

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Mariliis Häälme 142855IAPB

RÜHMATÖÖ MEESKONDADE MOODUSTAMIST TOETAV VEEBITEENUS

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Ago Luberg
MSc

Tallinn 2020

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: Mariliis Häälme

03.08.2020

Annotatsioon

Käesoleva bakalaureusetöö peamine eesmärk oli luua veebirakendus, mis võimaldab erinevate kriteeriumite alusel tudengeid rühmadesse jagada, võttes aluseks vabalt valitud küsimustiku koos tudengitelt saadud vastustega. Seejuures saab iga küsimuse jaoks määrata, kas ühte rühma peaksid sattuma võimalikult sarnaste või võimalikult erinevate vastustega tudengid.

Töö tulemusena valmis osa rakendusest, mis moodustab antud sisendi põhjal rühmasoovitused ning valib ise neist välja sobiva rühmade kombinatsiooni. Valitud algoritm ei otsi optimaalset rühmade kombinatsiooni, vaid jäljendab olukorda, kus moodustatud rühmasoovituste sobivuse üle otsustavad tudengid ise. Vastavat protsessi on töös kirjeldatud, kuid vajalikku kasutajaliidese komponenti bakalaureusetöö raames ei arendatud.

Rakendust saab käivitada ühekordselt skriptina või paigaldada veebiteenusena serverisse. Rakenduse juurde kuulub ka näidisküsimustik, mis sisaldab küsimusi eelistatud meeskonnatöö rollide ning rühmatöoga seotud ootuste kohta.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 25 leheküljel, 3 peatükki, 10 joonist, 2 tabelit.

Abstract

A web service designed to assist the formation of group work teams

The primary goal of this thesis was to develop a web application which can be used to form groups of students based on different criteria. Students would be grouped together based on their answers to any chosen questionnaire, containing up to three sets of questions.

One set of questions will be used to create heterogenous groups, while the responses to the second type should be homogenous. Group heterogeny is ensured by determining clusters of similar answers and using members from different clusters when forming the groups. The third set of questions is used only to identify or describe the students and does not affect the grouping results.

The described application was implemented only partially as a part of this thesis. A back-end component was created which forms a set of potential groups as recommendations and selects a suitable combination as the final grouping. The chosen algorithm does not attempt to find the optimaal solution, but rather imitates a scenario where the students evaluate the given recommendations and decide themselves. This process is also described in the thesis even though the necessary UI component would then need to be developed.

The application can be run as a script or deployed as a web service. A sample questionnaire is also included, which contains questions about team work role preferences and group work expectations.

The thesis is in Estonian and contains 25 pages of text, 3 chapters, 10 figures, 2 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

Mõiste	Seletus
API	<i>Application Programming interface</i> , rakendusliides.
CSV	<i>Comma Separated Values</i> ; failivorming, milles andmeväljad on üksteisest komadega eraldatud.
HATEOAS	<i>Hypermedia as the Engine of Application State</i> ; veebiteenuste arhitektuuri põhimõte, milles päringu vastused sisaldavad hüpermedia linke seotud ressurssidele.
Heterogeenne rühm	Rühm, mille liikmed on kindlate omaduste poolest erinevad.
Homogeenne rühm	Rühm, mille liikmed on kindlate omaduste poolest sarnased.
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> ; populaarne andmevahetusformaat, mis põhineb JavaScripti programmeerimiskeele standardil.
Rühm	Hulk õpilasi, kes on määratud kindla ülesande raames koostööd tegema.
Rühmasoovitus	Rakenduse poolt moodustatud kombinatsioon õpilastest, kes võiksid kuuluda ühte rühma.
Rühmatöö	Ülesanne või seotud ülesannete kogum, mis tuleb täita kahe või enama õpilase koostöös.
YAML	<i>YAML Ain't Markup Language</i> ; levinud formaat konfiguratsioonifailide loomiseks ja andmete edastamiseks.

Sisukord

Sissejuhatus	10
1 Taust	11
1.1 Rühmatöö toimimist mõjutavad tegurid.....	11
1.1.1 Koosseis.....	11
1.1.2 Meeskonnatöö rollid	12
1.1.3 Rühma moodustamise viis.....	13
1.1.4 Tööstiilid ja sotsiaalne lodevus	13
1.2 Olemasolevad vahendid rühmade moodustamiseks	14
1.3 Järeldused	16
2 Analüüs.....	18
2.1 Nõuded rakendusele	18
2.2 Rühmade moodustamise protsess.....	18
2.3 Näidisküsimustik	22
2.4 Sisend- ja väljundandmete formaat	23
3 Implementatsioon	26
3.1 Rakenduse komponendid.....	26
3.2 Rühmade moodustamise algoritm	28
3.2.1 Rühmade heterogeensuse tagamine.....	29
3.2.2 Homogeensete rühmade moodustamine.....	29
3.2.3 Kokkusobivuse hindamine	30
3.2.4 Rühmade valimine.....	30
3.3 Rakenduse kasutamine	32
3.3.1 Veebiteenus	32
3.3.2 Grupeerimise käivitamine käsurealt	35
Kokkuvõte	36
Kasutatud kirjandus	37
Lisa 1 – Näidisküsimustik (Google'i Vormid).....	39
Lisa 2 – Näidisvastused	44
Lisa 3 – Näidisküsimustiku konfiguratsioonifail.....	47

Jooniste loetelu

Joonis 1. Sisendandmete kogumise alamprotsess.....	19
Joonis 2. Soovituste genereerimise ja valiku tegemise alamprotsess.....	20
Joonis 3. Näidisküsimustiku konfiguratsioon kolme küsimuse jaoks.	24
Joonis 4. Komponendiskeem.....	27
Joonis 5. Rühmasoovituste kinnitamine.	31
Joonis 6. Lõpliku rühmade kombinatsiooni leidmine.	32
Joonis 7. HTTP päring grupeerimistöö lisamiseks.....	33
Joonis 8. Vastus grupeerimistöö oleku päringule.....	34
Joonis 9. Docker Compose seadistus veebiteenuse paigaldamiseks serverisse.....	34
Joonis 10. Rakenduse käivitamine käsurealt.	35

Tabelite loetelu

Tabel 1. Küsimustiku konfiguratsiooni parameetrid.	23
Tabel 2. Käsurealt käivitamise parameetrid.	35

Sissejuhatus

Rühmatöö on tähtis osa ülikooli õppetööst, mis on kahjuks paljude tudengite jaoks omandanud negatiivse maine. Rühmade moodustamine toimub enamjaolt tutvuse alusel, mistõttu rühmad on ühetaolised ning korduvad kogu õppetöö vältel. Juhuslikku või õppejõu tehtud valikut aga kardetakse, nähes selles liigset stressiallikat või ohtu oma hindele õppeaines.

Käesolevas bakalaureusetöös kirjeldatakse veebiteenust, mis aitab leida sobivad rühmad töö sooritamiseks, kasutades õpilaste iseloomustusi ning andes hinnangu nende omavahelisele kokkusobivusele. Valmis on tehtud veebiteenuse komponent, mis moodustab rühmasoovitused, arvutab neile hinnangud ning valib nende seast välja sobiva kombinatsiooni. Kokkusobivuse kriteeriumite valikul lähtutakse olemasolevast kirjandusest antud teemal; kontrollimine, kas valitud kriteeriumite alusel moodustatud grupid on tõesti efektiivsemad, ei kuulu töö skoopi.

Töö teoreetilises osas antakse ülevaade teadusartiklitest, mis käsitlevad rühmatöö toimimist ja tulemuslikkust mõjutavaid tegureid ning õpilaste suhtumist antud õppevormi. Lisaks tuuakse välja mõned tarkvaralahendused, mis rühmade moodustamist erinevatel viisidel toetavad.

Analüüsi peatükis defineeritakse rühmade moodustamise protsess, milles on kasutusel nimetatud veebiteenus, täiendavad nõuded rakendusele ning näidisküsimustik koos võimalike sisendandmetega. Rakenduse tehniline kirjeldus ja kasutusjuhised asuvad töö kolmandas peatükis ning viimases peatükis hinnatakse selle vastavust püstitatud eesmärkidele ja nõuetele.

1 Taust

Rühmatöö on kogemusõppel põhinev aktiivõppe meetod, kus õppimine toimub teistega koostöös. Optimaalseks loetakse kolme- kuni kaheksaliikmelisi rühmi, kuid rühmatööks võib nimetada ka paaristööd või kõigi õpilaste ühist koostööd [1]. Mõnes käsitluses eristatakse meeskonnatööd kui pikaajalisemat koostööd, mis nõuab teistsuguseid ressursse [2], kuid õppetöö kontekstis vaadeldakse neid tihti samaväärsetena. Käesolevas töös nimetatakse rühmatööks ülesannet või seotud ülesannete kogumit, mis tuleb täita kahe või enama õpilase koostöös.

Õpilasi on võimalik rühmadesse jaotada erinevate kriteeriumite alusel ning erinevatel viisidel. Töö tulemuslikkuse ning rühmade sobivuse tagamiseks tuleb esmalt mõista, millised faktorid mõjutavad rahulolu rühmatööga ning kuidas see seostub saavutatud tulemusega.

1.1 Rühmatöö toimimist mõjutavad tegurid

Rahulolu meeskonnatööga ning tulemuse tase on kaks õppetöö väljundit, mis ei ole alati omavahel võrdelised [3]. Õpilased kipuvad rühmatööd kirjeldama pigem grupidünaamika probleemidest lähtuvalt, jättes oma hinnangutes kõrvale koostööga seotud õppekogemuse [4]. Samas usutakse rühmatööde läbiviimisel tihti, et oskus koostööd teha tekib rühmatöö käigus iseenesest ning motivatsiooniprobleemid on vältimatud. Tegelikuses sõltuvad nii rahulolu, koostööoskuste arenemine kui ka tulemus erinevatest teguritest ning võivad olla teineteisega vastuolus.

1.1.1 Koosseis

Rühmad võivad olla heterogeensed ehk koosneda võimalikult erinevatest liikmetest, või homogeensed – sarnastest liikmetest koosnevad. Homogeensete rühmade puhul on ainealaste õpitulemuste saavutamine lihtsam ja kiirem, kuid tööturul kõrgelt hinnatud koostööoskuste ning vastutustundlikkuse arendamisel on rohkem kasu heterogeensetest

rühmadest [1]. Pole võimalik väita, et üks jaotus on igal juhul parem kui teine, kuna õppejõu eesmärgid rühmatöö kasutamisel võivad olla erinevad.

Kooseisu määramisel võetakse enamjaolt aluseks võimekus ja varasemad õpitulemused. Õpilasi võib grupeerida sarnaste hinnete põhjal või võimalikult erinevate profiilidega, et tugevamad aitaks nõrgemaid või võtaks üle ülesande selgitamise rolli [5], [6]. Sarnaste liikmetega gruppidel on rohkem probleeme siis, kui need koosnevad ainult tugevatest või nõrkadest õpilastest; keskmise võimekuse korral pole oskuste homogeensus probleemiks [1], [7].

1.1.2 Meeskonnatöö rollid

Lisaks koosseisule võib rühmale ette anda ka nõutud rollijaotuse. Kindlate rollide määramine julgustab tudengeid koostööd tegema ning aitab vältida sotsiaalset lodevust [8]. Rollid võivad olla erinevad: määrata saab näiteks protokollija, vahetegevuste ettekandja, rühmajuhi, rühmatöö jälgija või palju muud [1]. Olukorras, kus rühma struktuuri ette ei anta, kujunevad rollid välja töö käigus vastavalt konkreetse rühma vajadustele [9].

Rollide väljakujunemist on kirjeldanud R. Meredith Belbin, kes eristab oma teoorias üheksat meeskonnatöö rolli. Need rollid kirjeldavad inimese kalduvust kindlal viisil käituda, töösse panustada ja meeskonnakaaslastega suhelda. Belbini sõnul on eduka koostöö võti rollide tasakaal ning enda rolli mõistmine konkreetsetes meeskonnas aitab enda käitumist parandada [10]. Kuigi tema ideedele leidub vähe teaduslikku tõestust, on nende kasutamine praktikas väga levinud.

Rühmad toimivad paremini, kui neis on esindatud juhtiv roll. Samas ei tohi rühmas olla juhtiva iseloomuga inimesi liiga palju – see mõjub halvasti nii rühmatöö protsessidele kui ka lõpptulemusele [3]. Sama kehtib ka teiste rollide puhul [11] [12]. Kuigi tasakaalustatud rollidega rühmades kipuvad tulemused olema veidi paremad, ei ole leitud kindlat põhjuslikku seost [11]. On võimalik, et teatud rollide olemasolu vajalikkus sõltub konkreetsest ülesandest [12].

1.1.3 Rühma moodustamise viis

Rühmade moodustamine toimub üldjuhul ühel kolmest viisist: õppejõu valikuna, iseseisvalt või juhuslikkuse alusel. Meetodi valib õppejõud, võttes arvesse rühmatöö eesmärgid ja ajalised piirangud.

Iseseisvalt moodustatud rühmade puhul on eeliseks nende kohesiivsus, mida defineeritakse kui „liikmete soovi kuuluda gruppi ja olla selle liige“ [13]. Eeldusel, et rühm loodi vastastikuse meeldimise alusel, on edukaks koostööks vajalik ühtekuuluvustunne algusest peale olemas [5]. Negatiivse küljena võib välja tuua võimaliku homogeensuse: vähese rühmatöö kogemuse [14] või teineteise mittetundmise korral [15] eelistatakse teha koostööd endasarnaste inimestega.

Võimalust ise enda rühmakaaslasid valida peetakse oluliseks: usutakse, et see võimaldab valida töökaid ja usaldusväärseid kaaslasid [15]. Üliõpilaste käitumise uurimisel on leitud, et võimalus ise valida suurendab liikmetevahelist usaldust, tõstab rahulolu ning soodustab õppimist [16]. Iseseisev rühmade moodustamine vähendab teadmatusel tulenevat ärevust, andes kontrolli tudengite kätte, ning enda valiku tõttu tuntakse suuremat vastutust [15], mis võib töö tulemuslikkusele positiivselt mõjuda.

Kogemuse kasvades õpitakse järjest enam mitmekesisust väärtustama [14], kuid võõraste seas on mitmekesise rühma moodustamine keeruline. Üldjuhul tekivad rühmad sõprussuhete põhjal, mistõttu liikmete isiklik areng on väiksem [6]. Heterogeensuse tagamiseks võib rühmi moodustada juhuslikkuse alusel. Juhuslikke rühmasid peetakse ka realistlikumaks, kuid tudengid võivad tunda, et sellise lähenemisega seatakse ohtu nende haridus [9].

Probleemipõhise õppe korraldamisel on märgatud, et kõige efektiivsemalt töötavad õpetaja poolt moodustatud rühmad [1]. Õpetaja või õppejõud, kes tunneb enda õpilasi hästi, saab kokku panna täpselt sellised rühmad, mis on vajalikud õpiväljundite saavutamiseks. Kahjuks nõuab struktureeritud rühmade loomine palju aega ning ülikoolis kasutatakse seda vähe.

1.1.4 Tööstiilid ja sotsiaalne lodevus

Sotsiaalseks lodevuseks (ing k. *social loafing*) nimetatakse olukorda, kus mõni rühma liikmetest otsustab töö tegemist vältida ning loodab kaaslaste panuse peale [17]. Lodevus

pole aga ainuke põhjus, miks mõni rühma liige võib teistest vähem panustada. Takistuseks võivad osutada näiteks ebakindlus enda võimete suhtes või vilets eneseväljenduse oskus. Lisaks on tudengite õpi- ja tööstiilid erinevad ning ei pruugi omavahel kokku sobida [5].

Tudengid ise ei oska alati tegelikke põhjuseid märgata ning peavad kaaslast lihtsalt laisaks või hoolimatuks. Vahel lausa karistatakse endast nõrgemat, jättes kõige raskemad või ebasobivamad ülesanded tema hooleks [17]. Eesmärk on lodevust distsiplineerida, kuid oma käitumisega süvendatakse probleemi veelgi. Seetõttu on oluline juhtida ka tudengite tähelepanu erinevatele teguritele, mis nende koostööd mõjutavad.

On näidatud, et sarnaste või omavahel hästi sobivate õpistiilidega liikmed moodustavad tulemuslikuma rühma [7]. Mõned tudengid eelistavad alustada tööd varakult, teised aga valivad intensiivse töötamise vahetult enne tähtaega. Rühmatöö puhul võivad varajased alustajad tunda kohustust kogu töö ise ära teha, vältimaks tähtaja lähenemisest tingitud stressi. Nii käitudes võtavad nad tegelikult teiselt liikmelt ära võimaluse panustada ning kokkuvõttes on kogemus negatiivne mõlema jaoks [5]. Samas sunnib konflikt rühma liikmeid oma mugavustsoonist välja astuma ning võivad ilmned tugevused, millest nad varem teadlikud ei olnud, soodustades sellega isiklikku arengut [9].

1.2 Olemasolevad vahendid rühmade moodustamiseks

Rühmade moodustamise lihtsustamiseks on loodud erinevaid tarkvaralahendusi. Erinevate grupeerimisviiside tulemuslikkuse hindamiseks on loodud mitmeid algoritme, mis erinevate omaduste alusel õpilasi rühmadesse jaotavad. Kahjuks ei ole nende algoritmide implementatsioon üldjuhul kergesti kättesaadav, mistõttu on neid praktikas keeruline rakendada.

DIANA (*Differences In And Non-differences Among groups*) põhineb geneetilisel algoritmil, mille eesmärgiks on luua õiglased heterogeensed rühmad ning vältida nõrkade rühmade teket. Eeltööna peab õppejõud tudengite kohta informatsiooni koguma, kasutades endale sobivaid vahendeid, ning selle rakendusse üles laadima. DIANA genereerib sisestatud andmete põhjal raporti, mis loetleb soovituslikud rühmade numbrid ning nendesse kuuluvate tudengite omadused. Programm suudab võtta arvesse kuni 7 omadust, et luua 3-7 liikmelised grupid. Algoritmi testimiseks läbiviidud eksperimendi

käigus moodustatud rühmade seas oli kõrgem nii rahuolu kui ka võime etteantud ülesannet sooritada [18].

PQAS (*Program Quality Assessment System*) hindab tudengite koodi kvaliteeti, võttes lisaks programmeerimisülesande lahenduse korrektsusele arvesse ka erinevaid koodistiili parameetreid. Programmi kasutajaliideses saavad juhendajad moodustada gruppe lahenduste kvaliteedi alusel. Tudengid saavad oma koodi üles laadida ning süsteemi poolt genereeritud hindamisraportit vaadata [7].

GroupOrganizer on täiendav tööriist, mis kasutab PQAS hinnangut ning arvestab lisaks ka tudengite õpistiile, grupeerides kokku ühesuguste või kokkusobivate õpistiilidega õpilased. Süsteem sisaldab andmete kogumiseks vajalikku küsimustikku. Õpistiilide abil grupeerimine ei andnud töö autorite sõnul oluliselt paremaid tulemusi ning olulisem oli taaskord oskuste heterogeensus [7].

CATME (*Comprehensive Assessment of Team Member Effectiveness*) vahendeid on kasutanud üle miljoni tudengi ja 17000 juhendaja 85 riigist. Tegemist on tasuta süsteemiga, mis võtab rühmade moodustamisel aluseks 16 või enam erinevat kriteeriumit. Vajaliku informatsiooni kogumiseks sisaldab süsteem küsimustikku, mille iga õpilane täitma peab. Kriteeriumid on väga erinevad: arvesse võetakse keskmist hinnet, erinevaid oskusi ja pühendumuse taset, aga ka näiteks sugu või rahvust [19].

Lisaks eelpoolmainitud valikutele võimaldab CATME kriteeriumite nimekirja täiendada, lisades küsimustikule uusi küsimusi [19]. Õppejõud saab anda igale kriteeriumile kaalu ning valida, kas selle alusel tuleks moodustada homogeenid või heterogeensed rühmad. Kui õpilased on küsimustele vastanud, moodustab algoritm rühmad, esitab õppejõule ülevaate rühmade koosseisust ja liikmete vastustest ning annab hinnangu nende kokkusobivusele [20].

Moodle'i õpikeskkonnale on samuti võimalik lisada täiendavaid moduleid, mis aitavad kursusele registreeritud õpilasi rühmadesse jaotada. Õppeainetes, kus Moodle juba kasutusel on, on neid võrdlemisi lihtne kasutusele võtta; muul juhul neid rakendada ei saa. Võimalik on valida kolme mooduli vahel: Group Choice, Group Self-Selection ja Group Formation.

Group Choice moodulit saab kasutada olukorras, kus igal rühmal on oma teema või ülesanne, mis on õppejõu poolt ette antud. Õppejõud kirjeldab ära, millised rühmad on saadaval ning määrab maksimaalse liikmete arvu; õpilased valivad endale sobiva rühma. Lisaks kirjeldusele saab soovi korral nähtavaks muuta ka liikmete nimekirja ning võimaldada rühma valiku muutmist enne tähtaega [21].

Group Self-selection mooduli abil saavad õpilased ise rühmi luua ning nendega liituda. Rühmale lisatakse kirjeldus ning soovi korral ka parool. Lisaks liikmetele saab rühmale määrata ka juhendaja. Moodul ühildub õpikeskkonna tavalise gruppide funktsionaalsusega, võimaldades näiteks töö esitamist rühmana või rühmade lisamist muudel viisidel [22].

Group Formation moodul genereerib õpilastele küsimustikud, mis hindavad nende motivatsiooni, eesmärke, iseloomu, meeskonnatöö oskust ja teadmisi. Kogutud info põhjal moodustatakse algoritmi abil optimaalsed rühmad. Rühmi on kolme liiki: projektimeeskond, kodutöö rühm ning ettekande rühm. Ettekande puhul kirjeldab õppejõud ära teemad ning õpilased panevad need huvide alusel järjekorda. Õppejõud saab algoritmiga moodustatud rühmad vajadusel käsitsi ümber tõsta; õpilastel valikuvõimalust pole [23].

1.3 Järeldused

Loetletud abivahendid võimaldavad erinevate parameetrite alusel rühmi moodustada, kuid on vähe tarkvaralahendusi, mida saaks suurema vaevata kasutusele võtta. CATME Team-Maker, mis on neist vahenditest kõige universaalsem, on tasuline; erinevate algoritmide kasutuselevõtt eeldab nende iseseisvat implementeerimist.

Peaaegu kõigi kirjeldatud lahenduste puhul teeb lõpliku valiku õppejõud ning tudengitel endil on sõnaõigust vähe. Kui valiku teevad õpilased iseseisvalt, on rühmad kohesiivsed, kuid ühetaolised, mistõttu rühmatööst saadav kasu jääb väikeseks. Puudu on vahenditest, mida saaks hõlpsasti kasutada erinevate kriteeriumite alusel rühmade moodustamiseks, mis annaks tudengitele võimaluse kogeda nende mõju ning näha rühmatööd kui võimalust arendada koostööoskusi ja tõsta eneseteadlikkust.

Kuigi Moodle'i Group self-selection moodul võimaldab tudengitel ise end rühmadesse määrata, kasutatakse seal ainult vabatekstilist rühma kirjeldust. Seega ei anna antud

moodul grupeerimisel märkimisväärset eelist ning toimib pigem rühmade või teemade registreerimise vahendina.

Käesolevas töös kirjeldatud rakendus ei võimalda küll rühmakaaslastel ise valida, kuid pehmemdab valiku puudumise negatiivseid külgi, aidates õpilastel enda rühma koosseisu kriitiliselt hinnata. Loodavad rühmad ei pea olema ideaalsed; oluline on, et valik oleks põhjendatud ja oleks arvesse võetud erinevaid vajadusi. Lisaks võib positiivne kokkusobivuse hinnang koos selgitustega julgustada hästi suhtuma ka tavapärasest erinevatesse rühmakaaslastesse.

2 Analüüs

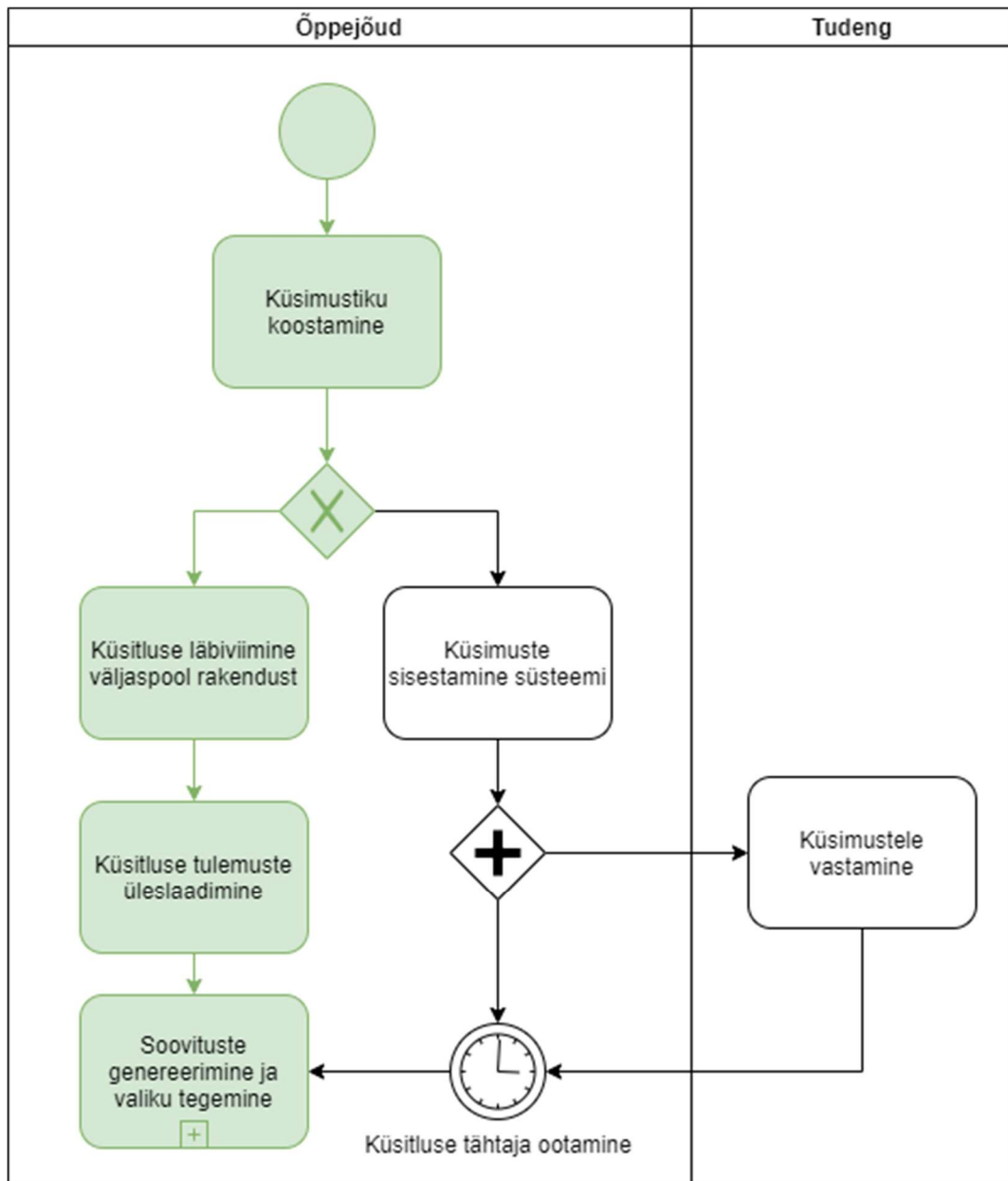
Käesolevas peatükis esitatakse olulisemad nõuded loodavale rakendusele. Kirjeldatud on rakenduse abil rühmade moodustamise protsessi ning sisend- ja väljundandmete kuju. Lisatud on ka näidisandmed rakenduse funktsionaalsuse valideerimiseks.

2.1 Nõuded rakendusele

- Rakendus võimaldab jagada etteantud hulga tudengeid kindla suurusega rühmadesse. Kui rühma liikmete arv ei jagu soovitud suurusega, võivad moodustatud rühmad olla maksimaalselt ühe võrra suuremad.
- Rühmi saab moodustada liikmete omaduste homogeensuse või heterogeensuse alusel või mõlema kombinatsioonina
- Rühmade moodustamine toimub küsimustiku vastuste põhjal. Küsimustiku sisu defineerib rakenduse kasutaja.
- Rühmade moodustamisel saab määrata, kas süsteem peaks valima välja lõpliku rühmade kombinatsiooni või tagastama hulga soovitusi
- Küsimustiku vastused ja kirjelduse saab sisse laadida failist
- Küsimustiku vastused ja kirjelduse saab edastada HTTP API kaudu
- Iga rühma või rühmasoovituse kohta tagastatakse selle liikmete vastused küsimustikule ning hinnang nende kokkusobivusele.
- Kuni 5-liikmeliste rühmade moodustamine 200 tudengist peab toimuma maksimaalselt 10 minuti jooksul

2.2 Rühmade moodustamise protsess

Järgnevalt kirjeldatakse üht võimalikku protsessi rakenduse abil rühmade moodustamiseks. Realiseeritav prototüüp toetab alamosa sellest protsessist, mille sammud on joonistel Joonis 1 ja Joonis 2 kujutatud roheline värviga. Kuigi töös on kasutatud tudengite ja õppejõu näidet, võib rakendust kasutada ükskõik millises kontekstis rühmade moodustamiseks.



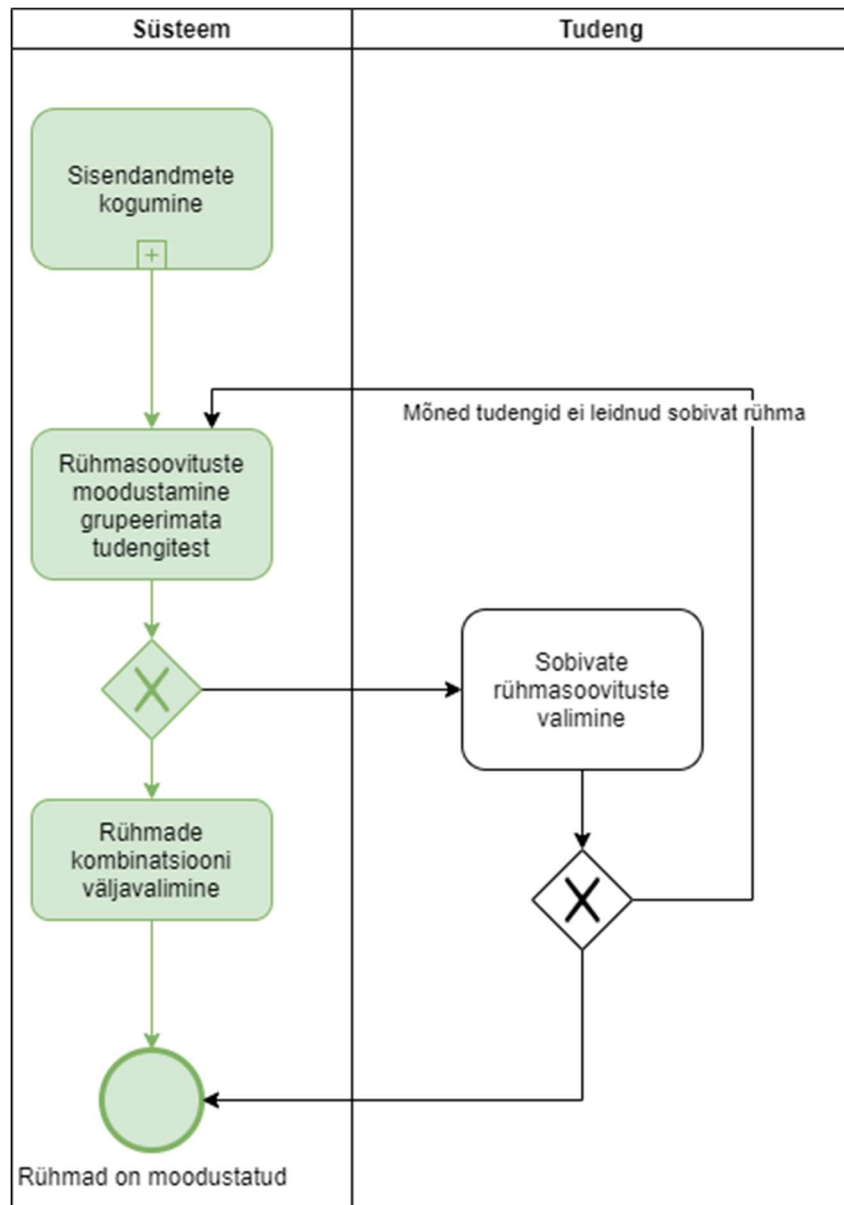
Joonis 1. Sisendandmete kogumise alamprotsess

Esimese sammuna koostab õppejõud küsimustiku ning sisestab küsimused rakendusse, lisades seda kirjeldava faili või täites kasutajaliideses vastava vormi. Küsimustiku kirjeldus sisaldab viidet soovitud algoritmile, küsimuste nimekirja, liikmete arvu rühmas ning täiendavaid parameetreid vastavalt algoritmile. Igale küsimusele saab määrata tüübi, et algoritm töötleks eri tüüpi küsimusi erinevalt. Lisaks saab määrata, kas süsteem peab valima ise välja ka lõpliku rühmade kombinatsiooni.

Õppejõud viib küsitluse läbi, kasutades ükskõik milliseid süsteemiväliseid vahendeid või süsteemi sisseehitatud funktsionaalsust, mis võimaldab tudengitel ühekaupa oma

vastuseid sisestada. Juhul kui küsitluse läbiviimine ei toimu süsteemi kaudu, laeb õppejõud need failina üles.

Kui küsimustiku vastused on laekunud süsteemi, käivitab õppejõud rühmade grupeerimise mooduli. Süsteem moodustab vastuste põhjal hulga võimalikke rühmi ehk rühmasoovitusi. Iga rühmasoovitusele arvutatakse kokkusobivuse hinnang, mille abil saab soovitusi omavahel võrrelda.



Joonis 2. Soovituste genereerimise ja valiku tegemise alamprotsess

Kui see oli küsimustiku kirjelduses määratud, valib süsteem soovitude seast välja kombinatsiooni, milles iga tudeng on määratud täpselt ühte rühma. Vastasel juhul tagastatakse kõik moodustatud rühmasoovitused ning tudengid saavad ise valida, milline

neist on sobivam. Iga rühma või rühmasoovituse kohta tagastatakse arvutatud hinnang ning liikmete vastused küsimustikule.

Tudengid saavad vaadata parima hinnanguga rühmasoovitusi ning üheskoos otsustada, milline rühm neile sobib. Iga tudeng näeb infot ainult nende rühmasoovituste kohta, milles ta ise on liige. Kui rühm on soovitusel nõus, kinnitavad nad selle ning süsteemist eemaldatakse kõik ülejäänud soovitused, mille hulka nad kuulusid. Kui selle sammu tulemusena ei ole mõnel tudengil enam piisavalt rühmasoovitusi, mille vahel valida, moodustatakse allesjäänud tudengitest uued soovitatud rühmad ning protsess kordub, kuni kõigil on rühm olemas.

Antud töö raames keskendutakse rühmade genereerimise komponendi prototüübi loomisele. Sellest lähtuvalt on minimaalne realiseeritav protsess järgnev:

1. Õppejõud koostab küsimustiku ning viib küsitluse läbi väljaspool süsteemi.
2. Õppejõud kirjeldab konfiguratsioonifailis ära, kuidas küsimustiku tulemusi tuleks töödelda. Konfiguratsioonifail sisaldab viidet soovitud algoritmile, küsimuste nimekirja, liikmete arvu rühmas ning täiendavaid parameetreid vastavalt algoritmile. Iga küsimusele saab määrata tüübi, et algoritm töötleks eri tüüpi küsimusi erinevalt.
3. Õppejõud laeb küsimustiku vastused süsteemi ning käivitab rühmade moodustamise protsessi.
4. Süsteem moodustab vastuste põhjal hulga võimalikke rühmi ehk rühmasoovitusi. Iga rühmasoovitusele arvutatakse kokkusobivuse hinnang, mis võimaldab soovitusi omavahel võrrelda.
5. Süsteem valib soovitustest välja alamhulga, milles iga rühma liige kuulub täpselt ühte rühma. Kui vastanute arv ei jagu rühma suurusega, jaotatakse ülejäänud liikmed võrdselt moodustatud rühmadesse,
6. Süsteem tagastab moodustatud rühmad, neile arvutatud hinnangu ning liikmete vastused küsimustikule. Õppejõud laeb alla lõpliku rühmade nimekirja ning jagab seda tudengitega.

2.3 Näidisküsimustik

Töö teoreetilises osas kirjeldatud tegurite põhjal on koostatud näidisküsimustik, mille abil saaks moodustada kohesiivseid ja tulemuslikke rühmi (vt Lisa 1). Küsimustik koosneb kolmest osast ning sisaldab 15 küsimust.

Küsimustiku esimeses osas küsitakse vastaja isiku tuvastamiseks vajalikke andmeid: ees- ja perekonnanime ning matriklinumbrit. Neid küsimusi ei kasutata rühmade moodustamisel ning on vajalikud ainult selleks, et vastuseid teineteisest eristada.

Küsimustiku teine osa sisaldab Belbini meeskonnatöö rollide kirjeldusi. Vastajal tuleb hinnata skaalal ühest viieni, kui hästi iga rolli kirjeldus teda iseloomustab. Kuna Belbini teooria kohaselt tagab meeskonnatöö efektiivsuse erinevate rollide esindatus meeskonnas, tagatakse rühmade moodustamisel meeskonnatöö rollide heterogeensus. Küsimustiku konfiguratsioonis ning tulemuste failis on kirjelduste asemel kasutatud rollide nimetusi. Meeskonnarollide lühikirjeldused on leitavad Belbin Eesti kodulehel esitatud näidisraportites [24].

Küsimustiku viimane osa iseloomustab tudengi eesmärgi ning eeldatavat panust nende saavutamisesse. On valitud kolm küsimust enda motivatsiooni kirjeldamiseks:

- Millist hinnet soovid töö eest saada?
- Kui oluline on sulle soovitud hinde saamine?
- Kui mitu tundi nädalas oled valmis selle ülesande peale kulutama väljaspool tunniplaanis määratud aegu?

Motivatsiooni küsimuste alusel moodustatakse homogeensed rühmad. Nende küsimustega tagatakse, et rühma liikmetel on ühine eesmärk, motivatsioonitase on võimalikult sarnane ning ootused ajalise panuse kohta on selgelt defineeritud. Esimesele kahele küsimusele saab samuti vastata skaalal ühest viieni; kolmanda puhul on esitatud viis erinevat valikut, mis tuleb enne süsteemi laadimist numbrilisele skaalale teisendada.

Rakenduse funktsionaalsuse valideerimiseks on genereeritud 100 juhuslikku näidisvastust (Lisa 2). Vastuste genereerimiseks kasutati veebilehel <https://www.generatedata.com/> asuvat andmehulkade generaatorit.

2.4 Sisend- ja väljundandmete formaat

Rühmade moodustamine toimub vastuste alustel, mille saab sisse laadida CSV vormingus failina. Küsitluse läbiviimiseks sobib seega näiteks Google'i Vormid¹ või ükskõik milline tarkvara, mis võimaldab vastuste eksportimist CSV kujul.

Iga küsimuse jaoks peab olema määratud, kuidas selle vastuseid rühmade moodustamisel kasutama peab. Selleks tuleb rakendusele ette anda vastav kirjeldus ehk küsimustiku konfiguratsioon (vt Tabel 1. Küsimustiku konfiguratsiooni parameetrid.). Konfiguratsiooni edastamisel on toetatud kaks formaati:

- JSON (*JavaScript Object Notation*) vormingus andmed on inimestele kergesti loetavad ning nende töötlemine programmikoodis on samuti lihtne, mistõttu on see sobiv vorming nii rakendusliidese kui ka konfiguratsioonifailide jaoks [25].
- YAML (*YAML Ain't Markup Language*) süntaks on kompaktsem ning lihtsustab konfiguratsioonifailide kirjutamist ja lugemist.

Tabel 1. Küsimustiku konfiguratsiooni parameetrid.

Parameeter	Kirjeldus
id_field	Veeru pealkiri sisendandmetes, milles asuvat väärtust kasutatakse vastanute identifitseerimiseks. Veerus sisalduvad andmed peavad olema unikaalsed.
questions	Küsimuste nimekiri. Vastuseid, mille küsimusi ei ole nimekirjas välja toodud, ei kasutata grupeerimisel ning need ei sisaldu tulemuse väljastamisel rühma liikmete kirjelduses. Iga küsimus koosneb omakorda kolmest parameetrist: <ul style="list-style-type: none">• code – küsimuse unikaalne kood• question – küsimuse sõnastus• type – küsimuse tüüp

¹ <https://docs.google.com/forms/u/0/>

Küsimuse tüüpe on kokku kolm:

- **Identity** – tekstiliste vastustega küsimused
- **Heterogenous** – küsimused, mille vastused peaksid rühmas olema võimalikult erinevad
- **Homogenous** – küsimused, mille vastused peaksid rühmas olema võimalikult sarnased

Lisaks küsimustele tuleb konfiguratsioonifailis ette anda ka rühma suurus (*group_size*) ja iga tudengi kohta moodustatud rühmasoovituste arv (*recommendations_per_member*).

Grupeerimise lähteandmetena saab kasutada ainult numbrilise väärtusega küsimusi. Soovitav on kasutada vaid selliseid küsimusi, mida saab tõlgendada väärtuste skaalana. *Identity* tüüpi küsimusi algoritm ei kasuta, kuid need lisatakse gruppide tagastamisel liikme kirjeldusse. Kui mõnel küsimusel puudub konfiguratsioon, ei laeta selle vastuseid süsteemi.

```
{
  "group_size": 5,
  "recommendations_per_member": 4,
  "survey": {
    "id_field": "Matriklinumber",
    "questions": [
      {
        "code": "Q1",
        "question": "Matriklinumber",
        "type": "Identity"
      },
      {
        "code": "Q2",
        "question": "Innovaator",
        "type": "Heterogenous"
      },
      {
        "code": "Q3",
        "question": "Mis hinnet soovid töö eest saada?",
        "type": "Heterogenous"
      }
    ]
  }
}
```

Joonis 3. Näidisküsimustiku konfiguratsioon kolme küsimuse jaoks.

Joonis 3 esitatud konfiguratsiooni puhul kuvatakse tulemustes ainult küsimusi „Matriklinumber“, „Innovaator“ ja „Mis hinnet soovid töö eest saada?“, kuna need on konfiguratsioonifailis kirjeldatud. Genereerimise etapis kasutatakse küsimusi

„Innovaator“ ja „Mis hinnet soovid töö eest saada?“. Näidiskonfiguratsioon, mille puhul kasutatakse kogu näidisküsimustikku, on esitatud töö lisana (Lisa 3). Rakendus väljastab tulemuse JSON või CSV formaadis (Lisa 4).

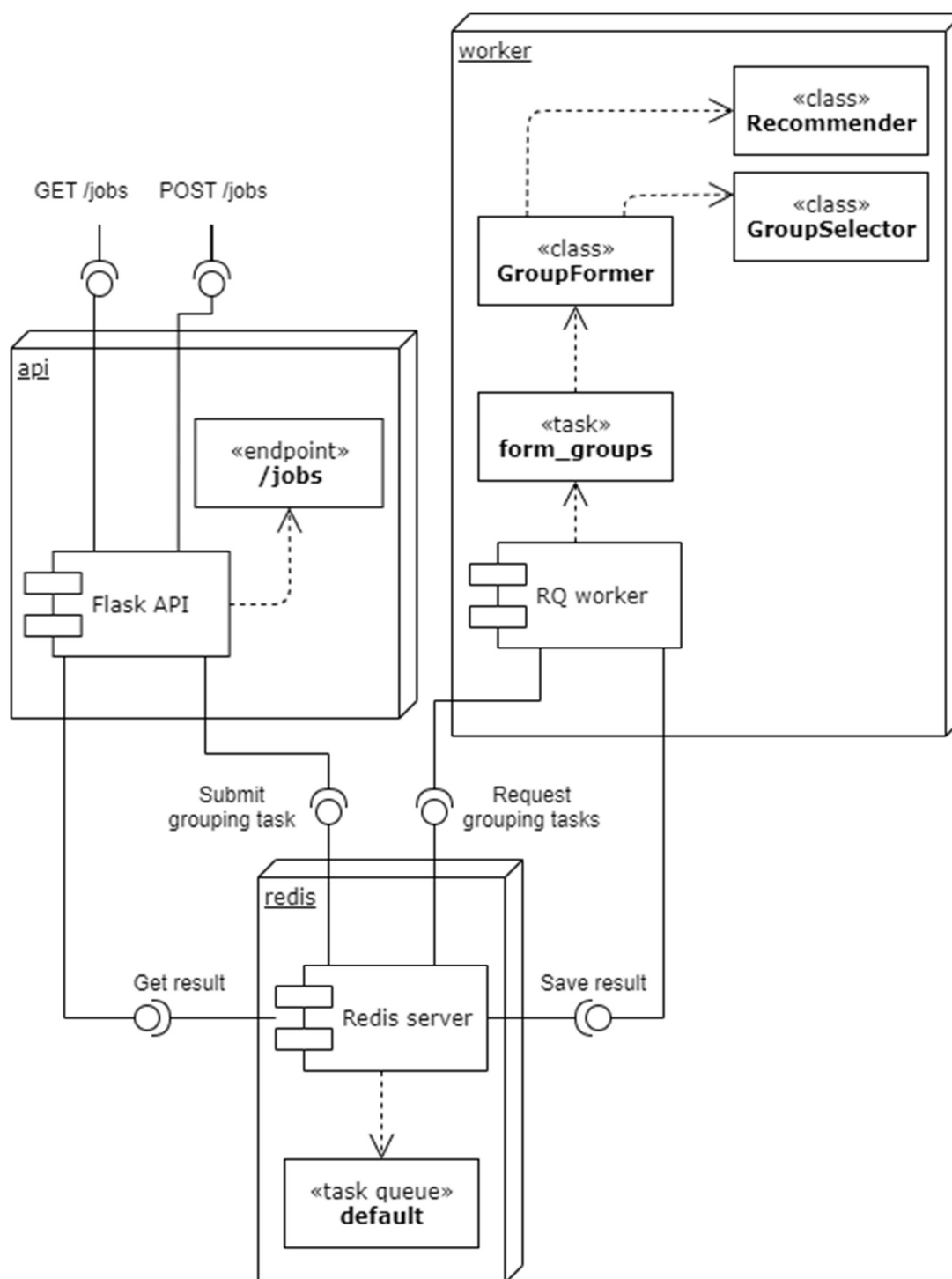
3 Implementatsioon

Käesolevas peatükis esitatakse valminud rakenduse tehniline kirjeldus ning juhised selle kasutamiseks. Peamiseks programmeerimiskeeleks on valitud Python, mis omab sobivaid teeke nii algoritmi kui ka rakendusliidese loomiseks. Testimiseks on kasutatud pytest moodulit ning kood on osaliselt kaetud ühiktestidega.

Rakenduse lähtekood on kättesaadav Tallinna Tehnikaülikooli GitLab-i salves aadressil <https://gitlab.cs.ttu.ee/Mariliis.Haalme/iapb2020/>.

3.1 Rakenduse komponendid

Rühmade moodustamise rakendus koosneb kolmest alamkomponendist: rakendusliides (api), töötlusjärjekord (redis) ning grupeerimismoodul (worker). Komponentide vahelisi seoseid illustreerib komponendiskeem (Joonis 4). Soovi korral saab grupeerimismoodulit käivitada ka eraldiseisvalt; kasutusjuhised on esitatud alapeatükis 3.3.



Joonis 4. Komponentiskeem

Rakendusliidese komponendis on kasutusel veebirakenduste raamistik Flask¹, mille abil on loodud lihtne REST API grupeerimistöo lisamiseks ja tulemuste küsimiseks. API järgib HATEOAS (*Hypermedia as the Engine of Application State*) põhimõtet, mille

¹ <https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/>

kohaselt iga tagastatud vastus peab sisaldama hüpermeedia linke, mis viitavad seotud ressurssidele [26].

Töötlusjärjekorra komponent on lisatud selleks, et aeganõudvat grupeerimise funktsionaalsust saaks välja kutsuda asünkroonselt. Töötlusjärjekorra loomiseks on valitud Redis¹, mis toetab antud funktsionaalsust ning on kergesti paigaldatav ametliku Dockeri pildi abil.

Töötlusjärjekorrast korjab töid üles grupeerimismoodul, kus asub ka rakenduse põhifunktsionaalsus. Redis serveriga liidestamiseks on nii API komponendis kui ka grupeerimismoodulis kasutusel Pythoni teek RQ² (*Redis Queue*), mis lihtsustab Redise kasutamist töötlusjärjekorrana.

3.2 Rühmade moodustamise algoritm

Iga tudengi vastuste hulk kujutab endast punkti ruumis, kus sarnased vastused asuvad neile vastaval teljel lähestikku. Näiteks kahe küsimusega küsimustiku puhul võib vastused esitada punktidenä graafikul, mille teljed vastavad küsimustikus antud numbrilisele skaalale.

Alapeatükis 2.3 esitatud näidisküsimustik sisaldab kahte tüüpi küsimusi, millest ühtede vastused peavad olema rühmas võimalikult sarnased ning teiste omad mitte. Seega on ka vastuste hulk mõtteliselt kaheks jagatud ning tekib kaks ruumi, milles teljed, punktide paiknemine ning neile rakendatav algoritm on erinevad.

Küsimustik ei pea sisaldama mõlemat tüüpi küsimusi ning nende sisu võib erineda näidisküsimustikus esitatust. Juhul kui on esindatud ainult üks küsimuse tüüp, kutsutakse välja mõlemad algoritmid, kuid andmete puudumise tõttu ei tee nad midagi ega mõjuta moodustatud soovitusi. Vähemalt üks kahest tüübist peab olema esindatud, vastasel juhul on rühmade moodustamine juhuslik.

¹ <https://redis.io/>

² <https://python-rq.org/>

3.2.1 Rühmade heterogeensuse tagamine

Heterogeensuse tagamiseks moodustatakse esmalt klastrid sarnaste vastustega tudengitest, et vältida nende sattumist samasse rühma. K-keskmiste algoritmi abil jaotatakse n tudengit k klastrisse, kusjuures iga tudeng kuulub talle kõige lähema keskpunktiga klastrisse. Klasterite moodustamisel kasutatakse ainult vastuseid, mille tüüp on *Heterogenous*. Juhul kui küsimustik ei sisalda seda tüüpi küsimusi, määratakse kõik tudengid ühte ja samasse klastrisse.

Klastritesse jaotamise esimese sammuna valitakse tudengid, kellest alustada, ning määratakse nende asukoht klasteri keskpunktiks. Käesolevas töös kasutatud **scikit-learn** teegi KMeans meetod valib vaikimisi alguspunktid, mis ei asu lähestikku, tagades sellega parema tulemuse kui juhuslik valik [27].

Seejärel jaotatakse iga tudeng klastrisse, mille keskpunkt on talle kõige lähemal. Jaotuse põhjal arvutatakse klasteritele uued keskpunktid ning jaotatakse tudengid taas ümber. Algoritm kordub, kuni klasterite keskpunktid ega koosseis ei muutu enam märkimisväärselt.

Kui klastrid on leitud, moodustatakse nende põhjal rühmad nii, et võimaluse korral oleks iga rühma liige valitud erinevast klastrist. Kui küsimustik sisaldab ka *Homogenous* tüüpi küsimusi, kasutatakse rühmasoovituste moodustamiseks allpool kirjeldatud homogeensete rühmade moodustamise algoritmi. Vastasel juhul valitakse igast klastrist liikmed juhuslikult.

Klasterite algoritmid ei võimalda moodustada ühtaegu võrdse suurusega ning etteantud arvu klastreid. K-keskmiste algoritmi abil on võimalik fikseerida klasterite arv, kusjuures klasterite suurus on ühtlase jaotuse korral sarnane. Punktide ebaühtlase paiknemise korral võib klasterite suurus siiski oluliselt kõikuda, mistõttu võib ühte rühma sattuda ka mitu liiget samast klastrist.

3.2.2 Homogeensete rühmade moodustamine

Homogeensete rühmasoovituste moodustamiseks kasutatakse *Homogenous* tüüpi küsimuste vastuseid. Rühmale liikmete lisamiseks kasutatakse k -lähima naabri (*k-nearest neighbors*) algoritmi. Parameetri k abil saab piirata moodustatud soovituste hulka.

Algoritmi abil leitakse iga üksiku tudengi jaoks k kaastudengit, kelle vastused olid tema omadele kõige sarnasemad, ning moodustatakse vastavad paarid ehk kaheliikmelised grupid. Grupile liikmete lisamiseks korratakse algoritmi rekursiivselt iga grupi jaoks, võttes naabrite otsingul lähtepunktiks grupi keskpunkti. Uute liikmete lisamine lõppeb, kui grupi suurus võrdub soovitud liikmete arvuga, ning grupp lisatakse soovitude nimekirja.

Kui küsimustik sisaldas *Heterogenous* tüüpi küsimusi, kasutatakse liikmete lisamisel ka eelnevalt leitud jaotust klastritesse. Algoritm otsib uusi liikmeid eelisjärjekorras nendest klastritest, millesse kuuluvaid tudengeid veel rühmas ei leidu. Juba kasutatud klastrist saab uue liikme valida ainult siis, kui kõik teised klastrid on samuti kasutatud. Sel juhul on kõik klastrid taas saadaval, kuni neist valitakse järgmine liige, ning protsess kordub samal põhimõttel.

3.2.3 Kokkusobivuse hindamine

Igale moodustatud rühmasoovitusele arvutatakse rühma liikmete kokkusobivuse hinnang. Hinnang koosneb kahest komponendist:

- Rühma heterogeensuse skoor, mille arvutamiseks kasutatakse *Heterogenous* tüüpi küsimuste vastuseid
- Rühma homogeensuse skoor, mille arvutamiseks kasutatakse *Homogenous* tüüpi küsimuste vastuseid

Mõlema komponendi väärtus võrdub liikmete mediaankaugusega rühma keskpunktist vastavat tüüpi küsimuste ruumis.

Hinnangu numbriline väärtus võimaldab võrrelda rühmasoovitusi omavahel, kuid ei pruugi olla informatiivne rühma liikmetele. Tulemuste esitamisel oleks oluline selgitada sarnasuste ja erinevuste tähtsust rühmatöö toimimisel ning esitada andmeid nii, et olulised võrdluskohad paremini eristuks. Näiteks meeskonnatöö rollide puhul on võimalik hinnata, mitu rolli üheksast on rühmas esindatud ning motivatsiooniküsimuste puhul kirjeldada, mitu vastanut andsid ühesuguse vastuse.

3.2.4 Rühmade valimine

Valitud protsessi viimase sammuna tuleb rühmasoovituste seast leida selline rühmade kombinatsioon, mille puhul kõik vastanud on määratud täpselt ühte rühma ning on valitud

rühmad on võimalikult kõrge kokkusobivusega. Rühmakombinatsioonide leidmiseks ehk rühmade kinnitamiseks on loodud ahne algoritm, mis otsib maksimaalselt heterogeensete soovitude seast kõige homogeenemaid. Algoritm imiteerib olukorda, kus uusi rühmasoovitusi edastatakse tudengitele jooksvalt ning parima hinnanguga rühmad osutuvad järjest valituks.

Kui rühmasoovitused on moodustatud, järjestatakse need sobivushinnangute alusel, kusjuures olulisemaks loetakse heterogeensuse hinnangut (Joonis 5). Esmalt kinnitatakse kõige kõrgema sobivushinnangu saanud rühm ning valikust eemaldatakse kõik rühmasoovitused, mille hulka kuulub mõni kinnitatud rühma liige. Kõrgeima hinnanguga rühmade kinnitamine jätkub, kuni valikus ei ole enam ühtegi sobivat soovitud.

```
class GroupSelector:
    def __init__(self, recommendations):
        self.recommendations = recommendations
        self.selected_groups = []
        self.grouped_members = set()

    def select_best_groups(self):
        while not len(self.recommendations) == 0:
            best = self.recommendations.pop(0)
            self.select_if_available(best)
        return self.selected_groups

    def select_if_available(self, group):
        if not set(group).intersection(self.grouped_members):
            self.selected_groups.append(group)
            for element in list(group):
                self.grouped_members.add(element)
```

Joonis 5. Rühmasoovituste kinnitamine.

Kui leidub tudengeid, kes ei kuulu veel kinnitatud rühma, moodustatakse uued rühmasoovitused ning korratakse protsessi, kuni kõik liikmed on jaotatud (Joonis 6). Juhul kui vastanute arv ei jagu täpselt soovitud rühma suurusega, lisatakse järelejäänud liikmed olemasolevatesse gruppidesse ning arvutatakse uued kokkusobivuse hinnangud.

```

def calculate(self):
    heterog_data = self.get_responses(qtype=QuestionType.Heterogenous)
    homog_data = self.get_responses(qtype=QuestionType.Homogenous)

    while not self.done():
        ungrouped = self.grouping_result.get_ungrouped_names()
        if len(ungrouped) >= self.group_size:
            self.recommender.generate_recommendations(heterog_data,
                                                       homog_data)

            self._select_groups()
        else:
            self._distribute_ungrouped(homog_data)

```

Joonis 6. Lõpliku rühmade kombinatsiooni leidmine.

Tegemist ei ole optimaalse algoritmiga ning arvutustele kuluv aeg kasvab vastuste hulga suurenemisel kiirelt. Kuigi prototüüp toetab rühmade kombinatsiooni leidmist, oleks tervikliku lahenduse puhul siiski eelistatud protsess, mis sisaldab vähemalt osaliselt valiku tegemist rühmatöös osalejate poolt.

3.3 Rakenduse kasutamine

Grupeerimise komponenti on võimalik käivitada käsurealt oma isiklikus masinas või paigaldada serverisse veebiteenus, mis võimaldab komponenti käivitada läbi rakendusliidese. Käesoleva bakalaureusetöö raames loodud prototüüp ei sisalda kasutajaliidese komponenti.

3.3.1 Veebiteenus

Kuna rakenduse prototüüp ei võimalda küsimustikku ja selle vastuseid salvestada, tuleb sisendandmete üleslaadimiseks ja grupeerimise käivitamiseks kasutada ühtainsat päringut. Veebiteenuse aadress /jobs võtab vastu *multipart-form-data* tüüpi HTTP päringuid, mis sisaldavad JSON vormingus küsimustiku kirjeldust ning CSV vormingus manust vastustega (Joonis 7). Joonisel esitatud näites on vastuste faili sisu ja küsimuste konfiguratsiooni detailid suure mahu tõttu välja jäetud.


```

POST /jobs HTTP1.1
Content-Type: multipart/form-data; boundary=-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gW

-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gW
Content-Disposition: form-data; name="payload"

{
  "group_size": 5,
  "recommendations_per_member": 4,
  "survey": {
    "id_field": "Matriklinumber",
    "questions": [
      {
        "code": "Q1",
        "question": "Matriklinumber",
        "type": "Identity"
      },
    ]
  }
}
-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gW
Content-Disposition: form-data; name="file";
filename="role_motivation_15.csv"
Content-Type: application/vnd.ms-excel

-----WebKitFormBoundary7MA4YWxkTrZu0gW-

```

Joonis 7. HTTP päring grupeerimistöö lisamiseks.

Rühmade moodustamine on ajakulukas, mistõttu lisatakse päringu sisu ehk grupeerimistöö töötlusjärjekorda ning tagastatakse töö unikaalne identifikaator `job_id`. Aadressil `/jobs/<job_id>` saab pärida töötluse seisu ning töötluse lõppedes ka viidet aadressile, kust näeb tulemust ehk moodustatud gruppe (Joonis 8).

```
{
  "data":{
    "job_id":"a2975b2c-b128-4632-b2ca-a7626ee69bb7",
    "job_status":"finished"
  },
  "links":[
    {
      "href":"a2975b2c-b128-4632-b2ca-a7626ee69bb7/result",
      "rel":"result",
      "type":"GET"
    }
  ],
  "status":"success"
}
```

Joonis 8. Vastus grupeerimistöö oleku päringule.

Veebiteenuse komponente saab paigaldada Dockeri konteineritena. Iga komponendi jaoks on olemas eraldi Dockerfile ning nende ühiseks käivitamiseks on loodud Compose fail (Joonis 9).

```
version: '3.8'
services:
  api:
    build: api
    ports:
      - "5000:5000"
    links:
      - redis
  worker:
    build: worker
    links:
      - redis
  redis:
    image: redis
```

Joonis 9. Docker Compose seadistus veebiteenuse paigaldamiseks serverisse.

3.3.2 Grupeerimise käivitamine käsurealt

Grupeerimise moodulit saab käivitada ka eraldiseisvalt. Eelduseks on Python 3 koos vajalike teekidega. Teekide paigaldamiseks Pythoni ametliku paketi halduriga (pip) on loodud sobivas formaadis fail *requirements.txt*.

```
> cd worker
> pip install -r requirements.txt
> run.py input_path=data/responses.csv config=config.yml
output_format=json, output_path=groups.json
```

Joonis 10. Rakenduse käivitamine käsurealt.

Rakenduse käivitamisel tuleb määrata sisendfailide ja väljundfaili asukoht ning väljundi soovitud formaat (Joonis 10). Parameetrite kirjeldused on esitatud allpool asuvas tabelis.

Tabel 2. Käsurrealt käivitamise parameetrid.

Parameeter	Kirjeldus	Näited
input_path	Küsimustiku vastuseid sisaldav fail	../in.json input/responses.csv
config	Küsimustiku konfiguratsiooni sisaldav fail	survey_config.yml config/s1.json
output_format	Väljundfaili formaat	json yaml
output_path	Väljundfaili asukoht	groups.json out/results.yml

Kokkuvõte

Töö põhieesmärk oli luua rakendus, mis võimaldab erinevate kriteeriumite alusel tudengeid rühmadesse jagada. Rühmatööd mõjutavate tegurite väljaselgitamiseks tutvuti antud teemal kirjutatud teadustöödega. Selgus, et oluline pole mitte ainult rühma koosseis, vaid ka rühma moodustamise viis ning ühine arusaam rühmatöö eesmärkidest.

Peamise tulemusena kirjutati Pythoni programmeerimiskeeles veebiteenuse prototüüp, mille sisendiks on tudengite vastused ükskõik millisele eelnevalt defineeritud küsimustikule ning väljundiks nende põhjal moodustatud rühmad. Rühmade moodustamisel võetakse arvesse asjaolu, et osade kriteeriumite puhul on eelistatud homogeensed rühmad ning teiste puhul heterogeensed. Iga rühma juurde kuulub hinnang liikmete kokkusobivusele.

Prototüübi testimiseks koostati näidisküsimustik, milles palutakse hinnata enda sobivust üheksasse Belbini meeskonnatöö rolli ning küsitakse soovitud hinde, selle olulisuse ning planeeritud ajakulu kohta. Küsimustiku kirjeldamisel määrati, et meeskonnatöö rollid peaksid rühmas olema võimalikult erinevad ning hindeline eesmärk ja panus võimalikult sarnased. Genereeriti hulk näidisvastuseid, mida kasutati koos küsimustikuga veebiteenuse sisendina.

Kasutatud kirjandus

- [1] T. Rüütmann, Inseneripedagoogika käsiraamat. STEM valdkonna õppeainete mõjus õpetamine ja õppimine, Teine toim., TTÜ kirjastus, 2018.
- [2] M. Täks, „Engineering students’ experiences of entrepreneurship education. A qualitative approach,“ Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 2015.
- [3] S. B. Channon, R. C. Davis, N. T. Goode ja S. A. May, „What makes a ‘good group’? Exploring the characteristics and performance of undergraduate student groups,“ *Advances in Health Sciences Education*, kd. 22, nr 1, pp. 17-41, 2017.
- [4] C. Hillyard, D. Gillespie ja P. Littig, „University students' attitudes about learning in small groups after frequent participation,“ *Active Learning in Higher Education*, kd. 11, nr 1, pp. 9-20, 2010.
- [5] D. Hall ja S. Buzwell, „The problem of free-riding in group projects: Looking beyond social loafing as reason for non-contribution,“ *Active Learning in Higher Education*, kd. 14, nr 1, pp. 37-49, 2013.
- [6] R. Fisher, Õpetame lapsi õppima, Tartu: Atlex, 2004.
- [7] J. M. Adán-Coello, C. M. Tobar, E. S. José de Faria, R. Luís de Freitas ja W. Serafim de Menezes, „Forming Groups for Collaborative Learning of Introductory Computer Programming Based on Students’ Programming Skills and Learning Styles,“ *International Journal of Information and Communication Technology Education*, kd. 7, nr 4, pp. 34-46, 2011.
- [8] J. Shimazoe ja H. Aldrich, „Group Work Can Be Gratifying: Understanding & Overcoming Resistance to Cooperative Learning,“ *College Teaching*, kd. 58, nr 2, pp. 52-57, 2010.
- [9] G. P. McClelland, „The influence of randomly allocated group membership when developing student task work and team work capabilities,“ *Journal of Further and Higher Education*, kd. 36, nr 3, pp. 351-369, 2012.
- [10] R. M. Belbin, Team Roles at Work, 2nd toim., Burlington: Elsevier Ltd, 2010.
- [11] M. Smith, G. Polglase ja C. Parry, „Construction of Student Groups Using Belbin: Supporting Group Work in Environmental Management,“ *Journal of Geography in Higher Education*, kd. 36, nr 4, pp. 585-601, 2012.
- [12] Jane S. Prichard ja Neville A. Stanton, „Testing Belbin’s team role theory of effective groups,“ *Journal of Management Development*, kd. 18, nr 8, pp. 652-665, 1999.
- [13] I. Palumaa, „Uue grupi produktiivsuse tõstmine peale organisatsiooni restruktureerimist,“ Tallinn, 2016.
- [14] C. H. Amato ja L. H. Amato, „Enhancing student team effectiveness: Application of Myers-Briggs personality assessment in business courses,“ *Journal of Marketing Education*, kd. 27, nr 1, pp. 41-51, 2005.

- [15] P. Strauss, A. U ja S. Young, „I know the type of people I work well with': Student anxiety in multicultural group projects,“ *Studies in Higher Education*, kd. 36, nr 7, pp. 815-829, 2011.
- [16] S. A. Myers, „Students' Perceptions of Classroom Group Work as a Function of Group Member Selection,“ *Communication Teacher*, kd. 26, nr 1, pp. 50-64, 2012.
- [17] L. Freeman ja L. Greenacre, „An examination of socially destructive behaviors in group work,“ *Journal of Marketing Education*, kd. 33, nr 1, pp. 5-17, 2011.
- [18] D. Y. Wang, S. S. Lin ja C. T. Sun, „DIANA: A computer-supported heterogeneous grouping system for teachers to conduct successful small learning groups,“ *Computers in Human Behavior*, kd. 23, nr 4, pp. 1997-2010, 2007.
- [19] „Overview - CATME,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://info.catme.org/about/overview/>. [Kasutatud 30. juuli 2020].
- [20] R. A. Layton, „Design and Validation of a Web-Based System for Assigning Members to Teams Using Instructor-Specified Criteria,“ *Advances in Engineering Education*, kd. 2, nr 1, pp. 1-28, 2010.
- [21] „Moodle plugins directory: Group choice,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://moodle.org/plugins/mod_choicegroup. [Kasutatud 30. juuli 2020].
- [22] „Moodle plugins directory: Group self-selection,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://moodle.org/plugins/mod_groupselect. [Kasutatud 30. juuli 2020].
- [23] „Moodle plugins directory: Group formation,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://moodle.org/plugins/mod_groupformation. [Kasutatud 30. juuli 2020].
- [24] M. Soomuk, „Belbini meeskonnarollide aruanne,“ 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <https://belbin.ee/wp-content/uploads/2012/03/belbini-individuaalne-aruanne.pdf>. [Kasutatud 30 July 2020].
- [25] „JSON,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.json.org/json-en.html>. [Kasutatud 30. juuli 2020].
- [26] restfulapi.net, „HATEOAS Driven REST APIs,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://restfulapi.net/hateoas/>. [Kasutatud 30. juuli 2020].

Lisa 1 – Näidisküsimustik (Google'i Vormid)

Registreerimine rühmatöös osalemiseks

* Kohustuslik

1. Eesnimi *

2. Perekonnanimi *

3. Matriklinumber *

Meeskonnatöö
rollid

Hea koostöö tagamiseks peavad meeskonna liikmed tihti täitma erinevaid rolle, mis aitavad neil üheskoos soovitud tulemuseni jõuda. M. Belbin on kirjeldanud üheksat rolli, mis iseloomustavad inimeste soodumust meeskonnas mingil kindlal kombel käituda, meeskonnatöös osaleda ja kaasliikmetega suhelda.

Belbini sõnul on igal inimesel on vähemalt kaks tugevat meeskonnarolli ning kõige edukamad on need meeskonnad, kus on esindatud kõik rollid.

Hinda, kui hästi võiks sind iseloomustada nende rollide tugevused ja nõrkused.

4. Innovaator *

Hea kujutlusvõimega loominguiline vabamõtleja. Genereerib ideid ja lahendab raskeid probleeme / Ignoreerib ebaolulist. Liialt hõivatud efektiivselt suhtlemiseks.

Märkige ainult üks ovaal.

1 2 3 4 5

Ei iseloomusta üldse Iseloomustab täielikult

5. Võimaluste otsija *

Avatud, entusiastlik suhtleja. Uurib võimalusi ja arendab kontakte. / Liialt optimistlik. Kaotab huvi pärast esmase entusiasmi möödumist.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

6. Koordineerija *

Küps, enesekindel, tunneb ära talendid. Eesmärke selgitav. Delegeerib edukalt. / Võidakse näha manipuleerivana. Lükkab oma töö teiste kaela.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

7. Kujundaja *

Väljakutseid esitav, dünaamiline, töötab suurepäraselt pinge all. Omab motivatsiooni ja julgust takistuste ületamiseks. / Kaldub provotseerima. Haavab inimeste tundeid.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

8. Hindaja *

Kainelt kaalutlev, strateegiline ja läbinägelik. Näeb kõiki valikuvõimalusi ning teeb õiged otsused. / Puudus entusiasmist ja võimest teisi inspireerida. Võib olla ülikriitiline

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

9. Meeskonnatöötaja *

Koostööaldis, tähelepanelik ja diplomaatiline. Hea kuulaja, hoiab ära hõõrdumisi. / Kriisiolukordades kõhklev. Vastasseise vältiv.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

10. Teostaja *

Praktiline, usaldusväärne, tõhus. Muudab ideed tegevusplaanideks, organiseerib kõik vajalikud tööd. / Mõnevõrra paindumatu. Aeglane reageerima uutele võimalustele.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

11. Viimistleja *

Hoolas, kohusetundlik, sisemiselt ärev. Leiab üles vead ja puudused. Lihvib ja täiustab. / Kaldub asjatult muretsema. Delegeerib vastumeelselt.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

12. Asjatundja *

Sihikindel, algatusvõimeline, pühendunud. Tagab teadmised ja oskused, mida omavad vähesed. / Panus piirdub väga kitsa alaga. Kaevub tehnilistesse üksikasjadesse.

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei iseloomusta üldse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Iseloomustab täielikult

Motivatsioon
ja eesmärgid

Rühmas töötamine võib osutuda keeruliseks, kui rühma liikmete ootused koostööle ja tulemustele on erinevad. Järgnevad küsimused on abiks üksteise motivatsiooni hindamisel.

13. Mis hinnet soovid töö eest saada? *

Märkige ainult üks ovaal.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Ei oska öelda / pole vahet

14. Kui oluline on sulle soovitud hinde saamine? *

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	
Ei ole üldse oluline	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	On väga oluline

15. Kui mitu tundi nädalas oled valmis selle ülesande peale kulutama? *

Märkige ainult üks ovaal.

- Mitte rohkem kui tunniplaanis määratud aegadel
- Kuni 1 tund lisaks
- 1-2 tundi lisaks
- 2-3 tundi lisaks
- Rohkem kui 3 tundi lisaks

Lisa 2 – Näidisvastused

Eesnimi;Perekonnanimi;Matriklinumber;Innovaator;Võimaluste otsija;Koordineerija;Kujundaja;Hindaja;Meeskonnatöötaja;Teostaja;Viimistleja; Asjatundja;Mis hinnet soovid töö eest saada?;Kui oluline on sulle soovitud hinde saamine?;Kui mitu tundi nädalas oled valmis selle ülesande peale kulutama?

Isabelle;Gray;140324;2;5;4;1;2;1;2;5;1;3;2;4
Jin;Hardy;145866;1;2;1;1;5;3;5;3;2;5;1;5
Bradley;Sawyer;155105;3;4;3;5;1;2;2;5;4;3;1;4
Macon;Davidson;146896;2;2;3;5;1;4;1;4;2;2;3;4
Sloane;Bowman;196499;1;1;1;5;2;3;2;2;5;1;4;3
Sara;Rasmussen;173429;3;4;5;2;2;2;2;2;4;4;3
Calvin;Michael;204214;3;3;5;5;2;1;3;3;5;3;5;1
Chastity;Acosta;182851;4;2;2;3;2;2;2;4;2;3;3;1
Halla;Avila;175412;3;4;1;2;3;4;5;1;3;2;4;3
Russell;Wilkerson;144834;5;1;5;4;4;3;3;3;5;4;1;2
Cassidy;Robles;182165;5;3;2;4;2;4;4;5;2;4;5;1
Uriel;Calderon;179392;5;2;2;4;4;2;5;5;1;4;5;2
Ayanna;Duncan;143902;1;3;3;4;5;4;4;1;3;3;5;1
Amy;Monroe;191457;3;4;2;1;2;5;1;4;1;4;1;3
Suki;Cooke;175253;5;3;5;2;5;5;3;1;5;5;4;4
Alfonso;Burke;204626;1;1;4;4;2;3;5;1;1;3;2;5
Jamalia;Tanner;146963;4;3;4;1;4;2;5;4;2;2;2;1
Blaine;Bell;199833;2;1;3;4;5;3;3;3;4;5;1;5
Mariam;Estes;189685;4;5;4;3;2;4;1;2;3;2;3;2
Dieter;Cannon;146722;3;1;3;2;4;4;2;1;5;5;3;2
Myles;Middleton;145335;3;5;2;5;4;2;1;3;3;5;2;5
Micah;Allison;203655;5;1;1;5;5;5;3;2;5;4;2;1
Lynn;Espinoza;161447;5;1;5;5;4;5;2;3;3;3;3;2
Garrett;Glover;181833;5;2;4;5;4;2;1;4;5;5;2;5
Ali;Rivers;208260;2;5;2;4;5;1;3;4;5;4;1;1
Randall;Barr;205894;5;2;4;3;4;4;1;4;3;2;3;2
Hyacinth;Hart;194078;1;3;1;5;1;2;1;3;5;4;2;5
Maggie;Weiss;154644;5;4;1;5;3;4;5;2;2;4;5;1
Alma;Gaines;185169;2;5;5;3;1;1;1;4;2;5;2;3
Driscoll;Brooks;208489;1;5;1;5;2;2;1;4;2;5;3;1
Davis;Miller;200718;1;3;2;3;1;1;5;3;1;5;1;5
Malcolm;Collins;195516;1;3;1;4;4;1;4;4;2;2;4;2
Stacy;Oconnor;200997;2;3;5;2;4;2;3;2;3;1;2;4
Peter;Herman;185316;3;5;4;5;2;3;4;3;3;3;3;4
Arden;Prince;150045;2;4;1;3;5;1;2;3;2;5;5;1
Aiko;Mcbride;155662;2;4;2;1;4;3;2;5;4;3;5;3
Noelani;Navarro;143742;1;3;4;5;1;2;1;1;4;2;3;5
Magee;Thomas;196111;5;4;4;5;4;2;4;1;3;3;3;3
Victoria;Eaton;206195;4;3;4;3;3;1;5;4;5;3;4;1

Solomon;Burnett;195039;2;2;5;2;3;3;4;2;3;5;5;4
 Kiayada;Tran;180344;4;4;3;3;4;4;5;5;5;5;3;3
 Callum;Shepherd;154775;4;1;3;5;1;2;1;1;2;2;1;5
 Dane;Burch;181681;4;3;1;5;5;3;5;5;4;2;4;4
 Kaden;Howe;179449;3;1;2;4;4;3;5;5;3;5;5;1
 Nell;Mendoza;156364;5;3;2;4;2;3;1;1;4;5;5;3
 Indigo;Dodson;202274;5;1;1;1;2;5;1;4;1;5;5;2
 Samson;Gallegos;164551;1;4;4;1;3;4;1;1;4;1;1;5
 Ria;Carver;144700;5;3;1;4;5;3;1;5;3;4;1;1
 Justine;Gould;198427;5;5;5;2;1;3;5;1;2;4;1;4
 Chandler;Gilmore;203087;3;1;1;1;3;3;1;3;1;2;1;5
 Chloe;Bean;141041;5;4;1;3;1;3;5;5;1;1;1;5
 Mona;Cobb;200870;4;5;2;2;4;3;1;2;4;5;5;4
 Destiny;Carson;191306;1;5;5;4;3;1;4;2;5;4;5;4
 Veronica;Riddle;162329;2;2;2;2;2;5;1;4;3;2;2;4
 Dean;Moreno;199234;4;5;2;3;1;2;2;1;1;4;2;3
 Grant;Schmidt;142998;5;3;2;4;4;5;3;5;1;1;2;5
 Regina;Grant;208029;1;3;2;2;4;3;1;2;3;2;2;1
 Morgan;Benson;154264;1;3;5;3;3;1;4;2;3;2;4;2
 Raymond;Cantu;157534;4;4;1;4;5;2;5;4;4;1;2;1
 Kai;Lott;143594;2;2;2;3;2;2;1;2;4;3;2;5
 Cedric;Kline;176431;2;5;2;1;4;2;3;1;1;4;4;3
 Timon;Pope;181117;2;4;2;4;4;3;4;4;4;5;3;5
 Denton;Le;190116;3;2;1;4;1;4;2;5;3;5;5;4
 Melinda;Bauer;198323;5;5;2;1;1;3;1;4;1;3;3;2
 Dillon;Bruce;153479;5;1;4;4;2;3;5;2;2;3;2;1
 Chiquita;Herman;159086;3;4;2;4;4;2;1;4;3;5;1;4
 Kylynn;Sullivan;145547;5;4;4;1;1;4;2;4;1;3;2;2
 Clayton;Carpenter;196363;5;5;4;2;2;5;5;1;3;3;5;4
 Plato;Burt;141184;5;4;3;1;2;2;4;1;3;4;5;3
 Gavin;Hurley;175532;1;2;5;1;5;2;3;1;5;1;3;4
 Ina;Kennedy;156112;2;1;3;5;1;5;5;5;1;1;5;5
 Bruce;Heath;207839;2;2;3;5;4;2;1;3;5;3;3;4
 Farrah;Medina;168082;5;3;5;5;5;4;3;2;2;2;1;1
 Shellie;Arnold;177843;1;1;5;1;1;2;2;3;1;5;2;4
 Rajah;Gates;198493;3;3;5;1;3;4;1;4;1;4;1;3
 Kiara;Mays;171909;5;4;3;3;5;3;3;3;1;3;3;1
 India;Chang;183713;1;2;3;1;3;4;2;1;3;1;5;5
 Linus;Fletcher;203076;4;1;1;2;3;2;4;1;2;4;1;2
 Dora;Garner;200110;5;4;3;3;4;2;2;4;1;2;2;4
 Flynn;Browning;207977;1;2;5;5;5;5;2;3;3;2;2;3
 Lois;Byrd;171261;3;5;1;3;1;2;5;2;3;1;3;2
 Cleo;Coleman;164222;3;5;1;1;5;1;3;5;4;2;4;1
 Graham;Mcfarland;179243;5;4;1;3;5;5;2;5;3;5;4;4
 Selma;Goodman;168941;5;5;1;5;5;5;1;5;4;5;1;4
 Cameran;Trevino;168959;1;2;1;5;3;3;3;1;2;2;4;5
 Ryder;Travis;189955;1;4;5;5;2;4;3;2;4;4;4;5
 Audrey;Jacobson;170541;1;4;1;2;1;1;3;4;1;1;2;3
 Rebecca;Kerr;155303;2;3;4;5;1;3;3;4;1;3;2;5
 Honorato;Alexander;200371;3;2;4;5;2;5;5;5;3;3;3;5
 Flynn;Potter;209221;3;3;5;2;2;5;1;5;2;3;2;4

McKenzie;Stewart;206130;4;5;3;1;3;2;3;5;5;1;4;1
Mason;Huff;208229;1;3;2;3;5;2;5;3;5;4;3;5
Zeph;Holman;185111;2;2;2;3;5;2;4;1;5;2;5;1
Lionel;Elliott;191844;5;2;4;2;3;5;4;1;4;1;2;2
Kaitlin;Wynn;149208;4;5;4;4;1;1;3;5;1;5;1;4
Gabriel;Sears;199099;4;3;2;5;4;5;2;5;5;4;5;1
Demetrius;Mitchell;181310;2;5;5;1;5;1;3;1;1;2;4;1
Selma;Boyle;144276;2;2;4;1;3;5;4;5;1;3;2;1
Ursa;Romero;150568;3;4;5;4;1;3;1;5;5;1;2;1
Allistair;Mckay;194409;1;3;4;1;2;5;3;1;1;1;2;5

Lisa 3 – Näidisküsimustiku konfiguratsioonifail

```
#----
# Preferred number of members in each formed group.
# If it is not possible to form groups of equal size, some will contain
[group_size + 1] members.
# Recommended max value: 8
#-----
group_size: 5

#----
# Amount of group recommendations made for each member. Larger values may
cause the program to run very slowly.
# Recommended max value: 9 - group_size
#-----
recommendations_per_member: 4

#----
# id_field: Header of the column used to display the members of formed
groups. Should contain unique values.
# questions: Questions used in the survey and how they should be used when
forming groups.
# Supported question types: heterogenous, homogenous, identity.
# Any questions which are not defined in this list will not be loaded into
the application.
#-----
survey:
  id_field: "Matriklinumber"
  questions:
    - code: Q1
      question: "Eesnimi"
      type: Identity
    - code: Q2
      question: "Perekonnanimi"
      type: Identity
    - code: Q3
      question: "Matriklinumber"
      type: Identity
    - code: Q4
      question: "Innovaator"
      type: Heterogenous
    - code: Q5
      question: "Võimaluste otsija"
      type: Heterogenous
    - code: Q6
      question: "Koordineerija"
```

type: Heterogenous
 - code: Q7
 question: "Kujundaja"
 type: Heterogenous
 - code: Q8
 question: "Hindaja"
 type: Heterogenous
 - code: Q9
 question: "Meeskonnatöötaja"
 type: Heterogenous
 - code: Q10
 question: "Teostaja"
 type: Heterogenous
 - code: Q11
 question: "Viimistleja"
 type: Heterogenous
 - code: Q12
 question: "Asjatundja"
 type: Heterogenous
 - code: Q13
 question: "Mis hinnet soovid töö eest saada?"
 type: Homogenous
 - code: Q14
 question: "Kui oluline on sulle soovitud hinde saamine?"
 type: Homogenous
 - code: Q15
 question: "Kui mitu tundi nädalas oled valmis selle ülesande peale
 kulutama?"
 type: Homogenous

Lisa 4 – Grupeerimistöön tulos

```
{  
  
  "data":{  
  
    "job_id":"20312e56-cc46-4acc-a3c2-1015cc1a7f6a",  
    "job_result":{  
      "algorithm":"cluster_knn",  
      "groups":[  
        {  
          "group_id":1,  
          "heterog_score":1.6572953781388151,  
          "homog_score":0.3200000000000001,  
          "responses":[  
            {  
              "Q1":140324,  
              "Q2":2,  
              "Q3":5,  
              "Q4":3  
            },  
            {  
              "Q1":155105,  
              "Q2":3,  
              "Q3":4,  
              "Q4":3  
            },  
            {  
              "Q1":182851,  
              "Q2":4,  
              "Q3":2,  
              "Q4":3  
            },  
            {  
              "Q1":182165,  
              "Q2":5,  
              "Q3":3,  
              "Q4":4  
            },  
            {  
              "Q1":143902,  
              "Q2":1,  
              "Q3":3,  
              "Q4":3  
            }  
          ]  
        }  
      ]  
    }  
  }  
}
```

```

    }
  ]
},
{
  "group_id":2,
  "heterog_score":1.813548449754365,
  "homog_score":0.4800000000000001,
  "responses":[
    {
      "Q1":145866,
      "Q2":1,
      "Q3":2,
      "Q4":5
    },
    {
      "Q1":173429,
      "Q2":3,
      "Q3":4,
      "Q4":4
    },
    {
      "Q1":144834,
      "Q2":5,
      "Q3":1,
      "Q4":4
    },
    {
      "Q1":179392,
      "Q2":5,
      "Q3":2,
      "Q4":4
    },
    {
      "Q1":175253,
      "Q2":5,
      "Q3":3,
      "Q4":5
    }
  ]
},
{
  "group_id":3,
  "heterog_score":1.2981030292463231,
  "homog_score":0.8800000000000001,
  "responses":[
    {
      "Q1":146896,
      "Q2":2,
      "Q3":2,
      "Q4":2
    },
  ],

```

```

    {
      "Q1":196499,
      "Q2":1,
      "Q3":1,
      "Q4":1
    },
    {
      "Q1":204214,
      "Q2":3,
      "Q3":3,
      "Q4":3
    },
    {
      "Q1":175412,
      "Q2":3,
      "Q3":4,
      "Q4":2
    },
    {
      "Q1":191457,
      "Q2":3,
      "Q3":4,
      "Q4":4
    }
  ]
},
"skipped":[
  "Eesnimi",
  "Perekonnanimi",
  "Koordineerija",
  "Kujundaja",
  "Hindaja",
  "Meeskonnat\u00f6\u00f6taja",
  "Teostaja",
  "Viimistleja",
  "Asjatundja",
  "Kui oluline on sulle soovitud hinde saamine?",
  "Kui mitu tundi n\u00e4dalas oled valmis selle \u00f6clesande peale
kulutama?"
],
"used":[
  {
    "code":"Q1",
    "question":"Matriklinumber",
    "type":"Identity"
  },
  {
    "code":"Q2",
    "question":"Innovaator",
    "type":"Heterogenous"
  }
]

```

```
    },
    {
      "code": "Q3",
      "question": "V\u00f5imaluste otsija",
      "type": "Heterogenous"
    },
    {
      "code": "Q4",
      "question": "Mis hinnet soovid t\u00f6\u00f6 eest saada?",
      "type": "Homogenous"
    }
  ]
}
},
"status": "success"
}
```

