

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Susanna Metsla 164701IABB

**ARVAMUSTE KAEVANDAMINE AHP JA
KEMENY METOODIKAGA:
EKSPERIMENDID TALTECH IT
TEADUSKONNAGA**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Innar Liiv
PhD

Tallinn 2021

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Susanna Metsla

18.05.2021

Annotatsioon

Bakalaureusetöö „Arvamuste kaevandamine AHP ja Kemeny meetodikaga: eksperimendid TalTech IT teaduskonnaga“ eesmärkideks on leida IT teaduskonna ja selle instituutide joonduvused TAIE fookusvaldkondadega ning selgitada välja erinevate juhtimistasemete arvamuste kooskõla. Nende eesmärkide saavutamise oluliseks etapiks on eksperimendi struktuuri väljamõtlemine, sest täpselt sellist meetodikat, mida saaks kohe uurimuses rakendada, ei ole veel koostatud.

Bakalaureusetöö käigus kirjeldati TAIE fookusvaldkondi ja töös kasutatavaid meetodikaid: analüütiliste hierarhiate meetod, Kemeny aksiomaatiline meetod ja multidimensiooniline skaleerimine. Uurimuse osas viidi läbi struktureeritud küsitlused IT teaduskonna dekaani ja instituutide direktoritega. Analüütilise hierarhiate meetodiga leitakse fookusvaldkondade kaalud ja prioriteedid IT teaduskonnale ja igale selle instituudile. Võrdluseks kasutatakse küsitlusest saadud otsejärjestusi ja Kemeny meetodikat, millede abil tehakse lõppjärelused joonduvuses. Arvamuste nihete visualiseerimiseks kasutatakse tehnikat multidimensionaalne skaleerimine. Lisaks tuuakse välja soovitusel sarnaste küsitluste läbiviimiseks.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 49 leheküljel, 5 peatükki, 6 joonist, 36 tabelit.

Abstract

Opinion mining using AHP and Kemeny methodology: experiments with TalTech School of IT

The main purposes of the bachelor thesis „Opinion mining using AHP and Kemeny methodology: experiments with TalTech School of IT“ are to find alignment for the School of Information Technologies and its departments regarding focal fields of Research, Development, Innovation and Entrepreneurship; and to find out opinion consensus between different levels of management. In order to achieve these goals, it is necessary to devise a methodology for the experiment, because this kind of method that could be applied straight away for this study is not accessible yet.

In this bachelor thesis the author has described focal fields of Research, Development, Innovation and Entrepreneurship; and methods to implement the research: Analytical Hierarchy Process, Kemeny's axiomatic approach and Multidimensional scaling. In the research phase structured questionnaire was being conducted with the dean of the School of IT and with the directors of its departments. The priorities and their weights for the focal fields of Research, Development, Innovation and Entrepreneurship are being calculated with Analytical Hierarchy Process to the School of IT and to its departments. The results are being compared with the rankings acquired from the questionnaire and with the output of Kemeny`s method. From that data the final rankings are being proposed. Additionally, multidimensional scaling is being used to visualise the deviations of opinions. Lastly, recommendations from the author are being listed to help others who may conduct research with a similar structure using AHP method.

The thesis is in Estonian and contains 49 pages of text, 5 chapters, 6 figures, 36 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

AHP meetod, Saaty meetod	<i>Analytical Hierarchy Process</i> , analüütiliste hierarhiate protsess
BB algoritm	<i>Branch and Bound algorithm</i>
CR	<i>Consistency Ratio</i> , hinnangute järjepidevuse suhe
FV	TAIE fookusvaldkond (-nad)
IT teaduskond	Infotehnoloogia teaduskond
MDS	<i>Multidimensional scaling</i> , Multidimensionaalne (mitmemõõtmeline) skaleerimine
TAIE	Teadus- ja arendustegevus, innovatsioon ja ettevõtlus
TAN	Teadus- ja Arendusnõukogu
TJS elektroonikainstituut	Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituut
RI	<i>Random consistency index</i> , juhuslik järjepidevuse indeks AHP meetodis

Sisukord

1 Sissejuhatus	11
2 Teoreetiline raamistik	13
2.1 TAIE fookusvaldkonnad.....	13
2.2 Analüütiline hierarhiate meetod (AHP).....	15
2.2.1 Olemus.....	15
2.2.2 Struktuur	16
2.2.3 Paarisvõrdluste tegemine.....	18
2.2.4 Arvutuskäik	19
2.2.5 Järjepidevuse suhe (CR).....	20
2.3 Kemeny meetod.....	21
2.4 Multidimensionaalne skaleerimine (MDS)	22
3 Metoodika.....	23
3.1 AHP meetodi arhitektuur.....	23
3.2 Uurimisalused.....	24
3.3 Küsitluse väljaarenemine.....	24
3.4 Kasutatav tarkvara	26
4 Analüüs.....	29
4.1 Ülevaade	29
4.2 IT teaduskonna joonduvuse leidmine	30
4.2.1 Dekaan arvamuse analüüs	30
4.2.2 Arvutisüsteemide instituudi direktori arvamuse analüüs	31
4.2.3 Tarkvarateaduste instituudi direktori arvamuse analüüs	32
4.2.4 Tervisetehnoloogiate instituudi direktori arvamuse analüüs	33
4.2.5 TJS elektroonikainstituudi direktori arvamuse analüüs	34
4.2.6 AHP grupi arvamuse analüüs	35
4.2.7 Kemeny meetodiga arvamuse analüüs	37
4.3 Instituutide joonduvuste leidmine	38
4.3.1 Arvutisüsteemide instituudi joonduvuse leidmine	38
4.3.2 Tarkvarateaduse instituudi joonduvuse leidmine	41

4.3.3 Tervisetehnoloogiate instituudi joonduvuse leidmine.....	45
4.3.4 Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituudi joonduvuse leidmine.....	48
4.4 Andmete visuaalne esitus	51
4.5 Järeldused	55
4.6 Soovitused	57
5 Kokkuvõte	59
Kasutatud kirjandus	61
Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	63

Jooniste loetelu

Joonis 1. AHP meetodi arhitektuuri raamistik.....	17
Joonis 2. Uuringu AHP meetodi arhitektuur	23
Joonis 3. IT teaduskonna AHP kaalude visualiseerimine MDS-iga.....	52
Joonis 4. Instituutide AHP kaalude visualiseerimine MDS-iga	53
Joonis 5. Instituutide otsejoonduvuste visualiseerimine MDS-iga kasutades Kemeny kaugust.....	54
Joonis 6. IT teaduskonna ja instituutide AHP grupikaalude visualiseerimine MDS-iga	55

Tabelite loetelu

Tabel 1. Saaty fundamentaalskaala [13].	18
Tabel 2. IT dekaani hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.	30
Tabel 3. IT dekaani järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.	30
Tabel 4. Arvutisüsteemide instituudi direktori hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.	31
Tabel 5. Arvutisüsteemide instituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.	31
Tabel 6. Tarkvarateaduse instituudi direktori hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.	32
Tabel 7. Tarkvarateaduse instituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.	32
Tabel 8. Tervisetehnoloogiate instituudi hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.	33
Tabel 9. Tervisetehnoloogiate instituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.	33
Tabel 10. TJS elektroonikainstituudi hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.	34
Tabel 11. TJS elektroonikainstituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.	34
Tabel 12. IT teaduskonna kriteeriumite hinnangute grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud.	35
Tabel 13. IT teaduskonna instituutide direktorite arvamuste koondatud sisendmaatriks ning kaalud	36
Tabel 14. IT teaduskonna AHP meetodi tulemused erinevatelt tasanditelt vaadelduna.	36
Tabel 15. IT teaduskonna joonduvuse järjestus Kemeny meetodikaga	37
Tabel 16. Järelduse järjestustele leitud koondjärjestus Kemeny meetodiga	38
Tabel 17. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel arvutisüsteemide instituudi suhtes	38
Tabel 18. Dekaaani järjestuste võrdlus arvutisüsteemide instituudi suhtes	39
Tabel 19. Arvutisüsteemide instituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes	40

Tabel 20. Arvutisüsteemide instituudi direktori järjestuste võrdlus arvutisüsteemide instituudi suhtes	40
Tabel 21. Arvutisüsteemide instituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud.	41
Tabel 22. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel tarkvarateaduste instituudi suhtes	42
Tabel 23. Dekaaani järjestuste võrdlus tarkvarateaduste instituudi suhtes	42
Tabel 24. Tarkvarateaduste instituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes	43
Tabel 25. Tarkvarateaduste instituudi direktori järjestuste võrdlus oma instituudi suhtes	43
Tabel 26. Tarkvarateaduste instituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud	44
Tabel 27. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel tervisetehnoloogiate instituudi suhtes	45
Tabel 28. Dekaaani järjestuste võrdlus tervisetehnoloogiate instituudi suhtes	45
Tabel 29. Tervisetehnoloogiate instituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes	46
Tabel 30. Tervisetehnoloogiate instituudi direktori järjestuste võrdlus oma instituudi suhtes	47
Tabel 31. Tervisetehnoloogiate instituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud	47
Tabel 32. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel TJS elektroonikainstituudi suhtes	48
Tabel 33. Dekaaani järjestuste võrdlus TJS elektroonikainstituudi suhtes	49
Tabel 34. TJS elektroonikainstituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes	49
Tabel 35. TJS elektroonikainstituudi direktori järjestuste võrdlus oma instituudi suhtes	50
Tabel 36. TJS elektroonikainstituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud	51

1 Sissejuhatus

Eesti riik on välja töötamas teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse (TAIE) arengukava aastateks 2021-2035 [1]. Sellega seoses on Teadus- ja Arendusnõukogu (TAN) poolt välja mõeldud ning Vabariigi Valitsusele heaks kiitmiseks esitatud viis TAIE eelisarendatavat interdistsiplinaarset valdkonda ehk TAIE fookusvaldkonnad [2]. Nendes valdkondades nähakse võimalusi suure kasvupotentsiaaliga ettevõtluse tekkeks, mis omakorda toetaks Eesti majandust, heaolu ja tuntust maailma mastaabis.

Olles Eesti ainukene tehnikaülikool, peab TalTech ennast Eesti kõige uuendusmeelsemaks ja ettevõtlikumaks ülikooliks. TalTechi arengukava peamiseks suunaks on liikuda digitaalse ja kliimanetraalse tuleviku poole läbi nutikate tehnoloogiliste lahenduste. [3]

Pelgalt arengukavade sõnaliste eesmärkide poolest võiks öelda, et TAIE fookusvaldkondadel ja Tallinna Tehnikaülikoolil on kattuvaid mõttekohti. Selle täpsemaks mõõtmiseks ja analüüsimiseks oleks huvitav teostada struktuursem uuring.

TalTechis on viis teaduskonda ning enamusel neist veel mitu instituuti, inseneriteaduskonnas on koguni kaheksa alamüksust. Seega on bakalaureusetöö skoobi mõistlikkuse põhimõttest valitud ainult üks teaduskond ja teostatud uurimus sellega vastu TAIE fookusvaldkondi.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on leida IT teaduskonna ja selle instituutide joonduvused TAIE fookusvaldkondadega ning selgitada välja erinevate juhtimistasemete arvamuste kooskõla. Nende eesmärkide saavutamise eelduseks on eksperimendile meetoodika ülesehitamine, kohandades olemasolevaid andmekaeve meetodeid.

Töö esimeses peatükis tutvustatakse kokkuvõtlikult TAIE fookusvaldkondi ning kasutatavaid meetodeid: AHP Saaty, Kemeny meetod ja multidimensionaalne skaleerimine.

Teises peatükis kirjeldab autor uurimuse metoodikat ja kirjeldab struktureeritud küsitluse läbiviimise protsessi. Lisaks on lühidalt võrreldud erinevaid tarkvarasid, millede seast otsustati töö kasutamiseks sobilikum abivahend.

Töö kolmandasse peatükki on koondatud andmete analüüsi protsess ja tulemused. Esimesena leitakse analüütilise hierarhiate meetodiga (AHP) fookusvaldkondade kaalud ja prioriteetid IT teaduskonnale ja igale selle instituudile. Seejärel võrreldakse küsitlusest saadud otsejärjestusi ja Kemeny meetodikaga saadud järjestusi AHP meetodi kaaludest tuletatud paremusjärjestustega. Nende põhjal tehakse üldised lõppjärelused joonduvuses igale uuritavale. Lisaks visualiseeritakse arvamuste nihkeid tehnikaga multidimensionaalne skaleerimine (MDS). Kõige lõpus tuuakse välja soovitusel sarnase struktuuriga küsitluse läbiviimiseks.

Lähtuvalt IT teaduskonna väga tugevast digitaalsest alusest arvab autor, et kõige prioriteetsemaks valdkonnaks IT teaduskonna joonduvuses osutub digilahendused igas eluvaldkonnas fookusvaldkond (FV). Teiste FV-de suhtes ei oska autor nii kindlat seisukohta võtta.

Töös kasutatavad meetodid ja tehnikad baseeruvad magistriõppe ainele ITB8802 „Täppismeetodid otsuste vastuvõtmisel“, mida autor pole läbinud, kuid on lõputöös vajalikud teadmised ainest omandanud iseseisvalt.

2 Teoreetiline raamistik

Lõputöö käigus tutvus autor kahe uue meetodikaga – analüütiliste hierarhiate meetod ehk AHP meetod ning Kemeny aksiomaatiline meetod. Lisaks uuriti lõputöö jaoks visualiseerimise tehnikast – multidimensionaalne skaleerimine (MDS). Nende meetodikate ja tehnika kohta on autor koostanud lühikirjeldused selle peatüki alampeatükkides. Terviklikuma pildi saamiseks on autor esimesena lühidalt selgitanud uuringu subjekte ehk TAIE fookusvaldkondi.

2.1 TAIE fookusvaldkonnad

Lõputöö uurimisobjektideks on teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ja ettevõtluse (TAIE) fookusvaldkonnad (FV), millesse Eesti eelistatult panustab, et rahuldada riigi arenguvajadusi ja -võimalusi. Läbi nende valdkondade hakkab riik toetama projekte, mille eesmärgid on suunatud fookusvaldkonna arengu edendamisele. Erinevate eluvaldkondade ja sektorite (akadeemiline, avalik, era, mittetulundussektor) koostöö on vägagi oodatud arengu tagamisel, sest valdkonnad on defineeritud üsna laia skoobiga. Lisaks ei ole piiratud, vaid pigem just soositud riigipiire ületavad koostöövormid, sest nagu on väljatoodud TAIE arengukavas, siis Eesti peaks laiendama oma teaduse ja ettevõtluse mastaape jõudsamalt. [4] [5]

Teadus- ja Arendusnõukogu (TAN) andis 29. septembril 2020 Vabariigi Valitsusele kinnitamiseks järgmised TAIE fookusvaldkonnad:

- digilahendused igas eluvaldkonnas;
- tervisetehnoloogiad- ja teenused;
- kohalike ressursside väärindamine;
- nutikad ja kestlikud energialahendused;
- elujõuline Eesti ühiskond, keel ja kultuuriruum. [6]

Nelja esimese valdkonna edendamisel võivad kaasneda suured arenguvõimalused Eesti ettevõtlusele ja majandusele. Ehk need valdkonnad on ka nutika spetsialiseerumise

valdkondadeks ja aitavad kavandada Euroopa Liidu tõukefondide vahendite jaotumist. [4]

Et paremini kaardistada valdkonna suunda ning piiritleda selle mõõtmeid, on kirja pandud nende sihid, mis tulenevad TAIE arengukava ühest ülesandest – sõnastada „Eesti 2035“ arenguvajaduste lahendamine. [5]

Fookusvaldkonna digilahendused igas eluvaldkonnas sihtideks on TAIE toel suurendada digilahenduste olemasolu ja nende integreeritust võimalikult paljudes kohtades; andmete töötlemise ja analüüsi toel uute äriideede genereerimine; ja küberruumi turvalisemaks muutmise. [7]

Tervisetehnoloogia- ja teenuste valdkonna eesmärkideks on TAIE toel tervishoiuteenuste kättesaadavamaks ja tõhuslikumaks muutmise; selle tagajärjel on patsiendi ravi ja ennetustöö personaalsem ning baseerub reaalsel kindlakstehtud teaduslikel alustel; ja suurendada võimet eksportida tervishoiu valdkonna ja selle teadlaste/töötajate saavutusi. [7]

Kohalike ressursside väärimise valdkonna sihtide seadmisel on põhinetud kolmele kirjeldavale omadussõnale. Eesti maavarade ja muude saaduste hankimine peaks olema tulevikus (ning juba praegu selles suunas liikuma) kestlik, elurikkusega arvestav ja kõrge ressursitootlikkusega. Lisaks on selle kõrval ka eesmärk võimendada bio- ja ringmajandust ning mitte jätta tähelepanuta esmase toorme kõrval tootmisprotsessi jääke ja kasutatud toote ümbertöötlemisel saadud materjali ehk sekundaarset tooret. [7]

Nutikate ja kestlike energialahenduste valdkonna sihtide põhiolemus väljendub energia eluetappide parendamises. Esimeseks eesmärgiks on Eesti energiatootmine muuta kliimanetraalseks ehk energia saamise protsessis seotakse sama palju kasvuhoonegaase, kui õhku paisatakse [8]. Lisaks tuleb tõhustada ning säästlikumalt kasutada energiat ja tagada paremad energia salvestamise ja hoidmise võimalused. [7]

Valdkond elujõuline Eesti ühiskond, keel ja kultuuriruum on defineeritud läbi mitme erineva sihi. Esiteks on oluline arendada ning hoida Eesti rahvus, keel ja kultuuriruum tugev. Lisaks on oluline TAIE toel võimekate ja oskuslike Eesti inimestest koosneva ühiskonna loomine, kes toetaksid Eesti arengut nii üldises vaates kui ka keskkonnasäästlikkuse kontekstis. Valdkonna pädevusaladesse kuulub ka riigivalitsemise

tõhustamine ja majanduse ning tehnoloogia arengu toetamine inimesekeskselt ja sotsiaalkultuurilisi aspekte arvestades. [7]

Fookusvaldkonna arengu mõõtmiseks on defineeritud igale FV-le mõõdikud, mis on tuletatud TAIE arengukava eesmärkide üldistest mõõdikutest. Näiteks TAIE arengukava indikaatoriks on kaupade ja teenuste eksport, siis TAIE fookusvaldkondade kontekstis kandub see üle mõõdikuks ühe kindla FV raames – võtmevaldkonna eksport töötaja kohta. Need mõõteriistad on pigem abivahendid kui ranged suunised jälgimaks FV üldist arengut, kas seatuid arenguvajadusi täidetakse. [2]

2.2 Analüütiline hierarhiate meetod (AHP)

2.2.1 Olemus

Analüütiline hierarhiate meetod (AHP) ehk Saaty meetod [9] on Ameerika Ühendriikide matemaatiku Thomas L. Saaty poolt 1971-1975 aastatel väljatöötatud meetod (keerukate) otsuste tegemiseks [10]. AHP meetodiga on võimalik sünteesida otsusetegija arvamustest, intuitsioonist, kogemustest ja muudest subjektiivsetest hinnangutest kalkuleeritud ning loogiline otsus [11].

Üldiselt on kahte tüüpi otsuseid: analüütilised ja intuiitiivsed. Intuiitiivseid otsuseid ei saa otseselt teaduslikult tõestada ning need võivad tunduda kõrvalseisjatele kui meelevaldse, suvalise otsusena. Väga suur osa ettevõtetes tehtud otsustest on intuiitiivset laadi, mis baseeruvad ainult juhtide sisetunnetele ja väärtustele. [11]

Sellise individualistliku otsustamiselaadiga on raske edukalt juhtida suurt organisatsiooni või ettevõtet. Puhtalt sisetunnete peal tehtavate otsuste selgitamine teistele inimestele võib olla üsnagi keerukas, eriti kui alluvad ei oma sarnaseid väärtusi ega prioriteete. Lisaks ei paku selline otsustusviis raamistikku, et meeskond saaks pakkuda oma ideid, sisendeid probleemi lahendamiseks ning juhil ei ole võimalust kaasata otsuse tegemiseks ekspertide tähelepanekuid. Hiljem võib olla raske ka midagi tähtsat sellest otsusest järeldada, näha selle häid külgi ning nõrkusi. [11]

Analüütiline otsustamisviis, mida on rakendatud kollektiivselt, viib aga lahendusi, mis on selgesti põhjendatud ja arusaadav enamuse poolt. Lisaks on võimalik tulevikus selliste

otsuste pealt näha korduvaid mustreid ning lihtsustada järgnevaids otsustamisprotsesse. [11]

Klassikalists AHP meetodi protsessi saab lihtsustatud kujul väljendada seitsme sammuna:

1. probleemi ja selle faktorite defineerimine;
2. probleemi osade hierarhilisse struktuuri viimine;
3. kriteeriumite paaritiste võrdluste teostamine;
4. kriteeriumite osakaalude leidmine;
5. alternatiivide paaritiste võrdluste tegemine iga kriteeriumi suhtes;
6. alternatiivide osakaalude leidmine iga kriteeriumi suhtes;
7. alternatiivide kogukaalude leidmine. [9]

AHP võlu seisneb tema lihtsusel olla kergesti läbiviidav iga taustaga inimese peal ning võimalusel ära kasutada inimeses juba olemasolevaid arvamusi ning hinnanguid, ega nõua suurt õppimisvaeva. [11]

Inimestel on väga hea kaasasündinud omadus võrrelda erinevaid objekte, seega me oleme selles tihti tahtmatult osavamad kui loogilises mõtlemises. Seda omadust kasutabki AHP meetod intelligentselt ära, et teha rasked otsused lihtsamini lahendatavateks, nõudmata inimeselt väga tugevat loogilist mõtlemisvõimet. [11]

2.2.2 Struktuur

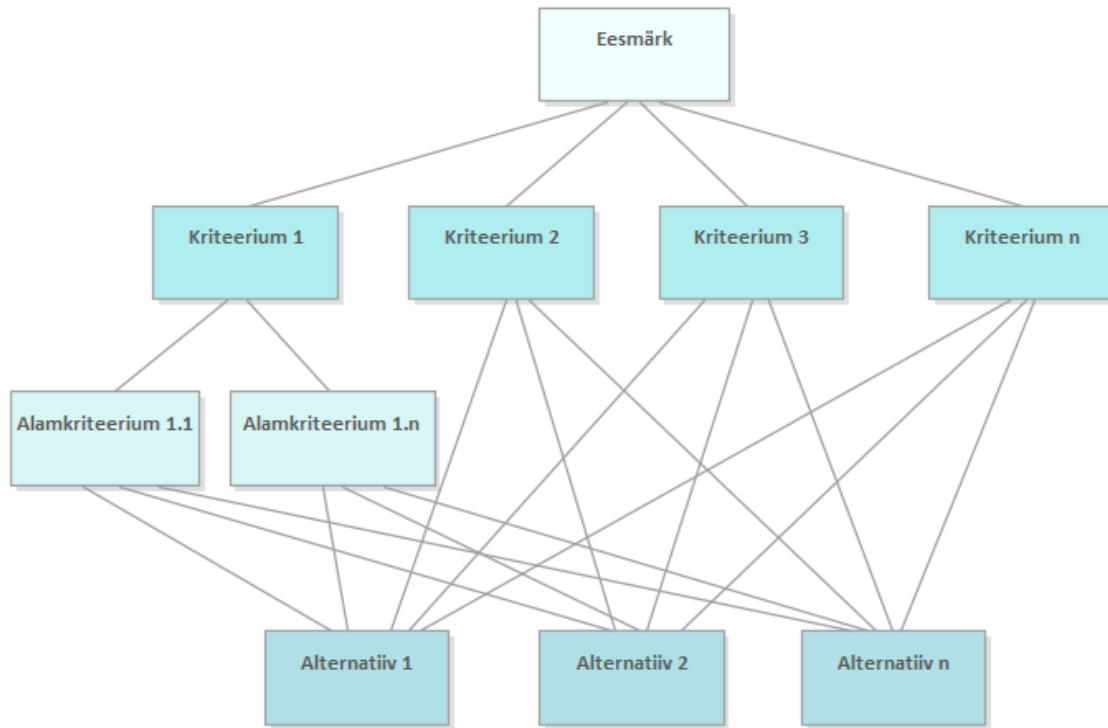
Keeruka probleemi lahendamiseks on vaja organiseeritud loomingulist mõtlemist, et korralikult oma probleemi ülesehitus kirja panna. Seda struktureerimist toetavad meetodikad on AHP ja ka selle edasiarendus - analüütiline võrguprotsess. [11]

AHP meetodi arhitektuuri loomise protsessi võib kirjeldada kui probleemi laiail lammutamist lihtsamateks elementideks [12]. Probleemi osadeks võtmine ja hierarhia määramine aitab ajal paremini toime tulla väga keerulise süsteemi hoomamisega [13]. Väljakujunenud struktuur ja selle elemendid vastavad inimese teadmistele sellel ajahetkel [11].

Kõige lihtsama, ehk n-ö klassikalise AHP meetodi struktuur ehitatakse ülesse kolme põhitasandina (Joonis 1):

- eesmärgi selge sõnastus;

- probleemi/ otsuse hindamise kriteeriumid;
 - alamkriteeriumid;
- alternatiivid, ehk lahendused antud probleemile. [13]



Joonis 1. AHP meetodi arhitektuuri raamistik

Struktuuri ülemistel tasemetel asetsevad väga üldised otsuse faktorid ning hierarhias allapoole liikudes minnakse järjest spetsiifilisemateks [13]. Alamkriteeriumid koondatakse vastava põhikriteeriumi alla, et lihtsustada meetodi läbiviimist ja kindlustada, et saadakse tõesemad prioriteetide kaalud tulemuseks.

Elementide hulga valimisel tuleb olla teadlik asjaolust, et väga paljude faktorite korral tulemuskaalude suhtelised prioriteetidid on väikesed ja maatriksis sisalduv ebajärjepidevus võib muundada prioriteetide vahetõrget oluliselt sellisel juhul. R. W. Saaty soovib võrrelda ühel tasemel maksimaalselt kuni 10 elementi [14]. T. L. Saaty jääb hilisemas artiklis kindlaks arvamusele, et elementide arv grupis peaks maksimaalselt olema seitse [15].

Igal juhul rohkemate alternatiivide seast otsuse tegemiseks võiks kasutada AHP meetodile lisaks mingisugust grupeerimise või elimineerimise tehnikat. K.W. Ernsberger

toetas otsusetegemise meetodit täisarvulise planeerimisega (inglise keeles *integer programming*) ja multidimensionaalse skaleerimisega (MDS) [16].

Hierarhia kasutamine otsuse tegemisel on tõestanud ennast väga edukaks, sellisel moel lihtsustakse probleemi struktureerimist ning info edastamist mööda hierarhiat [13]. Näiteks võib võrdluseks tuua sõjaväe korralduse, kus suuremad otsused jaotatakse alates kindralmajorist mööda ametiredelit alla tulles lihtsamateks ülesanneteks kuni reameesteni. Ka info liikumine teises suunas on hierarhiline. Näiteks kapralil tekib arvestatav probleem seoses oma tööülesannetega ja ta konsulteerib kõrgemal tasemel asuva isikuga ehk seersantiga. Seersant oskab juba edasi otsida lahendust kas oma tasemelt või pöördudes oma ülemuse poole.

Sõltuvalt lõputöö eesmärgist kasutatakse antud töös kahetasemelist arhitektuuri ehk alternatiivide tase jäetakse välja. Töös soovitakse teada ainult valdkondade joonduvusi teaduskonna ja instituutidega, seega on kahetasemeline AHP meetod selleks piisav.

2.2.3 Paarisvõrdluste tegemine

Otsuse hindamise põhiküsimused jaotuvad tavaliselt kolme kategooriasse: tähtsus, eelistus ning tõenäosus. Seega kui probleem on võimalik taandada ühelegi neist põhimõtetest, siis saab teostada võrdlusi, mis sisaldavad immateriaalseid subjekte ilma selgelt mõõdetavate mõõdikutega. [11]

Paarisvõrdluste tegemisel hinnatakse elementide suhtelist olulisust [12]. Tegurid, mis mõjutavad elementide hindamist, on inimese loogiline mõtlemisoskus, kogemused, tunded, emotsioonid ja sisetunne (kõhutunne) [11].

Hierarhia faktorite võrdlemiseks kasutatakse skaalat, kus sõnalistele hinnangutele on vastavaks seatud numbrilised väärtused, ehk Saaty fundamentaalskaala. Skaala põhiväärtused on paaritud numbrilised arvud vahemikus 1-9 ning kahe naaberhinnangu kompromissiks on võetud kasutusele paarisarvud vahemikus 2-8 (Tabel 1). Skaala väärtus väljendab tähtsuse, esinemissageduse või eelistuse tugevust absoluutskaalal. [13]

Tabel 1. Saaty fundamentaalskaala [13].

Skaala väärtus	Definitsioon	Selgitus
----------------	--------------	----------

1	Võrdtähtis	Kahe objekti panused eesmärgini jõudmiseks on sama tähtsad
3	Mõõdukalt tähtsam	Kogemus ja hinnang soosib ühe objekti panust eesmärki
5	Oluliselt või tugevalt tähtsam	Kogemus ja hinnang oluliselt soosib ühe objekti panust eesmärki
7	Väga tugevalt tähtsam	Objekt on oluliselt eelistatud ja selle mõju tõestus on reaalses elus olemas
9	Äärmiselt rohkem tähtsam	Ühe objekti panus võrreldes teisega on kõige kõrgema eelistusega
2,4,6,8	Kahe hinnangu vahepealsed väärtused	Kompromissi saavutamiseks kahe intensiivsuspunkti vahel

Väikesed muutused antud hinnangutes mõjutavad ka proportsionaalselt tulenevaid prioriteete. [11]

AHP meetodi sisendmaatriks (ruutmaatriks) koostatakse paarisvõrdlustele antud hinnangute ja nende pöördväärtustega Saaty skaalal. Sisendmaatriksile rakendub pöördvõrdeline sümmeetria peadiagonaali suhtes ning risttabeli peadiagonaali elemendid on väärtustatud 1-ga. [12]

2.2.4 Arvutuskäik

Kriteeriumite osakaalude saamiseks arvutatakse sisendmaatriksi suurim omaväärtus ja sellele vastav omaväärtus, mille elemendid tähistavad kriteeriumite prioriteedikaale. Siis on võimalik minna alternatiivide paaritiste võrdluste juurde iga kriteeriumi raames. Pärast hindamist leitakse igale võrdlustabelile jälle osakaalud maatriksi omavektori arvutuse kaudu. Alternatiivi osakaalu iga kriteeriumi saamiseks korrutatakse alternatiivide võrdlusest saadud lokaalne kriteeriumi osakaal kriteeriumi globaalse kaaluga. Alternatiivi kogukaal on võrdne saadud elementide summaga. Kõige suurema kaaluga alternatiiv viitab tema suurimale olulisusele võrreldes teiste valikuvõimalustega. [9]

AHP meetodi lõpptulemused on abiks optimaalseima otsuse tegemiseks või kriteeriumite/alternatiivide järjestamiseks tähtsuse alusel [12].

Grupiprioriteetide leidmiseks ühildatakse kõigi osalejate sisendmaatriksid geomeetrilise keskmise abil üheks risttabeliks. Alles seejärel leitakse sisendtabelile vastavad osakaalud. [11]

2.2.5 Järjepidevuse suhe (CR)

Mida rohkem sisaldab AHP otsuse arhitektuur elemente, seda suurem on ka läbiviidavate paarisvõrdluste arv. Samal ajal tõuseb ka tõenäosus, et inimene võib oma hinnangute märkimises vigu teha. Osaleja maatriksi ebastabiilsust aitab mõõta järjepidevuse suhe (CR) suurima omaväärtuse kaudu [9].

Klassikalise paarisvõrdluste hinnangute CR-i arvutatakse suhtega $CR = CI/RI$ [14].

Juhuslik järjepidevuse indeks (inglise keeles *random consistency index*, RI) on paljude juhuslike Saaty skaalat kasutavate kaldsümmeetriliste risttabelite sarnaste indeksite keskmine [9], [14].

CI (inglise keeles *consistency index*) tähistab valemis kooskõlaindeksit ja arvutatakse valemiga $CR = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$, kus n = elementide arv ja λ_{\max} on maatriksi suurim omaväärtus [13].

Thomas L. Saaty soovituslikuks CR-i piiriks on 0,1 (10%) [13], aga L. Võhandu arvates võiks rohkemate elementide puhul pidada ka veel järjepidevuse suhet 0,2 (20%) kasutuskõlblikuks [9].

Meetodi laialdasel kasutamisel on defineeritud ka teisi kooskõla piirmäära leidmise viise. Kuna traditsiooniliselt CR-i normaliseeritakse väärtusega RI, siis Alonso ja Lamata toovad välja oma uurimuses erinevate uuringute RI väärtused, mis varieeruvad kohati tuntavalt. Nad simuleerivad RI väärtustamise eksperimenti 100 000 ja 500 000 maatriksi peal ja proovivad selle põhjal leida RI väärtustele vastavat hinnangu funktsioon. Kuna RI(n)-ile funktsiooni leidmine ei kanna vilja, siis otsustavad autorid RI-d hinnata maatriksite suurimate omaväärtuste keskmiste $\bar{\lambda}_{\max}$ kaudu. Antud lähenemisviis oluliselt lihtsustab ja muudab paindlikumaks CR-i arvutamise, lubades uuringu tegijatel ise defineerida suurima lubatud järjepidevuse vea enda uurimuse tarbeks. [17]

Antud lõputöös kasutatavas AHP meetodi tarkvaras on põhinetud Alonso ja Lamata lähenemisviisile [17] ja CR arvutatakse valemiga $CR = (\lambda - n)/(2,7699 * n - 4,3513 - n)$ [18].

Üldiselt ei saaks eeldada, et kõik teadmised, mida inimesed saavad, kas üksikisiku või ühiskonna tasemel, on kohe alguses täiesti järjepidevad. Kindlad järeldused tekivad ajapikku kogemuste, uue informatsiooni ja täiendavate uuringutega. Seega ei ole ka AHP meetodist elimineeritud ebakõlade tekkimise võimalusi. [14]

2.3 Kemeny meetod

Konsensuse leidmiseks suurest hulgast järjestustest on olemas n -õ kindlaks eesmärgiks (inglise keeles *ad hoc*) arendatud meetodid ning aksiomaatilised meetodid. Aksiomaatiline meetod baseerub üksikisikute vastuste kauguste mõõtmisele ehk kaugusfunktsiooni peale. Selle lähenemisviisi vastuste konsensuseks loetakse eelistuste järjekorda, mis on kõige lähedamal kõigi küsitletavate vastustele.[19]

Matemaatik J.G. Kemeny defineeris järjestuste kauguse mõõtmise jaoks erinevad põhjanevad piirangud ning ka mugava esitlusviisi objektide järjestamiseks maatriksina. Sellest raamistikust arenes välja Kemeny (Kemeny-Snell) kaugus, millega on võimalik mõõta erinevate järjestuste omavahelist kaugust. [19]

Järjestustest konsensuse leidmine on matemaatilises mõistes tegelikult päris keeruline ülesanne. Arvestades asjaolu, et võrreldavate objektide arvu suurenedes, kasvavad väga kiiresti võimalike lõppjärjestuste arv, eriti kui on lubatud viigid erinevate objektide vahel. Näiteks kolme elemendiga on võimalike järjestuste arv 13, viie puhul 541 ja seitsme korral juba 47 293. [19]

Erinevad matemaatikud ja teadlased hakkasid järjestuste konsensuse leidmise ideed edasi arendama. 1948. aastal tutvustas M. Kendall mõõdikut *tau* oma uurimuses “Rank Correlation Methods”. Ta defineeris *tau* kui kahe järjestuse vahelise ebakõla mõõdikuna. [20]

Kendall tõi ka välja, et igat järjestust on võimalik üle viia ükskõik milliseks teiseks järjestuseks, kasutades järjestuse objektipaaride vahelisi sisemuutusi ehk ümberpööramise (flippe). Seega kõige väiksem ümberpööramise arv kahe järjestuse vahel on heaks kooskõla mõõdikuks. Standardiseeritult on see mõõdik ekvivalentne *tau*-ga, juhul kui järjestustes ei eksisteeri viike objektide vahel. [20]

E.J. Emond ja D.W. Mason arendasid Kendalli teooriast välja mõõdiku τ - x (x tähistab *extended* - laiendatud), et lubada sisendjärjestustes ja vastusjärjestuses viike [20]. Uus järjestuse korrelatsiooni koefitsient τ - x oli matemaatilises mõistes ekvivalentne Kemeny-Snelli kauguse mõõdikuga [21]. Autorid võtsid kasutusele selle jaoks mõiste “poolpööre” (half-flip) täispöörde asemel; üks täispööre on võrdne kahe poolpöördega [20]. Lisaks defineerisid nad τ - x i põhjal *branch and bound* (BnB) algoritmi, millega leida n objekti m järjestustele kompromissvastus [20].

Emondi ja Masoni algoritm suudab konsensuse arvutada maksimaalselt 30-st võrreldavast objektist [20], aga väga suure objektide hulga korral kahjuks muutub antud algoritm väga aeglaseks [21]. S. Amodio, A. D’Ambrosio ja R. Siciliano töötasid välja lisaks ka FAST ja QUICK algoritmid, et kiirendada arvutuse protsessi [21].

Kokkuvõtteks tänu kauguse mõõdikule on võimalik sisendjärjestustele leida konsensuslik vastus. Kahe hinnangu vahel saavutatavat konsensust mõõdetakse antud meetodikas järjestuse korrelatsiooni koefitsiendiga, see kirjeldab hinnangute vahelist suhtelist kaugust. Meetodi tulem on järjestus, millel on kõige väiksem keskmine kaugus sisendjärjestustest. [20]

2.4 Multidimensionaalne skaleerimine (MDS)

Andmeid, millel on palju erinevaid mõõdikuid, on hea kujutada graafiliselt. Tihti oskavad inimesed justnimelt pildilt rohkem välja lugeda kui arvandmetest. Seega on autor kasutanud antud töö analüüsis AHP tulemuste visualiseerimiseks multidimensionaalset skaleerimist (inglise keeles *multidimensional scaling*). MDS on andmete visualiseerimise tehnika, mis põhineb andmete ebakooskõlade uurimisele [12]. AHP meetodikat ja MDS-i on varasemalt palju koos kasutatud, nt M. A. A. Cox [12] ja K. W. Ernsberger [16].

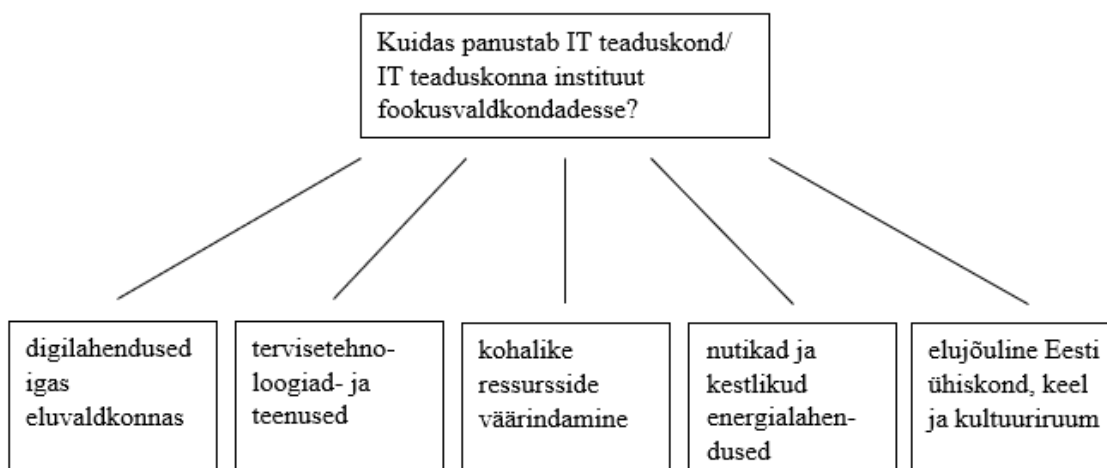
MDS esitleb matemaatilises ruumis objektide suhteid, millel on erinevad karakteristikud. Kõige tihedamini kasutatakse kahedimensioonilist ruumi ning ühele andmeobjektile vastab üks punkt loodud teljestikul. Ehk jooniselt on võimalik vaadelda erinevate objektide paiknevust ja välja lugeda andmete kaugust omavahel. MDS muutujate suhete arvutamiseks kasutatakse tavaliselt mingisugust kauguste arvutust, näiteks Eukleidiline kaugus, Kemeny-Snelli kaugus, Minkowski kaugus. [22]

3 Metoodika

Uurimuse töökäik algas Saaty metoodika kohaselt probleemi arhitektuuri paika panemisest. Seejärel koostati uuringu küsitlus ja viidi see osalejate peal läbi. Küsitlusest saadud sisendandmeid kasutati IT teaduskonna ja instituutide joonduvuste leidmiseks Saaty meetodi ja Kemeny meetodi abil. Lisaks võrreldi meetodite tulemusi omavahel ja tehti lõppjärelused. Erinevate joonduvuste paremaks tõlgendamiseks kasutati tehnikat multidimensionaalne skaleerimine. Analüüsi käigus toodi välja ka erinevate juhtimistasemete arvamuste ebakõlad.

3.1 AHP meetodi arhitektuur

Uuringu eesmärgi optimaalseimaks arhitektuuriks kujunes kahetasandiline hirearhia: eesmärk ja sellega seotud alamelemendid - kriteeriumid. Kriteeriumid on viis TAIE fookusvaldkonda. Eesmärke on uuringu kontekstis viis, üks IT teaduskonna kohta ning neli iga IT teaduskonna instituudi kohta ja vastavad küsimusele kuidas panustab x TAIE fookusvaldkondadesse (Joonis 2).



Joonis 2. Uuringu AHP meetodi arhitektuur

3.2 Uurimisalused

Lõputöö uurimisobjektideks võeti autori üliõpilasstaatus kuuluvuse järgi IT teaduskond ning selle instituudid. Tänapäeva maailmas, mis muutub iga päevaga rohkem digitaalsemaks ning kohati ka keerulisemaks, on IT teaduskonnal aina suurenev roll TalTechi eesmärgi saavutamisel panustada ühiskonna jätkusuutlikku arengusse ja rahva heaolu kasvu. Selleks et teostada võrdlusi erinevate struktuuriüksuste tasemetel vahel valiti IT teaduskonna koosseisu kuuluvad instituudid. Lõputöö eksperimenteeritavate osade seast arvati välja IT Kolledž, kuna vastavalt Tallinna Tehnikaülikooli põhikirjale ei ole kolledž võrdväärne uurimistegevusi läbiviiv üksus, vaid pigem regionaalne või valdkondlik õppetööüksus. [23]

Küsitlusele vastajateks valiti struktuuriüksuste juhid: dekaan ja direktorid [23]. Kui mingil põhjusel ei olnud võimalik soovitud juhiga küsitlust läbi viia, leiti tema asemele enam-vähem võrdväärse arvamuse mõjuvõimuga isik samast üksusest.

3.3 Küsitluse väljaarenemine

Antud lõputöö raames viidi ajavahemikus 10.03.2021 kuni 8.04.2021 läbi küsitlused videokõne teel järgmiste IT teaduskonna haldusalas olevate juhtide või juhtivfiguuridega:

- IT teaduskonna dekaan Gert Jervan
- Tervisetehnoloogiate instituudi professor Peeter Ross
- Tarkvarateaduste instituudi direktor Marko Kääramees
- Arvutisüsteemide instituudi direktor Margus Kruus
- Thomas Johan Seebecki elektroonikainstituudi direktor Laur Lemendik

Uuringut alustati IT teaduskonna dekaaniga, videokõne koosnes 1. sissejuhatusel, milles tutvustati lõputöö eesmärki, TAIE fookusvaldkondi, nende sihte ning mõõdikuid, ja lühidalt ka AHP Saaty meetodit; 2. Google Forms [24] keskkonnas ankeetküsitluse täitmisest ning 3. AHP Online System tarkvaraga [25] võrdluste tegemistest. Videokõne valimise eesmärk oli lihtsustada ülesandest arusaamist ning lühendada küsitluse tegemiseks ja selle vastuste ootamisele kuluvat aega. Lisaks vähendas see segadust orienteerumisel küsitluse läbiviimise ajal mittetuttavates keskkondades ning teemades.

IT teaduskonna dekaanile esitati küsitluse esimeses pooles kuus sisulist küsimust mitme variandiga ruudustikus (inglise keeles *multiple-choice grid*), milles igaühes pidi ta andma TAIE fookusvaldkondade järjestused seoses teaduskonna/ instituudi panustest nendesse. Teises osas sooritas dekaan kuuele võrdlustegrupile kokku $6 \cdot 10 = 60$ paarikaupa võrdlust.

Instituutide direktorid pidid vastama intervjuu käigus ainult IT teaduskonna ja oma haldusalas oleva instituudi kohta ning sooritama sellest lähtuvalt kaks paremusjärjestikku seadmist ning $2 \cdot 10 = 20$ paaritist võrdlust.

Kuna esimene videokõne küsitluse läbiviimiseks oli edukas ning ilma suuremate probleemideta, siis katsetati, kas oleks võimalik saada ülejäänud küsitletavate vastused kätte meili teel. Selline vastuste küsimise meetod ei olnud aga edukas ning naaseti tagasi videokõnede juurde. Arvatavasti oli põhjuseks asjaolu, et kõrgemate tiitlitega õppejõud saavad nädalas palju erinevaid pakkumisi uuringutes osalemiseks ning autori saadetud meilid olid liialt sisutihedad ning pealtnäha keeruka struktuuriga ega tekitanud adressaatides piisavalt huvi, et seda täitma asuda.

Esimeses voorus otsustati asendada tervisetehnoloogiate instituudi direktor Kalju Meigas instituudi professori Peeter Rossiga, kuna direktor ei soovinud küsitluses osaleda. Töö eesmärgist lähtudes ei oma see muutus märgilist erinevust, sest asendaja on siiski selle instituudi haldusalas olev professor, kes igapäevaselt panustab selle instituudi eesmärkide teostumisse ning on pikalt olnud TalTechi tervisetehnoloogia valdkonnaga seotud. Lihtsuse mõttes tehakse lõputöös üldistus, et kui viidatakse instituutide direktoritele kui uuringus osalejatele, siis arvatakse sinna alla ka direktori asemel vastanud professor.

Intervjuus Peeter Rossiga selgus ning ka edasised küsitlused kinnitasid, et direktorid siiski ei pruugi olla nii heal arusaamisel TAIE fookusvaldkondadest ning sissejuhatusele tuli edaspidi rohkem rõhku panema. Lisaks esines ka asjaolu, et AHP Online Systemiga võrdluste tegemine ei ole väga kasutajasõbralik ning selgesti arusaadav. See asjaolu sundis edasised küsitlused viima täiesti üle Google Forms keskkonda. Seega dekaan Gert Jervan ja professor Peeter Ross teostasid küsitluse kahes keskkonnas ning nemad vastasid küsimustele meetoodika järjekorras, mitte teaduskonna või konkreetse instituudi kohta korraga erinevalt edasistest vastajatest.

Uuringu esimeste vastajate puhul jälgis autor, et AHP meetoodika jaoks kogutud hinnangud ei omaks soovitud suuremat kooskõla määra, $CR < 0,1$ [14]. Liiga suure CR

korral tuli küsitlaval oma võrdlused uuesti üle vaadata ning mõnda oma hinnangut veidike korrigeerida. Ka tarkvara AHP Online System pakkus omalt poolt soovitusi võrdluste korrigeerimiseks, millest kahjuks oli osalejatel raske aru saada. Soovides saada kätte inimeste kõige reaalsemaid arvamusi, loobuti antud nõude rangest järgimisest ja lubati osalejatel saada veidikene suuremaid järjepidevuse suhteid oma vastustes, maksimaalselt $CR < 0,2$ [9].

Kindlasti tuleb ka ära märkida, et Google Forms keskkonnas olid paremusjärjestiku küsimus ja AHP meetodi võrdlused üksteise järel. Seega vastaja sai juba esimesele küsimusele vastates ennast häälestada antud teemale ja siis edasi minna täpsemaks paaritisi võrdlusi tehes. Vajadusel võis osaleja liikuda küsitluses uuesti üles tagasi ning hinnata uuesti oma järjestiku vastust. See faktor aitas järgmistel vastajatel olla rohkem järjepidevam oma paarisvõrdluste tegemisel kui ka tagada otsejärgestuse ja AHP kaalude järjestuse ühildumine hilisemas analüüsis.

Küsitlusest saadud paremusjärjestikud ning paarikaupa võrdlused olid sisendiks töö analüüsi etapis.

3.4 Kasutatav tarkvara

Lõputöö andmete hoidmiseks ja analüüsimiseks uuriti erinevaid tarkvarasid, mida kasutada antud lõputöö tegemiseks. Hea tarkvaravalik vähendab andmete arvutamisel ja analüüsimisel tehtavaid vigu, eriti keerulisema meetodi kasutamisel.

AHP meetodi paarisvõrdluste läbiviimiseks ning nende analüüsimiseks on tänaseks päevaks juba arendatud mitmeid erinevaid tarkvarasid. Lihtsamate otsustusprobleemide jaoks võib kasutada ka Excelis rakendatud AHP programme, aga keerulisemate arhitektuuridega küsimustes tuleks suureks abiks võtta kasutusele spetsiaalne tarkvara [18].

Näiteks veebipõhine tarkvara TransparentChoice võimaldab lisaks AHP hierarhia otsuse struktureerimisele, hinnangute salvestamisele ning analüüsile ka grupiviisilist sisendit. TransparentChoice-il on lisaomadus arvutada osad võrdlused kasutaja eest, et hoida kokku inimese väärtuslikku otsustusvõimet. Eriti kasulik oleks see aspekt suure kriteeriumite arvu korral. Kahjuks on programmi tasuta versioon kättesaadav ainult teatud ülikoolidele ja teadusasutustele. [26]

Tasuta allalaetavate programmide hulgast kaaluti ka lõputöö tegemiseks Thomas. L. Saaty enda kaasabil tehtud SuperDecisions tarkvara [27], mida on kasutatud ka teiste Tallinna Tehnikaülikooli lõpetajate töödes. Antud programmis on võimalus kasutada ka analüütilist võrguprotsessi (inglise keeles *Analytical Network Process*) meetodit [27]. Kahjuks on programmi kasutajaliides jällegi üsna aegunud ning autoril ei õnnestunud programmi esinduslikult tööle saada, et seda uuringus kasutusele võtta.

AHP meetodi võrdluste kogumiseks ja hinnangute analüüsimiseks kasutati Klaus D. Goepel poolt arendatud tasuta veebipõhist avalikku tarkvara AHP Online System – AHP-OS [25]. AHP-OS eesmärk on olla abistav vahend nii väiksemate ja lihtsate kui ka väga keerukate otsuste tegemisel, eriti teadustöö tegemisel või muul hariduslikul sihtotstarbel [18]. Kahjuks on tarkvara kohati vigane ja mitte kasutajasõbralik. Probleemid, mida küsitluse tegijad ja lõputöö autor märkasid on erinevaid:

- programmis navigeerimisest arusaamiseks läheb palju aega;
- küsitluse tekstivälju kärbitakse süsteemi poolt;
- pärast ühe eesmärgi raames võrdluste tegemist esines tõrge hakata sisestama hinnanguid teise eesmärgi alla samas arvutis;
- programmi soovitusel paarisvõrdluste korrigeerimiseks järjepidevuse suhte (CR) baasil on ebaselged või suisa segadusse ajavad;
- kasutajaliides ei ole esmasel vaatlusel kergesti ning üheselt arusaadav.

Kuna tarkvaral oli palju segavaid probleeme, siis et säästa vastajate otsustusvõimet ja motivatsiooni paarisvõrdluste tegemiseks, ning mitte raisata ressursse kasutajaliidese mõistmiseks, mindi uuringu järgnevatel etappidel küsitlusega Google Forms keskkonda.

Siiski on AHP-OS tarkvarasse sisse kirjutatud juba AHP meetodi arvutuste loogika nii üksikvastuse kui ka grupivastuste korral. Kaalud arvutatakse leides sisend otsusemaatriksile suurim omaväärtus ja sellele vastav omavektor. Grupivastuse arvutamiseks ühildatakse otsusemaatriksid geomeetrilise keskmise abil enne omavektori leidmist. Lisaks on tarkvaras realiseeritud väga kasulik grupi konsensususe mõõdik, mille arvutamise aluseks on kasutatud Shannoni entroopiat. [18]

Programm arvutab ka jooksvalt arvamuste järjepidevuse suhet, mis on väga kasulik jälgimaks, et antud vastuste vahel ei tekiks loogilises mõttes suurt dissonantsi [18]. AHP-OS programmi CR-i arvutamise valemiks on võetud Saaty originaalarvutuse

$CR = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)RI_n$ [14] asemele J.A. Alonso ja T. Lamata [17] poolt edasiarendatud arvutuskäik $CR = (\lambda - n)(2,7699 * n - 4,3513 - n)$ [18].

Kui programmi arvutuste kohaselt on CR suurem kui 10%, siis tarkvara tõstab heleroheliselt esile kolm võrdlust, milles esineb kõige enam ebakõla; võrdluse objektid, mida võiks pigem eelistada; ning fundamentaalskaala väärtuse, mis aitaks elimineerida vastuste ebakõla [18]. Siit tuli jällegi välja suur tarkvaraprobleem ühele küsitletavale – kui programm soovitab kasutajal märkida võrdlus võrdtähtsaks, siis miks on ikkagi üks võrdluse komponent esile tõstetud.

4 Analüüs

Antud peatükis toob autor välja küsitluse tulemused ja analüüsib neid kasutades AHP meetodit ning Kemeny meetodit. Lisaks esitletakse analüüsi tulemusi ning nende tähendust päriselus.

4.1 Ülevaade

IT teaduskonna ja selle instituutide joonduvuse arvutamiseks Saaty meetodiga kasutati veebipõhist tarkvara AHP Online System [25]. Küsitlevate vastustest koostati paarisvõrdluste risttabelid ning AHP prioriteetide skaala saamiseks leitakse maatriksi omavektor ja leitakse selle normaliseeritud väärtused [14]. Seejärel võrreldakse omavahel AHP Saaty kaalude prioriteetide järjekorda küsitletava sisestatud paremusjärjestikuga. Lõpuks esitletakse vastused graafilisel kujul MDS tehnikaga ja tuuakse välja uuringu järeldused.

IT teaduskonna puhul kasutatakse sisestatud järjestuste grupivastuse leidmiseks Kemeny aksiomaatilist meetodikat, mida on võimalik arvutada RStudio programmis kasutades paketti ConsRank [28]. Seejärel võrreldakse omavahel kahe meetodi tulemusi ning antakse hinnanguline lõppjoonduvus.

Iga alampeatüki lõpuks toob autor välja erinevate juhtimistasandite arvamuste erisused ja kokkulangemised.

Valdkondade tähistamiseks kasutatakse järgmisi lühendeid:

- DIGI – digilahendused igas eluvaldkonnas;
- TERV – tervisetehnoloogiad ja -teenused;
- RESS – kohalike ressursside väärimine;
- ENRG – nutikad ja kestlikud energialahendused;
- ELUJ – elujõuline Eesti ühiskond, keel ja kultuuriruum.

4.2 IT teaduskonna joonduvuse leidmine

Järgnevalt on autor välja toonud kõikide osalejate IT teaduskonna paarisvõrdluste risttabelid, millele on juurde lisatud prioriteedi kaalud. Seejärel kõrvutatakse AHP meetodika kaalude kaudu saadud olulisuse järjekordi ja paremusjärjestusi, mis saadi küsitluse esimesest küsimusest otse.

Autor hindab erineva meetodika järgi saadud järjestusi ning teeb nende suhtes lõppjärelduse joondumiseks ning lisaks uurib ka arvamusi erinevate juhtimistasandite vahel.

4.2.1 Dekaaani arvamuse analüüs

Esimesena toome välja IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabeli (Tabel 2) ning kahe meetodi võrdlused (Tabel 3). AHP meetodikast saadud kaalud on parema visuaalse pildi jaoks ümardatud ühe komakohani, kümnendikuni. IT dekaani analüüsitud arvamus IT teaduskonna joonduvuse suhtes on ära toodud tabelis 3.

Tabel 2. IT dekaani hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	5	9	7	5	55,8%
TERV	0,2	1	8	5	5	25,6%
RESS	0,111111	0,125	1	0,333333	0,2	3,0%
ENERG	0,142857	0,2	3	1	1	7,0%
ELUJ	0,2	0,2	5	1	1	8,7%

Tabel 3. IT dekaani järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus	Järeldus
DIGI	1	1	1
TERV	2	2	2
RESS	5	5	NA
ENERG	4	3	3--4
ELUJ	3	4	3--4

IT dekaani AHP meetodika vastuste CR oli 9,6%, mis on alla 10%, ehk IT dekaani vastuseid võib lugeda veel üsnagi korrapäraseks. Tulemustes on näha väga selget ülekaalu DIGI valdkonna suunas, mille kaal AHP meetodi kohaselt oli 55,8%.

IT dekaani vastuste joonduvuste järjestused IT teaduskonna kohta on erinevad 3. ja 4. koha osas, kuigi see ei ole väga märkimisväärne erinevus, sest nende valdkondade kaalud AHP meetodi järgi erinesid kõigest 1,7%, mis on väga marginaalne osa, ehk IT dekaani silmis võib lugeda 3. ja 4. kohal asetsevad ENERG ja ELUJ valdkonnad sama suure tähtsusega valdkondadeks IT teaduskonna suhtes.

Samuti tuleks ära märkida ka asjaolu, et kohalike ressursside väärimise valdkonna kaaluks oli 3%, mis märgib selle valdkonna justkui tähtsusetuks IT teaduskonna vaatepunktist.

4.2.2 Arvutisüsteemide instituudi direktori arvamuse analüüs

Instituutide direktorite vastustest on esimesena vaatluse all arvutisüsteemide instituudi direktori Margus Kruusi hinnangud. Tabelis 4 on ära toodud tema hinnangute sisendmaatriks ja AHP meetodi kaalud. Tabelis 5 on AHP meetodi kaalude järjestusi võrreldud küsitluse sisestatud järjestustega ning viimases tulbas on ära toodud analüüsitud järeldus direktori vastustest lähtudes.

Tabel 4. Arvutisüsteemide instituudi direktori hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	4	8	3	5	47,8%
TERV	0,25	1	7	3	3	24,5%
RESS	0,125	0,142857	1	0,2	0,333333	3,4%
ENERG	0,333333	0,333333	5	1	5	17,2%
ELUJ	0,2	0,333333	3	0,2	1	7,1%

Tabel 5. Arvutisüsteemide instituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus	Järeldus
DIGI	1	1	1
TERV	2	2	2
RESS	5	5	NA

ENERG	3	3	3
ELUJ	4	4	4

Arvutisüsteemide instituudi direktori AHP meetoodika vastuste CR oli 9,9%, mis on veel soovituslikult vastuvõetav CR hinnang [13]. Sisestatud järjestused olid samad AHP meetoodikast saadud järjestustega ning prioriteetide kaalud olid hästi eristatavad, seega oli ka üldine tulemusjärjestus peaaegu samaväärne.

Direktori eelistuste esikolmikusse jäid DIG, TERV ja ENERG valdkonnad vastavalt kaaludega 47,8%; 24,5% ja 17,2%. Tugevalt väiksema olulisusega märgiti ära ELUJ valdkond osakaaluga 7,1%. Kuna kohalike ressursside väärimise valdkonna suhtes oli kaal 3,4%, mis on väga minimaalne panus (<5%), seega võiks selle hinnangu arvata IT teaduskonna joonduvusest TAIE valdkondadega välja.

4.2.3 Tarkvarateaduste instituudi direktori arvamuse analüüs

Järgmisena uurime tarkvarateaduste instituudi direktori Marko Kääramees vastuste tulemusi. Tabelis 6 on ära toodud tema AHP meetodi tulemuskaalud koos sisendhinnangutega. Tabelis 7 on esitletud AHP meetodi kaalude järjestus ja küsitlusse sisestatud paremusjärjestus ning tabeli viimases tulbas on ära toodud analüüsitud järeldus direktori vastustest lähtudes.

Tabel 6. Tarkvarateaduse instituudi direktori hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	5	9	5	6	57,6%
TERV	0,2	1	5	1	2	15,7%
RESS	0,111111	0,2	1	0,333333	1	5,1%
ENERG	0,2	1	3	1	3	15,0%
ELUJ	0,166667	0,5	1	0,333333	1	6,6%

Tabel 7. Tarkvarateaduse instituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus	Järeldus
DIGI	1	1	1
TERV	2	2	2—3

RESS	5	5	4—5
ENERG	3	3	2—3
ELUJ	4	4	4—5

Tarkvarateaduse instituudi direktori AHP meetodika vastuste CR oli 3,5%, mis indikeerib vastaja väga head võimekust tagada järjepidevus oma arvamustes.

Kõige suurema eelistuse IT teaduskonna kontekstis sai DIGI valdkond, prioriteediga 57,6%. Üldjoontes on sisestatud järjestused samad AHP meetodikast saadud järjestustega, kuigi vaadates prioriteetide kaale siis TERV (15,7%) ning ENERG (15,0%) valdkondade osakaalude vahe on ainult 0,7% ning RESS (5,1%) ja ELUJ (6,6%) osakaalude vahe 1,5%, mis ei viita väga suurele erinevusele joonduvuses, seega tulemuslikult võib need omavahel lugeda võrdselt panustavateks valdkondadeks.

4.2.4 Tervisetehnoloogiate instituudi direktori arvamuse analüüs

Tervisetehnoloogiate instituudi direktori AHP meetodi kaalud koos sisendhinnangutega on ära toodud tabelis 8 ning erinevad järjestused on esitletud tabelis 9 koos analüüsitud järeldusega.

Tabel 8. Tervisetehnoloogiate instituudi hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	6	8	7	4	57,3%
TERV	0,166667	1	2	1	0,5	9,5%
RESS	0,125	0,5	1	1	0,25	6,3%
ENERG	0,142857	1	1	1	2	12,2%
ELUJ	0,25	2	4	0,5	1	14,7%

Tabel 9. Tervisetehnoloogiate instituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus	Järeldus
DIGI	1	1	1
TERV	4	4	4
RESS	5	5	5
ENERG	3	3	2—3

ELUJ	2	2	2—3
------	---	---	-----

Ülekaalukamalt olulisimaks valdkonnaks järeldeb DIGI osakaaluga 57,3%. Kõik neli ülejäänud valdkonda (ELUJ, ENER, Terv ja RESS) omavad suhteliselt väiksemaid prioriteete (osakaalud vahemikus 6,3% kuni 14,7%) võrreldes DIGI alaga.

Tervisetehnoloogiate instituudi professori AHP meetodika vastuste CR oli 8,7%, mis on hea järjepidevuse hinnang. Sisestatud järjestused olid samad AHP meetodikast saadud järjestustega. Prioriteetide kaalude vahed olid vähemalt 2,5%, välja arvatud ENER ja ELUJ kriteeriumi vahel, seega on järeldeuslikus paremusjärjestiku need alad pandud võrdsetele positsioonidele. Kasutades Kemeny meetodikat järeldeuste peal alampeatükis 4.2.7, ei oma tegelikult tähtsust see aspekt, lõppvastus jääb muutumatuks.

4.2.5 TJS elektroonikainstituudi direktori arvamuse analüüs

TJS elektroonikainstituudi direktori AHP meetodi kaalud koos sisendhinnangutega on ära toodud tabelis 10 ning erinevad järjestused on esitletud tabelis 11 koos analüüsitud järeldeusega.

Tabel 10. TJS elektroonikainstituudi hinnangute risttabel IT teaduskonna suhtes.

	DIGI	Terv	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	1	4	7	9	39,4%
Terv	1	1	6	5	9	36,8%
RESS	0,25	0,166667	1	0,2	6	7,0%
ENERG	0,142857	0,2	5	1	9	14,5%
ELUJ	0,111111	0,111111	0,166667	0,111111	1	2,4%

Tabel 11. TJS elektroonikainstituudi direktori järjestuste võrdlus IT teaduskonna suhtes.

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus	Järeldeus
DIGI	1	1--2	1--2
Terv	2	1--2	1--2
RESS	4	4	4
ENERG	3	3	3
ELUJ	5	5	NA

TJS elektroonikainstituudi direktori AHP meetodika vastuste CR oli 16,8%, mis viitab asjaolule, et vastustes esines tuntavaid järjepidevuse vigu. Kuna küsitletav polnud varem tuttav antud meetodikaga, siis võib suurema CR saamise põhjuseks lugeda ka autori ebaselge või ebapiisava seletusviisi meetodikast antud isikule. Et saada kõige tõepärasemaid tulemusi, ei hakatud survestama vastajat oma hinnanguid muutma. Autor aktsepteerib sellest järelduvalt ka veidikene suurema CR väärtusega hinnanguid.

Direktori vastustest järeldub, et DIGI ja TERV valdkonnad on tahtnud hinnata siiski võrdselt, sest kaalude (39,4% ja 36,8%) vahe on kõigest 2,6% ning sisestatud järjestuses olid nad märgitud samale kohale. Kolmandale ja neljandale kohale eelistuses jäävad ENERG ja RESS valdkonnad osakaaludega 14,5% ja 7%. Kuna ELUJ kriteeriumi kaal oli alla 5% (2,4%), siis võib järeldada, et vastaja ei arva, et see aspekt oleks IT teaduskonna joonduvuse suhtes aktuaalne ning direktori lõppjoonduvuses panust ei oma.

4.2.6 AHP grupi arvamuse analüüs

IT teaduskonna grupile vastava prioriteediskaalade saamiseks AHP meetodiga kasutatakse esmalt geomeetrilist keskmist, et ühendada indiviidide risttabelid üheks maatriksiks ning alles seejärel leitakse kriteeriumitele vastavad skaalad (Tabel 12).

Tabel 12. IT teaduskonna kriteeriumite hinnangute grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud.

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	3,594432	7,300372	5,524298	5,578003	53,6%
TERV	0,278208	1	5,073035	2,371441	2,667269	21,4%
RESS	0,136979	0,197121	1	0,338504	0,630957	4,9%
ENERG	0,181018	0,421685	2,954177	1	3,063887	13,1%
ELUJ	0,179276	0,374915	1,584893	0,326383	1	7,1%

Ülekaalukalt (53,6%) võtab enda alla olulisuse kaardistamisel DIGI valdkond. Teisele kohale langeb tugevalt TERV kriteerium, osakaaluga 21,4%. Juba väiksemate kaaludega järgnevad ENERG ja ELUJ valdkonnad. RESS valdkond väga marginaalse prioriteediga (4,9%) on joonduvuses viimasel kohal, kui seda kriteeriumi üldse siin kontekstis

arvestada. Grupi konsensuse hinnangu väärtus on 90,2%, mis on üsnagi kõrge arvamuste üksmeele näitaja.

Erinevate juhtimistasemete arvamuste kooskõla arutamiseks ühildame instituutide direktorite kaalud geomeetrilise keskmisega üheseks sisendiks ning arvutame AHP prioriteedikaalud (Tabel 13).

Tabel 13. IT teaduskonna instituutide direktorite arvamuste koondatud sisendmaatriks ning kaalud

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	3,309751	6,928203	5,206811	5,732657	52,6%
TERV	0,302138	1	4,527019	1,96799	2,279507	20,3%
RESS	0,144338	0,220896	1	0,339809	0,840896	5,4%
ENERG	0,192056	0,508133	2,942831	1	4,0536	15,1%
ELUJ	0,174439	0,438691	1,189207	0,246694	1	6,7%

Paremaks andmete visualiseerimiseks on AHP kaalud ning nendest tuletatud paremusjärjestikud ka kõrvuti asetatud kõikide osalejate, instituutide direktorite ja lõpuks dekaani kohta (Tabel 14).

Tabel 14. IT teaduskonna AHP meetodi tulemused erinevatelt tasanditelt vaadelduna.

Valdkonnad	Kogu teaduskond		Direktorid		Dekaan	
	Kaalud	Järjestus	Kaalud	Järjestus	Kaalud	Järjestus
DIGI	53,6%	1	52,6%	1	55,8%	1
TERV	21,4%	2	20,3%	2	25,6%	2
RESS	4,9%	5	5,4%	5	3,0%	5
ENERG	13,1%	3	15,1%	3	7,0%	4
ELUJ	7,1%	4	6,7%	4	8,7%	3

Tulemusi vaadeldes on selgelt näha, et nii dekaan kui ka direktorid on ühel nõul IT teaduskonna joonduvusest kolme fookusvaldkonna osas: 1. kohal DIGI, 2. Terv ja kõige viimasel RESS. Dekaaani prioriteedi hinnang ELUJ kriteeriumile on suurem ENERGI omast, aga mitte väga suurel määral. Direktorid siiski eelistavad ENERGI valdkonda tuntaval määral rohkem kui ELUJ ala.

Täpselt sama AHP kaalude paremusjärjestust dekaaniga ei saanud mitte ükski direktor, siiski võib märkida, et kõige tähtsamate ning kõige ebaolulisemate alade vahel on kõigil ühine arusaam, erinevused tekivad pigem keskselt joonduvate aladega.

4.2.7 Kemeny meetodiga arvamuse analüüs

Joonduvuse tulemuste võrdlemiseks on AHP meetodi kõrvale valitud Kemeny aksiomaatiline meetod. Arvutamise ettevalmistuse jaoks on võetud kõik osalejate poolt sisestatud paremusjärjestikud ühe teema raames ning koondatud üheks sisendiks nt Exceli faili. Seejärel on kasutatud RStudio ConsRank paketi sisalduvat BB algoritmi, et leida järjestus, mis on kõige lähedasem vastus sisendile (Tabel 15) [28].

Tabel 15. IT teaduskonna joonduvuse järjestus Kemeny meetodikaga

Valdkonnad	Tulemuslik järjestus
DIGI	1
TERV	2
RESS	5
ENERG	3
ELUJ	4

Antud järjestuse korrelatsiooni koefitsient τ -x on 0,82, see on kõige suurema lähedusega järjestus, mida algoritm leida suutis. Saadud valdkondade prioriteetide järjekord klappib AHP meetodi omaga, ehk võib öelda, et analüüsist tuletatud joonduvus peaks olema antud uurimuse IT teaduskonna lõppjoonduvus TAIE valdkondadega.

Andmete põhjalikumaks analüüsimiseks kontrollis autor, kas AHP meetodi üksikisikute kaalude järjestustest, saadakse ka samane vaste. Algoritm tagastas ka seekord sama järjestuse vastuseks, τ -x oli aga veidikene väiksem – 0,8.

Lisaks kontrollis autor ka instituutide direktorite grupijoonduvuse erinevust kahe meetodi vahel. Kemeny meetodi vastuseks saadi jällegi järjestus, mis klappis täielikult AHP meetodi kaalude järjestusega, τ -x väärtuseks kujunes 0,775.

Väljatöötatud BB algoritm suudab sisendist, mis sisaldab nii viike kui ka täitmata vasteid, leida kõige konsensuslikuma järjestuse. Seega proovis autor kasutada Kemeny meetodika sisendina ka järeldusena kirja panduid järjestusi, mis on kohati ebatäielikud ja viike

sisaldavad. Algoritmiga tagastati kolm erinevate järjestust, mis kõik omasid tau-x 0,58 (Tabel 16).

Tabel 16. Järelduse järjestustele leitud koondjärjestus Kemeny meetodiga

Valdkonnad	Tagastatud järjestikud		
DIGI	1	1	1
TERV	2	2	2
RESS	5	5	4—5
ENERG	3	3—4	3
ELUJ	4	3—4	4—5

Esimene tagastatud järjestus klapib AHP meetodist saadud järjestuse ning paremusjärjestikuga, mille sisendina oli kasutatud sisestatud järjestusi.

Väljundjärjestikud erinevad üksteisest pelgalt ainult viikide jagunemise poolest viimasel kolmel kohal. Esimesel kahel kohal asetsevad väga kindlalt DIGI ja TERV valdkonnad.

4.3 Instituutide joonduvuste leidmine

Antud peatükis toob autor välja küsitluse tulemused iga vastaja kohta. Võrdluseks on lisatud ka otse küsimustikust võetud paremusjärjestikud. Seejärel on välja toodud geomeetrilise keskmise abil arvatud hinnangute maatriksid. Nende andmete abil on analüüsitud lõplikud instituutide joonduvused TAIE fookusvaldkondade suhtes.

4.3.1 Arvutisüsteemide instituudi joonduvuse leidmine

Arvutisüsteemide instituudi joonduvuse TAIE fookusvaldkondadega leidmiseks on omavahel võrreldud dekaani ja instituudi direktor Margus Kruusi AHP meetodist arvatud prioriteetide kaale, nende järjestust ning küsitluse sisestatud paremusjärjestikke.

Tabelis 17 on ära toodud IT teaduskonna dekaani Gert Jervani hinnangud vastavalt Saaty fundamentaalskaalale ning AHP meetodikaga arvatud kaalud.

Tabel 17. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel arvutisüsteemide instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal

DIGI	1	5	9	7	7	58,5%
TERV	0,2	1	5	3	5	21,2%
RESS	0,11111	0,2	1	0,33333	0,33333	3,7%
ENERG	0,14286	0,33333	3	1	3	10,4%
ELUJ	0,14286	0,2	3	0,33333	1	6,2%

IT teaduskonna dekaani AHP meetoodika vastuste CR oli 8,2%, mis viitab rahuldavale tasemele vastuste järjepidevuses. Ülekaalukas eelistatus on DIGI valdkonnas (58,5%), teisel kohale jääb üsna arvestatava kaaluga TERV valdkond (21,2%). Juba väiksemate tähtsustega prioriteedid on ENERG ja ELUJ kriteeriumitel (vastavalt 10,4% ja 6,2%). Vastaja hinnangutest järeldeb RESS valdkonna tühisus arvutisüsteemide instituudi vaatepunktist, mille osakaaluks kujunes ainult 3,7%.

Võrdluseks on autor välja toonud ka AHP kaaludest saadud järjestuse ning küsitluse sisestatud järjestuse võrdlustabeli (Tabel 18).

Tabel 18. Dekaanil järjestuste võrdlus arvutisüsteemide instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	1	1
TERV	2	3
RESS	5	4
ENERG	3	2
ELUJ	4	5

Tabelis ära toodud järjestused on erinevad tervelt nelja juhul. Arvatavasti tuleneb selline suur ebakõla dekaaniga läbiviidud küsitluse struktuurist, mis oli üsnagi mahukas ning keerulise ülesehitusega. Ehk dekaan pidi mitu korda vastama samadele küsimustele, aga erinevate instituutide ja teaduskonna kohta, mis võis tekitada segadust ning sellest tulenevalt ebakõlasid vastustes. Seega praeguse küsimuse kontekstis juhindume pigem AHP meetoodika tulemustest, sest paaritiste võrdluste tegemine nõuab rohkem süvenemist. Lisaks kontrollisime ka dekaani vastuste kooskõla määra küsitluse tegemise ajal, mis oli alla kirjanduses soovitatavat piirmäära [13].

Järgmisena uurin arvutisüsteemide instituudi direktori Margus Kruusi vastuste tulemusi. Tabelis 19 on ära toodud tema hinnangud vastavalt Saaty fundamentaalskaalale ning AHP meetodikaga arvutatud kaalud.

Tabel 19. Arvutisüsteemide instituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	3	7	2	5	40,3%
TERV	0,33333	1	7	0,33333	5	20,6%
RESS	0,14286	0,14286	1	0,33333	0,2	4,1%
ENERG	0,5	3	3	1	3	26,0%
ELUJ	0,2	0,2	5	0,33333	1	8,9%

Arvutisüsteemide instituudi direktori AHP meetodika vastuste CR oli 14,4%, mis on suurem kui T. L. Saaty poolt adekvaatseks tunnistatud CR-i piirmäär [13]. Sellest hoolimata ei hakanud autor osalejalt hinnangute muutmist nõudma, kuna nagu sai ka seletatud eelmises alapeatükis, siis soovides rahuldada meetodika piirmäära, võib vastaja hoopis muuta oma vastuseid selliselt, et need ei ole enam kooskõlas tema subjektiivsete hinnangutega, ja meetodi kasutamine antud eesmärgi nimel ei ole enam õigustatud.

Direktori vastustest järeldub, et arvutisüsteemide instituudi fookusallasse jäävad kolm valdkonda: DIGI, ENERG ja TERV, omades osakaale vastavalt 40,3%; 26,% ja 20,6%. RESS valdkond on meetodika tulemustes väga marginaalse kaaluga (4,1%), mis viitab selle võimalikule tühisusele antud kontekstis.

Direktori sisestatud paremusjärjestik ning AHP meetodika prioriteetide kaaludest tuletatud järjestus arvutisüsteemide instituudi suhtes klapiivad täielikult (Tabel 20).

Tabel 20. Arvutisüsteemide instituudi direktori järjestuste võrdlus arvutisüsteemide instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	1	1
TERV	3	3
RESS	5	5
ENERG	2	2
ELUJ	4	4

Arvutisüsteemide instituudi lõppjoonduvuse TAIE fookusvaldkondadega leidmiseks kasutame geomeetrilist keskmist, et saada mõlema osaleja hinnangud ühtlustatud üheks sisendmaatriksiks (Tabel 21). Seejärel leiame vastavalt uuele sisendmaatriksile AHP meetodikaga koondatud prioriteetide kaalud (Tabel 21).

Tabel 21. Arvutisüsteemide instituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud.

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	3,87298	7,93725	3,74166	5,91608	50,8%
TERV	0,2582	1	5,91608	1	5	21,2%
RESS	0,12599	0,16903	1	0,33333	0,2582	4,0%
ENERG	0,26726	1	3	1	3	16,2%
ELUJ	0,16903	0,2	3,87298	0,33333	1	7,8%

Suurimad prioriteetidid on DIGI (50,8%) ning TERV (21,1%), ENERG ja ELUJ omavad vähem olulisust (vastavalt 16,2% ja 7,8%) ning RESS valdkond, nagu võis juba järeldada ka üksikisiku prioriteetidest on tühise kaaluga kriteerium, omades osakaalu ainult 4,0%.

Antud instituudi kontekstis on erinevate juhtimistasandite arvamus küsimusele: „Kuidas joondub arvutisüsteemide instituut TAIE fookusvaldkondadega“ üsna sarnane, arvestades AHP meetodi tulemusi, mille grupi konsensus määr on 93,8%. Kõige suurim erinevus tekkis TERVIS ja ENERG valdkondade vahel, kus eelistused ei klappinud. Siin tulevadki esile isikute enda kogemused, väärtused, vaated ja muud subjektiivsed hinnangud antud kontekstis. Edasiarendusena võiks mõelda ideele kaasata ka teisi instituudi arengusse panustajaid ning lisada ka nende arvamused, et veelgi kindlustada ja täpsustada grupihinnangut. Sealt oleks huvitav uurida kuidas eelistavad teised osalejad TERV ja ENERG valdkonda ning kas nende hinnangud ühtivad pigem dekaani või instituudi direktoriga.

4.3.2 Tarkvarateaduse instituudi joonduvuse leidmine

Tarkvarateaduste instituudi joonduvuse TAIE fookusvaldkondadega leidmiseks on omavahel võrreldud dekaani ja instituudi direktori AHP meetodist arvatud prioriteetide kaale, nende järjestust ning küsitlusse sisestatud paremusjärjestikke.

Esimesena uurime dekaani vastuste tulemusi, tabelis 22 on ära toodud AHP meetodi kaalud koos sisendmaatriksiga.

Tabel 22. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel tarkvarateaduste instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	5	7	3	5	48,7%
TERV	0,2	1	5	0,33333	3	14,4%
RESS	0,14286	0,2	1	0,2	0,2	3,7%
ENERG	0,33333	3	5	1	3	23,9%
ELUJ	0,2	0,33333	5	0,33333	1	9,3%

Dekaani hinnangute järjepidevuse suhe CR on 9,7%, mis rahuldab Saaty poolt kindlaksmääratud piirmäärale allumist (<10%) [13]. Analüüsi tulemustest selgub, et DIGI valdkond on eelistatum tarkvarateaduste instituudi vaatepunktist, omades ülekaalukat prioriteeti 48,7%. ENERG ja TERV valdkondadesse panustab instituut keskmiselt (vastavalt 23,9% ja 14,4%) ning ELUJ kriteeriumi prioriteet antud kontekstis on võrdlemisi vähene (9,3%). RESS valdkonna eelistatus on väga väike (3,7%), ehk järeldusena võib öelda, et dekaani arvates sellesse valdkonda tarkvarateaduste instituut reaalselt praegu ei panustagi.

Dekaani sisestatud paremusjärjestik ning AHP meetodika prioriteetide kaaludest tuletatud järjestus tarkvarateaduste instituudi suhtes on asetatud tabelis paremaks visualiseerimiseks kõrvuti (Tabel 23).

Tabel 23. Dekaaani järjestuste võrdlus tarkvarateaduste instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	1	1
TERV	3	3
RESS	5	5
ENERG	2	2
ELUJ	4	4

Võrreldes AHP maatriksi omaväärtusest saadud järjestust ja sisestatud paremusjärjestikku, klapiivad need täielikult.

Järgmisena uurime tarkvarateaduste instituudi direktori Marko Kääramees vastuste tulemusi. Tabelis 24 on ära toodud tema AHP meetodi tulemuskaalud koos sisendhinnangutega.

Tabel 24. Tarkvarateaduste instituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	7	9	3	5	53,2%
TERV	0,14286	1	3	0,33333	0,5	8,1%
RESS	0,11111	0,33333	1	0,2	0,33333	4,1%
ENERG	0,33333	3	5	1	3	23,3%
ELUJ	0,2	2	3	0,33333	1	11,3%

Instituudi direktori vastuste CR on 3,1%, mis on väga hea vastuste järjepidevuste suhe. Meetodi tulemused viitavad ülekaalukalt, et tarkvarateaduste instituut panustab kõige suuremal määral DIGI valdkonda (53,2%) ning vastupidiselt RESS valdkonda arvatavasti mitte üldse (4,1%). Ka ENERG elemendi kaal on tähelepanu osutamise väärimise suurusega (23,3%). ELUJ ja TERV valdkondade joonduvuse olulisus on pigem madal (osakaalud vastavalt 11,3% ja 8,1%).

Direktori sisestatud paremusjärjestik ning AHP meetodika prioriteetide kaaludest tuletatud järjestus tarkvarateaduste instituudi suhtes on asetatud tabelis paremaks visualiseerimiseks kõrvuti (Tabel 25).

Tabel 25. Tarkvarateaduste instituudi direktori järjestuste võrdlus oma instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	1	1
TERV	4	4
RESS	5	5
ENERG	2	2
ELUJ	3	3

Võrreldes AHP maatriksi omaväärtusest saadud järjestust ja sisestatud paremusjärjestikku, ühtivad need täielikult.

Üldise joonduvuse saamiseks on üksikhinnangute maatriksid ühtlustatud grupisisendiks kasutades geomeetrilist keskmist. Seejärel on AHP meetodiga leitud grupiprioriteetid tarkvarateaduste instituudile (Tabel 26).

Tabel 26. Tarkvarateaduste instituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	5,91608	7,93725	3	5	51,6%
TERV	0,16903	1	3,87298	0,33333	1,22475	10,6%
RESS	0,12599	0,2582	1	0,2	0,2582	4,0%
ENERG	0,33333	3	5	1	3	23,7%
ELUJ	0,2	0,8165	3,87298	0,33333	1	10,1%

Grupi omaväärtuse andmed kinnitavad DIGI valdkonna suurimat tähtsust (osakaal 51,6%) ning ENERG valdkonda teisejärgulist panustamist (23,7%) tarkvarateaduse instituudi poolt. TERV ja ELUJ prioriteetide kaalud on kõigest 0,5%-lise vahega (vastavalt 10,6% ja 10,1%), mis määrab nende kriteeriumite võrdse panuse grupi vastuse korral praeguses analüüsis. Kuna mõlemad osalejad märkisid RESS valdkonna kõige ebatähtsamaks on see ka grupivastuses tühise kaaluga (4%), ehk praegusest joonduvusest võiks ta välja arvata.

Dekaani ja direktori arvamused antud eesmärgi suhtes lahknevad ainult kahe juhul: dekaan arvab et tarkvarateaduste instituut panustab rohkem TERV valdkonda kui ELUJ-sse, direktoril on täpselt vastupidine hinnang. Siiski pole kahe elemendi osakaalude vahe väga suur mõlema osaleja tulemustes (dekaanil 5,1% ja direktoril 3,2%), seega ka lõppjoonduvuses jagavad valdkonnad sama suurusega olulisust tarkvarateaduste instituudi suhtes.

Üldises pildis on AHP meetodi grupikonsensus väga kõrge, 98,7%, kuigi soovi korral võiks edasiarendusena mõelda veel mõne tarkvarateaduste instituudi arvamusiidri kaasamist uuringusse. Laiendatud analüüsist saaks näha kuhu suunas liigub suurema valimi grupihinnangud: kas TERV ja ELUJ valdkonnad jäävadki püsima võrdsele pulgale või leitakse, et ikkagi ühel kriteeriumil on suurem tähtsus.

4.3.3 Tervisetehnoloogiate instituudi joonduvuse leidmine

Tervisetehnoloogia instituudi joonduvuse TAIE fookusvaldkondadega leidmiseks on omavahel võrreldud dekaani ja instituudi direktori asendaja AHP meetodist arvatud prioriteetide kaale, nende järjestust ning küsitluse sisestatud paremusjärjestikke.

Esimesena uurime dekaani vastuste tulemusi, tabelis 27 on ära toodud AHP meetodiga tuletatud kaalud koos sisendhinnangutega.

Tabel 27. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel tervisetehnoloogiate instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	0,14286	5	5	1	16,1%
TERV	7	1	9	9	3	57,4%
RESS	0,2	0,11111	1	1	0,2	4,1%
ENERG	0,2	0,11111	1	1	0,2	4,1%
ELUJ	1	0,33333	5	5	1	18,2%

Dekaani hinnangute järjepidevuse suhe (CR) on 4,6%, mis on väga hea kooskõlale viitav väärtuse suurus. Dekaaani hinnangute kohaselt panustab tervisetehnoloogiate instituut ülekaalukamalt TERV valdkonda (kaaluga 57,4%), mis on iseenesest ka loogiline tulemus ning vastupidise olukorra puhul oleks pidanud meetodi paikapidavuses päriselus sügavalt kahtlema. ELUJ ja DIGI kriteeriumite kaalud on üsnagi sarnaste suurustega (18,2% ja 16,1%) ehk need võib järelduste lihtsuse mõttes lugeda ka järjestikus põhimõtteliselt võrdsel kohal asetsevateks valdkondadeks. Dekaaani arvamuste joonduvusest võime välja arvata RESS ja ENERG valdkonnad, sest nende osakaal (4,1%) lõppvastustes on väga väike (<5%).

Tabelis 28 on AHP meetodi kaalude järjestusi võrreldud küsitluse sisestatud järjestustega.

Tabel 28. Dekaaani järjestuste võrdlus tervisetehnoloogiate instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	3	2
TERV	1	1
RESS	4--5	4

ENERG	4--5	5
ELUJ	2	3

Paremusjärjestikud erinevad selgelt kahe elemendi puhul: DIGI ja ELUJ. Siiski annab sisestatud järjestus antud olukorras mingisuguse suunise valdkondade joonduvuseks. Otsene järjestus ei pruugi olla nii täpne kui AHP meetodikast saadu, sest vajab ära tegemiseks esmapilgul väga vähe aega ning süvenemist. Järjestuste erinevused DIGI ja ELUJ valdkondades pole tegelikult üllatavad, sest AHP meetodikas on nende kaalud üsnagi sarnased, sama kehtib ka RESS ja ENERG kohta, kus prioriteedid olid tegelikult võrdsed.

Järgmisena uurime tervisetehnoloogiate instituudi direktori asendaja Peeter Rossi vastuste tulemusi. Tabelis 29 on ära toodud tema sisestatud hinnangute maatriks ja AHP meetodi kaalud.

Tabel 29. Tervisetehnoloogiate instituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	0,25	3	2	1	15,6%
TERV	4	1	8	6	3	51,6%
RESS	0,33333	0,125	1	0,5	0,16667	4,7%
ENERG	0,5	0,16667	2	1	0,5	8,7%
ELUJ	1	0,33333	6	2	1	19,3%

Instituudi professori vastuste CR oli 1,7%, mis on antud uuringus kõige väiksem kooskõla määr AHP sisendmaatriksi kohta. See asjaolu viitab küsitletava väga kindlale arvamusele instituudi joonduvusest TAIE valdkondade suhtes.

Ülekaaluka joonduvuse võtab enda alla TERV valdkond (osakaal 51,6%), millele järgnevad väiksemate proportsioonidega ELUJ, DIGI ja ENERG valdkonnad (osakaaludega vastavalt 19,3%; 15,6% ja 8,7%). Järjekordselt on näha AHP meetodi tulemustes ühte kriteeriumi - RESS, mille kaal on väga väike (4,7%, mis on <5%), ehk arvatavasti antud kontekstis pole see valdkond oluline.

Tabelis 30 on AHP meetodi kaalude järjestusi võrreldud küsitluse sisestatud järjestustega.

Tabel 30. Tervisetehnoloogiate instituudi direktori järjestuste võrdlus oma instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	3	3
TERV	1	1
RESS	5	5
ENERG	4	4
ELUJ	2	2

Võrreldes AHP maatriksi omaväärtusest saadud järjestust ja sisestatud paremusjärjestikku, klapiavad need täielikult. See asjaolu kinnitab veelgi fakti, et vastajal on väga kindel ja läbimõeldud arvamus instituudi joonduvusest TAIE fookusvaldkondadega.

Lõppjoonduvuse saamiseks on kasutades geomeetrilist keskmist ühtlustatud vastajate sisendmaatriks ning seejärel on AHP meetodiga leitud grupiprioriteedid tervisetehnoloogia instituudile (Tabel 31).

Tabel 31. Tervisetehnoloogiate instituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	0,18898	3,87298	3,16228	1	16,0%
TERV	5,2915	1	8,48528	7,34847	3	54,5%
RESS	0,2582	0,11785	1	0,70711	0,18257	4,5%
ENERG	0,31623	0,13608	1,41421	1	0,31623	6,0%
ELUJ	1	0,33333	5,47723	3,16228	1	18,9%

Grupivastuste CR on 2,3%, mis on sobiv ja tähendab, et vastused on hästi kasutatavad edasiseks uurimiseks. Grupihinnangu tulemused kinnitavad TERV valdkonna ülekaalukat olulisust tervisetehnoloogiate instituudi joonduvuses TAIE fookusvaldkondadega, osakaaluga 54,5%. Tähtsuselt teisel ja kolmandal kohal on väikeste osakaalude vahedega ELUJ ja DIGI valdkonnad (vastavalt 18,9% ja 16%). Väga vähesel määral omab ENERG valdkond joonduvust antud kontekstis (osakaal 6%).

Aspekti kas tervisetehnoloogiate instituut panustab üldse ENERG valdkonda kindlamaks väljaurimiseks oleks võimalik esitada lisaküsimusi uuringus osalejatele või siis kaasata küsitlusse veel teisi instituudi professoreid. Tulemustest võib järeldada, et tervisetehnoloogiate instituudi panustamist RESS valdkonda realselt ei toimu, sest osakaal on niivõrd väike (4,5%).

Dekaani ja professori arvamused antud kontekstis olid üsna sarnased, sellele viitasid nii lõpptulemused kui ka grupi konsensus hinnang, mis on 98,8%. Ainuke erinevus eelistustes ilmeski ENERG valdkonna osas, kus dekaan märkis selle põhimõtteliselt joonduvuse tähtsusest välja andes sellele elemendile väga väikseid hinnanguid. Samas professor Peeter Ross andis kriteeriumile paremaid hinnanguid, mis ei elimineerinud valdkonda täiesti ning mis paigutas ta järjestuses neljandale kohale.

4.3.4 Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituudi joonduvuse leidmine

TJS elektroonikainstituudi joonduvuse TAIE fookusvaldkondadega leidmiseks on omavahel võrreldud dekaani ja instituudi direktori Laur Lemendik AHP meetodist arvutatud prioriteetide kaale, nende järjestust ning küsitlusse sisestatud paremusjärjestikke.

Esimesena uurime dekaani vastuste tulemusi, tabelis 32 on ära toodud AHP meetodi kaalud koos sisendhinnangutega.

Tabel 32. IT teaduskonna dekaani hinnangute risttabel TJS elektroonikainstituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	3	7	5	7	48,4%
TERV	0,33333	1	7	5	5	29,9%
RESS	0,14286	0,14286	1	0,2	1	4,1%
ENERG	0,2	0,2	5	1	5	13,1%
ELUJ	0,14286	0,2	1	0,2	1	4,4%

Dekaani hinnangute järjepidevuse suhe (CR) on 9,8%, mis viitab asjaolule, et vastustes ei esine väga suuri ebakõlasid. Dekaaani vastuste tulemused toovad esile DIGI ja TERV valdkondade (osakaalud 48,4% ja 29,9%) olulisuse TJS elektroonikainstituudi suhtes. Vähemal määral saab siiski arvestada ka panust ENERG valdkonda (prioriteedi kaal

13,1%) TJS elektroonikainstituudi poolt. Väga väikeste prioriteetidega, mille osakaal on alla 5%, RESS (4,1%) ja ELUJ (4,4%) valdkonnad võib arvata tähtsusejärjestusest välja, sest loogilise järeldusena instituut nendesse valdkondadesse siiski ei panusta silmapaistval ja mõõdetaval viisil.

Tabelis 33 on AHP meetodi kaalude järjestusi võrreldud küsitluse sisestatud järjestustega.

Tabel 33. Dekaaani järjestuste võrdlus TJS elektroonikainstituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	1	1
TERV	2	2
RESS	5	3
ENERG	3	4
ELUJ	4	5

Dekaani järjestused erinevad tervelt kolme kriteeriumi korral, antud anomaalia võis tuleneda temale vormistatud küsitluse keerulisest struktuurist ja mahust. Dekaaani järjestuste ebakõla tekkimise põhjuseid arutasime ka arvutisüsteemide ja tervisetehnoloogiate instituudi joonduvuse leidmise alampeatükis 4.3.1 ja 4.3.3. Sellest tulenevalt ei pea me antud olukorras sisestatud järjestusi väga usaldusväärseks ning toetume pigem AHP meetodika vastustele. AHP meetodi kohaselt siiski ei ole võimalik väga kiirustades küsitlust täita, sest juba ainuüksi vastuste andmise meetodi eripära vajab süvenemist. Lisaks dekaani puhul kontrolliti kohe jooksvalt ka CR-i. Liiga suure järjepidevuse suhte juures pidi osaleja uuesti süvenema oma vastustesse ning mõnda oma hinnangut veidike korrigeerima. Antud nõude täpsest kinnipidamisest siiski loobuti uuringu edasistes etappides, soovimata suunata osalejate reaalseid arvamusi olgu nad siis mõnel juhul veidike rohkem ebajärjepidevamad kui soovituslik.

Järgmisena uurime TJS elektroonikainstituudi direktori Laur Lemendik vastuste tulemusi. Tabelis 34 on ära toodud tema AHP meetodi kaalud koos sisendhinnangutega.

Tabel 34. TJS elektroonikainstituudi direktori hinnangute risttabel oma instituudi suhtes

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal

DIGI	1	4	9	7	9	54,6%
TERV	0,25	1	9	7	9	30,3%
RESS	0,11111	0,11111	1	0,33333	1	3,5%
ENERG	0,14286	0,14286	3	1	4	8,2%
ELUJ	0,11111	0,11111	1	0,25	1	3,4%

Instituudi direktori vastuste CR on 9,2%, mis on sobilik vastuste järjepidevuse indikaator. Vastustest tuleneb, et TJS elektroonikainstituudi fookusala domineerivad DIGI ja TERV valdkonnad, osakaaludega 54,6% ja 30,3%. ENERG kriteeriumi koht eesmärgi suhtes on tagasihoidlikumal kohal (osakaaluga 8,2%). RESS ja ELUJ valdkonna prioriteetide väärtused (3,5% ja 3,4%) on siiski liiga madalad (<5%), et neid arvestada antud joonduvuses olulisteks aspektideks.

Tabelis 35 on AHP meetodi kaalude järjestusi võrreldud küsitlusse sisestatud järjestustega.

Tabel 35. TJS elektroonikainstituudi direktori järjestuste võrdlus oma instituudi suhtes

Valdkonnad	AHP järjestus	Otsejärjestus
DIGI	1	1
TERV	2	2
RESS	5	4--5
ENERG	3	3
ELUJ	4	4--5

Järjestikud on esmasel vaatlusel üsnagi samalaadsed. Tegelikult AHP meetodi 4. ja 5. kohal asetsevad kaalud võib väga väikese erinevuse poolest lugeda võrdseteks, sest selliste immateriaalsete objektide suhtes otsime me pigem üldist joonduvust kui täpseid arvulisi väärtusi. Tuleb ära mainida, et vastuste tegemise ajal direktor soovis märkida osasid kriteeriume (RESS ja ELUJ) joonduvusest välja, kuid küsitlusse ei olnud kaasatud sellist võimalust.

TJS elektroonikainstituudi lõppjoonduvuse TAIE fookusvaldkondadega saamiseks on kasutades geomeetrilist keskmist arvatud grupihinnangud ning seejärel on AHP meetodiga leitud grupiprioriteetid TJS elektroonikainstituudile (Tabel 36).

Tabel 36. TJS elektroonikainstituudi grupi konsolideeritud otsusemaatriks ning kaalud

	DIGI	TERV	RESS	ENERG	ELUJ	Kaal
DIGI	1	3,4641	7,93725	5,91608	7,93725	51,6%
TERV	0,28868	1	7,93725	5,91608	6,7082	30,2%
RESS	0,12599	0,12599	1	0,2582	1	3,8%
ENERG	0,16903	0,16903	3,87298	1	4,47214	10,4%
ELUJ	0,12599	0,14907	1	0,22361	1	3,9%

Joonduvuse põhialadeks on DIG ja Terv valdkonnad, vähesel määral panustab instituut ka ENER valdkonda. RESS ja ELUJ omavad instituudi joonduvuses ebaolulist kohta, saades analüüsis prioriteetide kaaludeks väga väikesed väärtused (<5%).

Arvestades asjaolu, et osalejate lõppvastused olid suuremal määral ühesugused, siis ka grupiprioriteetide kaalude suurusvahemikud langesid üksikisiku prioriteetidega kokku. Antud küsimuse kontekstis oli AHP grupi konsensuse hinnang uuringu suurim – 99%. Seega selles uuringupunktis olid erineva taseme juhtide arvamused konsensuslikud.

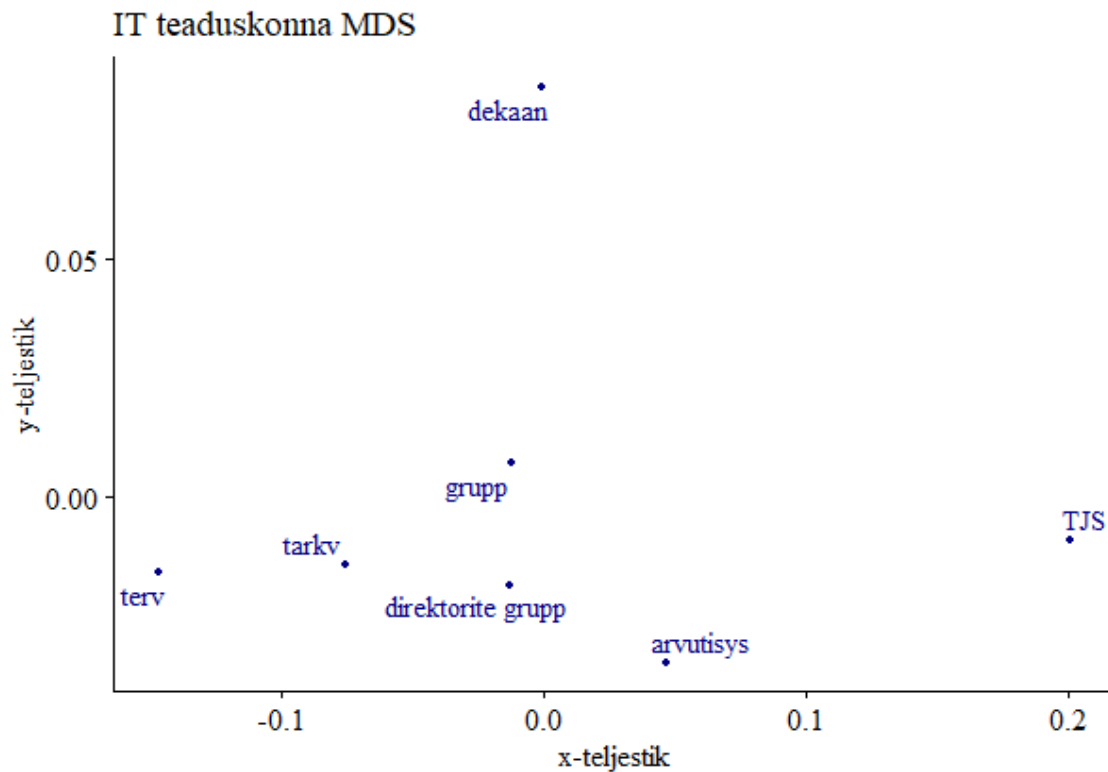
4.4 Andmete visuaalne esitus

Vastajate tulemuste omavaheliste suhete paremaks arusaamiseks on andmeid kujutatud kahedimensioonilistes ruumides kasutades MDS-i. AHP meetodist saadud tulemuskaalusid kasutati sisendina joonisel 3 kujutatud graafikul, mis esitleb vastuseid IT teaduskonna joonduvuse kohta. Andmeobjektide vahelise kauguse arvutamiseks on lähtutud Eukleidilisest kaugusest klassikalise MDS tehnikaga.

Joonisel on ruumi kokkuhoidmise jaoks kasutatud lühendeid:

- terv – tervisetehnoloogiate instituudi direktori vastustest arvatud joonduvused;
- arvutisys – arvutisüsteemide instituudi direktori vastustest arvatud joonduvused;
- TJS – Thomas Johan Seebecki elektroonikainstituudi direktori vastustest arvatud joonduvused;
- tarkv – tarkvarateaduste instituudi direktori vastustest arvatud joonduvused;
- dekaan – dekaani vastustest arvatud joonduvused;

- grupp – grupivastustest arvatud joonduvused;
- direktorite grupp – direktorite grupivastustest arvatud joonduvused.



Joonis 3. IT teaduskonna AHP kaalude visualiseerimine MDS-iga

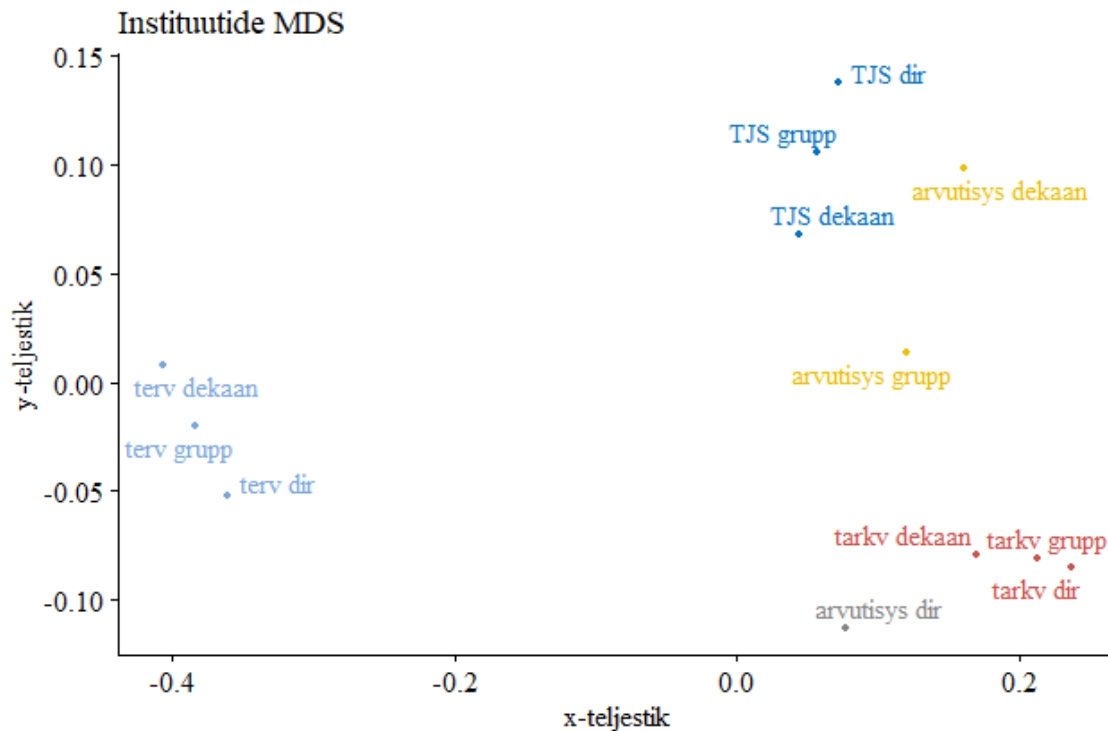
Antud visuaal annab hea ülevaate kui sarnased olid erinevate vastajate AHP meetodi prioriteedikaalud IT teaduskonna kohta. Kõige kaugemal grupivastustest on dekaan ja TJS elektroonikainstituudi direktor ning kõige lähemal tarkvarateaduste instituudi direktor. Sellelt jooniselt võiks arvata, et dekaani ja instituutide direktorite arvamused lahknevad mingil määral. Samamoodi on ka direktorite endi seas erimeelsusi.

Instituutide AHP meetodi joonduvused erinevatest perspektiividest vaadatuna on kujutatud joonisel 4. Graafiku kaardistamiseks kasutati klassikalist MDS-i toetudes Eukleidilise kaugusele. Kõige sarnasemad andmepunktid on jaotatud värvide järgi gruppidesse ehk klastritesse.

Joonisel on ruumi optimeerimise jaoks kasutatud lühendeid:

- terv – joonduvused tervisetehnoloogiate instituudi kohta;
- arvutisys – joonduvused arvutisüsteemide instituudi kohta;
- TJS – joonduvused Thomas Johan Seebecki elektroonikainstituudi kohta;

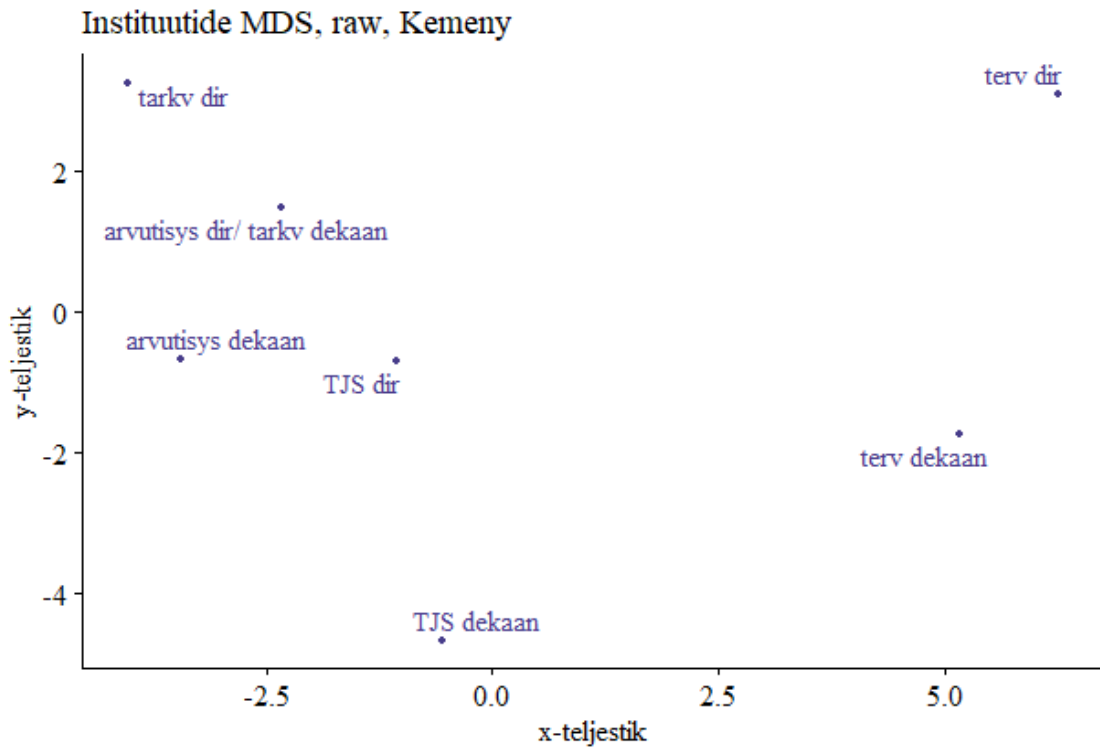
- tarkv – joonduvused tarkvarateaduste instituudi kohta;
- dekaan – dekaani vastustest arvatud joonduvused;
- dir – instituudi direktori vastustest arvatud joonduvused;
- grupp – grupivastustest arvatud joonduvused.



Joonis 4. Instituutide AHP kaalude visualiseerimine MDS-iga

Tervisetehnoloogiate instituudi joonduvused on üsnagi konsensuslikud ning eristatavad teiste instituutide omadest, andmepunktid omavad joonise ühes ääres täiesti omaette klastrit. TJS elektroonikainstituudi joonduvused võiks märkida ka kokkuleppelisteks, sama kehtib ka tarkvarateaduste instituudi hinnangute kohta. Kõige erinevamad on arvutisüsteemide instituudi ja dekaani arvamusel arvutisüsteemide instituutide joonduvuse kohta. Nende vahel oli ka AHP konsensusse määr kõige madalam võrreldes teiste instituutidega.

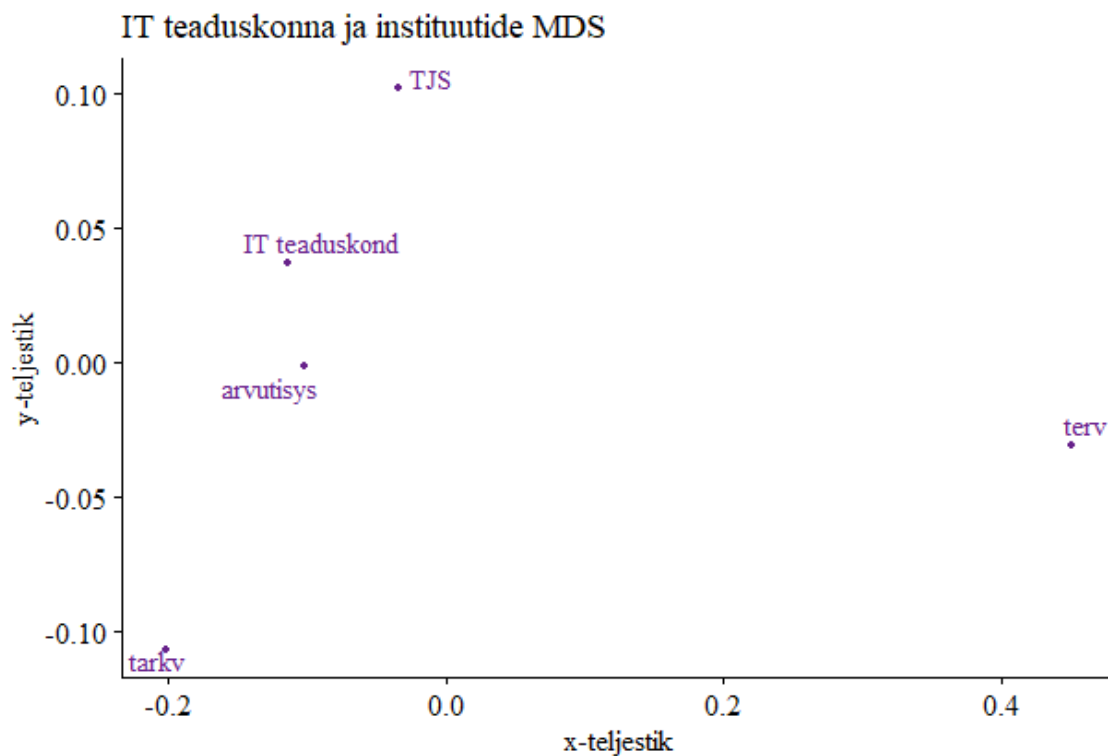
Otse küsitlusest võetud instituutide paremusjärjestikke on kasutatud sisendina joonisel 5 oleva graafiku tegemiseks, kus kaugusarvutuseks on valitud Kemeny-Snelli kaugus ja visualiseerimistehnikaks Kruskali mittemeetriline MDS (inglise keeles *Kruskal's non-metric multidimensional scaling*).



Joonis 5. Instituutide otsejoonduvuste visualiseerimine MDS-iga kasutades Kemeny kaugust

Sellist laadi graafikult on raskem ja riskantsem järeldusi teha juhtimistasemete ebakooskõlade kohta, sest juba üks erinevus järjestikes annab väga suure erinevuse teise järjestiku suhtes. Samal ajal AHP kaalude võrdlemisel on skaala suurem ning erinevuste mastaap väiksem. Rääkimata siis olukorrast, kus järjestuse märkimisel on tehtud viga. AHP meetodi korral viga normaliseerub väiksemaks ja kajastub järjepidevuse suhtes, mille abil on võimalik tuvastada ja muuta defektne võrdlus.

IT teaduskonna ja selle instituutide erinevused üldjoondumisel on visualiseeritud joonisel 6. Punktide koordinaatide arvutamiseks on kasutatud Eukleidilist kaugust klassikalise MDS-i kontekstis. Punktide tähised viitavad instituudile/ teaduskonnale, mille lõppjoonduvuse andmeid esitletakse.



Joonis 6. IT teaduskonna ja instituutide AHP grupikaalude visualiseerimine MDS-iga

IT teaduskonna üldisest joonduvusest kõige erinevam on tervisetehnoloogiate instituut, mille suurim prioriteet TAIE valdkondade suhtes on arusaadavalt teine. Kõige sarnasemad joonduvused IT teaduskonna omaga on arvutisüsteemide ja TJS elektroonikainstituudil.

4.5 Järeldused

Seitsmel juhul 13-st kattusid küsitluse paremusjärjestikud ning AHP meetodist tuletatud järjestikud täielikult. Kahel juhul sisaldasid järjestikud viike, seega nad ei kattunud täielikult AHP meetodika omadega. Neljal juhul olid valdkondade järjestused erinevad kahe meetodi vahel, kus erisused tekkisid alates kahest kuni nelja valdkonnani. Need neli juhtu olid pärit kõik dekaani vastustest, seega võiks sellest järelduda, et dekaani jaoks ei olnud koostatud veel piisavalt korrektne küsitlus, et vältida segadusse sattumist erinevate instituutide vahel. Lisaks võis segadust suurendada ka mahukam küsitlus võrreldes teiste osalistega.

Erinevate juhtimistasemete arvamuste nihe instituutide kontekstis tekkis kõige suurem arvutisüsteemide instituudi puhul. Teatav ebakõla oli ka nähtav IT teaduskonna suhtes.

Siiski ei olnud arvamused nii vastandlikud, et ei oleks olnud võimalik konsensuslikule järeldusele jõuda.

Arvutisüsteemide instituudi joonduvuse leidmisel ei klappinud erinevate juhtimistasemete arvamused kahe valdkonna – TERV ja ENERG valdkonna kohta. AHP meetodi tulemuste põhjal eelistas direktor teisele kohale ENERG valdkonda, dekaan aga TERV valdkonda.

Tarkvarateaduste instituudi joonduvuse leidmisel ei klappinud dekaani ja direktori arvamused kahe valdkonna – TERV ja ELUJ valdkonna kohta. AHP meetodi tulemuste ja otsejärjestuste põhjal eelistas direktor kolmandale kohale ELUJ valdkonda, dekaan aga TERV valdkonda.

Tervisetehnoloogiate instituutide joonduvuse leidmisel tekkis erinevate juhtimistasemete vahel ainult üks pisike erinevus. AHP meetodi tulemuste põhjal on dekaani hinnangul RESS ja ENERG valdkonnad võrdsete kaaludega 4. ja 5. kohal, aga professor märkis ENERG valdkonna veidikene tähtsamaks RESS valdkonnast.

TJS elektroonikainstituudi üldjoonduvuse leidmisel ei tekkinud erinevate juhtimistasemete vahel prioriteetides erinevusi.

Vastuste ebakorrapära aspektist lähtudes autor isiklikult ei soovitaks kasutada süvenemist nõudvate ja keerulisemate küsimuste lahendamiseks ainult Kemeny meetodit. Kui inimesed ei süvene piisavalt teemasse ning küsimuse ülesehituse struktuuri, võivad nad pealtnäha väga lihtsale küsimusele vastata kiirustades ja see omakorda suurendab lõppvastuse erinevust päriselus esinevast grupivastusest. Eriti tugevalt annab see tunda küsitluses, kus vastajaid on pigem vähem ning iga vastuse osakaal lõppvastusest on suurem.

Vastustest järeldus, et päris mitmel korral esines järjestikus kriteeriume, mille kaal oli väga madal (<5%) ning nende panus eesmärki oli tühine. Mõnel korral oli vastaja ka väljendanud valdkonna ebaolulisust küsitluse tegemise ajal. Seega edasiarenduse mõttes võiks olla hea lisada küsitluse vastusevariantidesse „ei kohaldu“ võimaluse, et oleks võimalik elimineerida kriteeriume kohe alguses. See kindlasti lihtsustaks keerulise hierarhia puhul vastaja otsustusprotsessi ning võimalik, et suurendab ka vastuste järjepidevust.

Lõppjoonduvused võivad osutada kasulikuks IT teaduskonna arengu suuna ülevaatamisel: kas juhid eeldasid selliseid lõppjoonduvusi ja kas need on kooskõlas teaduskonna muude arengusuundadega. Lisaks võib lõputöö tulemite abil olla teaduskonnal kergem ümber hinnata IT teaduskonna ja selle instituutide tulevikuplaane, kui need ei rahulda praegu kinnitatuid panuseid.

4.6 Soovitused

Uuringu läbiviimisel saadud kogemustest on autoril mõningaid soovitusi kuidas paremini läbi viia sarnase struktuuriga uuringuid AHP Saaty meetodi kasutades:

- teha kindlaks millisel skaalal soovitakse küsitlusele vastuseid: kas täielik Saaty fundamentaalskaala või lihtsustatud variant, kus on vahepealsed hinnangud lihtsustamise eesmärgil eemaldatud.
- uurida ning otsustada küsitluse läbiviimise keskkonna üle põhjalikult arvestades oma vastajate eripära. Kindlasti tuleks ka ise valitud tarkvara enda peal läbi proovida.
- otsustada kas järgitakse rangelt soovituslikku vastuste kooskõla piirmäära ($CR < 10\%$) või lubatakse ka mingil määral väärtust ületada.
- Ette valmistada korralik, aga mitte pikk sissejuhatus teemasse ning metoodikasse soovitatavalt koos joonistega nt küsitluse hierarhiast.
- Teha läbi soojendusharjutus enne päris küsitlust nt maitsvaima puuvilja valimine kolme alternatiivi seast. See annab osalejale parema valmiduse reaalse probleemi jaoks võrdluste tegemiseks ning võimaldab ka läbiviijal selgitada ehedamalt vastuste järjepidevuse suhet ja selle mõtet.
- Võimalusel viia küsitlus läbi silmast-silma või videokõne teel, et vajadusel abistada osalejat. Sellisel moel kulub vastajal tegelikult vähem aega oma osa täitmiseks, sest küsitluse autor saab kõige olulisemad punktid kohe välja tuua ning jooksvalt juhendada küsitletavat olles siiski juba põhjalikumalt tuttav teema ja kasutatavate metoodikatega.
- Tutvustada küsitlevatele lühidalt uuringu eesmärki ja saata järelemõtlemist vajavaid küsimusi nt e-maili teel. Sellisel juhul on vastajal võimalus koordineerida peas kindlamaid arvamusi antud teema kohta, et juba kohtumise ajal on ta rohkem teadlikum ja häälestatud järjepidevamaid võrdlusi tegema.

- Integreerida elimineerimise ja viikide variandid Kemeny meetoodika sisendisse. Aga sellisel juhul tuleb ära märkida, et mitte kohalduvat väärtust sisaldavaid järjestusi ei ole võimalik tavapärasel moel MDS tehnika sisendina kasutada, kui kasutatakse kauguse arvutamisel RStudios *dist* funktsiooni [29].

5 Kokkuvõte

Lõputöö eesmärgiks oli leida IT teaduskonna ja selle instituutide joonduvused TAIE fookusvaldkondadega ning selgitada välja erinevate juhtimistasemete arvamuste kooskõla. Tulemuste saamiseks oli vaja defineerida eksperimendile sobilik meetodika, kohandades juba olemasolevaid matemaatilisi meetodeid.

Joonduvuse arvutamise jaoks vajalikud sisendandmed koguti struktureeritud küsitlusega, mille ülesehitus põhines Saaty meetodi paarisvõrdluste tegemisel ja fookusvaldkondade järjestusse seadmisel. Andmeanalüüsi osas saadi IT teaduskonnale ja selle igale instituudile joonduvused AHP meetodit kasutades. Saaduid prioriteete võrreldi instituutide puhul otsejärjestuste ja IT teaduskonna korral Kemeny meetodi väljunditega ning autor tõi välja üldistatud tulemjoonduvused. AHP osakaale ja järjestusi visualiseeriti MDS tehnikaga andmete nihete paremaks ülevaateks.

AHP meetodi kaalude saamiseks kasutati tarkvara AHP Online System, Kemeny meetodi ning MDS-i tulemused arvutati Rstudio programmi abil.

IT teaduskonna joonduvus kujunes kohati üsnagi etteaimatavaks: 1. kohal ülekaalukalt digilahendused igas eluvaldkonnas, 2. kohal tervisetehnoloogiad- ja teenused, 3. kohal kohalike ressursside väärindamine, 4. kohal nutikad ja kestlikud energialahendused ja 5. kohal elujõuline Eesti ühiskond, keel ja kultuuriruum. Instituutide direktorite ja dekaani vastused erinesid teatud määral 3. ja 4. koha osas.

Instituutide puhul esines juhtimistasemete ebakooskõla enamasti keskmiste kohtade puhul järjestuses, kuid enamasti ei olnud AHP osakaalude erinevused nende valdkondade puhul väga suured, ehk dissonants on minimaalne nendes joonduvustes. Seega üldjoontes loeks autor IT teaduskonna erinevate juhtimistasemete arvamusi nende andmete põhjal üsnagi konsensuslikeks.

Keerulise struktuuriga küsitluse läbiviimisel saadud kogemuste põhjal, formuleeris autor nendest soovitusel, mida jagas antud töö analüüsi viimases alampeatükis. Nendest

soovitustest peaks ta praegu kõige olulisemaks sisendandmete õigsuse vaatepunktist korralikku sissejuhatust ja näiteülesande tegemist.

Kasutatud kirjandus

- [1] „Teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse (TAIE) arengukava 2021–2035“, *Haridus- ja Teadusministeerium*. [Online]. Loetud aadressil: <https://www.hm.ee/et/TAIE-2035> (Kasutatud 01.05.2021)
- [2] „TAIE fookusvaldkondade sihid ja mõõdikud, missioonid“. Haridus- ja Teadusministeeriumi teadusosakond, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi majandusarengu osakond (12. jaanuar 2021 tööversioon).
- [3] „Tallinna Tehnikaülikooli Arengukava 2021 - 2025“, *TalTech*. [Online]. Loetud aadressil: <https://taltech.ee/ulikool/juhtimine/arengukava> (Kasutatud: 05.05.2021).
- [4] „Eesti teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse arengukava 2021-2035“, *Haridus- ja Teadusministeerium*. [Online]. Loetud aadressil: https://www.hm.ee/sites/default/files/1_taide_arengukava_2035_eelnou_riigikogusse_29.10.2020.pdf (Kasutatud 28.04.2021).
- [5] „TAIE arengukava eelnõu lisad 29.10.2020“, *Haridus- ja Teadusministeerium*. [Online]. Loetud aadressil: https://www.hm.ee/sites/default/files/2_taide_arengukava_eelnou_lisad_29.10.2020.pdf (Kasutatud 28.04.2021).
- [6] „TAN soovitas valitsusele heaks kiita viis teadus- ja arendustegevuse, innovatsiooni ja ettevõtluse fookusvaldkonda, mille võimendamise aitab oluliselt Eesti arengule kaasa“, *Eesti Vabariigi Valitsus*, 2020. [Online]. Loetud aadressil: <https://www.valitsus.ee/uudised/tan-soovitas-valitsusele-heaks-kiita-viis-teadus-ja-arendustegevuse-innovatsiooni-ja> (Kasutatud: 28.04.2021).
- [7] „TAIE arengukava 2021-2035 eelnõu lisamaterjal: fookusvaldkondade teemalehed“, *Haridus- ja Teadusministeerium*. [Online]. Loetud aadressil: https://www.hm.ee/sites/default/files/5_taide_arengukava_eelnou_lisamaterjal_fookusvaldkondade_teemalehed.pdf (Kasutatud: 28.04.2021).
- [8] „Mida tähendab kliimaneutraalsus?“, *Kliimamuutused*. [Online]. Loetud aadressil: <https://www.kliimamuutused.ee/uudised/mida-tahendab-kliimaneutraalsus> (Kasutatud: 28.04.2021).
- [9] L. Vöhandu, *Subjektiivsetest hinnangutest objektiivsete tulemusteni*. 1998.
- [10] N. Bhushan ja K. Rai, *Strategic Decision Making. Applying the Analytic Hierarchy Process*. London, UK: Springer, 2004. [Online]. Loetud aadressil: https://issuu.com/victore.cardozodelgado/docs/strategic_decision_making._applying (Kasutatud: 02.04.2021).
- [11] T. L. Saaty, „The Modern Science of Multicriteria Decision Making and Its Practical Applications: The AHP/ANP Approach“, *Oper. Res.*, kd 61, nr 5, lk 1101–1118, sept 2013, doi: 10.1287/opre.2013.1197.
- [12] M. A. A. Cox, „Multidimensional Scaling as an Aid for the Analytic Network and Analytic Hierarchy Processes“, *J. Data Sci.*, kd 7, nr 3, lk 381–396, 2009, doi: 10.6339/JDS.2009.07(3).494.
- [13] T. L. Saaty ja E. H. Formann, *The Hierarchon. A Dictionary of Hierarchies*, kd 5 lk A-1 - A-15. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 2003.

- [14] R. W. Saaty, „The analytic hierarchy process—what it is and how it is used“, *Math. Model.*, kd 9, nr 3, lk 161–176, jaan 1987, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.
- [15] T. L. Saaty ja M. S. Ozdemir, „Why the magic number seven plus or minus two“, *Math. Comput. Model.*, kd 38, nr 3, lk 233–244, aug 2003, doi: 10.1016/S0895-7177(03)90083-5.
- [16] K. W. Ernstberger, „A Decision support system integrating AHP and MDS to predict choice“, *Math. Comput. Model.*, kd 21, nr 12, lk 13–23, juuni 1995, doi: 10.1016/0895-7177(95)00088-J.
- [17] J. A. Alonso ja M. T. Lamata, „Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach“, *Int. J. Uncertain. Fuzziness Knowl.-Based Syst.*, kd 14, nr 04, lk 445–459, aug 2006, doi: 10.1142/S0218488506004114.
- [18] K. D. Goepel, „Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS)“, *Int. J. Anal. Hierarchy Process*, kd 10, nr 3, dets 2018, doi: 10.13033/ijahp.v10i3.590.
- [19] A. D’Ambrosio ja V. A. Tutore, „Kemeny’s Axiomatic Approach to Find Consensus Ranking In Tourist Satisfaction“, *Stat. Appl.*, kd 20, nr 1, 2008. [Online]. Loetud aadressil: /paper/KEMENY%27S-AXIOMATIC-APPROACH-TO-FIND-CONSENSUS-IN-D%27Ambrosio-Tutore/e3fd61375932ed89fdc7146372f04da982e65d16 (Kasutatud: 10.04.2021).
- [20] E. J. Emond ja D. W. Mason, „A new Technique for High Level Decision Support“, 2000. [Online]. Loetud aadressil: <https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/zbc84/p513851.pdf> (Kasutatud: 10.04.2021).
- [21] S. Amodio, A. D’Ambrosio, ja R. Siciliano, „Accurate algorithms for identifying the median ranking when dealing with weak and partial rankings under the Kemeny axiomatic approach“, *Eur. J. Oper. Res.*, kd 249, nr 2, lk 667–676, märts 2016, doi: 10.1016/j.ejor.2015.08.048.
- [22] C. S. Ding, *The Oxford Handbook of Quantitative Methods, Vol. 2: Statistical Analysis*, kd 2. Oxford, UNITED KINGDOM: Oxford University Press, 2013. [Online]. Loetud aadressil: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/tuee/detail.action?docID=1274299> (Kasutatud: 29.04.2021).
- [23] „Tallinna Tehnikaülikooli põhikiri“, *TalTech*, 2019. [Online]. Loetud aadressil: https://portal-int.taltech.ee/sites/default/files/2019-09/Pohikiri_2019.pdf Kasutatud: 28.04.2021.
- [24] „Google Forms info“. [Online]. Loetud aadressil: <https://www.google.com/intl/et/forms/about/> (Kasutatud: 28.04.2021).
- [25] „AHP Online System - AHP-OS“. [Online]. Loetud aadressil: <https://bpmsg.com/ahp/> (Kasutatud: 28.04.2021).
- [26] „AHP Software - Decision Making Tools | TransparentChoice“. [Online]. Loetud aadressil: <https://www.transparentchoice.com/ahp-software> (Kasutatud: 02.04.2021).
- [27] „Super Decisions info“. [Online]. Loetud aadressil: <http://www.superdecisions.com/about/> (Kasutatud: 28.04.2021).
- [28] A. D’Ambrosio, S. Amodio, ja G. Mazzeo, *ConsRank: Compute the Median Ranking(s) According to the Kemeny’s Axiomatic Approach*. 2021. [Online]. Loetud aadressil: <https://CRAN.R-project.org/package=ConsRank> (Kasutatud: 07.04.2021).
- [29] „Distance Matrix Computation“, *R manual*. [Online]. Loetud aadressil: <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/dist.html> (Kasutatud: 29.04.2021).

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Susanna Metsla

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Arvamuste kaevandamine AHP ja Kemeny meetodikaga: eksperimendid TalTech IT teaduskonnaga“, mille juhendaja on Innar Liiv
 - 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.

18.05.2021

¹ 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 loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktile 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.