

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Andmeteaduse õppekava

Aima Allik, Annika Altoja

**Õpianalüütika töölaua loomine Tartu Ülikooli
õppeinfosüsteemi (ÕIS 2) andmetel**

Magistriksam (15 EAP)

Juhendajad:
Gert Post, MSc
Jaak Vilo, PhD

Tartu 2022

Õpianalüütika töölaua loomine Tartu Ülikooli õppeinfosüsteemi (ÕIS 2) andmetel

Lühikokkuvõte:

Tartu Ülikooli instituudi- ja programmijuhtidel ning õppekorraldusspetsialistidel puudub mugav võimalus jälgida üliõpilaste õppeedukust ja valikuid õppekavas indiviidi tasemel. Õppekava lõikes puudub ülevaade, mis aineid ja mooduleid üliõpilased eelistavad, mis tulemusi saavutavad ning kui edukad on õppekava mahu täitmises. Magistrieksami raames loodi esmane versioon õpianalüütika töölaust eesmärgiga lihtsustada üliõpilaste õppeedukuse ja õppekava läbimise jälgimist. Töölaua ülesehitamiseks kasutati Tartu Ülikooli õppeinfosüsteemi (ÕIS 2) arenduskeskkonnast saadud andmeid, mida töödeldi ja struktureeriti R programmeerimiskeeles. Kujundamiseks ja visualiseerimiseks kasutati Angulari raamistikku. Loodud õpianalüütika töölaud võimaldab lõppkasutajal õppekava kaupa analüüsida üliõpilaste seisu nii tervikvaates kui ka individuaalselt. Õppekava üldpildi saamiseks on töölauale lisatud võtmenäitajad, mis mõõdavad üldist katkestamise määra ning EAP-de keskmisi registreeritud ja õppekavasse arvestatud ainete kaupa.

Võtmesõnad:

Õppeinfosüsteem, analüütika, töölaud, API, R (programmeerimiskeel), Angular

CERCS:

P170 Arvutiteadus, arvutusmeetodid, süsteemid, juhtimine (automaatjuhtimisteooria)

Creating a Learning Analytics Dashboard Using the Data of University of Tartu Study Information System (SIS 2)

Abstract:

The program directors, heads of institutes and academic affairs specialists of the University of Tartu do not have a convenient possibility for monitoring the academic success and choices of students in the curriculum at an individual level. There is no overview of which courses and modules students prefer, which results are achieved and how successful they are in completing the curriculum. As part of the master's exam, an initial version of the learning analytics dashboard was created with the aim of facilitating the monitoring of students' academic success and curriculum completion. In order to build the dashboard, data from the development environment of the University of Tartu Study Information System (SIS 2) was used. The data was processed and structured in the R programming language, Angular framework was used for designing and visualising the dashboard. The created learning analytics dashboard allows the end user to analyze the situation of students both in the overall view and individually. Key performance indicators, which measure the general drop-out rate and the average number of ECTS for courses that are registered or included in the curriculum, have been added to the dashboard in order to get an overview of the curriculum.

Keywords:

Study information system, analytics, dashboard, API, R (programming language), Angular

CERCS:

P170 Computer Science, numerical analysis, systems, control

Sisukord

Sissejuhatus	6
1 Ülesande püstitus	7
2 Rakenduse ülesehitus	9
2.1 Installeerimine	9
2.2 Andmete kogumine	10
2.3 Andmefailide loomine R-is	11
2.3.1 Õppekava moodulid, ained ja üliõpilased	11
2.3.2 Üldtabeli loomine	12
2.3.3 Üliõpilase valikud	13
2.3.4 Registreeringute lisamine	13
2.3.5 Läbitud ainete lisamine	13
2.3.6 Mooduli nime otsimine	14
2.3.7 VÕTA ainete lisamine	16
2.3.8 Alamtabelite loomine ja eksportimine	17
2.4 Andmefailide ülevaade	19
2.5 Rakenduse loomine Angularis	20
2.5.1 Installitud pakettide tutvustus	20
2.5.2 Angulari komponendid	21
2.6 Töölaua käivitamise protsess	22
3 Lõpplahenduse ülevaade	24
3.1 Andmed	25
3.2 Üldinfo ja võtmenäitajad	25
3.3 Jooniste selgitused	26
3.3.1 Üliõpilase taust ja edasijõudmine	27
3.3.2 Üliõpilase valikud õppekavas	28

3.4	Tabelite selgitused	29
3.4.1	Moodulite ülevaade.....	30
3.4.2	Üliõpilaste ülevaade.....	32
4	Analüüs ja järeldused	33
5	Koostöö	35
	Kokkuvõte	36
	Viidatud kirjandus.....	37
	Lisad.....	38

Sissejuhatus

Järjest mahukamad andmekogud tänapäeva infoühiskonnas on aidanud kaasa sellele, et üha rohkem pööratakse tähelepanu andmeanalüüsile ning selle vajalikkusele. Tartu Ülikooli 2021.-2025. aasta arengukava punkti „Innustav ja teed rajav organisatsioon” põhjal on Tartu Ülikooli üheks tegevussuunaks innovaatilise digiülikooli väljaarendamine [1]. Sellega seoses on eesmärgiks panustada infotehnoloogilisse võimekusse ning muuta ülikooli andmed väärtuslikuks ja kättesaadavaks varaks. Tartu Ülikool on andmeanalüüsi ka varasemalt investeerinud, et ülikooli arendada ja õpilaste edukust tõsta.

Aastal 2020 valmis avalik statistika töölaud¹, mis koondab üldised statistikanäitajad õppimise, eelarvete ja teadustööde kohta [2]. Töölaualt saab näha ülikooli üldstatistikat, kuid ei võimaldata näha tulemusi indiviidi tasemel. Õppeinfosüsteemis on loodud ka piiratud ligipääsuõigustega masinõppel põhinev õpianalüütika töölaud, kus üliõpilased grupeeritakse kolme rühma vastavalt arvatud katkestamisrisi järgi [3]. Töölaua on aga mitmeid puudujääke - see keskendub peamiselt riskitegurite leidmisele ning jätab kõrvale edukad üliõpilased. Töölaua puudub ka ülevaade üliõpilaste valikutest õppekaval ning mudeli toimimise põhimõtte vajab põhjalikumat süvenemist, enne kui selle põhjal järeldusi teha.

Hoolimata olemasolevatest analüüsilahendustest ei ole Tartu Ülikooli instituudi- ja programmijuhtidel endiselt mugavat võimalust oma üliõpilaste õppeedukust ja valikuid indiviidi tasemel jälgida. Õppekava lõikes puudub ülevaade, mis aineid ja mooduleid üliõpilased eelistavad, mis tulemusi saavutatakse ning milline on üldine edasijõudmine õppekava täitmise mahu suhtes. Seetõttu peab juht või spetsialist üliõpilaste profiile läbi vaatama ühekaupa. See aga vähendab märkimisväärselt nähtud tulemuste ülevaatliku ettekujutuse tekkimist ning on väga ajamahukas, kui huviorbiidis on suurem kogus üliõpilasi.

Käesoleva magistrieksami projekti eesmärgiks on luua esmane versioon uuest õpianalüütika töölauast, mis võimaldab analüüsida ja visualiseerida õppekava üliõpilaste seisut nii tervikvaates kui ka individuaalselt, et lihtsustada programmi- ja instituudijuhtide ning õppekorraldusspetsialistide tööd. Töö kirjalik osa koosneb ülesande püstitusest, rakenduse ülesehituse kirjeldusest, lõpplahenduse ülevaatest, analüüsist, järeldustest, autorite koostööst ja kokkuvõttest. Lõpplahenduse ülevaate peatükk on loetav eraldiseisva dokumendina ning sisaldab korduvat infot võrreldes ülejäänud dokumendiga.

¹ <https://statistika.ut.ee/>

1 Ülesande püstitus

Magistrieksami esimeses etapis määrati koostöös Tartu Ülikooli infotehnoloogia osakonna töötajate ning arvutiteaduse instituudi juhatajaga töö täpsemad väljundid ning meetodika. Õpianalüütika töölaua loomisel seati kujundusele eesmärk, et lõpplahendusel oleks nii tervikvaade kui ka individuaalne vaade kõikidest õppekava üliõpilastest. Töölaud peaks sisaldama infot mooduli ja õppeaine täpsusega ning seda kõigi valitud õppekava üliõpilasgruppide kohta.

Funktsionaalsuse poole pealt oli oluline, et kasutaja saaks teha valikuid kuvatava õppekava ja aasta kohta ning tabelite sisu oleks võimalik sorteerida üliõpilase nime, matrikli numbri ja EAP-de ehk Euroopa ainepunktisüsteemi ainepunktide mahu järgi. Lisaväärtust annaks ka võimalus joonistel ja tabelitel kuvatud andmed alla laadida. Selle funktsionaalsusega saab kasutaja vajaduse korral ise andmeid enda jaoks sobivale kujule viia ning täiendavalt analüüsida. Töölaual kuvatud õppekavad peavad olema piiratud ligipääsuõigusega, see tähendab, et õppekava programmijuhid ei tohi näha üksteise õppekavasid ja üliõpilasi.

Töölaua jaoks seatud eesmärkide põhjal koostati näidisandmetega esialgne töölaua kujundus Figma² tööriista abil (vt lisa I ja lisa II). Töölaua loomiseks oli algselt plaan kasutada R tarkvara Shiny paketti, mille abil on loodud ka Tartu Ülikooli avalik statistika töölaud³, seetõttu tehti ka kujundus R Shiny stiili arvesse võttes. R Shiny võimaldab võrdlemisi lihtsalt luua interaktiivseid jooniseid ja veebirakendusi otse R-is. Töölaua algne kujundus hõlmas:

- filtreid õppekava, sisseastumise aasta, semestri ning varasema hariduse kohta;
- võtmenäitajaid (ingl *key performance indicators*) keskmise õppekava nominaalmahu täitmise kohta, keskmise läbitud õppeainete mahu, keskmise hetkel aktiivsete registreeringute mahu, kõigi tulemuste aritmeetilise ja keskmise hinde kohta;
- joonist üliõpilaste õppekava täitmise kohta nominaalmahtu arvestades;
- tabelit õppekaval edasijõudmise kohta üliõpilase lõikes;
- tabelit õppeainete läbimise kohta semestri järgi.

Esmast kujundust tutvustati ka arvutiteaduse instituudi juhatajale, kes andis soovitusi kujunduse parendamiseks ja töölaua osade muutmiseks. Ettepanek oli juurde lisada tulpdiaagramm tudengite individuaalse õppekava täitmise mahu kohta ning eristada seal

² <https://www.figma.com/>

³ <https://statistika.ut.ee/>

õppekavasse juba arvestatud mahtu ja käesoleval semestril registreeritud mahtu. Üliõpilaste valikute tabelis oleks tähtsam näha aines saadud hinnet, mitte semestrit, millal seda ainet läbiti. Funktsionaalsuse poole pealt soovitati tabelis kuvada kõik moodulid korraga ning täpsema ainete nimekirja jaoks peaks moodulit saama avada.

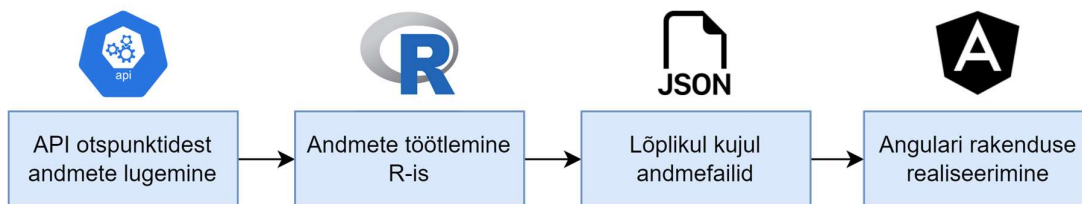
Arutledes Tartu Ülikooli infosüsteemi talituse töötajatega jõuti otsusele, et kuna loodav töölaud kasutab isikuandmeid ning on piiratud konkreetsete ligipääsuõigustega (st programmijuht peaks nägema ainult oma õppekavade üliõpilaste andmeid), siis oleks kasulikum töölaud tulevikus realiseerida TÜ õppeinfosüsteemi, kus ligipääsuõiguste määramine on juba lahendatud. Teine eelis töölaua integreerimisel õppeinfosüsteemi oleks see, et lõppkasutajal ei teki vajadust mõnele uuele saidile navigeerida, vaid kogu info on kättesaadav ühest kohast. Seega otsustati, et R Shiny paketti arenduseks ei kasutata.

Töölaua kujundus täienes ja muutus töö käigus vastavalt sellele, kui keerukaks osutus soovitud andmete kättesaadavus ning mis piirangud raamistiku valimine seadis. Algselt valitud programmeerimiskeele väljavahetamine tõi kaasa muudatusi ka töölaua üldises stiilis. Samas tõi raamistiku kasutamine töölauale ka uusi lisaväärtusi, näiteks jooniste ja tabelite parema interaktiivsuse osas.

Esmalt katsetasid töö autorid töölaua loomist JavaScripti programmeerimiskeeles, kuid kuna ÕIS 2 põhineb Angulari raamistikul ning seal olid ka kõige sobivamad visualiseerimise võimalused, siis peeti Angulari parimaks valikuks. Õpianalüütika töölaua arendamine algas seega Angulari raamistiku ning TypeScripti tundmaõppimisega, millega töö autoritel varasemat kokkupuudet ei olnud. Käesoleva magistriprojekti raames on rakendus realiseeritud lokaalselt.

2 Rakenduse ülesehitus

Angular on avatud lähtekoodil põhinev veebirakenduste raamistik, mis on kirjutatud TypeScripti programmeerimiskeeles [4]. Kuna Angular on mõeldud peamiselt eessüsteemi (ingl *front-end*) loomise jaoks, siis oli selle kõrvale vaja ka tarkvara, millega andmeid töödelda. Varasemalt olid autorid andmete töötlemiseks enim kasutanud R-i programmeerimiskeelt, seega valiti R ka selle projekti jaoks. R-i kasutavad autorid API-de (ingl *Application Programming Interface*) ehk rakendusliideste kaudu andmete lugemiseks ning eessüsteemi jaoks andmetabelite struktureerimiseks. Kokkuvõttes koosneb õpianalüütika töölaua arendus neljast peamisest osast (vt joonis 1).



Joonis 1. Rakenduse loomise ülesehitus

Esmalt loetakse API otspunktidest (ingl *endpoint*) andmed, seejärel viiakse R-is andmed sobivale kujule ning tehakse kõik vajalikud arvutused. Saadud andmetabelid salvestatakse JSON-failidena, mida Angulari rakendus viimase sammuna sisse loeb ja töölaua visualiseerimiseks kasutab. Järgnevas alapeatükis kirjeldatakse rakenduse tehnilist ülesehitust.

2.1 Installeerimine

Faili „andmefailide_loomine.R“ loomiseks kasutati R-i (versioon R-4.2.0, Windows) ja RStudio keskkonda ning Angulari (versioon 13.2.6) projekti jaoks Visual Studio Code'i koodiredaktorit. Projekti failide versioonihalduseks kasutati GitHubi hoidlat. Loodud R-i faili ja Angulari projekti kasutamiseks on vaja installida lisapakette.

Installitud R-i paketid on järgmised:

- tidyverse (versioon 1.3.1);
- httr (versioon 1.4.3);
- Hmisc (versioon 4.7.0);
- jsonlite (versioon 1.8.0).

R-i pakettide installimiseks on R-i faili alguses olemas vastavad koodiread, mille abil saab vajalikud paketid alla laadida. Pakette peab installima vaid esmakordsel faili käivitamisel, seega on need read vaikimisi märgiga „#“ välja kommenteeritud.

Installitud Angulari teegid (ingl *library*) ja paketid on järgmised:

- @swimlane/ngx-datatable (versioon 20.0.0);
- chart.js (versioon 2.9.4);
- ng2-charts (versioon 2.4.2);
- ngx-csv (versioon 0.3.2);
- @angular/material (versioon 13.3.2);
- @angular/material @angular/cdk (versioon 13.3.2).

Angulari teekide ja pakettide installimiseks tuleb käsuraal Angulari projektikaustas jooksutada käsku „npm install {paketi nimi}@{paketi versioon}“ (näiteks `npm install chart.js@2.9.4`).

2.2 Andmete kogumine

Andmefailide struktureerimisel kasutati Tartu Ülikooli õppeinfosüsteemi arenduskeskkonna API-de otspunktidest saadud andmeid. Arenduskeskkonna API-de ülesehitus on sama, mis päris töökeskkonnas, ning on kirjeldatud ÕIS 2 arenduskeskkonna API dokumentatsioonis⁴.

Töös kasutati API-dest 13 erinevat otspunkti, et vajalik informatsioon kätte saada:

1. /api/academic/semester-info;
2. /api/courses/{courseKey};
3. /api/curricula;
4. /api/curricula/{curriculumKey}/versions/{versionKey};
5. /api/curricula/{curriculumKey}/versions/all;
6. /api/persons/{personUuid}/contacts;
7. /api/registrations/{studentUuid}/{year}/{semester};
8. /api/results/student/{studentUuid}/study-place/{studyPlaceUuid};
9. /api/results/person/{personUuid}/curriculum/{curriculumUuid}/volume;
10. /api/students/by-curriculum/{curriculumVersionUuid};
11. /api/students/{personUuid};

⁴ <https://ois2.dev.ut.ee/docs/>

12. `/api/students/study-places/{placeUuid}/states;`
13. `/api/students-modules/{studyPlaceUuid}/choices.`

Mõned otspunktidest on avalikud ehk kõigile kättesaadavad ning mõned on privaatsed ehk ligipääsuks on vaja vastavaid õigusi ning personaalset ligipääsutunnust (ingl *access token*).

2.3 Andmefailide loomine R-is

Kõik töölaua jaoks vajalik andmete töötlemine ja arvutuste tegemine tehti R programmeerimiskeeles, mis on vaba tarkvara ning kasutatakse laialdaselt andmetöötluses ning statistikas [5]. Programmeerimine on tehtud failis „andmefailide_loomine.R“, mis asub kaustas „opianaluutika-toolaud-angular\src\assets“. Fail koosneb andmete sisselugemisest, üldtabeliks struktureerimisest ning lõpuks alamtabelite ettevalmistamisest ja eksportimisest.

R-i fail kasutab ühe sisendina faili „ligipaasutunnus.csv“, kuhu kasutaja peab sisestama oma personaalse kehtiva ligipääsutunnuse. Ligipääsutunnust kasutatakse privaatsetest API-dest andmete lugemisel. Õppekavade valiku kitsendamiseks saab filtreid rakendada „otsingu_parameetrid.json“ failis, mille sisu läheb *api/curricula* otsingu sisendiks. Kõik *api/curricula* filtrite võimalused on toodud API-de dokumentatsioonis¹. Filtriteks võivad olla näiteks valdkondade või instituutide koodid, õppekava kood, õppekeel ja palju muud.

Faili „andmefailide_loomine.R“ kood on struktureeritud nii, et esmalt tuvastatakse kõik õppekavad, mille kohta andmefaile looma hakatakse. Iga õppekava kohta leitakse kõik selle versioonid ehk erinevad sisseastumisaastad. Iga õppekava versiooni kohta märgitakse üles kõik üliõpilased, kes seal on õppinud. Üliõpilaste kohta koostatakse üldtabel (koodis *df_yldtabel*), kuhu rida rea haaval lisatakse iga üliõpilase tulemused ja andmed. Üldtabelist eraldatakse jooniste ja võtmenäitajate failide jaoks vajalikud read ja tulbad ning tehakse lisaarvutusi. Üldtabel on ka aluseks üliõpilaste ja moodulite ülevaate failide jaoks. Lõpuks eksporditakse kõik JSON-failidena.

2.3.1 Õppekava moodulid, ained ja üliõpilased

Failist „otsingu_parameetrid.json“ sisse loetud väärtused on filtri sisendiks */api/curricula* otspunktile, mille põhjal koostatakse õppekavade nimekiri koos nende koodidega. Seda nimekirja saab kasutada töölaual õppekava filtri valikutena ehk piirata, mis õppekavasid kasutaja töölaual näeb. Kuna õppekavade sisud võivad aastate kaupa olla erinevad, siis eristatakse ka koodis õppekavade eri versioone ehk sisseastumisaastaid. Samast otspunktist saadakse ka õppekavade üldandmed nagu kogumaht ja õppeaste.

Õppekava versiooni kaupa koostatakse moodulite ja ainete vastavuse tabel *df_ained_moodulid* funktsiooniga *fun_ained_moodulid*. Funktsioon otsib mooduleid ja nende all olevaid ainete nimekirju */api/curricula/{curriculumKey}/versions/{versionKey}* otspunktist. Kuna moodulitel võivad olla alam moodulid ja nendel veel alam moodulid, siis kasutatakse rekursiooni, et kõik moodulid üles leitaks. Saadud *df_ained_moodulid* tabelisse kuuluvad kõik selle õppekava moodulid ning vastavasse moodulisse vaikumisi kuuluvad ained. Selle loendi järgi koostatakse üldtabelile veergude nimed, et kõik põhiained alati tabelis olemas oleks, isegi kui ükski üliõpilane neid võtnud ei ole.

Üliõpilaste nimekiri saadakse kätte */api/students/by-curriculum/{curriculumVersionUuid}* otspunkti kaudu, kus tuleb täpsustada õppekava versioon. Otspunktis võib ühte üliõpilast olla ka mitu korda, näiteks kui ta on olnud õppekaval mitmel korral eksternina. Sellisel juhul jäetakse nimekirjas alles vaid kõige uuem sissekanne ning selle üliõpilase õppekoha id.

2.3.2 Üldtabeli loomine

Üldtabel (koodis *df_yldtabel*) koondab endasse kõik üliõpilaste ja ainete info ning tulemused. See luuakse eraldi iga õppekava kohta ning on kõikide jooniste ja tabelite failide loomise aluseks. Tabeli tulpadeks lisatakse esialgu kõik ained koos vastava mooduli nimega, mis on vastaval õppekava versioonil vaikumisi olemas. Tabeli ridadeks lisatakse üksiküliõpilaste andmeid, mille jaoks on enim vaja leida tema üldinfo, registreeringud, ainete tulemused ning VÕTA (varasemate õpingute ja töökogemuse arvestamine) tulemused.

Esmalt leitakse erinevatest API-dest üliõpilase kohta tema üldinfo nagu täisnimi, matrikli number, staatus ja e-posti aadress. Staatuse väärtusi (1. aasta, 2. aasta, eksmatrikuleeritud, ekstern jne) ning eksmatrikuleerimise põhjuseid (seoses õppekava täitmisega täies mahus, üliõpilase omal soovil, edasijõudmatuse tõttu jne) on väga palju erinevaid. Kuna staatust kasutatakse hiljem ka filtrites, grupeeriti neid väärtuseid kokku, et oleks maksimaalselt seitse valikut. Üliõpilased, kelle staatuseks oli märgitud õppimise aasta, grupeeriti kokku aktiivse staatusega üliõpilasteks. Eksmatrikuleeritute puhul eristatakse vaid seda, kas üliõpilane lõpetas seoses õppekava täitmisega täies mahus (lõpetanud) või katkestas õpingud mistahes muul põhjusel (katkestanud). Lisaks staatustele „Aktiivne“, „Lõpetanud“ ja „Katkestanud“ eristati ka üliõpilasi staatustega „Akadeemilisel puhkusel“, „Ekstern“, „(Välis)külalisüliõpilane“ ja „Muu“.

2.3.3 Üliõpilase valikud

Lisaks õppekava moodulitesse fikseeritud ainetele on üliõpilastel võimalik valida aineid ka väljastpoolt õppekava valikainete või vabaainete moodulitesse. Otspunkt */api/students-modules/{studyPlaceUuid}/choices* sisaldab selliseid üliõpilase ainete ja moodulite valikuid, mis erinevad õppekava vaikumisi koostatud ainete ja moodulite nimekirjast. Nende hulka ei kuulu VÕTA ained, mis loetakse eraldi otspunktist. Seega tehakse selle API andmete põhjal funktsiooniga *fun_yliopilase_valikud* ainete ja moodulite nimekiri *df_valikud* kõikidest selle üliõpilase erivalikutest. Kusjuures moodulite kohta saab valikute otspunktist kätte vaid id ja tüübi (nt peeriala või kõrvaleriala moodul) ning mooduli nimi tuleb vajadusel mujalt leida. Otspunkti sisendi *studyPlaceUuid* järgi seostatakse, mis õppekoha kohta infot otsitakse (ühel üliõpilasel võib neid olla mitu, näiteks eraldi bakalaureuse- ning magistriõppe jaoks).

2.3.4 Registreeringute lisamine

Registreeringute otsimisel arvestatakse ainult jooksva semestri registreerimisi. See tähendab, et kui järgmise semestri ainetele registreerimine avatakse, siis kuvatakse endiselt ainult jooksva semestri registreeringuid. Vastasel juhul oleks raske tabelis samaaegselt kahe semestri registreerimisi eristada. Kui järgmise semestri alguskuupäevani on jäänud alla nädala, siis hakatakse näitama järgmise semestri registreerimisi. Semestri viimasel nädalal on tähtsam vaadata järgmise semestri registreeringuid, sest uue semestri algusega lõpeb ainetele registreerumine. Nii on enne semestri algust võimalik märgata üliõpilasi, kes ei ole järgmiseks semestriks ainetele registreerunud nõutavas mahus.

Üliõpilase registreeringud saab kätte */api/registrations/{studentUuid}/{year}/{semester}* otspunktist, kus saab täpsustada, mis õppeaasta ja semestri registreeringuid otsida. Üldtabelisse *df_yldtabel* märgitakse registreeringute puhul hinde asemel täht „R“. Kuna mõnda ainet läbitakse mitmes osas, siis on ka üldtabelis iga osa jaoks eraldi tulp ning aine taha on märgitud vastava osa number, näiteks „LTAT.00.018 Magistritöö seminar (1. osa)“. Iga üliõpilase kohta arvutatakse ka tema registreeritud EAP-de kogumaht – ka seal arvestatakse vaid osalise EAP-de arvuga, kui aine on mitmes osas. Registreeringute leidmiseks ja üldtabelisse lisamiseks kasutatakse funktsiooni *fun_lisa_registreeringud*.

2.3.5 Läbitud ainete lisamine

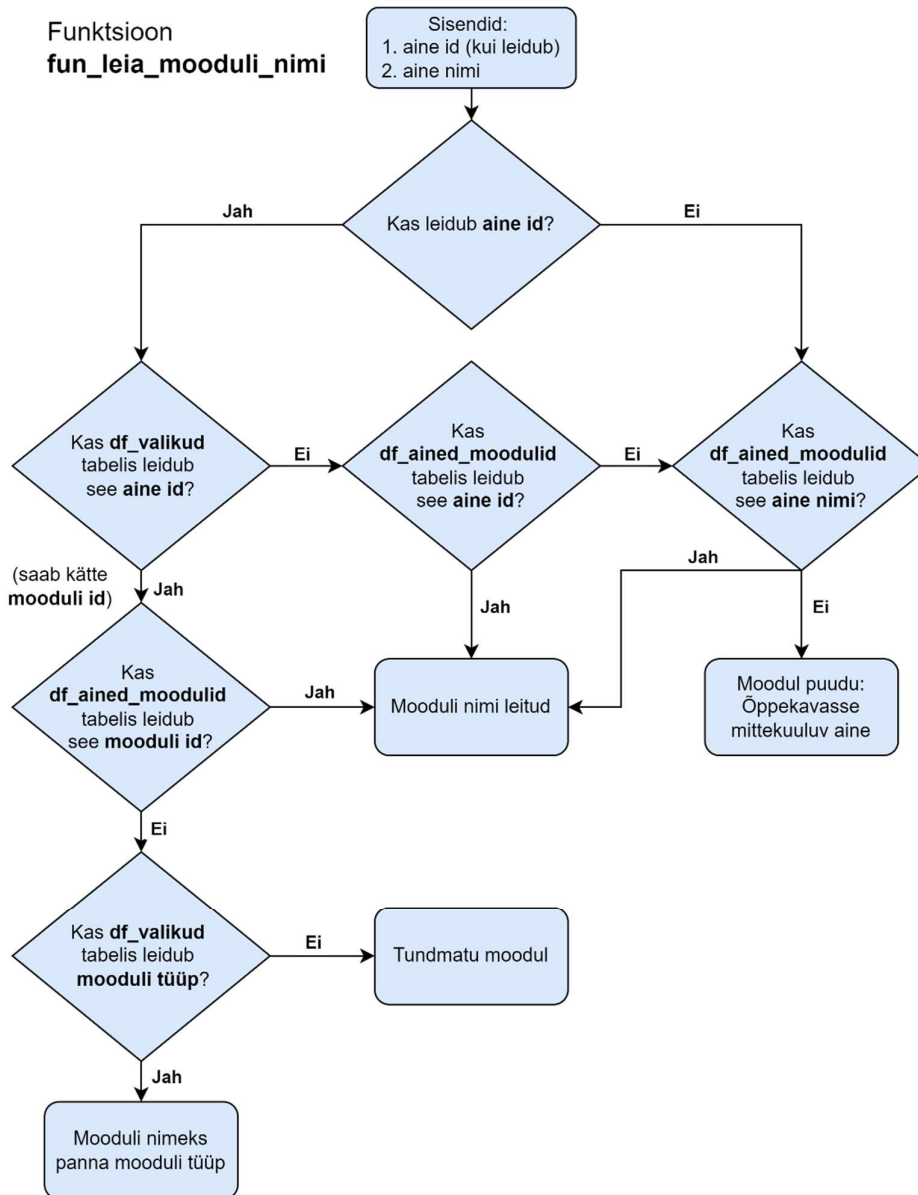
Üliõpilase jooksvad tulemused on leitavad */api/results/student/{studentUuid}/study-place/{studyPlaceUuid}* otspunktist, tunnuse *protocols* all. Sealt saab kätte õppeainete nimed,

õppeainete mahud ning saadud hinded. Ka siin eristatakse vajadusel ainete erinevaid osi nagu ka registreerigute puhul. Kui üliõpilane on ainet sooritanud mitu korda, näiteks varasema hinde „F“ parandamiseks, siis lisatakse üldtabelisse vaid viimane tulemus.

Üldtabelisse lisatakse kõik hinded - nii positiivsed kui ka negatiivsed. Kui hinde lisamisel on tabelis vastaval kohal juba märged „R“ ehk registreeritud, siis pannakse hinne „R“ taha sulgudesse, näiteks „R (B)“. Selline olukord võib tekkida, kui üliõpilane on registreerunud ainele, mille ta on varem negatiivse hindega läbinud, või on jooksval semestril registreeritud aines hinde juba kätte saanud. Üldtabelisse lisatakse läbitud ainete hinded funktsiooni *fun_lisa_tulemused* abiga.

2.3.6 Mooduli nime otsimine

Registreeritud ja läbitud ainete otsimisel saab vastavatest otspunktidest kätte õppeained ilma moodulita. See tähendab, et igale õppeainele tuleb selle nime või id järgi leida ühendus mooduliga mujalt. Mooduli nime otsimiseks on loodud funktsioon *fun_leia_mooduli_nimi*. Funktsiooni ülesehituse skeem kirjeldab, kuidas mooduli nime otsimise protsess on paika pandud (vt joonis 2). Funktsioon võtab sisendiks aine id (kui see on olemas) ja aine nime - nende järgi hakatakse moodulit otsima. Lisaks on sisenditeks tabelid *df_valikud*, kus on kõik üliõpilase tehtud erivalikud, ja *df_ained_moodulid*, kus on kõik ained ja moodulid, mis õppekavasse vaikumisi kuuluvad. Nendest tabelitest hakatakse vastavalt aine id või nime järgi mooduli nime otsima. Kuna sama nimetusega ainele võib olla mitu erinevat vastet, siis tabelite loomisel on aine külge lisatud ka aine kood, näiteks „Ärianalüüs MTAT.03.310“.



Joonis 2. Funktsiooni *fun_leia_mooduli_nimi* ülesehituse skeem

Funktsioonis *fun_leia_mooduli_nimi* kontrollitakse eelisjärjekorras mooduli olemasolu aine id järgi *df_valikud* tabelist, kuna seal on üliõpilase erandvalikud. Kui erandite seas vastet ei leidu, siis otsitakse sobivat moodulit *df_ained_moodulid* tabelist. Kuna *df_valikud* tabelisse oli võimalik mooduli kohta lisada vaid id, siis õige mooduli id leidmise korral peab veel *df_ained_moodulid* tabelist mooduli nime otsima. Kui mooduli id on olemas, aga moodulile nime vastet ei leia, siis on moodul valitud mõnelt teiselt õppekavalt, nt kõrvaleriala moodul. Mooduli nime otsimiseks eraldi otspunkti ei ole, seega jääb see moodul tundmatuks mooduliks.

Mõne mooduli puhul on *df_valitud* tabelis olemas ka tema üldine tüüp, näiteks peaeriala või kõrvaleriala, sellisel juhul pannakse „Tundmatu moodul“ asemel mooduli nimeks selle tüüp.

Tabelist *df_ained_moodulid* saab mooduli nime lisaks mooduli id-le otsida ka aine nime ja id järgi. Kui tabelis leidub vaste, siis on leitud ühendus õppekavaga ning saab tagastada mooduli nime. Kui tabelist vastet ei leita, siis ei ole rohkem valikuid, kust mooduli nime otsida, ning aine arvatakse õppekavasse mittekuuluvate ainete hulka. Funktsioon *fun_leia_mooduli_nimi* tagastab seega mooduli nime, mis võib olla nelja tüüpi: mooduli päris nimi, mooduli tüübi nimetus, „Tundmatu moodul“ või „Õppekavasse mittekuuluv aine“.

2.3.7 VÕTA ainete lisamine

Nendel üliõpilastel, kes on VÕTA (varasemate õpingute ja töökogemuse arvestamine) raames oma õppekava valikutesse aineid üle toonud, on */api/results/student/{studentUuid}/study-place/{studyPlaceUuid}* otspunktis lisaks läbitud ainete *protocols* tunnusele ka teine – *decisions* – tunnus. Kui üliõpilasel selles otspunktis *decisions* tunnus leidub, siis käivitatakse funktsioon *fun_lisa_VOTA*, mis lisab VÕTA ained üldtabelisse. Otspunktist saadud VÕTA otsuste loetelus on iga otsuse kohta kaks eraldi nimekirja:

1. ained või varasem töökogemus, mida soovitakse VÕTA raames üle kanda (edaspidi ülekantavad ained);
2. vastavad TÕ ained, mis soovitakse asendada (edaspidi asendusained).

Ülekantava aine puhul on otspunktis ära toodud hinne, maht EAP-des, tüüp (nt õppeaine asendamine) ja mõnikord aine nimi. Asendusaine puhul on olemas maht EAP-des, mooduli id ning mõnikord aine id. Seega hinnet on võimalik saada ainult ülekantava aine küljest ja moodulit ainult asendusaine küljest. VÕTA ainete üldtabelisse lisamisel eelistatakse esmalt ülekantava aine nime, selle puudumisel võetakse asendusaine nimi ja kood, järgmine varuvariant on asendusaine tüüp ning viimase variandina pannakse aine nimeks „Arvestatud VÕTA-ga“. Iga aine nime taha pannakse sulgudesse „VÕTA“, et neid aineid tavaainetest eristada. Lisaks arvutatakse iga üliõpilase kohta tema VÕTA-ga läbitud EAP-de kogumaht, mille jaoks on üldtabelis eraldi tulp.

VÕTA ainete puhul on asendusainete kohta enamasti ära toodud ka mooduli id. Seega mooduli nime otsimisel proovitakse esmalt selle id järgi *df_ained_moodulid* tabelist vastet leida. Kui sealt nime kätte ei saa, siis käivitatakse *fun_leia_mooduli_nimi* nagu registreeritud ja läbitud ainete puhul. Hinde lisamisel ei kontrollita hinde korrektsust - kui hindeks on märgitud „5“,

siis ei hakata sellele TÕ hindamissüsteemi ekvivalenti otsima ning üldtabelisse läheb hinne oma algkujul.

Koodis eristatakse nelja tüüpi VÕTA asendusi:

- Ühele ülekantavale ainele vastab üks asendusaine ($1 \rightarrow 1$ ehk üks ühele);
- ühele ülekantavale ainele vastab mitu asendusainet ($1 \rightarrow n$ ehk üks mitmele);
- mitmele ülekantavale ainele vastab üks asendusaine ($n \rightarrow 1$ ehk mitu ühele);
- mitmele ülekantavale ainele vastab mitu asendusainet ($n \rightarrow m$ ehk mitu mitmele).

Kõige lihtsam asendus on üks ühele asendus, kus ülekantava aine ja asendusaine info kombineeritakse ning lisatakse üldtabelisse. Kui üks mitmele asenduse puhul on ülekantaval ainel nimi olemas, siis võetakse asendusainete alt vaid mooduli info, kui aine nimi aga puudub, siis lisatakse üldtabelisse kõik asendusained ning nende info. Sarnaselt toimib ka mitu ühele asendus – kui asendusainetel on nimed olemas, siis neid kasutatakse, kui mitte, siis lisatakse üldtabelisse asendusaine nimi ja maht. Asendusaine info kasutamisel tuleb hinne siiski ülekantava aine juurest võtta.

Keerukam on VÕTA aineid lisada mitu mitmele asenduse puhul, sest ülekantavad ained ja asendusained ei pruugi nimekirjades samas järjekorras olla. Sellisel juhul otsitakse ainete vastavusi EAP-de mahu järgi, sest muud kattuvat infot ülekantavatel ainetel ja asendusainetel otspunktis ei ole. Kui EAP-de mahud ei klapi, näiteks ülekantavad ained on 4 ja 1 EAP-d ning asendusained on 3 ja 2 EAP-d, siis valitakse mahud vastavalt sellele, kumma aine nimed võetakse. Kui ainete nimed mõlema nimekirja puhul puuduvad, siis eelistatakse ülekantavate ainete infot.

Suurim probleem VÕTA ainete sisse lugemisega oli see, et valdkondade ja instituutide üleselt puudub ühtne süsteem, kuidas neid tulemusi sisestada. Näiteks kasutatakse erinevaid asenduse tüüpe ning ained võivad esineda nii läbitud kui VÕTA ainete otspunktide all. Kuna VÕTA puhul olid tihti ainete nimed otspunktist puudu, siis on raske kontrollida, kas need olid ka läbitud ainete all märgitud või mitte. Üliõpilaste õppekavasse arvestatud EAP-de mahtu ei arvestata seega vastavalt tabelis olevate ainete EAP-de summana, vaid võetakse eraldi */api/results/person/{personUuid}/curriculum/{curriculumUuid}/volume* otspunktist.

2.3.8 Alamtabelite loomine ja eksportimine

Kui üldtabelisse on lisatud kõikide üliõpilaste tulemused, siis hakatakse selle põhjal koostama jooniste, võtmenäitajate ja tabelite faile. Failide loomisel pannakse rõhku ka tulbanimedele ja

väärtuste arusaadavusele, sest hiljem on need samad failid võimalik töölaualt CSV-vormingus alla laadida. Esmalt arvutatakse üldtabeli andmete põhjal õppekava võtmenäitajad, näiteks katkestamise määr ja keskmised registreeritud ning õppekavasse arvestatud ainete kogumahud. Võtmenäitajate faili pannakse kaasa ka ajatempel, et töölauda kasutades teaks, mis seisuga andmed on genereeritud.

Üliõpilaste edasijõudmist kirjeldavaid jooniseid on kolm – rõngasdiagramm „Üliõpilaste staatus õppekaval“, tulpdiagramm „Üliõpilaste edasijõudmine õppekaval“ ning tulpdiagramm „Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kaupa“. Üliõpilaste edasijõudmise joonise jaoks leitakse õppekavasse kuuluvate EAP-de mahtude vahemikud sammuga 6, 12 või 15 EAP-d olenevalt maksimaalsest mahust. Vahemikud lähevad joonisele x-telje väärtusteks, seega suurte maksimaalsete mahtude puhul tuleks 6 EAP sammuga liiga palju vahemikke. Iga vahemiku kohta leitakse üliõpilaste arv selles vahemikus eristades erinevaid staatusi.

Järgmise joonise jaoks eraldatakse üldtabelist üliõpilase nime, staatuse, õppekavasse arvestatud ja registreeritud EAP-de andmed. Saadud alamtabelis sorteeritakse andmed esmalt „Õppekavasse arvestatud (EAP)“ tulba ning seejärel „Registreeritud (EAP)“ tulba järgi. Üliõpilaste nimed on joonisel x-telje väärtusteks. Staatuse infot on vaja, et hiljem saaks joonisele staatuse filtrit rakendada. Saadud andmed on „Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kaupa“ joonise sisendiks.

Rõngasdiagrammi faili jaoks loendatakse, mitu üliõpilast on iga staatuse kohta. Faili on lisatud ka staatused, mida ei ole õppekaval esindatud. Saadud jaotuse põhjal koostatakse staatuse filtri fail, kuhu lisatakse vaid need staatused, mis sellel õppekaval ja õppekava aastal leiduvad. Üliõpilaste staatusi, mida õppekava aastal ei leidu, staatuse filtri faili ei lisata.

Viimasena koostatakse failid kahe tabeli „Moodulite ülevaade“ ja „Üliõpilaste ülevaade“ kohta. Üldtabelist kustutatakse need tühjad read, kus sama nimega ainet on tabelisse lisatud ka osa numbriga, näiteks kui on tühi rida magistriseminari kohta ja on olemas ka tulbad sama magistriseminari 1. osa ja 2. osa jaoks. Üliõpilaste ülevaate jaoks ei ole vaja eristada mooduleid, seega kui sama ainet leidub erineva mooduli märgiga, siis need tulbad ühendatakse ja iga aine kohta jääb üks tulp. Ainete tulbad ja üliõpilaste read sorteeritakse tähestikuliselt järjekorda.

Moodulite ülevaate tabeli jaoks transponeeritakse üldtabel, et tulpadeks oleks üliõpilaste nimed ja ridades oleks õppeained. Iga õppeaine kohta arvutatakse mitu üliõpilast on aine varasemalt positiivse tulemusega läbinud ja mitu on hetkel ainele registreerunud. Tulpade järjestamine on

tehtud kahanevas järjekorras vastavalt üliõpilaste õppekavasse kuuluvate ja registreeritud EAP-de mahu järgi. Read sorteeritakse esmalt mooduli nime järgi, kusjuures moodulite järjekord jääb samaks nagu oli otspunktist kätte saades. Iga mooduli sees sorteeritakse ained kahanevas järjekorras ainet positiivselt läbinud üliõpilaste arvu järgi.

2.4 Andmefailide ülevaade

Kõik „andmefailide_loomine.R“ failiga genereeritud andmefailid on JSON-vormingus. Õppekava filtreerimise fail on ainus fail, mille nimes ei ole toodud täpsustavaid parameetreid. Ülejäänute puhul on andmefailide nimes toodud ka õppekava kood ja vahel õppekava aasta – neid faile tehakse iga õppekava kohta eraldi.

Filtreerimise failid lähevad töölaual olevale kolmele filtrile sisendiks. Nende kaudu saab määrata, mis õppekavasid ja aastaid on kasutajal võimalik töölaual näha. Aasta ja staatuse filtrid näitavad ainult neid väärtusi, mis on valitud õppekava kohta olemas. Filtreerimise sisendfailid on järgmised:

- „**filter_oppekava.json**“ – nimekiri õppekavadest ja nende koodidest, mida kasutajal on töölaual võimalik näha;
- „**filter_aasta_{õppekava kood}.json**“ – nimekiri ühe valitud õppekava erinevate versioonide aastatest;
- „**filter_staatus_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“ – nimekiri ühe valitud õppekava aasta õppestaatustest (akadeemiline puhkus, aktiivne, ekstern jm).

Võtmenäitajate faili põhjal kuvatakse töölaual õppekava üldinfo ja võtmenäitajate osa. Võtmenäitajate sisendfail on „**andmed_kpi_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“, mis sisaldab valitud õppekava võtmenäitajaid, üldinfot (kogumaht, õppeaste, üliõpilaste arv) ja andmete genereerimise aega.

Jooniste failid on sisendiks diagrammidele, mis on loodud Chart.js abil. Töölaual on kaks tulpdiaagrammi ning üks rõngasdiagramm. Jooniste sisendfailid on järgmised:

- „**andmed_staatus_joonis_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“ – sisaldab valitud õppekava ja aasta kohta üliõpilaste sagedust staatuse kaupa rõngasdiagrammi jaoks;
- „**andmed_edasijoudmine_joonis_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“ – sisaldab üliõpilaste õppekavasse arvestatud EAP-de kogusummade jaotust, EAP-de vahemikud on sammuga 6, 12 või 15 EAP-d vastavalt maksimaalsele summale valitud

õppekava aastal, iga võimaliku staatuse kohta on antud üliõpilaste arv selles EAP-de vahemikus;

- „**andmed_reg_arv_joonis_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“ – sisaldab iga üliõpilase kohta tema nime, õppekavasse arvestatud EAP-de summat, registreeritud EAP-de arvu ning staatust valitud õppekaval ja aastal.

Tabelite failid on kõige mahukamad ning sisaldavad õppekavade kõikide üliõpilaste hindeid ning valitud aineid. Mõlema tabeli sisuks on üliõpilaste tulemused ja märked ainetele registreerumise kohta (R). Esimene tabel sisaldab tulemusi moodulite ja ainete kaupa, teine tabel näitab tulemusi üliõpilase kaupa. Tabelite sisendfailid on järgmised:

- „**andmed_moodul_tabel_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“ – sisaldab üliõpilase nime, matrikli numbrit, õppekavasse arvestatud EAP-sid, registreeritud EAP-sid, üliõpilase staatust ning kõiki õppekavaga seotud õppeaineid ja tulemusi;
- „**andmed_uliopilane_tabel_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json**“ – sisaldab üliõpilaste ja ainete nimesid; moodulit, kuhu aine kuulub; mitu üliõpilast on aine positiivselt läbinud ning mitu on hetkel registreerunud.

Kõik andmefailid genereeritakse „assets“ kausta, kust Angulari komponendid hakkavad neid töölaua jaoks otsima. Genereeritud andmefailid sisaldavad isikuandmeid ning seetõttu pole neid Githubi hoidlasse üles laetud.

2.5 Rakenduse loomine Angularis

Angular on TypeScriptil põhinev rakenduste loomise raamistik ja arendusplatvorm tõhusate ning kõrgetasemeliste rakenduste loomiseks [6]. Angulari rakendused on valdavalt üles ehitatud komponentidest, mis vaatamata oma modulaarsele olemusele võimaldab samaaegset suhtlust erinevate rakenduste osade vahel.

2.5.1 Installitud pakettide tutvustus

Jooniste loomiseks on kasutatud Chart.js ja ng2-charts teeke, tabelite loomiseks ngx-datatable paketti ning töölaualt andmete allalaadimiseks ngx-csv teeki.

Chart.js on JavaScriptil põhinev teek, mis võimaldab visualiseerida erinevaid jooniseid ja graafikuid ning neid omavahel kombineerida. See teek valiti, kuna olemasolevad graafikud õppeinfosüsteemis on realiseeritud just Chart.js-i abil. Teek ng2-charts on ümbris (ingl *wrapper*), mis on vajalik Chart.js-i integreerimiseks Angulari [7]. Teekide abil saab määrata

joonise või graafiku tüübi, värvid, legendi, animatsioonid ning palju muud. Chart.js teegile on võimalik installida mitmeid pistikprogramme (ingl *plugin*), näiteks chartjs-plugin-datalabels, mis võimaldab jooniste andmepunktidele iseloomustavaid nimetusi lisada, või chartjs-plugin-zoom, mis võimaldab joonise suumimist ja panoraamimist [8].

Pakett ngx-datatable on Angulari komponent suurte ja keeruliste andmetabelite kuvamiseks [9]. See pakett võimaldab tabeli ridade grupeerimist, sorteerimist, paanide külmutamist, markeerimist, kerimisriba lisamist ja muud funktsionaalsused, mis olid olulised moodulite ja üliõpilaste ülevaate tabelite koostamisel. Teeki ngx-csv on kasutatud CSV-failide allalaadimise võimaldamiseks töölaualt. Teek võimaldab kasutada JSON-faili sisendina ning võimaldab ka loodava CSV-faili mitmete parameetrite defineerimist, näiteks pealkirja, veerunimede ning eraldaja (ingl *separator*) määramist [10].

2.5.2 Angulari komponendid

Loodud õpianalüütika töölaua kujunduse plaani põhjal jaotati rakendus seitsmeks komponendiks nii, et üldinfo ja võtmenäitajate plokil on omaette komponent ning iga joonise ja tabeli jaoks on eraldi komponent. Rakendusse loodi järgmised komponendid:

1. **app** – üldkomponent, mis sisaldab filtrite infot ning koondab kokku järgnevalt nimetatud alamkomponendid;
2. **kpi** – komponent, mis kuvab õppekava üldinfo ja võtmenäitajad üliõpilaste edasijõudmise kohta õppekaval, kasutab sisendina „andmed_kpi_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json“ faili;
3. **staatus-joonis** – komponent staatuse rõngasdiagrammi jaoks, mis kasutab sisendina „andmed_staatus_joonis_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json“ faili;
4. **edasijõudmine-joonis** – komponent üliõpilaste edasijõudmise tulpdigrammi jaoks, mis kasutab sisendina „andmed_edasijõudmine_joonis_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json“ faili;
5. **reg-arv-joonis** – komponent õppekavasse arvestatud ja registreeritud EAP-de tulpdigrammi kohta, mis kasutab sisendina „andmed_reg_arv_joonis_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json“ faili;
6. **moodul-tabel** – komponent moodulite ülevaate tabeli kohta, mis kasutab sisendina „andmed_moodul_tabel_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json“ faili;
7. **uliopilane-tabel** – komponent üliõpilaste ülevaate tabeli kohta, mis kasutab sisendina „andmed_uliopilane_tabel_{õppekava kood}_{õppekava aasta}.json“ faili.

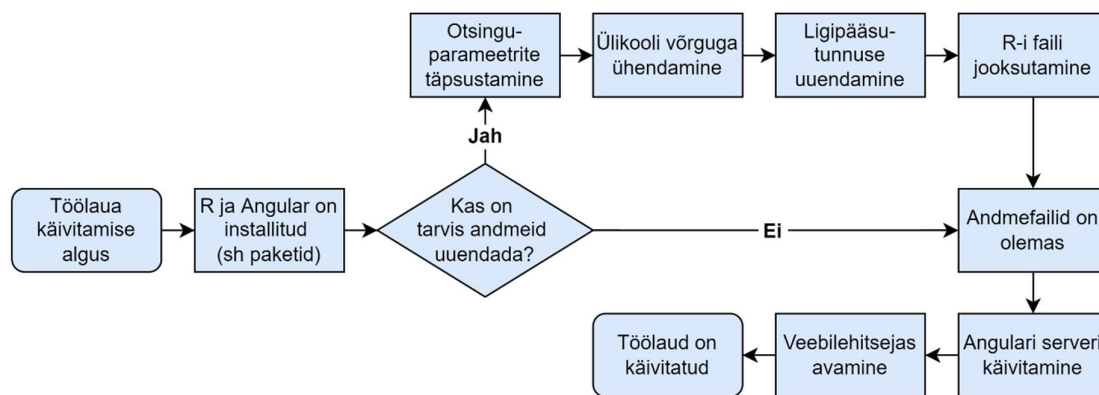
Iga komponent koosneb omakorda järgnevatest osadest:

- HTML-mall, mis deklareerib, mida lehel esitatakse (nt „kpi.component.html“);
- TypeScripti klass, mis defineerib rakenduse käitumise (nt „kpi.component.ts“);
- kaskaadilaadistiku (ingl *Cascading Style Sheets*) valija, mis määrab, kuidas komponenti mallis kasutatakse;
- kaskaadilaadistiku stiilid, mis on rakendatud mallile (valikuline, nt „kpi.component.css“) [4].

Rakenduse komponentides on järgitud ÕIS 2 kujundust – aluseks on võetud sama värvigamma, kirjastiil ning õppeinfosüsteemiga ühtivad teegid, mida on kasutatud jooniste loomiseks. Komponentid *staatus-joonis* ja *edasijoudmine-joonis* kasutavad omavahel vastavuses olevad värve samade staatuste kuvamiseks. Komponentides defineeritud funktsionaalsused ja visualiseerimine on täpsemalt lahti kirjutatud Lõpplahenduse ülevaate peatükis.

2.6 Töölaua käivitamise protsess

Töölaua käivitamise protsess koosneb mitmest etapist (vt joonis 3). Kirjeldatud protsess hõlmab töölaua lokaalse käivitamise etappe, mida rakenduse lõppkasutaja ei pea järgima. Esmakordsel kasutamisel tuleb veenduda, et kõik vajalikud paketid nii R kui ka Angulari jaoks on installitud.



Joonis 3. Töölaua käivitamise protsessidiagramm

Töölaua käivitamise järgmiseks sammuks on „andmefailide_loomine.R“ koodiga andmefailide loomine või olemasolevate uuendamine. Kuna andmed tulevad ka mitteavalikest API-dest, siis peab andmefailide uuendamiseks kasutaja olema ühenduses Tartu Ülikooli võrguga „eduroam“ või virtuaalse privaattõrgu (ingl *virtual private network*) kaudu. Kui andmefailid on juba

loodud ning neid uuendada ei soovi, siis võib ka kohe Angulari serveri käivitada ilma R-i faili jooksutamiseteta.

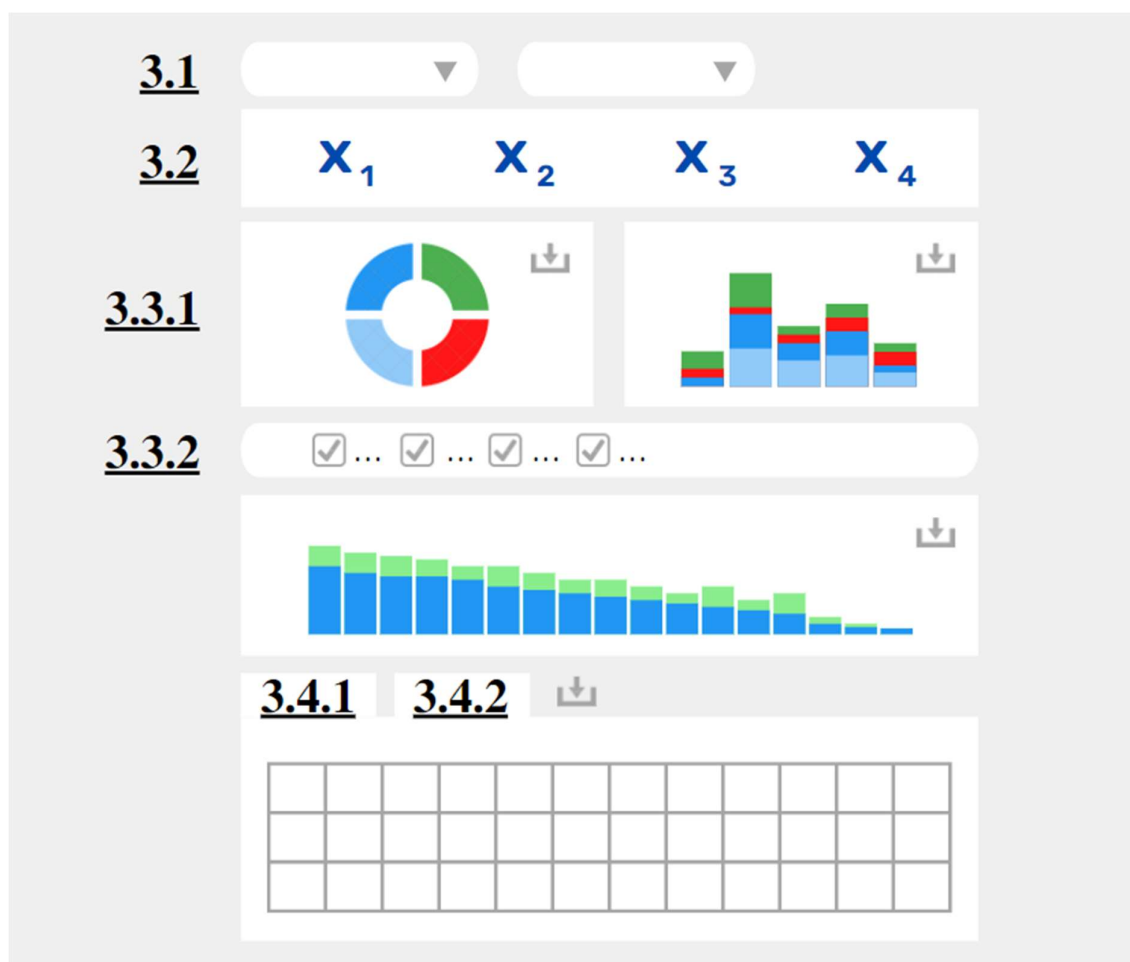
R-i kood kasutab sisendiks faile „ligipaasutunnus.csv“ ja „otsingu_parameetrid.json“, seega tuleb veenduda, et need failid on „assets“ kaustas olemas. Lisaks tuleb vajadusel ligipääsutunnust uuendada, sest aegunud tunnusega ei saa privaatsetest otspunktidest andmeid lugeda. Otsingu parameetrite failis saab kitsendada, mis õppekavade faile uuendatakse.

Faili „andmefailide_loomine.R“ jooksutamisel tekivad failiga samasse „assets“ kausta JSON-vormingus andmefailid. Olenevalt päringust, võib see protsess võtta aega mitu minutit. Jooksutamise ajal ilmuvad R-i konsoolis õppekavade nimed ja aastad, mille faile parasjagu genereeritakse. Kui otspunktist andmete lugemine mingil põhjusel ebaõnnestub, siis kuvatakse vastav teade koos probleemse otspunkti lingi ja staatuse koodiga. Kui kõik failid on valmis, siis kuvatakse failide genereerimisele kulunud aeg.

Järgmiseks sammuks on Angulari arendusserveri käivitamine. Selleks tuleb avada käsurida Angulari projekti ülemkaustas ning sisestada käsk `ng serve`. Töölaua avamiseks tuleb veebilehitsejas avada <http://localhost:4200/>. Käivitamise sammud on kirja pandud ka Githubis projekti kausta README-failis. Töölaua funktsionaalsuste kohta saab lugeda lõpplahenduse ülevaate peatükist.

3 Lõpplahenduse ülevaade

Õpialalüütika töölaud on loodud instituudi- ja programmijuhtidele ning õppekorraldusspetsialistidele eesmärgiga koondada ühe õppekava aasta üliõpilaste õppeedukus ja tulemused ühte kohta. Töölaud sisaldab järgmist: õppekava üldinfo ja võtmenäitajad; diagrammid üliõpilaste õppekaval edasijõudmise ning õppekavasse arvestatud ja registreeritud EAP-de kohta; ülevaade üliõpilaste valikutest õppekavas. Joonis 4 annab lihtsustatud ülevaate töölaua ülesehitusest koos peatükkide numbritega, kus neid komponente täpsemalt on kirjeldatud. Töölaua terviklik veebijaärvustust koos näidisingemetega on toodud lisades III ja IV.



Joonis 4. Õpialalüütika töölaua ülesehitus

3.1 Andmed

Töölaua loomiseks on kasutatud Tartu Ülikooli õppeinfosüsteemist (ÕIS 2) pärit andmeid. Töölaua üldinfo osas on välja toodud, mis kuupäeval ja kellaajal andmeid viimati uuendati. Veebijaadvustustel on kasutatud näidisandmeid, mis ei seostu ühegi päris õppekava üliõpilastega. Töölaua ülaosas on filtrid õppekava ja sisseastumise aasta valikuga, rippmenüüd on vaikimisi täidetud esimese õppekava ja aastaga (vt joonis 5). Need kaks filtrit on kõige olulisemad määramaks töölaual kuvatava sisu.

Vali õppekava:	Vali sisseastumise aasta:
Näidisõppekava 1 (12345) ▼	2019 ▼

Joonis 5. Õppekava ja sisseastumise aasta filtrid

Nähtaval on vaid need õppekavad, mis on õppekava filtrisse sisse loetud. Õppeinfosüsteemi realiseerimisel asenduvad need valikutega, mida kasutajal on õigus näha. Sisseastumise aasta filtris kuvatakse kõik aastad, mille kohta on valitud õppekava puhul andmed olemas.

3.2 Üldinfo ja võtmenäitajad

Filtrite all olevas infokastis on õppekava üldinfo ja võtmenäitajad (vt joonis 6). Ülemises osas on õppekava ülevaade (nimi, aasta, õppeaste ja maht) ning andmete genereerimise aeg. Väli „Kuvatud registreeringute semester“ näitab, mis õppeaasta ja semestri registreeringuid joonistel ja tabelites kuvatakse. Üldjuhul on näha käesoleva semestri registreeringud, kuid kui järgmise semestri alguskuupäevani on jäänud alla nädala, siis näidatakse järgmise semestri registreeringuid. See võimaldab töölaual kasutajal aegsasti tutvuda üliõpilaste registreeringutega enne uue semestri algust.



Joonis 6. Üldinfo ja võtmenäitajad

Võtmenäitajad mõeldavad üliõpilaste edasiminekut valitud õppekaval ja annavad kasutajale ülevaate sellest, kui kaugel ollakse seatud eesmärkide täitmisest. Töölaua on kuvatud kolm võtmenäitajat:

- Õppekavasse arvestatud EAP-sid keskmiselt – näitab mitu EAP-d on aktiivsetel, akadeemilisel puhkusel ja lõpetanud üliõpilastel keskmiselt õppekavasse arvestatud. Siin ei lähe arvesse näiteks vabaained ja õppekavasse mittekuuluvad ained. Võtmenäitajat saab võrrelda õppekava kogumahuga.
- Registreeritud EAP-sid keskmiselt – näitab mitme EAP ulatuses on aktiivsed ja akadeemilisel puhkusel olevad üliõpilased käesoleval semestril ainetele keskmiselt registreerinud. Kui järgmise semestri alguskuupäevani on jäänud alla nädala, siis näidatakse järgmise semestri registreerimisi. Võtmenäitajat saab võrrelda nõuetekohase semestri õppemahuga.
- Katkestamise määr – näitab, kui suur osakaal üliõpilastest on oma õpingud pidanud katkestama. Määr on arvutatud kui katkestajate osakaal õppekava üliõpilaste arvust, mille hulka ei kuulu eksternid ja (välis)külalisüliõpilased.

Väli „Üliõpilasi kokku“ näitab, mitu üliõpilast on õppekavale vastu võetud olenemata tema staatuses. Koguarvu hulka on loetud ka eksternid ja (välis)külalisüliõpilased.

3.3 Jooniste selgitused

Selles töölaua osas on üliõpilaste õppekaval edasijõudmist kirjeldavad joonised. Kõikide jooniste puhul saab kasutada järgnevaid funktsionaalsusi:

- Joonistel erinevatele legendi kirjetele vajutades on võimalik need osad joonisel välja lülitada;
- liikudes hiirega joonise tulpade/sectorite peale, ilmub infokast vastava osa arvulise näitajaga;
- Joonise andmeid on võimalik alla laadida vajutades allalaadimise nupule (↓) joonise üleval paremal nurgas. Andmetabel salvestatakse CSV-failina. Faili nimi sisaldab joonise nime, õppekava koodi ning sisseastumise aastat.

Üliõpilaste edasijõudmist kirjeldavaid jooniseid on kolm – rõngasdiagramm „Üliõpilaste staatus õppekaval“, tulpdiaagramm „Üliõpilaste edasijõudmine õppekaval“ ning tulpdiaagramm „Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kaupa“.

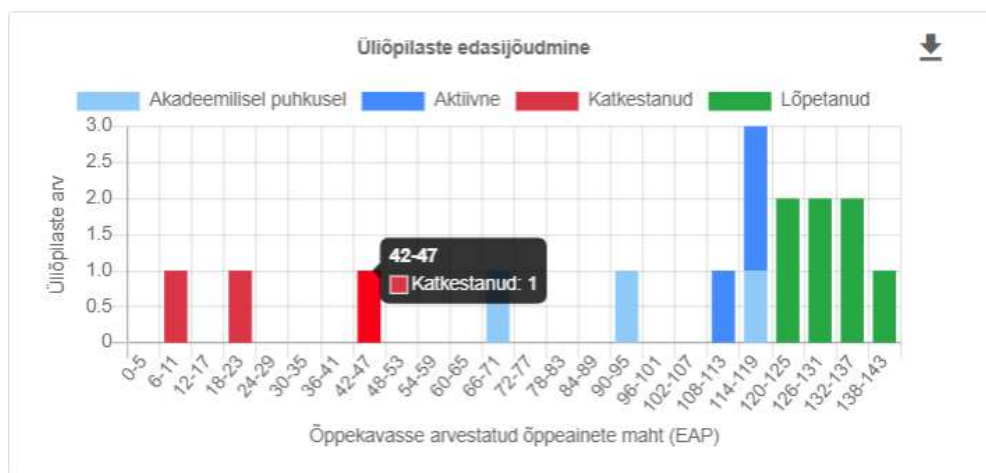
3.3.1 Üliõpilase taust ja edasijõudmine

Joonistel „Üliõpilaste staatus õppekaval“ (vt joonis 7) ja „Üliõpilaste edasijõudmine“ (vt joonis 8) on paremaks võrdluseks valitud sama värvigamma ja värvide tähendus. Punasega on tähistatud katkestanud üliõpilased, rohelisega lõpetanud, sinised toonid tähendavad aktiivseid ning akadeemilisel puhkusel olevaid üliõpilasi ja halliga on eksternid, (välis)külalisüliõpilased ja muu.



Joonis 7. Üliõpilaste staatus õppekaval

Esimesel joonisel „Üliõpilaste staatus õppekaval“ on toodud üliõpilaste staatuste jaotus rõngasdiagrammina (vt joonis 7). Jooniselt saab ülevaate, kui suur osakaal üliõpilastest on näiteks hetkel aktiivse või lõpetanud staatusega.



Joonis 8. Üliõpilaste edasijõudmine

Tulpdiagramm „Üliõpilaste edasijõudmine“ annab ülevaate, kui palju EAP-sid on erineva staatusega üliõpilastel õppekavasse arvestatud (vt joonis 8). Jooniselt saab vaadata, kui palju

üliõpilasi on nõuetekohase õppemahu ületanud, näiteks kui paljud on esimese aasta lõpuks vähemalt 60 EAP mahus õppekavasse arvestatud õppeaineid läbinud. Samuti on võimalik vaadata, kui kaugele jõudsid õppekava katkestanud üliõpilased, et uurida katkestamise põhjuste tagamaid. Ainepunktide vahemikud on määratud sammuga 6, 12 või 15 EAP-d vastavalt maksimaalsele õppekavasse arvestatud mahu väärtusele. Graafiku paremaks lugemiseks on EAP-de summa ümardatud alumise täisarvuni, kui summa ei ole täisarv.

3.3.2 Üliõpilase valikud õppekavas

Töölaua sektsiooni „Üliõpilase valikud õppekavas“ ülaosas paikevas staatuse filtris saab valida, mis staatusega üliõpilasi näidatakse järgnevatel joonistel ja tabelites (vt joonis 9).

Vali staatus:

<input checked="" type="checkbox"/> Akadeemilisel puhkusel	<input checked="" type="checkbox"/> Aktiivne	<input checked="" type="checkbox"/> Ekstern	<input checked="" type="checkbox"/> Katkestanud	<input checked="" type="checkbox"/> Lõpetanud
<input checked="" type="checkbox"/> (Välis)külalisiõpilane	<input checked="" type="checkbox"/> Muu			

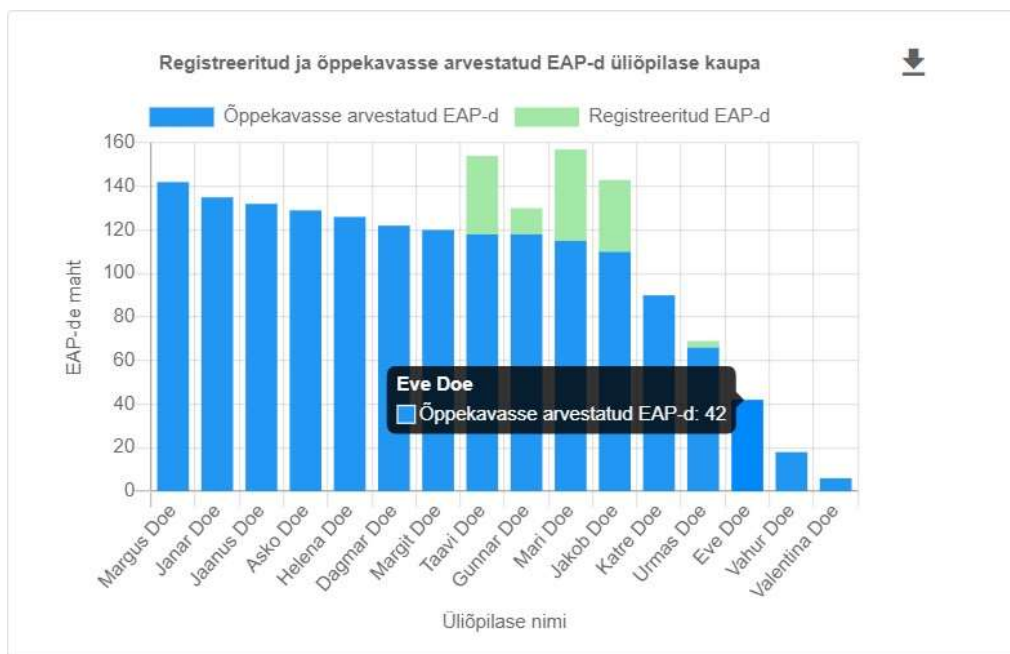
Joonis 9. Staatuse filter

Võimalikud staatused on järgmised:

1. Akadeemilisel puhkusel – üliõpilane, kes on hetkel akadeemilisel puhkusel;
2. Aktiivne – üliõpilane, kes õpib ükskõik millisel õppeaastal (st puudub eristus üliõpilase järgmisesse õppeaastasse üleviimise kohta);
3. Ekstern – üliõpilane, kes õpib/õppis eksternina;
4. Katkestanud – üliõpilane, kes on katkestanud oma õpingud ning eksmatrikuleeritud kas ülikooli või üliõpilase enda algatusel;
5. (Välis)külalisiõpilane – üliõpilane, kes on külalisiõpilane või väliskülalisiõpilane (ei ole Eesti kodakondsust ega pikaajalise elaniku elamisluba);
6. Lõpetanud – üliõpilane, kes on eksmatrikuleeritud seoses õppekava täitmisega täies mahus (tavaline lõpetamine);
7. Muu.

Vaikimisi on valitud kõik staatused. Staatuse filter mõjutab vaid filtrist allpool asetsevad jooniseid ja tabeleid.

Tulpdiagramm „Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kaupa“ näitab konkreetsemalt, kui kaugele on üliõpilane oma õpingutega jõudnud (vt joonis 10).





Joonis 10. Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kaupa

Andmed graafikul on esmalt sorteeritud kahanevalt õppekavasse arvestatud EAP-de arvu järgi ning teisalt EAP-de kattuvusel registreeritud EAP-de arvu järgi. Õppekava puhul, kus üliõpilaste arv on suur, saab kerimisriba abil diagrammi vasakule ja paremale nihutada.

3.4 Tabelite selgitused

Töölaua kaks tabelit „Moodulite ülevaade“ (vt joonis 11) ja „Üliõpilaste ülevaade“ (vt joonis 12) sisaldavad üliõpilaste üldandmeid ning tulemusi-registreeringuid õppeainete lõikes. Mõlema tabeli kohta kehtivad järgmised punktid:

1. Tabeli sisus on toodud üliõpilaste hinned tema valitud ainetes. Kui üliõpilane on hetkel ainele registreerunud, siis hinde asemel on märges „R“. Kui registreeritud ainet on üliõpilane varem võtnud või on aine jooksva semestril läbitud, siis on hinne registreeringu taga sulgudes, näiteks „R (B)“.
2. Alates üks nädal enne uue semestri algust kuvatakse tabelites järgmise semestri registreeringuid. Töölaua ülevalt üldinfo kastist „Kuvatud registreeringute semester“ väljalt on võimalik kontrollida, mis semestri registreeringuid tabelis kuvatakse.
3. Kui õppeaine on üle toodud VÕTA-ga, siis on õppeaine nime taga sulgudes vastav märges, näiteks „Tarkvaratoodete juhtimine (VÕTA)“.
4. Kui õppeaine on läbitud mitmes osas, siis on õppeaine taha märgitud sulgudes selle osa number, näiteks „LTAT.00.018 Magistritöö seminar (1. osa)“.

5. Tabelites võivad olla ka tühjad read, kui ained on mooduli nimekirjas olemas, aga keegi neid võtnud ei ole. Näiteks kohustusliku alusmooduli ained on kuvatud alati, hoolimata sellest, kas ükski üliõpilane neid veel võtnud on või mitte.
6. Kui õppeaineid või üliõpilasi on palju, siis tekib tabeli juurde kerimisriba. Tabeli mugavamaks kasutamiseks on osad tulbad külmutatud.
7. Tabelitele rakendub ka staatuse filter, mis asub „Üliõpilase valikud õppekavas“ osa alguses.
8. Õppekavasse arvestatud EAP-de summa näitab vaid neid EAP-sid, mis on üliõpilasel reaalselt õppekavasse paigutatud, ning ei sisalda õppekavasse mittekuuluvate vabaainete mahtu. Tabeli sisus on võimalik vaadata üliõpilase kõiki aineid sealhulgas õppekavasse mittekuuluvaid vabaaineid.
9. Tabelite sisu on võimalik CSV-failina alla laadida vajutades tabeli pealkirja kõrval asuvale allalaadimise nupule: 
10. Lisaks tabelis kuvatud informatsioonile on allalaaditud CSV-failis võimalik näha ka üliõpilaste isiklikku e-posti ja ülikooli e-posti aadresse. Informatsioon on meeldetuletuseks lisatud ka tabeli pealkirja kõrval oleva info nupuga: 

Töölaua mõlemad tabelid sisaldavad üliõpilaste tulemusi ja registreeringuid õppeaine täpsusega. Tabel „Moodulite ülevaade“ keskendub rohkem üliõpilaste valikutele õppekavas ning tabel „Üliõpilaste ülevaade“ keskendub rohkem üliõpilaste üldisele õppeedukusele.

3.4.1 Moodulite ülevaade

Tabelist „Moodulite ülevaade“ näeb õppekavasse kuuluvaid mooduleid ning nende alla kuuluvate ainete registreeringuid ja tulemusi üliõpilaste lõikes (vt joonis 11). Mooduli avamiseks tuleb klikkida mooduli nimel, seejärel ilmuvad kõik ained, mis selle mooduli alla üliõpilased on paigutanud. Kui õppeaine võib õppekavas paigutada mitmesse erinevasse moodulisse, siis võib see aine esineda ka mitme erineva mooduli all vastavalt üliõpilase valikule moodulitesse paigutamise osas. Üliõpilasel ilmub märges ainult selle mooduli lahtrisse, kuhu ta selle õppeaine on paigutanud.

Moodulite ülevaade		Üliõpilaste ülevaade																
Õppeaine	Positiivselt läbinud	Registreerunud	Üliõpilaste nimekirja															
			Margus Doe	Janar Doe	Jaanus Doe	Asko Doe	Helena Doe	Dagmar Doe	Margit Doe	Taavi Doe	Gunnar Doe	Mari Doe	Jakob Doe	Katre Doe	Urmas Doe	Eve Doe	Vahur Doe	Valentina Doe
<ul style="list-style-type: none"> > Üliõpilaste üldandmed > Alusmoodul > Suunamoodul 1 																		
Õppeaine nimi KOOD.00.001	6	0		B		A	B	B					B			B		
Õppeaine nimi KOOD.00.009	6	0		B		A	B	B					B			B		
Õppeaine nimi KOOD.00.040	5	0		C		A	C	B					A					mi mi
Õppeaine nimi KOOD.00.047	4	1		B		A	A	B					R					
<ul style="list-style-type: none"> > Suunamoodul 2 > Valikainete moodul > Vabaainete moodul > Praktikamoodul > Magistritöö > Välisõppe moodul 																		
9 moodulit																		

Joonis 11. Moodulite ülevaate tabel

Tulbas „Positiivselt läbinud“ on toodud üliõpilaste koguarv, kes selle aine positiivse hindega (A, B, C, D, E, arv) on läbinud. Kui tabelisse on sattunud võõral kujul hinne, näiteks „5“, siis seda „Positiivselt läbinud“ tulbas ei arvestata. Tulp „Registreerunud“ näitab, mitu üliõpilast on hetkel sellele ainele registreerunud.

Kui andmetabeli loomisel ei leitud õppekavast moodulile vastavat nime, siis pandi mooduli nimeks selle mooduli tüüp, näiteks kõrvaleriala. Mooduli tüübi puudumisel saab mooduli nimeks „Tundmatu moodul“. Õppeained, millel mooduli kohta info täielikult puudub, paigutati moodulisse „Õppekavasse mittekuuluv aine“.

Üliõpilased on tabelis vaikimisi sorteeritud samasse järjekorda nagu joonisel „Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kohta“ ehk kahanevalt õppekavasse arvestatud EAP-de arvu järgi. Moodulid on kuvatud samas järjekorras nagu õppeinfosüsteemis. Moodulite sees on õppeained sorteeritud kahanevalt vastavalt ainet positiivselt läbinud üliõpilaste arvu järgi.

3.4.2 Üliõpilaste ülevaade

Tabelist „Üliõpilaste ülevaade“ näeb ülevalt alla valitud õppekava üliõpilasi ja nende tulemusi ning registreeringuid õppeainetele (vt joonis 12). Tabeli ridu on võimalik sorteerida kas matrikli numbri, üliõpilase nime, õppekavasse arvestatud EAP-de, läbitud VÕTA EAP-de, registreeritud EAP-de või staatuse järgi. Vaikimisi on tabeli read sorteeritud üliõpilaste nimede ning tulbad õppeainete tähestikulises järjekorras. Üliõpilaste ülevaates ei eristada mooduleid, seega kui sama ainet on võetud erineva mooduli all, siis need tulemused on ühendatud ja iga aine kohta kuvatakse vaid üks tulp.

Moodulite ülevaade		Üliõpilaste ülevaade				↓ ?																			
Matrikli number	Nimi	Õppekavasse arvestatud (EAP)	Läbitud VÕTA-ga (EAP)	Registreeritud (EAP)	Staatus	Õppeaine nimi KOOD.00.001	Õppeaine nimi KOOD.00.002	Õppeaine nimi KOOD.00.003	Õppeaine nimi KOOD.00.004	Õppeaine nimi KOOD.00.005	Õppeaine nimi KOOD.00.006	Õppeaine nimi KOOD.00.007	Õppeaine nimi KOOD.00.008	Õppeaine nimi KOOD.00.009	Õppeaine nimi KOOD.00.010	Õppeaine nimi KOOD.00.011	Õppeaine nimi KOOD.00.012	Õppeaine nimi KOOD.00.013	Õppeaine nimi KOOD.00.014	Õppeaine nimi KOOD.00.015	Õppeaine nimi KOOD.00.016	Õppeaine nimi KOOD.00.017	Õppeaine nimi KOOD.00.018	Õppeaine nimi KOOD.00.019	
A00010	Asko Doe	129	9	0	Lõpetanud	A							A		A										arv
A00012	Dagmar Doe	122	12	0	Lõpetanud	B							A		B										
A00008	Eve Doe	42	0	0	Katkestanud				A				B												
A00006	Gunnar Doe	118	0	12	Akadeemilisel				A	A		D												arv	
A00013	Helena Doe	126	3	0	Lõpetanud	B							A		B									arv	
A00009	Jaanus Doe	132	0	0	Lõpetanud			C	B	A	A														
A00016	Jakob Doe	110	0	33	Aktiivne				A	B	B													arv	
A00015	Janar Doe	135	18	0	Lõpetanud	B									C								B	arv	arv

Joonis 12. Üliõpilaste ülevaate tabel

Loodud lõpplahendus annab kasutajatele ülevaate üliõpilaste valikutest nii õppekavas terviklikult kui ka üliõpilase individuaalsel tasemel. Terviklikku vaadet kuvatakse võtmenäitajate, joonise „Üliõpilaste staatus õppekaval“ ning joonise „Üliõpilaste edasijõudmine“ abil. Individuaalsel tasemel on võimalik üliõpilaste õppeedukust jälgida joonise „Registreeritud ja õppekavasse arvestatud EAP-d üliõpilase kaupa“ ning tabelite „Moodulite ülevaade“ ja „Üliõpilaste ülevaade“ abil.

4 Analüüs ja järeldused

Loodud töölaua näol on tegemist esialgse versiooniga ning seda ei ole õppeinfosüsteemi realiseeritud, töölaud laeti testimise eesmärgil eraldi veebilehele. Selle kaudu saavad testijad ja infotehnoloogia osakonna töötajad töölauga lähemalt tutvuda ilma, et peaks eelnevalt oma arvutit vastavalt seadistama. Üleslaadimiseks kasutati Microsoft Azure pilvandmetöötlusteenust, mis võimaldab otsest andmevahetust Githubi hoidlaga, kuhu töölaua Angulari projekt on üles laetud. Avalikult ligipääsetav töölaud sisaldab andmeid kahe näidisõppekava kohta. Andmed on genereeritud R-is juhuslikkuse alusel, eesnimede genereerimisel kasutati nimede generaatorit, mis keskendub eestipärastele eesnimedele⁵.

Töölaua arendusperioodil andsid juhendajad töö autoritele nõu töölaua kujunduse ning API otspunktide osas. Lisaks saadi tagasisidet selle kohta, kas töölaua nupud ja funktsioonid töötavad ootuspäraselt või on midagi arusaamatuks jäänud. Soovituste põhjal tehti töös muudatusi ja täiendusi, et töölaud muutuks kasutajasõbralikumaks. Saadud tagasiside oli väärtuslik ning aitas kaasa lõpptulemuse parema kvaliteedi saavutamisel. Ühe edasiarendusena võiks õpianalüütika töölaua kasutuskogemust testida ka erinevate valdkondade instituudi- ja programmijuhtide ning õppekorraldusspetsialistide hulgas.

Valdav enamus õpianalüütika töölauale seatud eesmärkidest said täidetud. Kasutaja saab teha valikuid kuvatava õppekava ja aasta kohta ning tabelite sisu on võimalik sorteerida üliõpilase nime, matrikli numbri ja EAP-de mahu järgi. Joonistel ja tabelitel on võimalik andmeid alla laadida. Töölaual kuvatud õppekavad ei ole hetkel ligipääsuõigustega piiratud, kuna töölaud ei ole õppeinfosüsteemi realiseeritud.

Töölaua üks peamistest edasiarendustest oleks selle viimine õppeinfosüsteemi ÕIS 2 – uute muudatuste lisamine süsteemi on ajamahukas tegevus, mis nõuab eelnevat kooskõlastust erinevate ülikooli osakondadega ning samuti ka andmekaitse spetsialistidega. Töölaua edasiarenduse ideede hulka kuuluvad tabelite lahtritele taustavärvide lisamine (nt positiivne tulemus rohelise taustaga, negatiivne punasega); keskmise hinde kuvamine ning tulpdiaagrammidele sirge lisamine, mis näitaks, mitu EAP-d peaks olema käesoleva semestri lõpuks läbitud.

API-dest kättesaadavad andmed on valdkondadel ja instituutidel sisestatud veidi erinevalt, eriti VÕTA-ga seonduvad andmed. See teeb andmete töötluse protsessi keerukamaks. Kaaluda

⁵ <https://www.fantasynamergenerators.com/estonian-names.php>

võiks andmete sisestamise ja muutmise ühtlustamist valdkondade ja instituutide üleselt, et tekitada ühtset süsteemi. Näiteks VÕTA ainete puhul on kohati andmed tulemuste all ning kohati VÕTA asenduste all, samuti ei ole üheselt defineeritud, millised ained asendavad millist ainet. Andmete töötlust oleks lihtsamaks teinud ka see, kui oleks üliõpilaste koondtulemuste kohta eraldi otspunktid, näiteks üliõpilase keskmine hinne ja läbitud ainete kogumaht.

5 Koostöö

Koostöö eksaminandide Aima Alliku ja Annika Altoja vahel sujus edukalt. Esmalt suheldi veebi teel (kanalite Slack ja Discord kaudu) ning hilisemas etapis töötati füüsiliselt samas ruumis, mis lihtsustas omavahelise koostöö edenemist veelgi enam. Mõlemad osapooled hoidsid teineteist kursis oma jooksvate tööülesannete täitmise edenemisega ning andsid teada, kui tekkis küsimusi või mõtteid, mida omavahel täpsemalt arutada.

Tööülesannete paika panemiseks, jagamiseks, üksteisele testimiseks saatmiseks, ülevaate hoidmiseks ja haldamiseks kasutati Trello loendite koostamise rakendust. Trellos kasutati nelja loendit – „Vaja teha“, „Tegemisel“, „Testimisel“ ja „Tehtud“. Esimesse loendisse „Vaja teha“ märgiti ülesanded, mis vajavad tegemist; „Tegemisel“ loendisse tõsteti ülesanded, mis on hetkel pooleli ning juurde lisati vastav kasutaja, kellel ülesanne pooleli on; „Testimisel“ loendisse tõsteti ülesanded, mis on tehtud ning valmis kontrollimiseks, juuresolev kasutaja asendati teise osapoole kasutajanimeliga; „Tehtud“ loendisse tõsteti ülesanded, mis said määratud kasutaja poolt üle kontrollitud.

Konkreetset tööjaotust omavahel paika ei pandud – mõlemad osapooled said valida endale „Vaja teha“ loendist sobivamaid ülesandeid. Töö käigus kujunes välja, et Annika Altoja tegeles rohkem tagasüsteemi arenduse ning Aima Allik rohkem eessüsteemi arendusega. Kokkuvõttes tegelesid mõlemad osapooled nii kujunduse paika panemise, taga- ja eessüsteemi arenduse, testimise läbiviimise kui ka magistrieksami kirjaliku osa kirjutamisega. Eksaminandide panus õpianalüütika töölaua valmimisse oli võrdne.

Kokkuvõte

Magistriprojekti eesmärk oli luua esmane versioon õpianalüütika töölauast instituudi- ja programmijuhtidele ning õppekorraldusspetsialistidele, et lihtsustada nende tööd üliõpilaste õpiedukuse ja õppekaval edasijõudmise jälgimisel. Seatud eesmärk sai täidetud ning lõpplahendusena valmis õpianalüütika töölaud, mis koondab kokku ühe õppekava üliõpilaste tulemused ning valikud õppekavas.

Esmalt määratleti lõppkasutajate vajadused töölauale, mille põhjal loodi valmiva töölaua kujundus. Seejärel valiti koostöös Tartu Ülikooli infotehnoloogia osakonna töötajatega sobiv metoodika ja arendusraamistik, mis hiljem ühilduks õppeinfosüsteemiga. Järgmine etapp hõlmas andmetöötlust – vajalike tunnuste ja tulemuste sisselugemist, ühendamist ning sobivale kujule viimist. Järgnevalt sai asuda visualiseerimise juurde, mille käigus loodi filtrid, võtmenäitajad, joonised ning tabelid andmete kuvamiseks. Töölaua loomise viimases etapis analüüsiti valminud töölauda ning võimalikke edasiarendusi.

Andmete töötlemiseks ja struktureerimiseks kasutati R-i programmeerimiskeelt, mida autorid olid varem andmetöötluseks palju kasutanud. Töölaua lõpplahenduse kujundamiseks ja visualiseerimiseks kasutati TypeScriptil põhinevat Angulari raamistikku, mida on kasutatud ka õppeinfosüsteemi ÕIS 2 arendamisel. Angularis olid sobivad visualiseerimise võimalused jooniste ja tabelite jaoks ning raamistikus koostatud komponente on võimalik õppeinfosüsteemi tõsta. Kuna autoritel puudus varasem kokkupuude TypeScriptiga, siis tuli magistriprojekti käigus seda õppida.

Töölaua kujundus küll arenduse käigus muutus, kuid valdav enamus õpianalüütika töölauale seatud kujunduse ja funktsionaalsuse eesmärkidest said täidetud. Töölaud on loodud eesmärgiga, et see integreeritakse lähitulevikus Tartu Ülikooli õppeinfosüsteemi ÕIS 2, kus iga instituudi- ja programmijuht ning õppekorraldusspetsialist omab ligipääsu ainult tema õppekavasid puudutavale infole. Käesoleva magistriprojekti raames on rakendus realiseeritud lokaalselt.

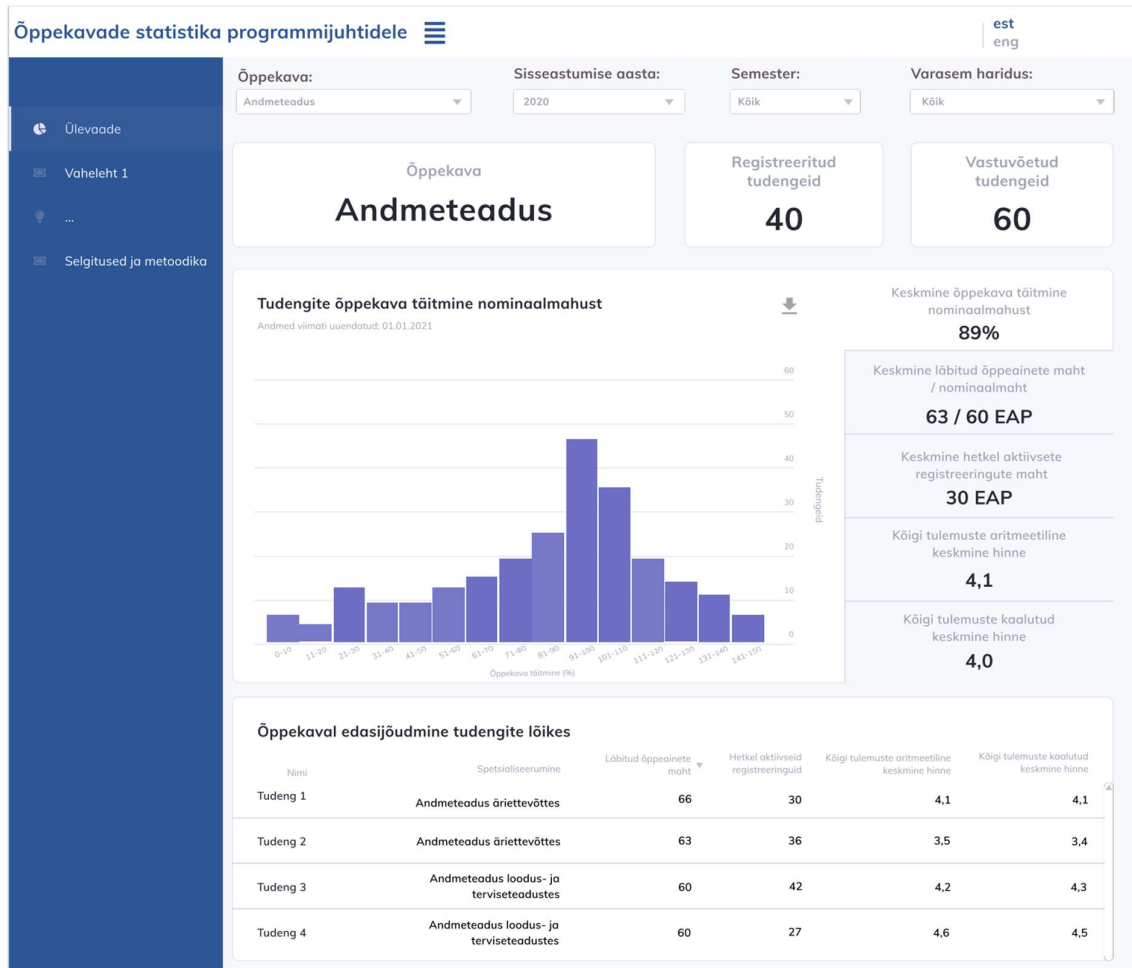
Õpianalüütika töölaua lõpplahendus sisaldab nii andmetabeleid, graafikuid kui ka tulemuslikkuse võtmenäitajaid. Loodud lahendus annab lõppkasutajale võimaluse analüüsida üliõpilaste ainete valikuid, tulemusi, registreeringuid ning õppekava täitmise mahtu nii individuaalselt kui ka tervikvaates.

Viidatud kirjandus

- [1] Tartu Ülikool. Tartu Ülikooli arengukava aastateks 2021-2025. 2020, lk. 14.
- [2] Tartu Ülikool. Valminud on Tartu Ülikooli statistika töölaud. 2020, 12.
<https://ut.ee/et/sisu/valminud-tartu-ulikooli-statistika-toolaud>. (16.05.2022)
- [3] Tartu Ülikool. Õpianalüütika - Learning Analytics. 2022, 2.
<https://wiki.ut.ee/pages/viewpage.action?pageId=137335554>. (15.05.2022)
- [4] Angular. Introduction to Angular concepts. 2022, 2.
<https://angular.io/guide/architecture>. (14.05.2022)
- [5] Geeks for Geeks. R Programming Language – Introduction. 2021, 8.
<https://www.geeksforgeeks.org/r-programming-language-introduction/>. (16.05.2022)
- [6] Angular. What is Angular?. 2022, 2. <https://angular.io/guide/what-is-angular>. (15.05.2022)
- [7] Alligator.io. How To Use Chart.js in Angular with ng2-charts. 2017, 8.
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/angular-chartjs-ng2-charts>. (14.05.2022)
- [8] Chart.js. Popular Extensions.
<https://www.chartjs.org/docs/2.7.2/notes/extensions.html>. (15.05.2022)
- [9] Swimlane. ngx-datatable. 2021, 1. <https://github.com/swimlane/ngx-datatable/blob/master/README.md>. (29.03.2022)
- [10] Npm. ngx-csv. 2020, 10. <https://www.npmjs.com/package/ngx-csv>. (14.05.2022)

Lisad

I. Algse kujunduse esimene vaheleht



II. Algse kujunduse teine vaheleht

Õppekavade statistika programmijuhtidele est eng

Õppekava: Sisseastumise aasta: Semester: Varasem haridus:

Õppekava **Andmeteadus** Sisseastumise aasta **2020** Registreeritud tudengeid **40**

Õppekava moodul:

Õppeainete läbimine semestri järgi

Nimi	Andmete visualiseerimine ja esitus · LTAT.02.008	Andmeotstarbe meetodid · LTAT.02.006	Andmetehnika · LTAT.02.007	Masinõpe · MTAT.03.227	Privatuse ja andmete ettevalmistamine, sigastamine ja IT-otsused · LTAT.02.009
Tudeng 1	1	1	1	1	1
Tudeng 2	1	4		2	1
Tudeng 3	1	1	1	1	
Tudeng 4	2	2	1	2	1
Tudeng 5	1	3			1
Tudeng 6	1	3	1	1	1
Tudeng 7	1	3	1		1
Tudeng 8		4	1	1	1
Tudeng 9	1	4	1	1	1
Tudeng 10	1	4		1	

Legend:

- 1. semester
- 2. semester
- 3. semester
- 4. semester

III. Õpialalüütika töölauda esimene vaade

Õpialalüütika töölaud

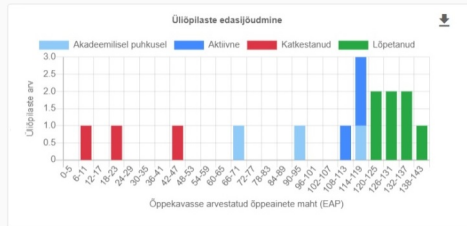
Vali õppekava: Näidisõppekava 1 (12345) Vali sisseastumise aasta: 2019

Üldinfo

• Valitud õppekava: Näidisõppekava 1 • Valitud sisseastumise aasta: 2019 • Õppekava info: magistriõpe, 120 EAP • Kuvatud registreeringute semester: kevad 2021/2022 • Andmed seisuga: 07.05.2022 22:19



Üliõpilaste taust ja edasijõudmine



Üliõpilaste valikud õppekavas

Vali staatus: Akadeemilisel puhkusel Aktiivne Katkestanud Lõpet

IV. Õpialalüütika töölauda teine vaade

Õpialalüütika töölaud

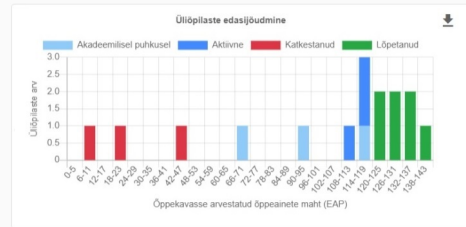
Vali õppekava: Näidisõppekava 1 (12345) Vali sisseastumise aasta: 2019

Üldinfo

Valitud õppekava: Näidisõppekava 1 • Valitud sisseastumise aasta: 2019 • Õppekava info: magistriprope, 120 EAP • Kuvatud registreeringute semester: kevad 2021/2022 • Andmed seisuga: 07.05.2022 22:19

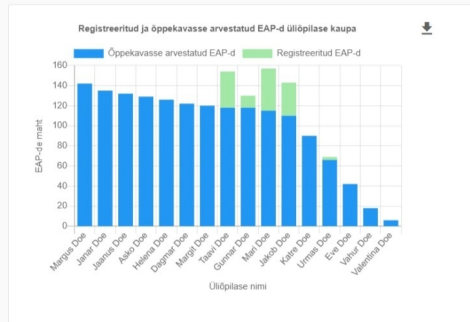
117.2	21	18.8%	16
Õppekavasse arvestatud EAP-sid keskmiselt	Registreeritud EAP-sid keskmiselt	Katkestamise määr	Üliõpilasi kokku

Üliõpilaste taust ja edasijõudmine



Üliõpilase valikud õppekavas

Vali staatus: Akadeemilisel puhkusel Aktiivne Katkestanud Lõpetanud



Moodulite ülevaade

Üliõpilaste ülevaade

Matrikuli number	Nimi	Õppekavasse arvestatud (EAP)	Läbitud VÕTA-ga (EAP)	Registreeritud (EAP)	Staatus	Õppeaine nimi K000.00.001	Õppeaine nimi K000.00.002	Õppeaine nimi K000.00.003	Õppeaine nimi K000.00.004	Õppeaine nimi K000.00.005	Õppeaine nimi K000.00.006	Õppeaine nimi K000.00.007	Õppeaine nimi K000.00.008	Õppeaine nimi K000.00.009	Õppeaine nimi K000.00.010	Õppeaine nimi K000.00.011	Õppeaine nimi K000.00.012	Õppeaine nimi K000.00.013	Õppeaine nimi K000.00.014	Õppeaine nimi K000.00.015	Õppeaine nimi K000.00.016	Õppeaine nimi K000.00.017	Õppeaine nimi K000.00.018	Õppeaine nimi K000.00.019	Õppeaine nimi K000.00.020	Õppeaine nimi K000.00.021	Õppeaine nimi K000.00.022	Õppeaine nimi K000.00.023	Õppeaine nimi K000.00.024	Õppeaine nimi K000.00.025	Õppeaine nimi K000.00.026	Õppeaine nimi K000.00.027	Õppeaine nimi K000.00.028
A00010	Asko Doe	129	9	0	Lõpetanud	A												arv								arv	B					A	
A00012	Dagmar Doe	122	12	0	Lõpetanud	B				A				B												arv	A					B	
A00008	Eve Doe	42	0	0	Katkestanud			A		B																	A						C
A00006	Gunnar Doe	118	0	12	Akadeemilisel			A	A	D								arv									A					A	arv
A00013	Helena Doe	126	3	0	Lõpetanud	B				A				B							arv						B		arv				B
A00009	Jaanus Doe	132	0	0	Lõpetanud			C	B	A	A																A						B
A00016	Jakob Doe	110	0	33	Aktiivne				A	B	B												arv				A			A			A
A00015	Janar Doe	135	18	0	Lõpetanud	B					C			B	arv											arv		C	arv				B

R - üliõpilane on õppeainele registreerunud
 Kui registreeritud ainet on üliõpilane varem võtnud või on aine jooksva semestri läbitud, siis on hinne registreeringu taga sulgudes, näiteks R (B).

V. Litsents

Lihtlitsents magistriprojekt reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Annika Altoja**,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose **Õpianalüütika töölaua loomine Tartu Ülikooli õppeinfosüsteemi (ÕIS 2) andmetel**, mille juhendajad on **Gert Post** ja **Jaak Vilo**, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Annika Altoja

17.05.2022