsteemi üldse vajalikuks, samas Excelile sellist hinnangut ei antud. Vastajad on oluliseks pidanud ka andmepäringute tegemist ja andmehaldust, kõige vähemtähtsaks on peetud plokiahelat ja koodi kirjutamist.



Joonis 8. Vajalik oskuste tase erinevate digitehnoloogiate osas (Q9 ja Q10)

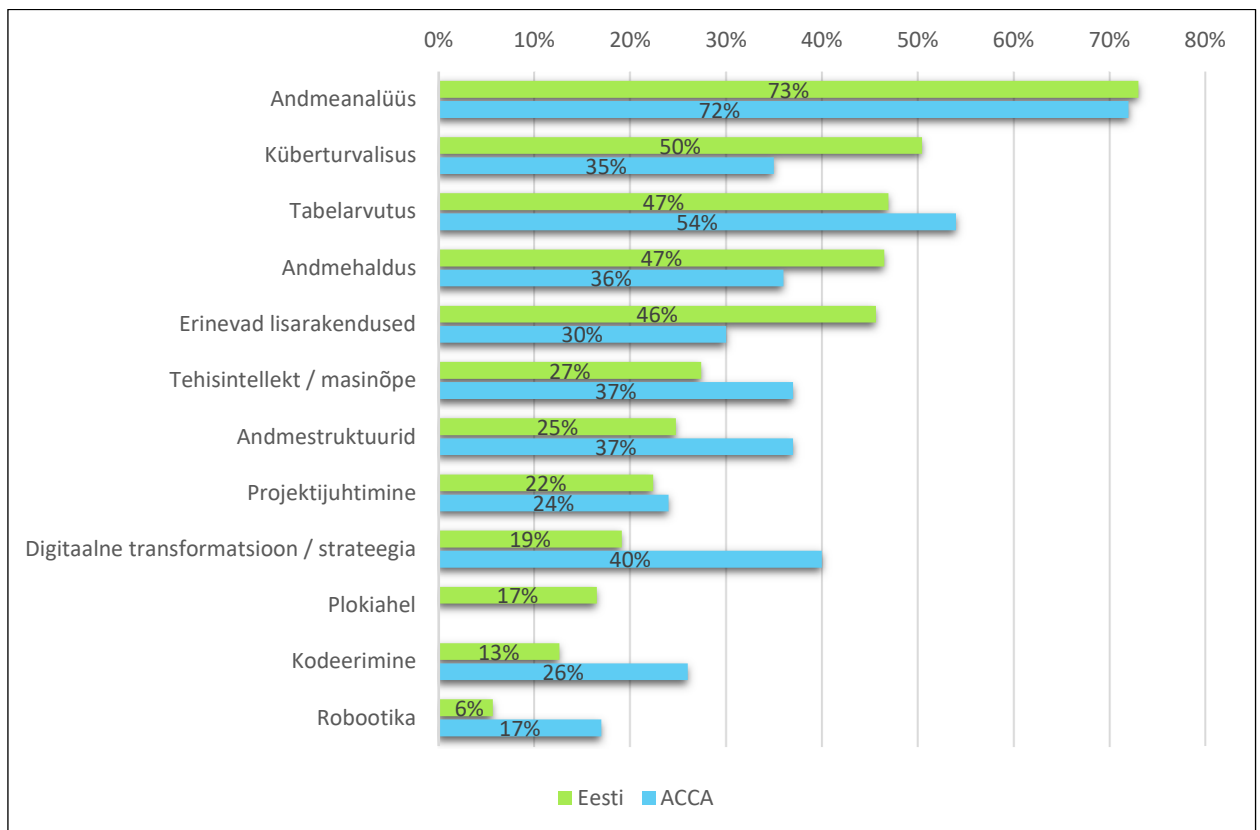
Allikas: autori koostatud lisa 7 toodud andmete alusel

Järgnevalt analüüsib autor Q14 tulemusi, milliseid digioskusi tuleks raamatupidajate hinnangul edasi arendada. Vastajal oli võimalik valida mitu vastusevarianti. Võrdlusandmetena on juurde lisatud ACCA uuringu vastused samale küsimusele.

Tulemused joonisel 9 näitavad, et ligi kolmveerand vastanutest peab andmeanalüüsi kõige olulisemaks oskuseks, mida edasi arendada ning sama tulemus oli ka ACCA uuringus. Võrreldes ACCA uuringuga on Eesti raamatupidajate huvi uute tehnoloogiate (tehisintellekt või robotika) vastu oluliselt väiksem, nii on näiteks robotikast huvitatud üksnes 6% Eesti raamatupidajatest, kuid ACCA uuringus ligi kolm korda rohkem – 17%. Plokiahel pole Eesti raamatupidajate hinnangul küll kõige populaarsem tehnoloogia (17%), kuid samas näitab tulemus, et huvi antud tehnoloogia vastu siiski on. Võrdlust ACCA uuringuga pole plokiahela puhul võimalik teha, sest ACCA uuringus vastav jaotus puudus.

Täiendavalt uuris autor, milline on olnud Eesti raamatupidajate senine kokkupuude plokiahelaga. Küsimusele vastates oli võimalik valida mitu varianti. Suurem osa (81%) raamatupidajatest ei ole plokiahelaga kokku puutunud. Ülejäänud raamatupidajad on kokku puutunud kas krüptoraha ja tokenitega, plokiahela rakendamisega raamatupidamises või mõlemaga. Seega saab öelda, et raamatupidajate kokkupuude plokiahelaga on väga vähene, samas on käesoleva magistritöö teemast lähtudes töö autori jaoks positiivne üllatus nende vastanute hulk, kes on kokku puutunud

plokiahela rakendamisega raamatupidamissüsteemides (5%, 21 vastanut). Nendest ligi pool (43%, 9 vastanut) töötas audiitor- või raamatupidamisbüroos, ülejäänud tegutsesid muudel tegevusaladel. Ametikohana oli kümme vastanut märkinud tegevjuhi, finantsjuhi või pearaamatupidaja koha, üks vastanu töötas audiitorina ning ülejäänud töötasid projektijuhina või raamatupidajana.



Joonis 9. Lähitulevikus enim arendamist vajavad valdkonnad (Q14 ning ACCA võrdlusandmed)
Allikas: autori koostatud ACCA (2020) ja lisas 7 toodud andmete alusel

Lisaks erinevatele tehnoloogiatele on raamatupidajatel võimalik kasutada erinevaid reaalarajamajanduse valdkonda kuuluvaid lahendusi, millest mõned on juba praktikas kasutusel, teised aga veel idee tasandil. Vastajaid said oma hinnangu anda 5-palli Likerti skaalal (1 – ei ole üldse olulised; 5 – väga olulised). Tabelis 7 on esitatud hinnangute aritmeetilised keskmised (\bar{x}) ja standardhälbed (SD), jaotatuna gruppidesse vastavalt ametikohale. Aritmeetiliste keskmiste ja standardhälvete arvutamisel on välja jäetud vastajad, kes töötasid assistendina või kelle ametikoht ei olnud seotud raamatupidamise või auditiga (kokku 20 vastanut).

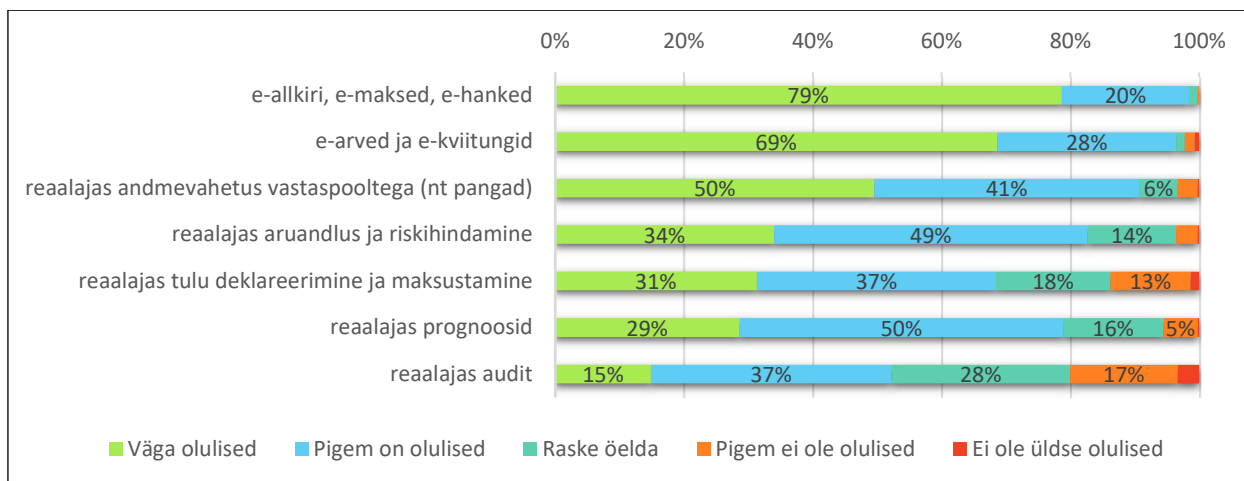
Tabel 7. Reaalajamajanduse lahenduste olulisuse hinnangute keskmised ja standardhälbed

Reaalajamajanduse lahendused	Grupp 1 n=217		Grupp 2 n=15		Grupp 3 n=179		Grupp 4 n=29	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Andmepõhised masinloetavad rakendused, nt e-arved ja e-kviitungid	4,63	0,69	4,33	1,40	4,60	0,56	4,76	0,44
e-allkiri, e-maksed, e-hanked	4,77	0,48	4,93	0,26	4,74	0,48	4,72	0,45
Reaalajas tulu deklareerimine ja maksustamine	3,73	1,07	3,47	1,30	3,98	0,99	3,79	1,15
Reaalajas prognoosid	4,04	0,80	3,93	0,70	4,01	0,86	4,10	0,82
Reaalajas aruandlus ja riskihindamine	4,13	0,79	3,93	0,80	4,13	0,79	4,31	0,71
Reaalajas andmevahetus hankijatega jt vastaspooltega (nt pangad)	4,38	0,75	4,67	0,49	4,36	0,76	4,24	0,87
Reaalajas audit	3,35	1,04	3,00	1,31	3,53	1,00	3,48	1,24

Allikas: autori koostatud lisa 7 toodud andmete alusel

Märkus: grupp 1 – omanikud/tegevjuhid, finantsjuhid, pearaamatupidajad; grupp 2 – audiitorid; grupp 3 – vanemraamatupidajad, raamatupidajad; grupp 4 – kontrollid/analüütikud, projektijuhid/tiimijuhid

Tulemused näitavad, et masinloetavad rakendused nagu e-arved ja e-kviitungid on saanud kõige kõrgema hinnangu grupis 4, kontrollite ja analüütikute hulgas. Kõige vähem hindavad masinloetavaid rakendusi audiitorid, kuid oluline on märkida, et audiitorite vastuste standardhälve on võrreldes teiste gruppidega oluliselt suurem, mis näitab hinnangute osas suurt kõikumist. Seevastu e-allkirju, e-makseid ja e-hankeid hindavad audiitorid kõige kõrgemalt võrreldes teiste ametikohtadega, olles oma hinnangutes üsna üksmeelsed (SD = 0,26). Reaalajas maksustamine ja tulude deklareerimine on alles tulevikuvision, mida hetkel reaalelus veel ei kasutata. Seda peegeldab ka suhteliselt madal hinnang kõigis gruppides, samuti on hinnangutes suured kõikumised kõigis ametikoha gruppides. Kõige madalama hinnangu on andnud sellele audiitorid, nende hulgas on ka kõige suurem kõikumine vastustes (SD = 1,30). Reaalajas prognooside ning aruandluse osas on keskmine hinnang mõnevõrra kõrgem, valdavalt hinnati neid valdkondi pigem oluliseks. Kõrgemalt hinnatakse reaalajas andmevahetust, kus kõrgeima hinnangu annavad audiitorid, samuti on nende vastuse hajuvus kõige väiksem. Reaalajas audit – samuti üks tulevikulahendustest – sai kõige madalama hinnangu audiitoritelt, ka oli kõikumine vastustes audiitorite hulgas kõige suurem (SD = 1,31).



Joonis 10. Reaalajamajandusega seonduvate lahenduste olulisus (Q11)

Allikas: autori koostatud lisa 7 toodud andmete alusel

Joonisel 10 on toodud vastanute hinnangute osakaalud erinevate reaalajamajandusega seonduvate teemade lõikes. Kõige olulisemaks peetakse e-allkirja, e-makseid ja e-hankeid ning samuti ka e-arveid ja e-kviitungeid. Reaalajas andmevahetust erinevate vastaspooltega peavad väga oluliseks pooled vastanutest, pigem oluliseks 41%. Reaalajas aruandlust, maksustamist ja prognooside koostamist peavad väga oluliseks ligikaudu 30% vastanutest, 12% leiab, et reaalajas maksustamine pigem ei ole oluline. Kõige vähem oluliseks peetakse reaalajas auditit.

3.3. Järeldused ja ettepanekud

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli hinnata plokiahela tehnoloogia kasutusvõimalusi raamatupidamises ja uurida raamatupidajate hinnanguid digitehnoloogia valdkonnas. Selleks püstitas autor seitse uurimisküsimust, analüüsivaks plokiahela tehnoloogia kasutusvõimalusi, kaasnevaid riske ning mõju raamatupidaja tööülesannetele, samuti raamatupidajate hinnanguid digioskustele, nende omandamise viisi, takistusi ning olulisemaid valdkondi edasiarendamiseks.

Autori arvates saaksid ettevõtted plokiahelast kasu eelkõige pettuste ärahoidmisel, kus ettevõttesisene plokiahela süsteem ja andmetele lisatav ajatempel oluliselt vähendaks pettuste ja andmetega manipuleerimise riski. Plokiahela rakendamisel on suur potentsiaal eelkõige kitsamalt piiritletud valdkondades, näiteks tarneahelas kauba autentsuse ning liikumistekonna tõendamiseks, samuti muudes valdkondades, kus on oluline andmete terviklik ja säilitamine ühes kohas (nt terviseandmed). Käesoleva töö põhiteemaks olev kolmekordne kirjendamine eeldab kahelt vastaspoolelt lisaks tehingu digiallkirjastamisele ka info liikumist tagasi ettevõtte raamatupidamissüsteemi, mis omakorda seab eelduseks plokiahela laiemaks kasutuse, erinevate ERP-süsteemide liidestuse plokiahelaga ning eelkõige vastavate regulatsioonide olemasolu. Autori hinnangul muutuvad plokiahela võimalikest kasutusvariantidest kõige populaarsemaks privaatsed detsentraliseeritud võrgud, mis aitavad paremini turvata andmeid ning kinnitada kaupade autentsust, kuid kahepoolset andmevahetust suure tõenäosusega kasutusele ei võeta, vähemalt lähiajal mitte.

Tapscott ja Tapscott (2016a) pakuvad, et ettevõtetevaheline andmevahetus muutub ülemaailmseks ning moodustub internetiga (WWW – *World Wide Web*) sarnane WWL ehk *World Wide Ledger*, sama mõtet jagab ka Deloitte (2016). See eeldaks oluliselt suuremat läbipaistvust ettevõtete jaoks tehingute tegemisel, mis kasvõi ärisaladuse kontekstis ei ole ettevõtete jaoks just ahvatlev võimalus. Teiseks peab sellisel juhul kogu maailm sama süsteemi kasutusele võtma ning seda konsensust on võimatu saavutada. Lk 21 kirjeldatud juhtum, kus IBM ja Maersk proovisid koostöös ehitada plokiahelal põhinevat logistikafirmasid ühendavat platvormi, on kahjuks selle tõenduseks, kus konkurendid ei tule uue lahendusega kaasa. Siinkohal oleks lahenduseks, kui tervet sektorit hõlmavaid lahendusi pakuks neutraalne osapool, nt valitsussektor.

Kui vaadata lähemalt plokiahelat innukalt pooldavate ning selles kahtlevate teadlaste artiklite avaldamisaastat, siis plokiahelas ideaalset lahendust nägevad artiklid on avaldatud aastatel 2016–2017 (ehk suhteliselt kohe pärast seda, kui hakati laiemalt rääkima kolmekordse kirjendamise ja plokiahela tehnoloogia ühendamisvõimalustest), samas kui hilisemad artiklid on kriitilisemad, toovad välja erinevaid riske ning näevad plokiahela kasutusvõimalusi pigem kitsamates valdkondades ja privaatse või tsentraliseeritud võrguna (Bonsón & Bednárová, 2019; O’Leary, 2017).

Digitehnoloogia mõju raamatupidaja ametile ning tööülesannetele on täpsemalt analüüsitud töö teises peatükis, kust selgub, et tehnoloogia areng mõjutab väga oluliselt raamatupidaja tööülesandeid ning tema rolli ettevõttes. Seda pole mõjutamas mitte üksnes plokiahel, viimase aja üks revolutsioonilisemaid tehnoloogiaid, vaid ka näiteks pilvetehnoloogia või tehisintellekt. Lihtsate ja rutiinsete tööülesannete automatiseerimine tehnoloogia abil ei tähenda, et ametikohad jäävad endiseks ning tekib juurde rohkem aega. Järjest enam liigutakse selles suunas, kus aruanded ja prognoosid tehakse reaajas, mis eeldab raamatupidajatelt ja finantsspetsialistidelt teistsuguseid oskusi – eelkõige võimekust näha suuremat pilti.

Tehnoloogia kiire areng paneb suure vastutuse ka kutse- ja kõrgkoolidele. Tööturul alustav raamatupidaja vajab lisaks erialastele oskustele ja teadmistele ka võimekust orienteeruda erinevates digitehnoloogiates. Oluline pole mitte niivõrd konkreetse programmi või liidese selgekssaamine, vaid oskus näha laiemalt, kuidas ettevõttes andmed liiguvad, kuidas on võimalik andmeid pärida ning analüüsida. Et tehnoloogia areneb kiiresti, on lisaks vajalikud erinevad lühiajalised koolitused oma teadmiste täiendamiseks, nagu näitasid ka käesoleva töö raames läbiviidud küsitluse tulemused. Seega on ülikoolidel ja koolituste läbiviijatel oluline olla pidevalt kursis erinevate tehnoloogiliste arengutega finantsvaldkonnas, et pakkuda soovijatele vastavaid koolitusi ja kursuseid. Digitehnoloogia kiire areng ei tähenda üksnes muutusi õpetatavates ainetes, vaid mõjutab ka õppe läbiviimise meetodeid.

Uurides raamatupidajate hinnanguid digioskuste olulisusele ning hinnangute seost haridustasemega, selgus, et Eesti raamatupidajad peavad digioskusi väga oluliseks, hinnates tulevikuvaates digioskusi olulisemateks kui praegusel hetkel. Võrdluses ACCA uuringu tulemustega hindavad Eesti raamatupidajad digioskusi olulisemaks kui ACCA uuringu käigus küsitletud raamatupidajad. Eesti raamatupidajate poolt antud hinnang ei olnud seotud nende haridustasemega.

Järgmisena uuriti peamisi digioskuste omandamise viise ning raamatupidajate eelistusi digioskuste omandamisel. Tulemustest selgus, et ligi pooled raamatupidajad on oma praegused digioskused omandanud iseseisvalt, mõnevõrra vähem oli neid, kes olid oma oskused omandanud mentori abil töökohal õppides. Seevastu eelistatud meetodite puhul oli esikohal õpe töökohal mentorite abil, teisel kohal lühiajalised koolitused. Vaid 37% iseseisvalt digioskused omandanud raamatupidajad soovisid samal moel digioskusi omandada ka tulevikus.

Takistusena digioskuste omandamisel toodi ülekaalukalt välja ajapuudus ja üle veerandi vastanutest ei leidnud endale mentorit. Lisaks toodi põhjustena välja õppimisvõimaluste ja asjakohase teabe puudust ning seda, et digioskuste omandamine ei ole ettevõtte prioriteet. Viiendik vastanutest leidsid, et neil puudub huvi oma digioskuse arendamiseks.

Kuigi uuringu tulemustest ei selgu, miks ajapuudus on tekkinud ning kas see on seotud tööga või pigem isikliku eluga, oletab autor, et piisava huvi ja motivatsiooni korral on võimalik endale õpiaeg siiski tekitada. Lisaks võib täiendavate oskuste omandamine avaldada positiivset mõju tööaja kasutusele. Eeldades, et raamatupidaja igapäevane tööplaani sisaldab palju ajamahukaid käsitsi tehtavaid tööülesandeid, mille tulemusena on pidevalt kiire ning jääb vähe aega õppimiseks, võivad uued omandatud teadmised ja oskused igapäevaste tööülesannete tegemist oluliselt lihtsamaks ja kiiremaks muuta. Negatiivsena saab välja tuua, et tervelt viiendik vastanutest ei tunne huvi oma digioskuste arendamise vastu.

Viimase uurimisküsimuse raames soovis autor teada saada, milliste digitehnoloogiate ja digipraktikate omandamist ja kasutamist peavad raamatupidajad kõige olulisemaks ning millistes valdkondades peaks nende arvates oma oskusi tulevikus edasi arendama. Nagu võis eeldada, hinnati kõige vajalikumaks tabelarvutussüsteem Excel ning ERP-süsteemid. Plokiahelat ei pidanud üldse vajalikuks pooled vastajad, ülejäänutest suurem enamus leidis, et algtasemel oleks plokiahela kohta siiski teadmisi vaja. Plokiahela osas uuris autor täpsemalt, milline on olnud raamatupidajate senine kokkupuude antud tehnoloogiaga. Enamik vastajatest (81%) ei olnud plokiahelaga kokku puutunud, ülejäänud vastajad olid kokku puutunud kas krüptoraha ja tokenitega, plokiahela rakendamisega raamatupidamises või mõlemaga. Kuigi plokiahela rakendamisega raamatupidamises kokkupuutunute osakaal (ligi 5%) võib ühelt poolt tunduda väike, on see autori jaoks üllatavalt suur tulemus, arvestades plokiahela vähest levikut.

Täiendavalt uuriti viimase uurimisküsimuse raames raamatupidajate arvamust erinevate reaalamajanduse lahenduste kohta (nt e-arved ja e-kviitungid). Lisaks küsis autor arvamust reaalamajanduse auditi kohta, mida praegu praktikas veel ei kasutata. Juba kasutuses olevaid e-arveid ja e-allkirju pidas enamused raamatupidajaid väga oluliseks. Pooled vastanutest pidasid väga oluliseks reaalamajanduse andmevahetust vastaspooltega, näiteks pankadega. Reaalamajanduse tehtavaid aruandeid, prognoose ning reaalamajanduse maksustamist pidasid väga oluliseks umbes kolmandik raamatupidajatest. Reaalamajanduse tehtavat auditit, mida praegusel hetkel veel ei kasutata, hinnati kõige madalamalt. Analüüsid antud hinnanguid ametikohtade lõikes, hindasid audiitorid reaalamajanduse lahendusi madalamalt kui muudel ametikohtadel töötavad vastajad, välja arvatud reaalamajanduse andmevahetus vastaspooltega ning e-maksud ja e-hanked, mida audiitorid hindasid teistest kõrgemalt. MKMi poolt tellitud uuringus (Kivisild, 2021) ettevõtjate poolt antud vastustest nähtub, et sõltumata tehnoloogilistest võimalustest ja masin-masin liidete kasutamisest on vajalik raamatupidaja/finantsjuhi poolt info ülevaatamine, enne kui see ettevõttest välja liigub.

Uuringust selgus, et viiendik raamatupidajatest ei tunne huvi oma digioskuste arendamise suhtes. Suhtumise tagamaade uurimine ei olnud käesoleva töö teema, kuid võib oletada, et selle taga on mugavustsoonis olemine ja puudub tungiv vajadus juurde õppida. Kui olukord muutub, võetakse kasutusele uued süsteemid ja tööpõhimõtted, on töötajatel kaks valikut: kohaneda või valida teine amet. Tehnoloogia kiire areng võib erialakirjanduse kohaselt võtta töö neilt, kes siiani tegevd töömahukaid, ent rutiinseid ja standardseid tööülesandeid, mida saab automatiseerida.

Autor loodab, et käesoleva töö tulemused aitavad heita rohkem valgust plokiahela tehnoloogia kasutusvõimalustele raamatupidamises ning eelkõige näidata, et plokiahel ei võrdu Bitcoiniga või mõne muu virtuaalvääringuga, vaid seda on võimalik kasutada väga erinevates valdkondades.

KOKKUVÕTE

Hoolimata tehnoloogia kiirest arengust ei näita finantspettuste maht vähenemise märke. Finantspettuste toimepanekut võimaldavad peamiselt puuduvad kontrollid ning võimalus kontrollidest mööda minna. Lahenduseks oleks suurem andmete läbipaistvus, mis teeks pettuste toimepanemise ning peitmise oluliselt keerukamaks. Üks läbipaistvust suurendav tehnoloogia on plokiahel, mida peetakse viimastel aastatel kasutusele võetutest üheks murrangulisemaks ja mõjukamaks. Käesoleva magistritöö üheks eesmärgiks oli uurida lähemalt, millised on plokiahela kasutusvõimalused raamatupidamises, rakendamise kaasnivad riskid ning kuidas mõjutaks plokiahela kasutuselevõtmine raamatupidaja elukutset ja tööülesandeid. Vastuste leidmiseks analüüsis autor vastavat teaduskirjandust.

Plokiahelat kasutatakse praegusel hetkel raamatupidamises veel väga vähe ning see seab omad piirangud ka käesolevale tööle. Plokiahela-teemaliste teoreetiliste analüüside ning kirjanduse ülevaadete hulk on kasvavas trendis, kuid puuduvad empiirilised uuringud. Seetõttu vaatas autor empiirilise uuringu läbiviimiseks plokiahela rakendamist laiemalt, plokiahela rakendamise eelduseks olevate digioskuste kontekstis. Plokiahela rakendamine nõuaks nii raamatupidajatelt kui ka audiitoritelt uusi oskusi ja pädevusi. Uurimaks, kui oluliseks peavad Eesti raamatupidajad digioskusi, millised on peamised takistused nende omandamisel ning milliseid digioskusi omandada tulevikus, viis autor läbi veebiküsitluse Eesti raamatupidajate seas. Küsimustik põhines ACCA (2020) samateemalisel uuringul. Uuringusse kaasati üle 5100 Eesti ettevõtte, vastanuid oli 460. Kogutud andmete analüüsimisel kasutas autor kirjeldava statistika meetodeid, Mann-Whitney U testi ja χ^2 -testi.

Analüüsi tulemusena selgus, et raamatupidajate hinnangul on digioskused väga olulised ning tulevikuvaates muutuvad üha olulisemaks. Autor kõrvutas Eesti raamatupidajate hinnanguid ACCA uuringu tulemustega ning võrdlusest selgus, et Eesti raamatupidajad peavad digioskuseid olulisemaks kui ACCA uuringus vastanud. Lisaks analüüsis autor, kas hinnang on seotud haridustasemega ning sai tulemuseks, et need ei ole omavahel seotud. Järgnevalt uuris autor, millised on olnud levinuimad digioskuste omandamise viisid ning kas need kattuvad

raamatupidajate poolt eelistatud viisidega. Selgus, et ligi pooled raamatupidajatest on oma digioskused pidanud omandama iseseisvalt, 35% vastanutest on õppinud töökohal mentorite abil. Seevastu eelistatud meetoditena oli esikohal õpe töökohal mentorite abil, teisel kohal lühiajalised koolitused. Vaid kolmandik nendest, kes olid oma digioskused omandanud iseseisvalt, sooviksid seda teha ka edaspidi.

Peamiseks takistuseks digioskuste omandamisel oli ajapuudus (68%), järgmisena mentorite puudumine (28%) ning pidevate õppimisvõimaluste ja asjakohase teabe puudumine (22%). Murettekitavalt suur oli nende vastanute hulk, kes märkisid, et ei tunne huvi digioskuste omandamise vastu või pole see ettevõtte prioriteet.

Uurides vajalikku taset erinevate digitehnoloogiate osas, töid raamatupidajad välja olulisematena tabelarvutuse ning ERP-süsteemid. Plokiahela puhul eeldas eksperttaset kõigest 2% vastanutest. Siinkohal on oluline märkida, et pole teada, kas vastajad pidasid silmas plokiahela tehnoloogia valdamist ühe komponendina raamatupidamissüsteemidest või peeti silmas erinevate krüptovaluutade kajastamist. Täiendavalt uuris autor kokkupuudet plokiahela tehnoloogiaga ning positiivse üllatusena ligi 5% vastanutest on puutunud kokku plokiahela rakendamisega raamatupidamissüsteemides. Tulevikuvaates soovitakse enim arendada oskusi andmeanalüüsi valdkonnas, oluline valdkond on ka küberturvalisus.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et tehnoloogia areng mõjutab väga oluliselt seda, milliseks kujunevad edaspidi raamatupidaja tööülesanded ning tema roll ettevõttes. Seda pole mõjutamas mitte üksnes plokiahel, viimase aja üks revolutsioonilisemaid tehnoloogiaid, vaid ka näiteks pilvetehnoloogia või tehisintellekt. Lihtsate ja rutiinsete tööülesannete automatiseerimine tehnoloogia abil ei tähenda, et ametikohad jäävad endiseks ning tekib juurde rohkem aega. Järjest enam liigutakse selles suunas, kus aruanded ja prognoosid tehakse reaaliajas, mis eeldab raamatupidajatelt ja finantsspetsialistidelt teistsuguseid oskusi – eelkõige võimekust näha suuremat pilti.

Seda, kas kolmekordne kirjendamine plokiahela abil muutub massiliselt kasutatavaks ning tekib globaalne pearaamat WWL ehk *World Wide Ledger*, pole võimalik praegu prognoosida. Ettevõtted oleksid ühelt poolt huvitatud läbipaistvamast andmestikust pettuste vähendamise eesmärgil ning reaaliajas esitatavast aruandlusest investorite soovil, kuid teisalt ei pruugi ärisaladuse kontekstis kogu andmestiku avalikustegemine sobida.

Autor leiab, et plokiahelal on suur potentsiaal eelkõige kitsamalt piiritletud valdkondades, näiteks tarneahelas kauba autentsuse ning liikumisteede tõendamiseks, samuti muudes valdkondades, kus on oluline andmete terviklik ja säilitamine ühes kohas (nt terviseandmed). Tõenäoliselt leiavad rohkem kasutust privaatsed detsentraliseeritud võrgud, mis aitavad paremini turvata andmeid, kuid globaalset kahepoolset andmevahetust suure tõenäosusega lähiajal kasutusele ei võeta.

Käesolev töö andis üksnes põgusa sissevaate plokiahela rakendamisevõimalustesse raamatupidamises. Senikaua, kuni puuduvad vastavad regulatsioonid ja laiapõhjaliselt kokkulepitud põhimõtted, ei leia plokiahel raamatupidamises laialdasemat kasutust. Samal ajal tuleks teadvustada, et lisaks plokiahelale on ka muid tehnoloogiaid nagu tehisintellekt, pilvetehnoloogia jpt tehnoloogiaid, mis juba lähitulevikus hakkavad mõjutama raamatupidajate tööülesandeid. Lisaks on tehnoloogia kasutusega raamatupidamises tihedalt seotud ülikoolid ja koolitajad, kelle pakutavad õppekavad ja koolitusprogrammid mõjutavad tudengite ja koolitustel osalejate digioskuste taset. Käesoleva töö raames kogutud uurimistulemused on kasulikuks sisendiks mõistmaks täpsemalt, millised digioskuste valdkondi peavad raamatupidajad ise oluliseks ning milliseid takistusi tuleb nende omandamiseks ületada.

Magistritöö autor soovib tulevastes töödes uurida põhjalikumalt alljärgnevaid teemasid:

- plokiahela rakendamisega seonduvad riskid, keskendudes privaatsetele plokiahela võrkudele;
- nutikate lepingute kasutus ettevõtetes (kasutusjuhtude uuring, intervjuud suuremate raamatupidamistarkvara pakkuvate IT-firmade esindajatega);
- reaalajamajanduse erinevad lahendused (e-arved, e-kviitungid, reaalajas maksustamine jms), uuring kasutajate hulgas (ettevõtted ja andmeid vastuvõtavad riigiasutused).

Lisaks soovib autor uurida põhjalikumalt digioskuste õpet ülikoolides, kõrvutades lõpetanuid palkavate ettevõtete juhtide nõudeid töötajate digioskustele nende tegelike oskustega ning analüüsides ülikoolide õppekavasid. Kuigi käesolev magistritöö keskendus raamatupidajate digioskustele, siis tehnoloogia areng puudutab kõiki valdkondi, mistõttu võiks digioskuste teemat uurida ka teistes teaduskondades.

SUMMARY

POSSIBILITIES OF USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN ACCOUNTING

Anneli Maask

Despite the rapid development of technology, the volume of financial fraud shows no signs of abating. Financial fraud is mainly made possible by missing checks and the possibility of bypassing checks. The solution would be greater transparency of data, which would make it significantly more difficult to commit and hide fraud. One technology that increases transparency is blockchain, which is considered one of the most disruptive and influential of those introduced in recent years. One of the goals of this thesis is to investigate in more detail the possibilities of using the blockchain in accounting, the risks associated with its implementation, and how the introduction of the blockchain would affect the accountant's profession and duties. To find the answers, the author analyzes the relevant scientific literature.

One way of implementation is triple entry accounting, where in addition to the usual double entries, a so-called third entry is created, which is signed by both counterparties. Another important way is through smart contracts – contracts that automatically self-fulfill when all prerequisites are met. The introduction of blockchain would mean the automation of simpler routine tasks and would require accountants and auditors to have completely different digital skills than those currently used in their work.

The blockchain is currently used very little in accounting, and this imposes its own limitations on this work as well. The number of blockchain-related theoretical analyzes and literature reviews is in a growing trend, but there are no empirical studies. Therefore, the author looks at the implementation of the blockchain in a broader context, in the context of the digital skills that are a prerequisite for its implementation. Blockchain implementation requires new skills and competencies from both accountants and auditors. In order to find out how important Estonian accountants consider digital skills, what are the main obstacles to their acquisition and what digital

skills should be acquired in the future, the author conducted an empirical study among Estonian accountants. The survey based on the ACCA (2020) survey was carried out in the form of an online survey. More than 5100 Estonian companies were included in the survey, there were 460 respondents. The author used descriptive statistics methods, Mann-Whitney U-test and the χ^2 -test to analyze the collected data.

The author set the goal of his master's thesis to evaluate the possibilities of using blockchain technology in accounting and to study the accountants' assessments in the field of digital technology. To achieve the goal, the author set the following research questions:

RQ1. What are the potential uses of blockchain technology in accounting?

RQ2. What are the potential risks associated with blockchain implementation?

RQ3. How will the introduction of digital technology, especially blockchain technology, affect the profession and duties of the accountant?

RQ4: How important do accountants consider digital skills now and in the future, and is the assessment related to educational level?

RQ5. What has been the main way of acquiring digital skills for accountants and does it coincide with their preferred way?

RQ6. What is the main obstacle to acquiring digital skills?

RQ7. Which digital technologies and practices are the most important for accountants, how are different real-time economy solutions evaluated according to the position, and in which areas would it be necessary to further develop your skills?

As a result of the analysis, it became clear that, according to accountants, digital skills are very important and will become more and more important in the future. The author compared the assessments of Estonian accountants with the results of the ACCA survey, and the comparison revealed that Estonian accountants consider digital skills more important than respondents to ACCA survey. In addition, the author analyzed whether the assessment is related to the level of education and came to the conclusion that they are not related to each other. Next, the author investigated what have been the most common ways of acquiring digital skills and whether they overlap with the ways preferred by accountants. It turned out that almost half of the accountants have had to acquire their digital skills independently, 35% of the respondents have learned with the help of mentors at the workplace. On the other hand, on-the-job training with the help of mentors was the most preferred method, followed by short-term training. Only a third of those who had acquired their digital skills independently would like to do so in the future.

The main obstacle to acquiring digital skills was lack of time (68%), followed by lack of mentors (28%) and lack of continuous learning opportunities and relevant information (22%). The number of respondents who indicated that they were not interested in acquiring digital skills or that it was not a company priority was alarmingly high.

Examining the required level of various digital technologies, the accountants pointed out spreadsheet software and ERP systems as the most important. In the case of blockchain, only 2% of respondents assumed an expert level. It is important to note here that it is not known whether the respondents meant the mastery of blockchain technology as one component of the accounting systems or whether they meant the reporting of different cryptocurrencies. In addition, the author investigated exposure to blockchain technology and, as a positive surprise, 4% of respondents have encountered the application of blockchain in accounting systems. In the future perspective, it is most desired to develop skills in the field of data analysis, cyber security is also an important field.

In summary, it can be said that the development of technology has a very significant impact on what the accountant's duties and his role in the company will be in the future. This is being influenced not only by blockchain, one of the most revolutionary technologies of recent times, but also by, for example, artificial intelligence. Automating simple and routine tasks with technology does not mean that jobs remain the same and more free time is created. We are moving in the direction where reports and forecasts are made in real time, which requires accountants and financial professionals to have different skills – especially the ability to see the bigger picture.

It is currently not possible to predict whether triple entry accounting using the blockchain will become widely used and WWL (World Wide Ledger) will emerge. On the one hand, companies would be interested in a more transparent data set and real-time reporting for the purpose of reducing fraud and at the request of investors, but on the other hand, disclosure of all data in connection with business secrets is not accepted.

The author believes that blockchain has great potential, especially in more narrowly defined areas, for example in the supply chain to prove the authenticity and movement path of goods, as well as in other areas where it is important to store data comprehensively and in one place (e.g. health data). Private decentralized networks, which help to better secure data, will probably find more use, but global two-way data exchange is most likely not going to be used in the near future.

This work gave only a brief insight into the application possibilities of the blockchain in accounting. As long as there are no relevant regulations and broadly agreed upon principles, blockchain will not find wider use in accounting. At the same time, it should be noted that in addition to the blockchain, there are also other technologies such as artificial intelligence, cloud technology, etc., which will already begin to affect the work tasks of accountants in the near future. Those who have knowledge of both accounting and the technology used in accounting are preferred in the labor market. The research results collected within the scope of this work are a useful input to understand more precisely which areas accountants consider most important and which obstacles should be overcome to acquire them.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Abad-Segura, E., Infante-Moro, A., González-Zamar, M.-D., & López-Meneses, E. (2021). Blockchain Technology for Secure Accounting Management: Research Trends Analysis. *Mathematics*, 9(14), 1631. <https://doi.org/10.3390/math9141631>
- Abu, A. M. M., Vo, V. H., & Le, H. V. T. (2023). Blockchain adoption in accounting by an extended UTAUT model: Empirical evidence from an emerging economy. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 21(1), 5-44. <https://doi.org/10.1108/JFRA-12-2021-0434>
- ACCA. (2017). *The professional accountants guide to distributed ledgers and blockchain*. Kasutatud 1. märts 2023 <https://www.accaglobal.com/gb/en/technical-activities/technical-resources-search/2017/april/divided-we-fall-distributed-we-stand.html>
- ACCA. (2020). *The digital accountant. Digital skills in a transformed world*. Kasutatud 1. märts 2023 https://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/professional-insights/digital_accountant/pi-digital-accountant.pdf
- ACCA. (2023). *Global Talent Trends 2023*. Kasutatud 1. märts 2023 <https://www.accaglobal.com/gb/en/professional-insights/pro-accountants-the-future/global-talent-trends-2023.html>
- ACFE. (2022). *Occupational Fraud 2022: A Report to the Nations*. Kasutatud 7. veebruar 2023 <https://acfepublic.s3.us-west-2.amazonaws.com/2022+Report+to+the+Nations.pdf>
- Al-Htaybat, K., von Alberti-Alhtaybat, L., & Alhatabat, Z. (2018). Educating digital natives for the future: Accounting educators' evaluation of the accounting curriculum. *Accounting Education*, 27(4), 333–357. <https://doi.org/10.1080/09639284.2018.1437758>
- Beilmann, M. (2020). *Küsitlusuuringud*. TÜ ühiskonnateaduste instituut. Kasutatud 8. aprill 2023 <https://samm.ut.ee/k%C3%BCsitlusuuringud>
- Bellucci, M., Cesa Bianchi, D., & Manetti, G. (2022). Blockchain in accounting practice and research: Systematic literature review. *Meditari Accountancy Research*, 30(7), 121–146. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-10-2021-1477>
- Bonsón, E., & Bednárová, M. (2019). Blockchain and its implications for accounting and auditing. *Meditari Accountancy Research*, 27(5), 725–740. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-11-2018-0406>
- Bonyuet, D. (2020). Overview and Impact of Blockchain on Auditing. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 31–43. https://doi.org/10.4192/1577-8517-v20_2

- Brink, W. D., & Stoel, M. D. (2019). Analytics Knowledge, Skills, and Abilities for Accounting Graduates. In T. G. Calderon (Ed.), *Advances in Accounting Education: Teaching and Curriculum Innovations* (Vol. 22, pp. 23–43). Emerald Publishing Limited.
<https://doi.org/10.1108/S1085-462220190000022002>
- Buchheit, S., Dalton, D. W., Harp, N. L., & Hollingsworth, C. W. (2016). A Contemporary Analysis of Accounting Professionals' Work-Life Balance. *Accounting Horizons*, 30(1), 41–62. <https://doi.org/10.2308/acch-51262>
- Cai, C. W. (2021). Triple-entry accounting with blockchain: How far have we come? *Accounting & Finance*, 61(1), 71–93. <https://doi.org/10.1111/acfi.12556>
- Carlin, T. (2019). Blockchain and the Journey Beyond Double Entry. *Australian Accounting Review*, 29(2), 305–311. <https://doi.org/10.1111/auar.12273>
- CHAISE. (2021a). *D2.2.1: Study on Blockchain labour market characteristics*. Kasutatud 9. märts 2023 <https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2021/05/D2.2.1-Study-on-Blockchain-labour-market-characteristics.pdf>
- CHAISE. (2021b). *D2.3.1: Study on Blockchain Skills Demand*. Kasutatud 9. märts 2023 https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2021/09/CHAISE_D2.3.1_Study-on-Blockchain-Skill-Demand.pdf
- CHAISE. (2021c). *D2.4.1: Study on Blockchain skill supply*. Kasutatud 9. märts 2023 https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2021/11/CHAISE_WP2_D2.4.1_Study-on-Blockchain-skill-supply.pdf
- CHAISE. (2021d). *D2.5.1: Study on Skills Mismatches in the European Blockchain sector*. Kasutatud 9. märts 2023 https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2021/11/CHAISE_WP2_D2.5.1_Study-on-Skills-Mismatches-in-the-blockchain-sector.pdf
- CHAISE. (2022a). *D3.1.1: Blockchain Skills Forecasting Model*. Kasutatud 9. märts 2023 https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2022/06/CHAISE_WP3_D3.1.1-Blockchain-Skills-Forecasting-Model.pdf
- CHAISE. (2022b). *D3.2.1: Annual Blockchain Skills Forecasts*. Kasutatud 9. märts 2023 https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2022/06/CHAISE_WP3_D3.2.1-Annual-Blockchain-Skills-Forecasts_2022.pdf
- CHAISE. (2022c). *D4.3.1: European Blockchain Skills Strategy*. Kasutatud 9. märts 2023 <https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2022/05/CHAISE-European-Blockchain-Skills-Strategy.pdf>
- CHAISE. (2022d). *D5.1.1: Blockchain Learning Outcomes Report*. Kasutatud 9. märts 2023 https://chaise-blockchainskills.eu/wp-content/uploads/2022/11/CHAISE-D5.1.1_Blockchain-Learning-Outcomes-Report.pdf

- Coman, D. M., Ionescu, C. A., Duică, A., Coman, M. D., Uzlaşu, M. C., Stănescu, S. G., & State, V. (2022). Digitization of Accounting: The Premise of the Paradigm Shift of Role of the Professional Accountant. *Applied Sciences*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/app12073359>
- Coyne, J. G., & McMickle, P. L. (2017). Can Blockchains Serve an Accounting Purpose? *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.2308/jeta-51910>
- CPA & AICPA. (2017). *Blockchain Technology and Its Potential Impact on the Audit and Assurance Profession*. Kasutatud 4. märts 2023 <https://www.cpacanada.ca/en/business-and-accounting-resources/audit-and-assurance/canadian-auditing-standards-cas/publications/impact-of-blockchain-on-audit>
- Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward Blockchain-Based Accounting and Assurance. *Journal of Information Systems*, 31(3), 5–21. <https://doi.org/10.2308/isys-51804>
- De, L. I., Verstegen, B., & Swagerman, D. (2011). Understanding the roles of management accountants. *European Business Review*, 23(3), 287–313. <https://doi.org/10.1108/09555341111130263>
- Deloitte. (2016). *Blockchain Enigma. Paradox. Opportunity*. Kasutatud 18. veebruar 2023 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-blockchain-full-report.pdf>
- Deloitte. (2017). *Blockchain risk management Risk functions need to play and active role in shaping blockchain strategy*. Kasutatud 18. veebruar 2023 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-blockchain-risk-management.pdf>
- Deloitte. (2018). *Breaking blockchain open: Deloitte's 2018 global blockchain survey*. Kasutatud 18. veebruar 2023 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-2018-global-blockchain-survey-report.pdf>
- Deloitte. (2019). *Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey. Blockchain gets down to business*. Kasutatud 18. veebruar 2023 https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf
- Deloitte. (2020). *Deloitte's 2020 Global Blockchain Survey: From promise to reality*. Kasutatud 18. veebruar 2023 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/financial-services/2020-global-blockchain-survey.pdf>
- Deloitte. (2021). *Deloitte's 2021 Global Blockchain Survey. A new age of digital assets*. Kasutatud 18. veebruar 2023 <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/understanding-blockchain-potential/global-blockchain-survey.html>
- Desplébin, O., Lux, G., & Petit, N. (2021). To Be or Not to Be: Blockchain and the Future of Accounting and Auditing*. *Accounting Perspectives*, 20, 743–769. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12265>

- Drljevic, N., Aranda, D. A., & Stantchev, V. (2020). Perspectives on risks and standards that affect the requirements engineering of blockchain technology. *Computer Standards & Interfaces*, 69, 103409. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.103409>
- Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- Eesti Statistikaamet. (2023). EM046: Ettevõtete kvartalstatistika kvaliteedinäitajad tegevusala järgi. Kasutatud 8. aprill 2023 https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus_ettevetete-majandusnaitajad_ettevetete-uldkogum-valim_luhiajastatistika/EM046
- Eulerich, M., & Kalinichenko, A. (2018). The Current State and Future Directions of Continuous Auditing Research: An Analysis of the Existing Literature. *Journal of Information Systems*, 32(3), 31–51. <https://doi.org/10.2308/isys-51813>
- Euroopa Komisjon. (2022). *Digitaalrajanduse ja -ühiskonna indeks (DESI) 2022. Eesti*. Kasutatud 11. märts 2023 <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88745>
- European Commission. (2019). *Blockchain now and tomorrow: Assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/29919>
- European Commission. (2021). *Blockchain in Practice. Promoting blockchain and DLTs in European SMEs*. Kasutatud 11. märts 2023 <https://eisma.ec.europa.eu/system/files/2021-09/INNOSUP%20Blockchain%20in%20Practice.pdf>
- European Commission. (2022). *The Digital Economy and Society Index (DESI) 2022*. Kasutatud 3. veebruar 2023 <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88764>
- EY. (2021). *EY HFS Top 10 enterprise blockchain service providers 2021*. Kasutatud 21. jaanuar 2023 https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/consulting/ey-excerpt-hfs-top-10-enterprise-blockchain-service-providers-2021.pdf
- Faccia, A., Al Naqbi, M. Y. K., & Lootah, S. A. (2019). Integrated Cloud Financial Accounting Cycle: How Artificial Intelligence, Blockchain, and XBRL will Change the Accounting, Fiscal and Auditing Practices. *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Cloud and Big Data Computing*, 31–37. <https://doi.org/10.1145/3358505.3358507>
- Faccia, A., & Mosteanu, N. R. (2019). *Accounting and blockchain technology: From double-entry to triple-entry*. *The Business and Management Review*, 10(2), 9. Conference proceedings of the Academy of Business and Retail Management https://cberuk.com/cdn/conference_proceedings/2019-07-12-18-10-20-PM.pdf
- Garanina, T., Ranta, M., & Dumay, J. (2022). Blockchain in accounting research: Current trends and emerging topics. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(7), 1507–1533. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4991>

- George, K., & Patatoukas, P. N. (2020). The Blockchain Evolution and Revolution of Accounting. In *Information for Efficient Decision Making* (pp. 157–172). World Scientific. https://doi.org/10.1142/9789811220470_0006
- Gietzmann, M., & Grossetti, F. (2021). Blockchain and other distributed ledger technologies: Where is the accounting? *Journal of Accounting and Public Policy*, 40(5), 106881. <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2021.106881>
- Grigg, I. (2004). The Ricardian contract. *Proceedings. First IEEE International Workshop on Electronic Contracting, 2004.*, 25–31. <https://doi.org/10.1109/WEC.2004.1319505>
- Grigg, I. (2005). *Triple entry accounting*. Kasutatud 21. jaanuar 2023 https://iang.org/papers/triple_entry.html
- Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). How to Time-Stamp a Digital Document. In A. J. Menezes & S. A. Vanstone (Eds.), *Advances in Cryptology-CRYPTO' 90* (pp. 437–455). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-38424-3_32
- Hays, R. D., Liu, H., & Kapteyn, A. (2015). Use of Internet panels to conduct surveys. *Behavior Research Methods*, 47(3), 685–690. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0617-9>
- Ijiri, Y. (1986). A Framework for Triple-Entry Bookkeeping. *Accounting Review*, 61(4), 745–759. <https://www.jstor.org/stable/247368>
- Ionescu-Feleagă, L., Dragomir, V. D., Bunea, Ștefan, Stoica, O. C., & Barna, L.-E.-L. (2022). Empirical Evidence on the Development and Digitalization of the Accounting and Finance Profession in Europe. *Electronics*, 11(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/electronics11233970>
- Karajovic, M., Kim, H. M., & Laskowski, M. (2019). Thinking Outside the Block: Projected Phases of Blockchain Integration in the Accounting Industry. *Australian Accounting Review*, 29(2), 319–330. <https://doi.org/10.1111/auar.12280>
- Kend, M., & Nguyen, L. A. (2020). Big Data Analytics and Other Emerging Technologies: The Impact on the Australian Audit and Assurance Profession. *Australian Accounting Review*, 30(4), 269–282. <https://doi.org/10.1111/auar.12305>
- Kitsantas, T., & Chytis, E. (2022). Blockchain Technology as an Ecosystem: Trends and Perspectives in Accounting and Management. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(3), 1143–1161. <https://doi.org/10.3390/jtaer17030058>
- Kivisild, A. (2021). *Reaalajamajanduse küsimustik: Tühitöö kaotamisest ehk reaalajamajanduse uuring*. Kasutatud 26. jaanuar 2023 <https://realtimeeconomy.ee/sites/default/files/2023-01/Reaalajamajanduse%20teadlikkuse%20ku%CC%88sitlus%20etteveo%CC%83tjate%20seas%202021.pdf>
- Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The Emergence of Artificial Intelligence: How Automation is Changing Auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115–122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730>

- Kotb, A., Abdel-Kader, M., Allam, A., Halabi, H., & Franklin, E. (2019). Information technology in the British and Irish undergraduate accounting degrees. *Accounting Education*, 28(5), 445–464. <https://doi.org/10.1080/09639284.2019.1588135>
- KPMG. (2016). *Blockchain hitting the big time, but is it ready?* Kasutatud 16. märts 2023 <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/us/pdf/blockchain-hitting-the-big.pdf>
- KPMG. (2018). *Realizing blockchain's potential: Introducing KPMG blockchain technology risk assessment solution.* Kasutatud 16. märts 2023 <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/09/realizing-blockchains-potential.pdf>
- Krimmer, R., Kadak, T., Alishani, A., Toots, M., Soe, R.-M., & Schmidt, C. (2019). *Reaalajamajanduse aluste ja rakendusvõimaluste uuring.* Tallinna Tehnikaülikool.
- Kuruppu, S. C., Dissanayake, D., & de, V. C. (2022). How can NGO accountability practices be improved with technologies such as blockchain and triple-entry accounting? *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(7), 1714–1742. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4972>
- Lardo, A., Corsi, K., Varma, A., & Mancini, D. (2022). Exploring blockchain in the accounting domain: A bibliometric analysis. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(9), 204–233. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4995>
- Lombardi, R., & Secundo, G. (2020). The digital transformation of corporate reporting – a systematic literature review and avenues for future research. *Meditari Accountancy Research*, 29(5), 1179–1208. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-04-2020-0870>
- Maersk. (2022). *A.P. Moller—Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform.* Kasutatud 1. mai 2023 <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens>
- Maffei, M., Casciello, R., & Meucci, F. (2021). Blockchain technology: Uninvestigated issues emerging from an integrated view within accounting and auditing practices. *Journal of Organizational Change Management*, 34(2), 462–476. <https://doi.org/10.1108/JOCM-09-2020-0264>
- Maiti, M., Kotliarov, I., & Lipatnikov, V. (2021). A future triple entry accounting framework using blockchain technology. *Blockchain: Research and Applications*, 2(4), 100037. <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2021.100037>
- Maksu- ja Tolliamet. (2023). *Statistika ja avaandmed. Tasutud maksud, käive ja töötajate arv.* Kasutatud 20. märts 2023 <https://www.emta.ee/eraklient/amet-uudised-ja-kontakt/uudised-pressiinfo-statistika/statistika-ja-avaandmed#tasutud-maksud>
- Mancini, D., Lombardi, R., & Tavana, M. (2021). Four research pathways for understanding the role of smart technologies in accounting. *Meditari Accountancy Research*, 29(5), 1041–1062. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-03-2021-1258>

- Marrone, M., & Hazelton, J. (2019). The disruptive and transformative potential of new technologies for accounting, accountants and accountability: A review of current literature and call for further research. *Meditari Accountancy Research*, 27(5), 677–694. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-06-2019-0508>
- Melse, E. (2008). Accounting in three dimensions: A case for momentum revisited. *The Journal of Risk Finance*, 9(4), 334–350. <https://doi.org/10.1108/15265940810895007>
- Moll, J., & Yigitbasioglu, O. (2019). The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants: New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, 51(6), 100833. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.04.002>
- Morkunas, V. J., Paschen, J., & Boon, E. (2019). How blockchain technologies impact your business model. *Business Horizons*, 62(3), 295–306. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.009>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Kasutatud 21. jaanuar 2023 <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- O’Leary, D. E. (2017). Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 24(4), 138–147. <https://doi.org/10.1002/isaf.1417>
- Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*, 34(3), 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.09.007>
- Pedreño, E. P., Gelashvili, V., & Nebreda, L. P. (2021). Blockchain and its application to accounting. *Intangible Capital*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.3926/ic.1522>
- Peters, G. W., & Panayi, E. (2015). *Understanding Modern Banking Ledgers through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money* (arXiv:1511.05740). arXiv. <http://arxiv.org/abs/1511.05740>
- Pilipczuk, O. (2020). Toward Cognitive Management Accounting. *Sustainability*, 12(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su12125108>
- Platt, M., Sedlmeir, J., Platt, D., Xu, J., Tasca, P., Vadgama, N., & Ibañez, J. I. (2021). The Energy Footprint of Blockchain Consensus Mechanisms Beyond Proof-of-Work. *2021 IEEE 21st International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C)*, 1135–1144. <https://doi.org/10.1109/QRS-C55045.2021.00168>
- PwC. (2016). *What’s next for blockchain in 2016?* Kasutatud 18. veebruar 2023 <https://www.pwc.com/us/en/financial-services/publications/viewpoints/assets/pwc-qa-whats-next-for-blockchain.pdf>
- Roozen, F., Steens, H. B. A., & Spoor, L. L. (2019). Technology: Transforming the Finance Function and the Competencies Management Accountants Need. *Management Accounting Quarterly*, 2019(Fall), 1-14. <https://www.imanet.org/insights-and-trends/management-accounting-quarterly/maq-index/2019/fall-2019?ssopc=1>

- Rückeshäuser, N. (2017). *Do We Really Want Blockchain-Based Accounting? Decentralized Consensus as Enabler of Management Override of Internal Controls*. In: 13. Internationale Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen, Switzerland, 12-15 February <https://tubiblio.ulb.tu-darmstadt.de/92777/>
- Sangster, A. (2021). The Life and Works of Luca Pacioli (1446/7–1517), Humanist Educator. *Abacus*, 57(1), 126–152. <https://doi.org/10.1111/abac.12218>
- Schmitz, J., & Leoni, G. (2019). Accounting and Auditing at the Time of Blockchain Technology: A Research Agenda. *Australian Accounting Review*, 29(2), 331–342. <https://doi.org/10.1111/auar.12286>
- Secinaro, S., Dal Mas, F., Brescia, V., & Calandra, D. (2021). Blockchain in the accounting, auditing and accountability fields: A bibliometric and coding analysis. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(9), 168–203. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4987>
- Siegele, L. (2002). How about now? *The Economist*. Kasutatud 11. märts 2023 <https://www.economist.com/special-report/2002/02/02/how-about-now>
- Sillat, L. H., Tammets, K., & Laanpere, M. (2021). Digital Competence Assessment Methods in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 11(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/educsci11080402>
- Simoyama, F. D. O., Grigg, I., Bueno, R. L. P., & Oliveira, L. C. D. (2017). Triple entry ledgers with blockchain for auditing. *International Journal of Auditing Technology*, 3(3), 163. <https://doi.org/10.1504/IJAUDIT.2017.086741>
- Sinha, S. (2020). Blockchain—Opportunities and challenges for accounting professionals. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 31(2), 65–67. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22430>
- Spanò, R., Massaro, M., Ferri, L., Dumay, J., & Schmitz, J. (2022). Blockchain in accounting, accountability and assurance: An overview. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(7), 1493–1506. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-06-2022-5850>
- Szabo, N. (1994). *Smart contracts*. Kasutatud 21. jaanuar 2023 <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>
- Szabo, N. (1997). *The idea of Smart Contracts*. Kasutatud 21. jaanuar 2023 <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>
- Tan, B. S., & Low, K. Y. (2017). Bitcoin – Its Economics for Financial Reporting. *Australian Accounting Review*, 27(2), 220–227. <https://doi.org/10.1111/auar.12167>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016a). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world (1st ed.)*. Penguin.

- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016b, May 10). The Impact of the Blockchain Goes Beyond Financial Services. *Harvard Business Review*. Kasutatud 16. märts 2023
<https://hbr.org/2016/05/the-impact-of-the-blockchain-goes-beyond-financial-services>
- Tyra, J. M. (2014, February 10). Triple Entry Bookkeeping With Bitcoin. *Bitcoin Magazine - Bitcoin News, Articles and Expert Insights*. Kasutatud 3. märts 2023
<https://bitcoinmagazine.com/business/triple-entry-bookkeeping-bitcoin-1392069656>
- Valgemäe, H. (2022). *RTE teadlikkus ettevõtete seas*. Kasutatud 30. jaanuar 2023
<https://realtimeeconomy.ee/sites/default/files/2023-01/RTE%20k%C3%BCsitlus%202022.pdf>
- Valiente, I. O. (2020). *Blockchain and the CFO: How Distributed Ledger Technology Is Changing the Profession*. Blockchain Research Institute. Kasutatud 21. jaanuar 2023
<https://www.blockchainresearchinstitute.org/project/blockchain-and-the-cfo/>
- Vigna, P., & Casey, M. J. (2019). *The truth machine: The blockchain and the future of everything*. Picador.
- Wang, Y., & Kogan, A. (2018). Designing confidentiality-preserving Blockchain-based transaction processing systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, 30, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2018.06.001>
- WEF. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. Kasutatud 4. märts 2023
https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf
- Yermack, D. (2017). Corporate Governance and Blockchains. *Review of Finance*, 2017, 7–31.
<https://doi.org/10.1093/rof/rfw074>

LISAD

Lisa 1. Peamised erinevused ühe-, kahe- ja kolmekordse kirjendamise vahel

	Ühekordne	Kahekordne	Kolmekordne
Sissekanne	Finantstehingu kirje	Finantstehingu deebet- ja kredidkirje erinevatel kontodel	Allkirjad (teingu kinnitus)
Enesekontrolli mehhanism	Puudub	Deebet- ja kredidkannete tasakaal	Kirjete kolmekordne kinnitamine
Pearaamatu kontroll	Sisene	Sisene, osaliselt väline (audit)	Jagatud
Majandusüksus	Traditsiooniline (ei eristata omanikku ja äriüksust)	Korporatsioon (omanik ja äriüksus on eraldatud)	Platvormid ja ökosüsteemid (erinevad äriüksused)
Fookus	Sularahapõhine	Tekkepõhine	Reaalajal põhinev
Nõuded tehnoloogilisele infrastruktuurile	Madal	Mõõdukas kuni kõrge	Kõrge

Allikas: Maiti *et al.* (2021)

Lisa 2. Plokiahela unikaalsed omadused

Omadus	Selgitus
Detsentraliseeritus	Andmetele ligipääs, monitoorimine, salvestamine ja värskendamine on võimalik mitmetest süsteemidest
Läbipaistvus	Andmed salvestatakse ja säilitatakse võrgus konsensuse alusel ning need on nähtavad ja jälitatavad kogu andmete eluea jooksul
Muutumatus	Ajatemplid ja kontrollid tagavad andmete muutumatus
Pöördumatus	Iga kunagi tehtud tehing hoitakse plokiahelas alles
Sõltumatus	Iga plokiahela sõlm pääseb andmetele turvaliselt juurde, edastab, salvestab ja värskendab neid turvaliselt ilma kolmandate isikute sekkumiseta
Avatud lähtekood	Plokiahel pakub avatud lähtekoodiga juurdepääsu kõigile võrgus osalejatele
Anonüümsus	Kuna andmeedastus toimub sõlmede vahel, jääb isiku identiteet anonüümseks
Omandiõigus ja ainulaadsus	Iga plokiahelas vahetatud dokument salvestab oma omandiõiguse kirjed unikaalse räsikoodiga
Päritolu	Igal tootel on plokiahelas digitaalne dokument, mis tõendab selle autentsust ja päritolu
Lepingute automatiseerimine (nutikad lepingud)	Arvutiprogramm, mis käivitab lepingu täitmise, tavapärasest lepingust turvalisem ja madalamate kuludega

Allikas: Dutta *et al.* (2020)

Lisa 3. Teabe kvaliteedi dimensioonid plokiahela rakendamisel

Teabe kvaliteedi dimensioonid (IFRS)	Plokiahela abil saadud teabe kvaliteedi parandamine
Terviklikkus (IFRS)	Teave peab olema terviklik, et seda saaks kontrollida (terviklikkuse nõuded on eelnevalt määratletud heakskiidetud sõlmede poolt)
Tõlgendatavus ja selgus (IFRS)	Etteantud terviklikkuse nõuete tulemusena suureneb teabe tõlgendatavus ja selgus. Igal plokiahela kirjel on eelnevalt määratletud väljad, mis tuleb täita. See hõlbustab teabe tõlgendamist. Seda funktsiooni võidakse isegi täiustada, kui plokiahela tehnoloogia muutub küpsemaks ja töötatakse välja teatud XBRL-i plokiahela taksonoomia.
Asjakohasus (IFRS)	Võimalikud on erinevad juurdepääsutasemed. Mõnel sõlmel, näiteks ettevõtte tegevjuhil või audiitorettevõttel, võib olla juurdepääs kogu teabele, samas kui teistel sidusrühmadel võib nende etteantud rollide alusel olla piiratud juurdepääs (kuvatakse ainult koondteavet). Osa sisu võib olla saadaval kasutajatele, kellel on dekrüpteerimisvõti. Seega on igal sõlmel juurdepääs tema jaoks olulisele teabele.
Võrreldavus (IFRS)	Eelmääratletud väljade teatud standardimise tulemusena saab sarnast teavet hõlpsasti võrrelda.

<i>Muud teabe kvaliteedi dimensioonid</i>	<i>Plokiahela abil saadud teabe kvaliteedi parandamine</i>
Usaldusväarsus	Teabeallikas tuntakse ära. Teavet saavad sisestada ainult plokiahela ökosüsteemi eelvalitud (usaldusväärsed) sõlmed. Lisaks sellele on „autor“ kergesti jälgitav ja tuvastatav.
Täpsus	Teavet kontrollivad sõlmed või nutikad lepingud. Täpsus on garanteeritud, kuna info lisamiseks peavad erinevad sõlmed kokku leppima.
Õigeaegsus	Plokiahel võimaldab teavet kohe võrsendada, et oleks võimalik pidev „ajakohane“ aruandlus.
Manipulatsioon	Peaaegu võimatu. Lugemis- ja kirjutamisõigused on piiratud teatud üksustega. Kui teave on plokki lisatud, on see krüptograafiliselt lukustatud ja muutumatu.

Allikas: Bonsón & Bednárová (2019)

Lisa 4. Ülevaade plokiahelaga seonduvatest riskidest

Kategooria	Risk	Kirjeldus
Turvalisus	Andmete konfidentsiaalsusega seotud riskid	Andmete privaatsuse ja konfidentsiaalsusega seotud riskid, mis tulenevad võimalusest, et mõni isikut tuvastav teave satub ohtu või varastatakse
	Privaatvõtme haldamise risk	Privaatvõtme ilmajäämise ja sellest tuleneva digitaalsete ressursside kadumise oht
	Koodiarenduse risk	Krüpteerimise nõrkustest tulenevad riskid
	Talitluspidevuse ja avariitaaste riskid	Oht olla haavatav tehnoloogia- ja talitlushäirete ning küberrünnakute suhtes
	Infoturbe risk	Kontole/rahakotile pakutava madala turvalisuse oht, mis toob kaasa konto ülevõtmise
Toimimine	Konsensus- ja valitsemisriskid	Risk, mis on seotud võimalusega, et protokoll muutumisega mittenoostuvad liikmed võivad viia vaidlusteni ja lahendamisprotsessideni, mis võivad olla ajaliselt pikad
	Integratsiooniriskid	Oht, et tehnoloogia uuendamise strateegia on ebapiisav kas puuduliku integratsiooni tõttu olemasolevate süsteemidega (tehnoloogia perspektiiv) või äriprotsessidega, mis ei ole asjakohaselt kohandatud (äriperspektiiv)
	Skaleeritavuse risk	Riskid, mis on seotud mastaapsuse, geograafilise jaotusega ja töötlemisvõimsusega, arvestades ülemaailmset kaubanduse finantseerimise tehingute suurt mahtu
	IT operatsioonirisk	IT operatsioonirisk hõlmab makse-, kliiring- ja arveldusmahtude kõikumiste juhtimist ning riske, mis tulenevad sisemiste protseduuride, inimeste ja süsteemidega seotud tõrgetest.
	Äri- ja regulatiivsed riskid	Riskid, mis on seotud võimalusega, et nutikaid lepinguid ei kodifitseerita ega testita nende vastavust kaubandus-, majandus-, õigus- ja regulatiivsele keskkonnale
	Strateegilised riskid	Risk, mis on seotud äristrateegia valikute tagajärgedega (näiteks: kas võtta plokiahel kasutusele esimeste seas või oodata, kuni tehnoloogia küpseb)
	Mainerisk	Oht, et plokiahela tehnoloogia ei tööta sujuvalt koos pärandinfrastruktuuriga, mille tulemuseks on halb kliendikogemus ja regulatiivsed probleemid
Muud	Hankijarisk	Kolmandate osapoolte riskid, mis tulenevad asjaolust, et enamik tehnoloogiat võidakse hankida välistelt hankijatelt
	IT nõuetele vastavuse risk	Suure hulga andmete konfidentsiaalsust, terviklikkust ja kättesaadavust käsitlevate tööstusspetsiifiliste ja üldiselt kohaldatavate eeskirjade tõttu on oht viidata plokiahela lahenduse sobimatule regulatsioonile.

Allikas: Maffei *et al.* (2021)

Lisa 5. Küsimustik



Uuring digitehnoloogia mõjust raamatupidaja tööle

Hea vastaja,

Olete kutsutud osalema Tallinna Tehnikaülikooli magistrandi lõputöö uuringus.

Tänapäeval nõuab töö finantsvaldkonnas mitmeid tehnoloogiaga seotud pädevusi, millest mõned on igapäevaselt kasutatavad ja harjumuspärased, teised aga tundmatud ja keerukad.

Uuringu eesmärk on välja selgitada raamatupidajate hoiakud digitehnoloogia mõju kohta igapäevatöös, hinnang enda digioskustele ning ootused tulevikuks.

Kõik kogutud andmed on anonüümsed ning neid kasutatakse vaid üldistatud kujul. Uuringu küsimustele vastamine võtab aega umbes 10 minutit.

Küsimuste korral palun kirjutage anneli.maask@gmail.com

Ette tänades,
Anneli Maask
TalTechi majandusarvestuse magistrant

Küsimustik põhineb ACCA uuringul "The digital accountant: Digital skills in a transformed world"

1. Kui olulised on Teie hinnangul raamatupidamis- ja finantsspetsialistide digioskused? *

	Ei ole üldse olulised	Pigem ei ole olulised	Raske öelda	Pigem on olulised	Väga olulised
Vastus:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisa 5 järg

2. Kui sageli Te peate oma ametikohal digioskusi kasutama? *

Pidevalt Enamasti Mõnikord Mitte kunagi Ei oska öelda

Vastus:

3. Kuidas Te hindate oma digioskuste taset võrrelduna Teie ametikohal nõutavale tasemele? *

Enamikus valdkondades allpool nõutavat taset Mõnes valdkonnas allpool nõutavat taset Tase vastab nõutule Mõnes valdkonnas üle nõutud taseme Enamikus valdkondades üle nõutud taseme

Vastus:

4. Kas Te olete mõnikord tundnud, et te ei jaksu uute digitehnoloogiatega sammu pidada? *

Pidevalt Enamasti Mõnikord Mitte kunagi Ei oska öelda

Vastus:

5. Milline on Teie jaoks olnud põhiline digioskuste omandamise viis? Palun valige oluliseim. *

- Õppimine töökohal kolleegi/mentori juhendamisel
- Erinevad koolitused
- Vastavad õppeained kutse- või kõrgkoolis õppides
- Iseseisev õpe

6. Kas Te hindate oma digioskuste arendamist pigem proaktiivseks (tunnete ise erinevate valdkondade vastu huvi ja otsite õpivõimalusi) või reaktiivseks (õpite siis, kui olete selleks kohustatud)? *

- Peamiselt proaktiivne
- Peamiselt reaktiivne
- Mitte kumbki

Lisa 5 järg

7. Millist meetodit peate sobivaimaks digioskuste omandamisel? Palun valige oluliseim. *

- Õpe töökohal, mentorid
- Spetsiifilised lühiajalised koolitused
- Suurem IT-ainete osakaal kutse- ja kõrgharidusõppes
- Tasuta keskkonnad, kus on võimalik iseseisvalt õppida

8. Millised on Teie arvates suuremad väljakutsed ja takistused digioskuste arendamisel? Palun valige sobivad. *

- Puudub vastav võimekus
- Puudub huvi
- Asjakohase teabe puudumine
- Mentorite puudumine
- Pidevate õppimisvõimaluste puudumine
- Ajapuudus
- Ressursidele juurdepääsu puudumine
- Pole ettevõtte prioriteet
- Ei pea seda enda rollis asjakohaseks
- Minu rolli muude aspektide tundmaõppimine on kõrgema prioriteediga
- Ma ei seisa silmitsi ühegi väljakutsega
- Muu: _____

Lisa 5 järg

9. Millist teadmiste ja oskuste taset vajavad Teie arvates raamatupidamis- ja finantsspetsialistid järgmiste tehnoloogiate osas? *

Algtase: üldine arusaam toimimisest, kuid puuduvad oskused iseseisvaks kasutuseks

Baastase: suudate täita põhilisi ülesandeid

Eksperttase: suudate täita keerukamaid ülesandeid

	Pole vajalik	Algtase	Baastase	Eksperttase
ERP-süsteemid (nt SAP)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tabelarvutus (nt Excel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analüüsiprogrammid (nt Power Query)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andmete visualiseerimise tööriistad (nt Tableau)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tehisintellekt ja masinõpe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plokiahel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Millist teadlikkuse taset vajavad Teie arvates raamatupidamis- ja finantsspetsialistid järgmistes digipraktikate osas? *

	Pole vajalik	Algtase	Baastase	Eksperttase
Andmehaldus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andmete reaalajas visualiseerimine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andmepäringud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Küberturvalisus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koodi kirjutamine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lisa 5 järg

11. Järjest olulisemaks muutub reaalajamajandus, kus tehingud toimuvad reaalajas ning on standardiseeritud ja masintöödeldaval kujul. Mõned neist lahendustest on juba laiemalt kasutuses, teised on plaanis kasutusele võtta tulevikus. Milliseid väljapakutud reaalajamajanduse lahendusi peate kõige olulisemaks?

*

	Ei ole üldse olulised	Pigem ei ole olulised	Raske öelda	Pigem on olulised	On väga olulised
Andmepõhised masinloetavad rakendused, nt e-arved ja e-kviitungid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e-allkiri, e-maksud, e-hanked	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaalajas tulu deklareerimine ja maksustamine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaalajas prognoosid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaalajas aruandlus ja riskihindamine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaalajas andmevahetus hankijatega jt vastaspooltega (nt pangad)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaalajas audit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Milline on olnud Teie senine tööalane kokkupuude plokiahelaga? *

- Ei ole kokku puutunud
- Olen kokku puutunud krüptoraha ja tokenitega
- Olen kokku puutunud plokiahela rakendamisega raamatupidamissüsteemides

Lisa 5 järg

13. Kui olulised on Teie hinnangul raamatupidamis- ja finantsspetsialistide digioskused tulevikus? *

	Ei ole üldse olulised	Pigem ei ole olulised	Raske öelda	Pigem on olulised	On väga olulised
Vastus:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Millistes valdkondades on Teie hinnangul järgmise 3–5 aasta jooksul vajalik oma oskusi edasi arendada? Palun valige sobivad. *

- Andmeanalüüs
- Tabelarvutus
- Projektijuhtimine
- Andmestruktuurid
- Andmehaldus
- Küberturvalisus
- Erinevad lisarakendused
- Digitaalne transformatsioon / strateegia
- Tehisintellekt / masinõpe
- Kodeerimine
- Robotika
- Plokiahel
- Muu: _____

Järgnevalt mõned küsimused Teie kohta:

Vanus: *

Teie vastus _____

Lisa 5 järg

Kõrgeim omandatud haridustase: *

- Põhiharidus
- Kesk- või kutseharidus
- Kõrgharidus (diplomi- või bakalaureuseõpe)
- Kõrgharidus (magistriõpe)
- Kõrgharidus (doktoriõpe)

Tööstaaž raamatupidamise/finantsjuhtimise valdkonnas: *

Teie vastus

Praegune ametikoht: *

Teie vastus

Kas Teie praegune ametikoht hõlmab endas juhtimist? *

- Hõlmab inimeste juhtimist
- Hõlmab projektide juhtimist, kuid mitte inimeste juhtimist
- Ei

Teie ettevõtte tegevusala? *

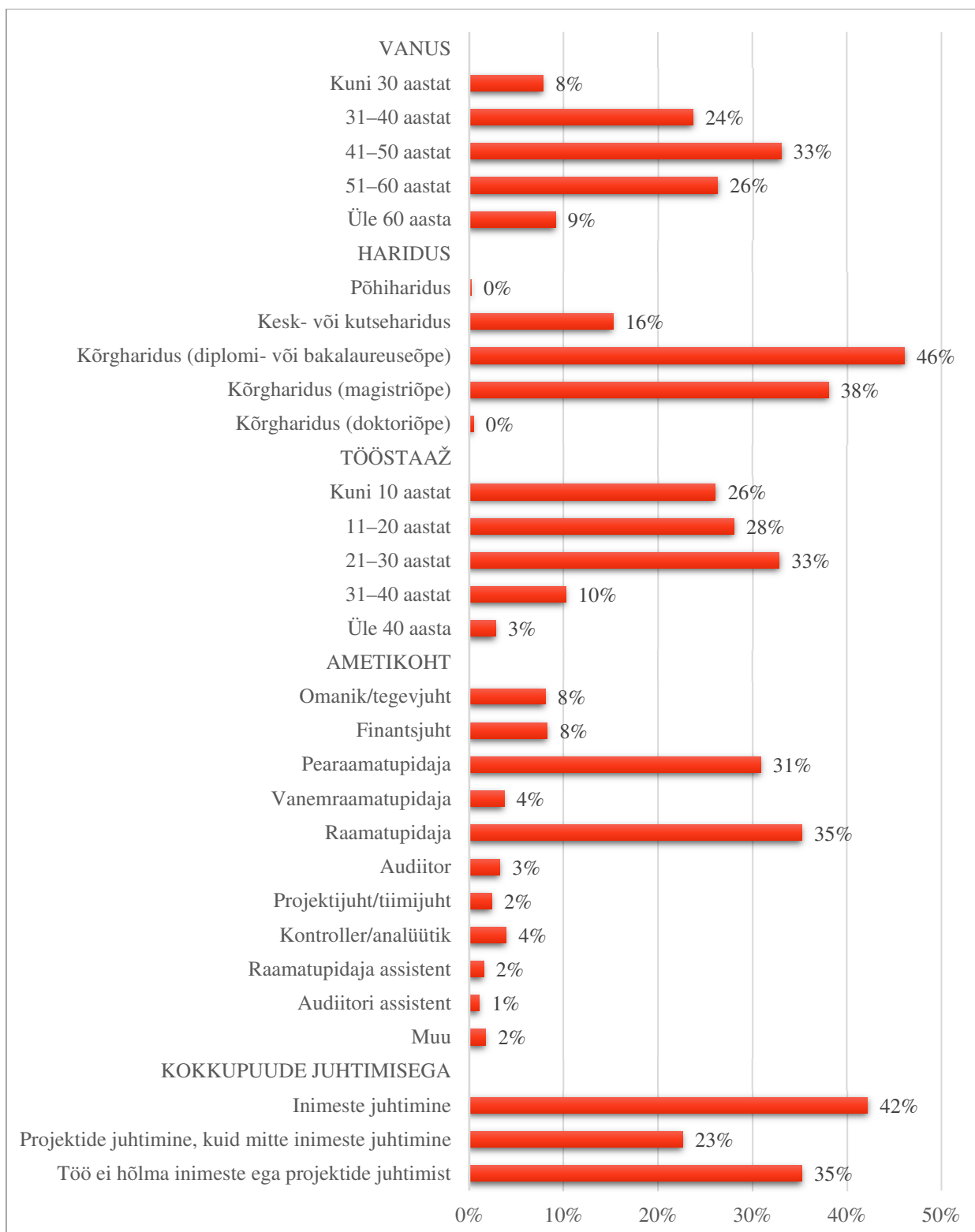
Teie vastus

Töötajate arv Teie ettevõttes: *

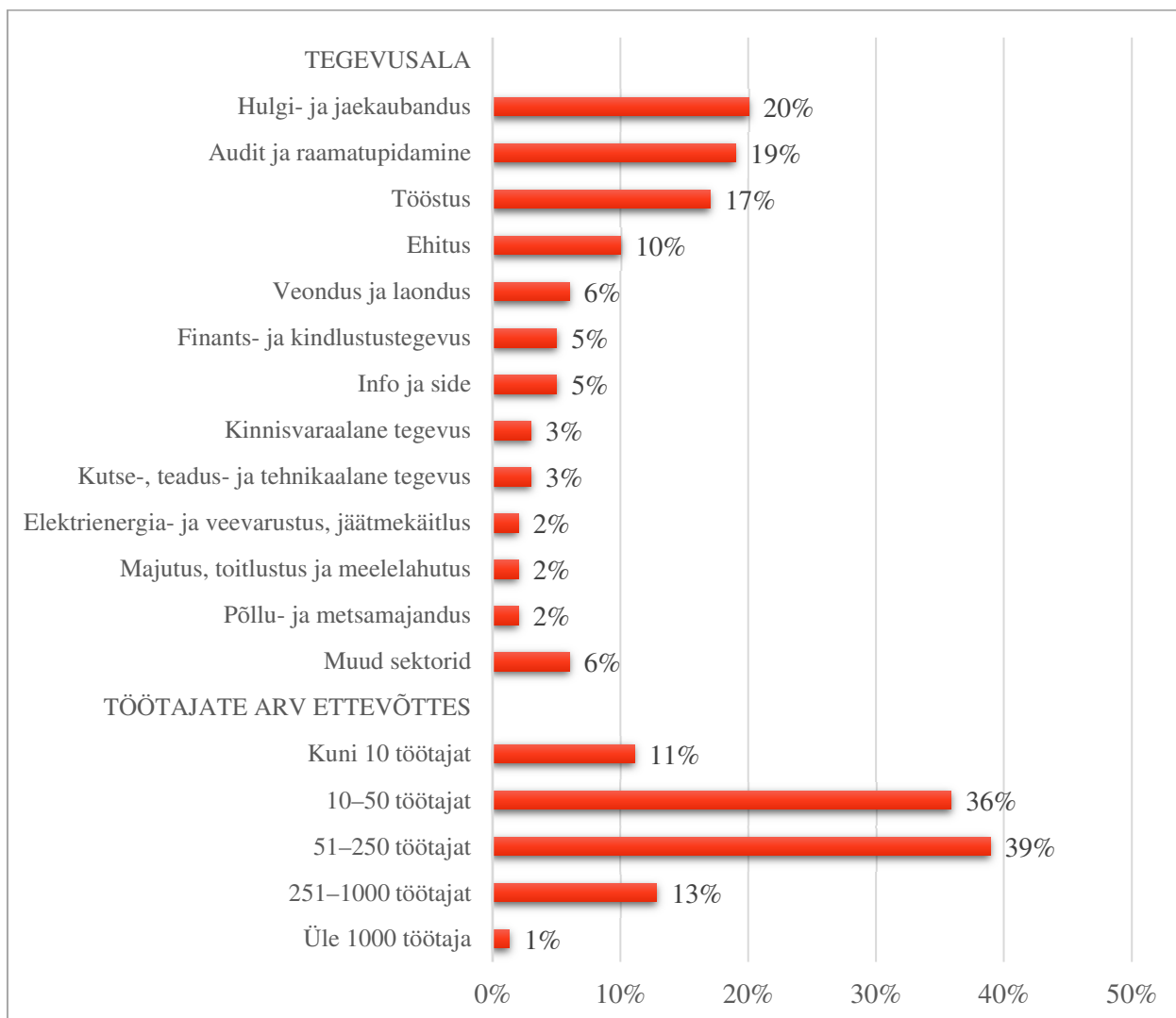
Teie vastus

Suur aitäh!

Lisa 6. Küsimustikule vastanute profiil



Lisa 6 järg



Allikas: autori arvutused

Lisa 7. Küsitluse tulemused

n = vastanute arv

% = osatähtsus (%) vastanute koguarvust

Q1. Kui olulised on Teie hinnangul raamatupidamis- ja finantsspetsialistide digioskused?

1 – ei ole üldse olulised		2 – pigem ei ole olulised		3 – raske öelda		4 – pigem on olulised		5 – väga olulised	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0%	1	0%	4	1%	147	32%	308	67%

Q2. Kui sageli Te peate oma ametikohal digioskusi kasutama?

Pidevalt		Enamasti		Mõnikord		Mitte kunagi		Ei oska öelda	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
321	70%	113	25%	25	5%	1	0%	0	0%

Q3. Kuidas Te hindate oma digioskuste taset võrrelduna Teie ametikohal nõutavale tasemele?

Enamikus valdkondades allpool nõutavat taset		Mõnes valdkonnas allpool nõutavat taset		Tase vastab nõutule		Mõnes valdkonnas üle nõutud taseme		Enamikus valdkondades üle nõutud taseme	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
2	0%	63	14%	223	48%	119	26%	53	12%

Q4. Kas Te olete mõnikord tundnud, et te ei jaksu uute digitehnoloogiatega sammu pidada?

Pidevalt		Enamasti		Mõnikord		Mitte kunagi		Ei oska öelda	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
6	1%	30	7%	268	58%	138	30%	18	4%

Q5. Milline on Teie jaoks olnud põhiline digioskuste omandamise viis? Palun valige olulisem.

Õppimine töökohal kolleegi/mentori juhendamisel		Erinevad koolitused		Vastavad õppeained kutse- või kõrgkoolis õppides		Iseseisev õpe	
n	%	n	%	n	%	n	%
160	35%	74	16%	14	3%	212	46%

Lisa 7 järg

Q6. Kas Te hindate oma digioskuste arendamist pigem proaktiivseks (tunnete ise erinevate valdkondade vastu huvi ja otsite õpivõimalusi) või reaktiivseks (õpite siis, kui olete selleks kohustatud)?

Peamiselt proaktiivne		Peamiselt reaktiivne		Mitte kumbki	
n	%	n	%	n	%
254	55%	187	41%	19	4%

Q7. Millist meetodit peate sobivaimaks digioskuste omandamisel? Palun valige olulisem.

Õpe töökohal, mentorid		Spetsiifilised lühiajalised koolitused		Suurem IT-ainete osakaal kutse- ja kõrgharidusõppes		Tasuta keskkonnad, kus on võimalik iseseisvalt õppida	
n	%	n	%	n	%	n	%
177	38%	149	33%	33	7%	101	22%

Q8. Millised on Teie arvates suuremad väljakutsed ja takistused digioskuste arendamisel? Palun valige sobivad.

	n	%
Puudub vastav võimekus	67	15%
Puudub huvi	90	20%
Asjakohase teabe puudumine	102	22%
Mentorite puudumine	128	28%
Pidevate õppimisvõimaluste puudumine	102	22%
Ajapuudus	313	68%
Ressursidele juurdepääsu puudumine	86	19%
Pole ettevõtte prioriteet	95	21%
Ei pea seda enda rollis asjakohaseks	22	5%
Minu rolli muude aspektide tundmaõppimine on kõrgema prioriteediga	47	10%
Ma ei seisa silmitsi ühegi väljakutsega	43	9%

Q9. Millist teadmiste ja oskuste taset vajavad Teie arvates raamatupidamis- ja finantsspetsialistid järgmiste tehnoloogiate osas?

	Pole vajalik		Algtase		Baastase		Eksperttase	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ERP-süsteemid (nt SAP)	49	11%	55	12%	180	39%	176	38%
Tabelarvutus (nt Excel)	0	0%	6	1%	249	54%	205	45%
Analüüsiprogrammid (nt Power Query)	68	15%	111	24%	234	51%	47	10%
Andmete visualiseerimise tööriistad (nt Tableau)	77	17%	136	30%	216	47%	31	7%
Tehisintellekt ja masinõpe	179	39%	157	34%	111	24%	13	3%
Plokiachel	232	51%	144	31%	74	16%	10	2%

Lisa 7 järg

Q10. Millist teadlikkuse taset vajavad Teie arvates raamatupidamis- ja finantsspetsialistid järgmistes digipraktikate osas?

	Pole vajalik		Algtase		Baastase		Eksperttase	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Andmehaldus	12	3%	41	9%	269	59%	138	29%
Andmete reaajas visualiseerimine	21	5%	97	21%	273	59%	69	15%
Andmepäringud	8	2%	56	12%	283	62%	113	24%
Küberturvalisus	16	3%	84	18%	274	60%	86	19%
Koodi kirjutamine	285	62%	116	25%	49	11%	10	2%

Q11. Järjest olulisemaks muutub reaalamajandus, kus tehingud toimuvad reaajas ning on standardiseeritud ja masintöödeldaval kujul. Mõned neist lahendustest on juba laiemalt kasutuses, teised on plaanis kasutusele võtta tulevikus. Milliseid väljapakutud reaalamajanduse lahendusi peate kõige olulisemaks?

	1 – ei ole üldse olulised		2 – pigem ei ole olulised		3 – raske öelda		4 – pigem on olulised		5 – väga olulised	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Andmepõhised masinloetavad rakendused, nt e-arved ja e-kviitungid	3	1%	7	1%	6	1%	130	28%	314	69%
e-allkiri, e-maksud, e-hanked	0	0%	1	0%	6	1%	92	20%	361	79%
reaajas tulu deklareerimine ja maksustamine	7	1%	57	13%	83	18%	171	37%	142	31%
reaajas prognoosid	1	0%	24	5%	72	16%	232	50%	131	29%
reaajas aruandlus ja riskihindamine	1	0%	15	3%	64	14%	225	49%	155	34%
reaajas andmevahetus hankijatega jt vastaspooltega (nt pangad)	1	0%	14	3%	28	6%	190	41%	227	50%
reaajas audit	16	3%	77	17%	128	28%	170	37%	69	15%

Q12. Milline on olnud Teie senine tööalane kokkupuude plokiahelaga?

Ei ole kokku puutunud		Olen kokku puutunud krüptoraha ja tokenitega		Olen kokku puutunud plokiahela rakendamise raamatupidamissüsteemides	
n	%	n	%	n	%
373	81%	75	16%	21	5%

Lisa 7 järg

Q13. Kui olulised on Teie hinnangul raamatupidamis- ja finantsspetsialistide digioskused tulevikus?

Ei ole üldse olulised		Pigem ei ole olulised		Raske öelda		Pigem on olulised		Väga olulised	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0%	0	0%	2	0%	123	27%	335	73%

Q14. Millistes valdkondades on Teie hinnangul järgmise 3–5 aasta jooksul vajalik oma oskusi edasi arendada? Palun valige sobivad.

	n	%
Andmeanalüüs	336	73%
Tabelarvutus	216	47%
Projektijuhtimine	103	22%
Andmestruktuurid	114	25%
Andmehaldus	214	47%
Küberturvalisus	232	50%
Erinevad lisarakendused	210	46%
Digitaalne transformatsioon / strateegia	88	19%
Tehisintellekt / masinõpe	126	27%
Kodeerimine	58	13%
Robotika	26	6%
Ploki ahel	76	17%

Allikas: autori arvutused

Lisa 8. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹⁷

Mina, Anneli Maask,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Plokiahela tehnoloogia kasutusvõimalused raamatupidamises“,

mille juhendaja on Mari Avarmaa, PhD ja kaasjuhendaja Kirsti Rumma, PhD,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

09. mai 2023

¹⁷ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.