

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond
Tarkvarateaduse instituut

Kaspar Püüding 143033IABB

AKTSIAPORTFELLI TEHNILISE ANALÜÜSI TARKVARA LOOMINE

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Martin Rebane
MSc

Tallinn 2017

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: Kaspar Püüding

22.05.2017

Annotatsioon

Antud töös on vaatluse all aktsiate tehniline analüüs ning aktsiaportfooliost kokkuvõtete tegemine. Tehnilise analüüsiga seoses käsitletakse kolme tuntud indikaatorit: MACD, RSI ja OBV.

Lõputöö eesmärgiks oli luua veebirakendus, mis abistaks aktsiagraafikuid lugeda ja võimaldaks tehinguid üles märkida. Töö on suunitletud algajale investeerijale, mitte regulaarsele kauplejale.

Töö tulemusena valminud veebirakendus STARTinvest koosneb kahest osast: tehnilise analüüsi indikaatorite graafikuid kuvavast veebirakendusest, Google Sheets platvormil põhinevast portfooliohalduse dokumendist.

Rakendus on kättesaadav aadressil <http://startinvest.me>

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 22 leheküljel, 6 peatükki, 10 joonist, 2 tabelit.

Abstract

Development of Technical Analysis Software for Stock Portfolios

This thesis is about stockmarket technical analysis and portfolio management. Three technical analysis indicators are explained and implemented in this thesis. The implemented indicators are MACD, RSI and OBV.

The main goal for current thesis is to create a web application STARTinvest which would help a beginner investor to understand technical analysis indicators. To keep track of investor's portfolio a separate Google Sheets template was made.

Technical analysis tools are dedicated to beginner investors and should be used as educational resource in order to compare different shares. Portfolio management template could be valuable to any investor who wants to keep track of one's portfolio.

The web application back-end was developed as REST API using Python's Django REST-API framework. Front-end is implemented in VueJS and uses Google Material Design components. Both Yahoo Finance API and Google Finance are used as a data source for different use cases. Web application is meant to be used on desktop but is fully functional and responsive in mobile devices as well.

Thesis goals were successfully achieved as the web application provides both assistance for reading technical analysis charts and Google Sheets portfolio management document.

The software can be found at <http://startinvest.me>

The thesis is in estonian and contains 22 pages of text, 6 chapters, 10 figures, 2 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

API	<i>Application Program Interface</i> Liides olemasoleva tarkvaraga suhtlemiseks
CSRF	<i>Cross-Site Request Forgery</i> Teise kasutaja sessiooni alt tehtav rünnak
MACD	<i>Moving Average Convergence/Divergence</i> Kahte aktsiahinna libisevat keskmist võrdlev tehnilise analüüsi indikaator
OBV	<i>On-Balance Volume</i> Tehnilise analüüsi indikaator omanikku vahetunud aktsiate hulga muutuse trendi näitamiseks
POST	HTTP protokoll meetod andmete sisestamiseks
P/B	<i>Price to book ratio</i> Hind aktsia kohta jagatud raamatupidamisliku väärtusega aktsia kohta
P/E	<i>Price to earnings ratio</i> Hind aktsia kohta jagatud puhaskasumiga aktsia kohta
P/S	<i>Price to sales ratio</i> Hind aktsia kohta jagatud tuluga aktsia kohta.
REST	<i>Representational State Transfer</i> Arhitektuuriline moodus serveriga suhtluse loomiseks
RSI	<i>Relative Strength Index</i> Aktsia hinna tõusupäevi ning languspäevi võrdlev tehnilise analüüsi indikaator
UX	<i>User Experience</i> Kasutajakogemus rakenduse kasutamisel
Teek	Korduvkasutatav funktsionaalsus hilisemaks kasutamiseks

Sisukord

1 Sissejuhatus.....	10
1.1 Taust ja probleem.....	10
1.2 Ülesandepüstitus	11
2 Investeerimine aktsiatesse.....	12
2.1 Investori ja kaupleja erinevus	12
2.2 Tehniline analüüs	12
2.3 Suhtarvud	13
2.4 Indikaatorid	14
2.4.1 <i>Moving Average Convergence/Divergence (MACD)</i>	14
2.4.2 <i>Relative Strength Index (RSI)</i>	15
2.4.3 <i>On-Balance Volume (OBV)</i>	15
3 Töö metoodika	17
3.1 Eesmärgid ja nõuded.....	17
3.1.1 Funktsionaalsed nõuded kasutajalugudena	17
3.1.2 Mittefunktsionaalsed nõuded	17
3.2 Arendusprotsessi metoodika	18
4 Lahenduse dokumentatsioon.....	19
4.1 Liidestused	20
4.2 Kasutatud tehnoloogiad	20
4.2.1 Serveripoolne liides (<i>back-end</i>)	20
4.2.2 Kasutajapoolne liides (<i>front-end</i>)	21
4.3 Andmetöötlus serveripoolses rakenduses	22
4.3.1 Andmete pärimine.....	23
4.3.2 Indikaatorite arvutused	23
4.4 Aktsiaportfelli kokkuvõtete dokument	24
4.4.1 Google Finance'i funktsioonid	24
4.5 Kasutajamugavuse (<i>UX</i>) tagamine.....	25
5 Analüüs ja arutelu	27
5.1 Esinenud keerukused realisatsioonis.....	27

5.2 Rakenduse arhitektuuri analüüs	28
5.2.1 Kasutaja autentimine OAuth abil.....	28
5.3 Indikaatorite võrdlused analoogsete allikatega	29
5.4 Süsteemi disainil tehtud vead.....	30
6 Kokkuvõte.....	31
Kasutatud kirjandus	32

Jooniste loetelu

Joonis 1. Kuvatõmmis projekti <i>kanban</i> vaatest	18
Joonis 2. Veebirakenduse arhitektuuri ülevaade.....	19
Joonis 3. VueJS populaarsus Google Trends'i järgi	21
Joonis 4. VueJS komponendi koodinäide	22
Joonis 5. Aktsia andmete pärimine Google Finance'i abil	23
Joonis 6. RSI indikaatori arvutamise koodinäide	23
Joonis 7. Google Finance'i funktsiooni süntaksi koodinäide	24
Joonis 8. OAuth autentimise voogdiagramm.....	29
Joonis 9. MACD arvutamise koodinäide	35
Joonis 10. OBV arvutamise koodinäide.....	35

Tabelite loetelu

Tabel 1. YHOO RSI arvutuste võrdlused	30
Tabel 2. Lõige USA P/E suhetest sektorite kaupa	34

1 Sissejuhatus

Antud töös on vaatluse all aktsiate tehniline analüüs ning portfooliost kokkuvõtete tegemine. Tehnilise analüüsiga seoses käsitletakse kolme üldtuntud indikaatorit: MACD, RSI ja OBV. Töö on suunitletud algajale investeerijale mitte regulaarsele kauplejale. Sellest lähtuvalt on töö tulemusena valmiv rakendus kasulik pigem alustavale investeerimishuvilisele.

1.1 Taust ja probleem

Pärast 2000. aastate lõpu majandussurutist on olukord Eestis paranenud nii palju, et inimestel hakkab finantsvahendeid üle jääma. Teadlikumad otsivad vabade vahendite hoiustamiseks tulusamaid viise, kui selleks on pangas hoiustamine.

Võrreldes ajalooliselt varaklasside tootlusi võib leida, et aktsiad on tihtipeale esirinnas olnud [1]. Seega meelitab börs kaupleva kogematuid uustulijaid. Kirjutamata reeglits on saanud, et enamasti luhtuvad alustavate investorite esimesed investeeringud.

Alustava investori harimiseks ehitatakse uurimistöö käigus rakendus, mis võiks aidata koostada portfelist kokkuvõtteid. Kokkuvõtete olulisus seisneb selles, et inimene oleks kursis oma portfelli hetkeolukorra – suudaks mõne kuu lõikes finantstegevusi ette planeerida, teadvustaks ennast pidevalt oma portfelli olukorrast ja oleks kursis ohumärkidega, mis võivad aegajalt ilmneda.

Rakenduses kuvatakse ka kolme tuntud tehnilise analüüsi indikaatorite graafikud kasutaja poolt valitud väärtpaberite kohta. Lisaks graafikute kuvamisele on põhiline indikaatorite kasutusteooria veebirakenduses olemas. Vastavalt indikaatorite toimimisele, kuvatakse aktsionärile vihjeid võimalike trendimuudatuste kohta turul. Vihjed võiksid teda motiveerida turuolukorra ning indikaatorite toimimise kohta rohkem uurima, et võtta vastu õigeid otsuseid.

1.2 Ülesandepüstitus

Lõputöö eesmärgiks on luua alustaja investeerija jaoks veebirakendus, mis abistab aktsiagraafikuid lugeda ja võimaldab üles märkida tehinguid börsil. Graafiku lugemise abistamise all on mõeldud tehnilise analüüsi indikaatorite kuvamist koos selgitustega. Tehingute ülesmärkimise lahendus peab olema piisavalt paindlik, et investeerija saaks kokkuvõtte tegemise metoodikat ajapikku ise täiendada.

Tehnilise analüüsi indikaatoritega õpetatakse algaja investorit aktsiaid võrdlema. See tagab tõenäoliselt läbimõelduma valiku tegemise. Kindlasti tuleb pidevalt rõhutada, et indikaatoreid loetakse kriitilise pilguga, sest alati on olemas veaoh.

Tehingute ülesmärkimiseks loodav funktsionaalsus püütakse maksimaalselt automatiseerida. Kuna igal investeerijal pole piisavaid IT-teadmisi, et vastavat tarkvara luua, siis on antud töö otsene kasu paljudele potentsiaalsetele kasutajatele.

Täpsemalt jõutakse töö käigus järgmiste alameesmärkideni:

- Luuakse kolme tähtsama tehnilise indikaatoriga veebirakendus algajale investeerimishuvilisele
- Luuakse aktsiaportfelli transaktsioonide haldamiseks Google Sheets mall

2 Investeerimine aktsiatesse

Tänapäeval on aktsiatesse investeerimine tehtud niisama lihtsaks kui pangaülekannete tegemine. Vaja on väärtpaberikontot ning seejärel on võimalik aktsiaid läbi panga veebikeskkonna soetada. Oluline on üles leida soodne väärtpaber, mis investeerija eesmärgi teenib. Börsil kauplemise eesmärgid tulenevad suuresti investori ja kaupleja erinevusest.

2.1 Investori ja kaupleja erinevus

Järgnev investori ning kaupleja erinevus tuuakse välja [2] järgi. Investor on keegi, kes ostab osakuid eesmärgiga teenida ettevõtte kasvust, intressist, dividendidest. Nad ostavad eesmärgiga aktsiat pikemaajaliselt omada. Kauplejad soetavad aktsiaid eelkõige lähtuvalt sellest, kuidas turg liigub ning nende eesmärgiks on teenida tulu turu volatiilsuse (hinna kõikumuse) pealt. Kauplejate ostu-müügi vahepealne aeg võib olla mõnest sekundist mõne nädalani.

Käesolev töö ei keskendu päevakauplejatele, vaid pikaajalistele investoritele, kelle jaoks börsil kauplemine ei ole igapäevatöö vaid viis kõrvalt säästude kasvatamiseks. Seega peab rakendus aitama alustaval investoril teha otsust, millal siseneda või millal väljuda.

2.2 Tehniline analüüs

Tehniline analüüs (*Technical Analysis*) on üks aktsiaturul kauplemise tehnikatest [3]. Tehniline analüüs proovib ette näha trende varasemate hindade ja muu statistika abil. Usutakse, et pakkumise ja nõudluse muutusi on võimalik järeldada graafikutelt [3].

Tehniline analüüs sai alguse 1800. aastatel ning seda peetakse investeringute analüüsi üheks põhiliseks meetodiks [3]. Seda kasutati laialdaselt enne fundamentaalset analüüsi, kuna esialgu ei esitanud ettevõtted osanikele regulaarseid aruandeid, mille põhjal fundamentaalset analüüsi teha [3].

USAs kasutatakse juba aktsiaturu loomisest saati kauplemisreegleid, mis võimaldavad leida aktsiahindades mustreid. Kõige vanem meetod on loodud Charles Dow poolt 1800. aastate lõpus. Paljud tuntud meetoditest on juba üle 60 aasta kasutuses olnud. Neid metoodikaid on kergesti mõistetavaid kui ka küllaltki keerukaid [3].

Antud töö raames käsitletakse kolme tuntud metoodikat, mida pikemaajalisem investor võiks aru saada ning silmas pidada. Eesmärgiks on tabada ära õige hetk ostu- või müügiotsuse vastuvõtmiseks. Siiski on tehniline analüüs vaid üheks mitmest erinevast infoallikast, mida silmas pidada ja seega tuleb seda rakenduses ka mainida.

2.3 Suhtarvud

Suhtarve kasutatakse sama sektori ettevõtete võrdlemiseks. Valitud suhtarvud on laialt levinud ning algajale investorile lihtsasti mõistetavad. Sektorite suhtarvude erisuste kohta on toodud näide Lisas 1, kus on võrdluse all P/E suhtarvud.

Vaadeldes kahte sama sektori ettevõtet, mille puhaskasum on sama, peaks järelduseks olema, et ka nende aktsiahinnad on samad. Reaalsuses see aga nii ei ole. Erinev aktsiahind sama kogutulu puhul võib viidata sellele, et madalama suhtarvuga ettevõtte on alaväärtustatud või on kõrgema suhtarvuga ettevõtte hoopis parema ärimudeli ja kõrgema kvaliteediga [4].

Kasutatud suhtarvud on järgnevad:

- a) **P/B suhtarv** (*Price to earnings ratio*). Hind ühe aktsia kohta jagatud raamatupidamisliku väärtusega ühe aktsia kohta. Suhtarv illustreerib, kui palju ettevõtte väärtusest saab ühe aktsia eest [4].
- b) **P/S suhtarv** (*Price to sales ratio*). Hind ühe aktsia kohta jagatud tuluga ühe aktsia kohta. Antud suhtarv on kasulik võrdlemiseks ettevõtteid, kelle äritegevus ei tasu veel ära, kuid müüginumbrid liiguvad tõusvas joones [5].
- c) **P/E suhtarv** (*Price to earnings ratio*). Hind ühe aktsia kohta jagatud puhaskasumiga aktsia kohta [6].

Olgugi, et antud suhtarvud on lihtsasti arvutatavad, võivad tulemused eriallikatest tulla erinevad. Põhjus seisneb selles, et arvutamisel võetakse vaatluse alla erinevad

ajaraamistikud. Näiteks on järgnevalt toodud erinevad võimalused hinna määratlemiseks kasutades P/E suhtarvu.

Hinna all võib mõista [6] järgi:

- jooksev hind
- mitme aasta keskmine
- viimase kvartalilõpu hind
- viimase aruandeaastalõpu hind
- prognoositud hind tulevikus

Puhaskasum võib esindada [6] järgi:

- jooksvat kasumit
- mitme aasta keskmist kasumit
- viimase kvartali kasumit
- viimase aruandeaasta kasumit
- prognoositud kasumit tulevikus

2.4 Indikaatorid

Tehnilise analüüsi indikaatorid on matemaatilised arvutused, mis võimaldavad aktsiagraafikult välja lugeda mustreid. Eelduseks on võetud, et turuolukorrad korduvad pidevalt. Indikaatorid põhinevad erinevatel näitajatel nagu näiteks hindade muutused, nende muutumiskiirused ja trendid [7].

2.4.1 *Moving Average Convergence/Divergence (MACD)*

MACD (*Moving Average Convergence/Divergence*) loojaks on Gerald Appel [8]. MACD on trendi jälgiv indikaator, mis kasutab kahte aktsia hinna libisevat keskmist [8]. Aeglasem graafik on 26-päeva eksponentsiaalne libisev keskmine ja kiirem 12-päeva oma [8].

Lisaks MACD-le pannakse graafikule ka 9-päeva eksponentsiaalne libisev keskmine ehk signaaljoon. Põhireeglilik on, et kui MACD langeb allapoole signaaljoont on soovitatav müüa, kui tõuseb signaaljoonest üles, siis tuleks osta. MACD-d kasutatakse ka ilma 9-päevase signaaljooneta, sel puhul ostetakse, kui MACD on positiivse väärtusega ja müüakse, kui indikaator on negatiivse väärtusega [8].

2.4.2 Relative Strength Index (RSI)

Relative Strength Index (RSI) on analüütiku Welles Wilderi poolt loodud indikaator, mis võrdleb keskmist plusspäevade arvu miinuspäevade arvuga ning väljendab saadud tulemust vahemikust 1-100 [9]. Juhul, kui RSI on alla 30, peetakse aktsiat ülemüüduks ning on õige aeg ostmiseks [9]. Kui RSI on üle 30, peetakse aktsiat üleostetuks ning müümiseks on õige aeg [9].

[10] järgi arvutatakse RSI graafik järgnevalt:

$$RSI = 100 - 100/(1+RS)$$

$$RS = \text{keskmine tõus} / \text{keskmine langus}$$

Tavaliselt kasutatakse RSI arvutamiseks 14 börsipäeva. Sel juhul arvutatakse keskmised järgnevalt:

$$\text{Keskmine tõus} = 14 \text{ päeva tõusude summa} / 14$$

$$\text{Keskmine langus} = 14 \text{ päeva languste absoluutväärtuste summa} / 14$$

2.4.3 On-Balance Volume (OBV)

On-Balance Volume (OBV) indikaatori avaldas Joe Granville oma 1963. aasta raamatus "*Granville's New Key To Stock Market Profits*". Tegu on ühe esimese indikaatoriga, mis võttis arvesse tehingute arvu muutusi võrreldes eelnevatega [11]. Vanusest hoolimata leiab indikaator ka tänapäeval kasutust.

[11] järgi arvutatakse indikaatorit järgnevalt:

- Kui tänane sulgemishind on eilsest kõrgem, siis tänane OBV = eilne OBV + tänane tehingute arv.

- Kui tänane sulgemishind on eilsest madalam, siis tänane OBV = eilne OBV - tänane tehingute arv.
- Kui tänane sulgemishind on eilsega võrdne, siis tänane OBV = eilne OBV

Indikaator on kasulik turutrendide kinnitamiseks. Granville'i raamatus esitatakse on järgnevad olukorrad [11]:

- Juhul, kui tehingute arv tõuseb järsult, siis üsna pea järgneb sellele hinnatõus.
- Kui tehingute arv on mõnda aega languses, siis on see märgiks, et ilmselt hakkab ka aktsia hind langema.
- Kui hind tõuseb ja tehingute arv jääb samaks, siis tõenäoliselt langeb hind õigepea samale tasemele.

3 Töö metoodika

Kasutajasõbraliku ning tervikliku tarkvaralahenduse loomiseks peab iga väiksem arendus teenima suuremat eesmärki. Ilma süsteemse lähenemiseta võib arendusprotsessi fookus kiiresti ära kaduda ja nii kannatab arenduskiirus. Sel põhjusel on rakendusele püstitatud suuremad eesmärgid ning nõuded, mida hiljem väiksemateks ülesanneteks jaotatakse.

3.1 Eesmärgid ja nõuded

Kasutaja põhieesmärgiks on saada abi aktsiaturule sisenemise ja väljumise ajastuse kohta läbi tehnilise analüüsi. Teisalt on prioriteediks ka leida metoodika oma aktsiaportfelliga seotud tehingute haldamiseks.

Rakenduse põhieesmärk on pakkuda kvaliteetseid andmeid ning võimaldada kasutajale kokkuvõtete malli.

3.1.1 Funktsionaalsed nõuded kasutajalugudena

- Kasutajana saan sisestada enda aktsiatehinguid, et need hiljem veebirakenduses näha oleks.
- Kasutajana soovin rakenduses alustada aktsiaportfelli kokkuvõtete loomist
- Kasutajana soovin näha põhilisi tehnilise analüüsi indikaatoreid enda aktsiate kohta
- Kasutajana soovin teada, mida vastavad indikaatorid peaksid aktsia kohta näitama

3.1.2 Mittefunktsionaalsed nõuded

- Rakendus peab olema kasutatav ka mobiilsetes seadmetes
 - Veebiliides peab olema ekraani suurusega kohanduv

- Indikaatorite graafikud peavad olema võrdväärseid muude platvormide tulemustega.

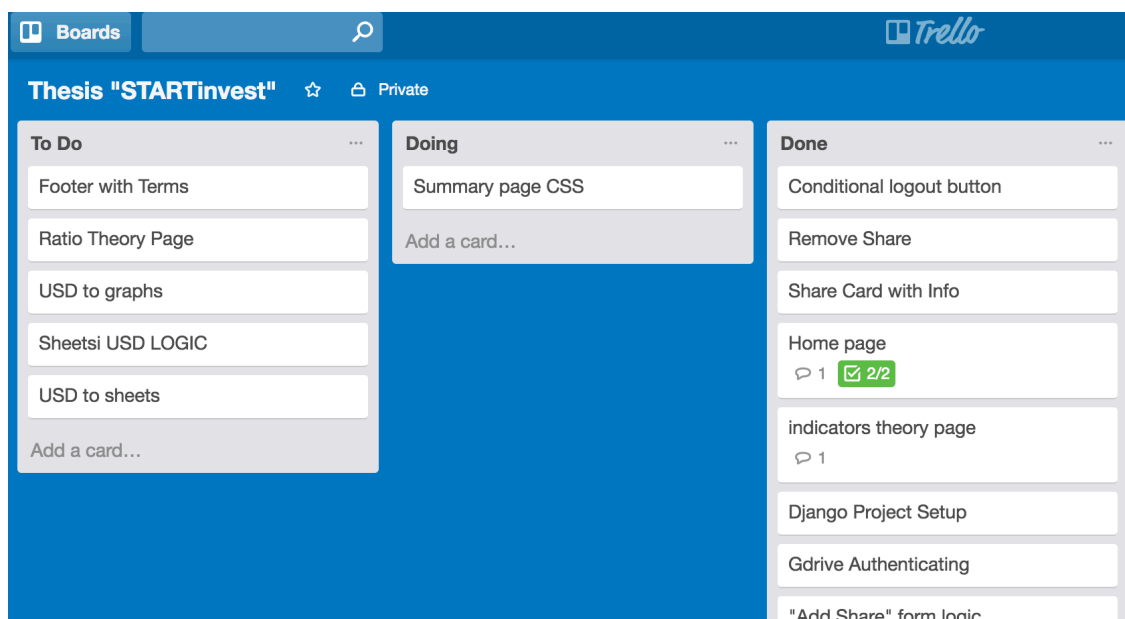
3.2 Arendusprotsessi meetodika

Rakenduse arendusprotsessi organiseerimiseks kasutatakse agiilse arendamise põhimõtteid. Kõige tähtsamal kohal on töötav rakendus ning dokumentatsioon pigem toetab tarkvara.

Alljärgnevalt on toodud mõned põhimõtted, mida antud rakenduse arendamisel järgiti:

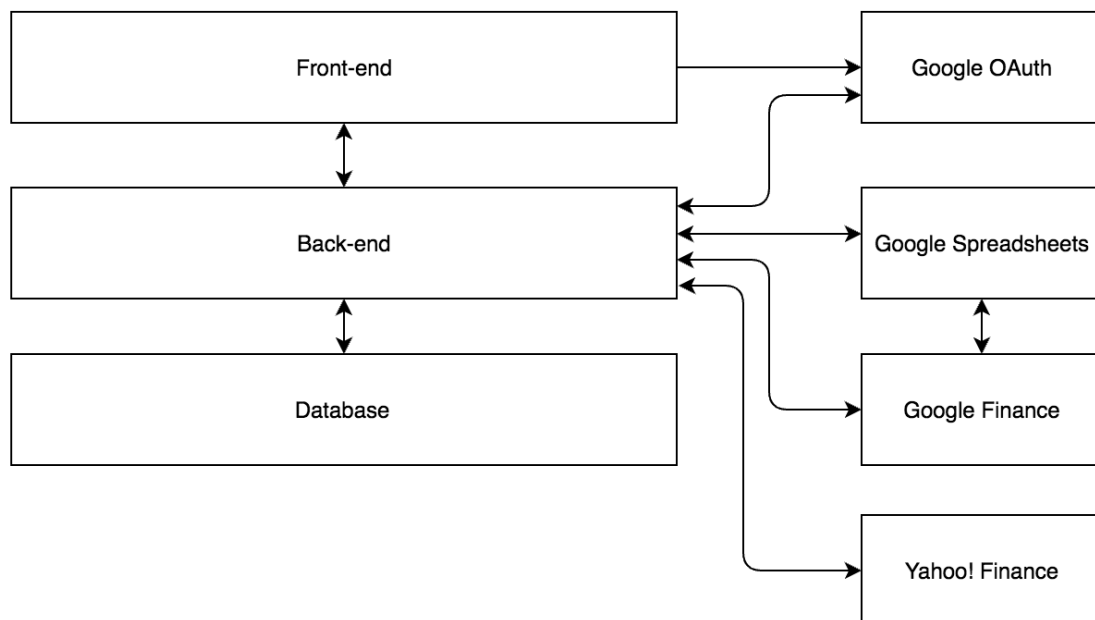
- Töö põhiline funktsionaalsus on aktsia lisamine järgitavate aktsiate hulka ning see on ka testidega kaetud.
- Töö fookuse muutumisel kohanetakse muutusega, mitte ei järgita varem kinnitatud plaani
- Funktsionaalsuste arendamistel on testitud potentsiaalsete kasutajate peal kasutusmugavust ja loogilisust.

Töö organiseerimine toimus kasutades *kanban* meetodikal põhinevat veebirakendust nimega *Trello*, kuhu koondati kolmes tulbas ülesanded (vt Joonis 1).



Joonis 1. Kuvatõmmis projekti *kanban* vaatest

4 Lahenduse dokumentatsioon



Joonis 2. Veebirakenduse arhitektuuri ülevaade

Joonisel 2 on kujutatud veebirakenduse arhitektuur, mis aitab mõista suurt pilti. Rakendus on piltlikult jaotunud kaheks. Aktsiate tehniline analüüs toimub veebirakenduses ning portfoolio jälgimiseks on mõeldud kopeeritav Google Sheetsi mall. See tähendab, et veebirakenduses saab kasutaja lisada endale jälgitavaid aktsiaid, mille kohta kuvatakse seal samas hinna ja indikaatorite graafikuid. Kõik tehingud kantakse seevastu Google Sheetsi dokumenti.

Rakenduse kõige tõenäolisem kasutusteevõrk kujutab endast järgnevat:

- 1) kasutaja autendib ennast rakenduses;
- 2) kasutajale lisab jälgitavad aktsiad ning uurib indikaatorite kohta ja hindab valitud aktsiate graafikuid;
- 3) kasutaja kopeerib endale portfoolio jälgimiseks mõeldud tarkvara

4.1 Liidestused

Antud rakendus kasutab kasutaja autentimiseks Google OAuthi, mis võimaldab Google'i kasutajaga sisse logida. Seda põhjusel, et veebileht on integreeritud Google Sheetsiga. Viimase eesmärk on võimaldada kasutajale kopeerida kokkuvõtete tegemismalli otse veebirakendusest.

Andmeallikadena kasutatakse antud rakenduses nii Yahoo Finance kui ka Google Finance APIt. Esimesest päritakse aktsia kohta põhiinfo (näiteks ettevõtte nimi, erinevad suhtarvud, hetkehind) ning teisest ajalooline info aktsia hinna kohta. Google Finance'i funktsioone kasutatakse ka Google Sheetsis, et tehingute sissekandeid tehes oleks aktsiainfo reaajas kergelt kättesaadav.

4.2 Kasutatud tehnoloogiad

Käesoleva projekti jaoks on valitud enamkasutatavad tehnoloogiad, mida oleks lihtne õppida ning millega oleks arenduskiirus suur isegi vähese programmeerimiskogemuse korral.

Eesmärgiks on luua *single-page* rakendus, mis tähendab, et leheküljed genereeritakse jooksvalt valmis kliendi poolel, mitte ei saadeta serverist. Seega kasutatakse ühte täna aktuaalsest *front-end* raamistikust, ning märgilist erinevust ei ole milline neist valitud saab. Järgides tarkvara loomise modulaarsuse printsiipe, on serverirakenduse ja kliendipoolse rakenduse puhul tegu kahe erineva projektiga ehk teisisõnu täidab serverirakendus API rolli.

4.2.1 Serveripoolne liides (*back-end*)

Programmeerimiskeele valiku tegemisel sai oluliseks, et tulevikus oleks andmetöötlust ja analüüsi võimalik suuremal määral teha. Andmeteadlaste seas on üldlevinud töövahenditeks Python ja R [12]. Kuna R-i abil veebirakendust teha ei saa, siis valiti töö läbiviimiseks Python.

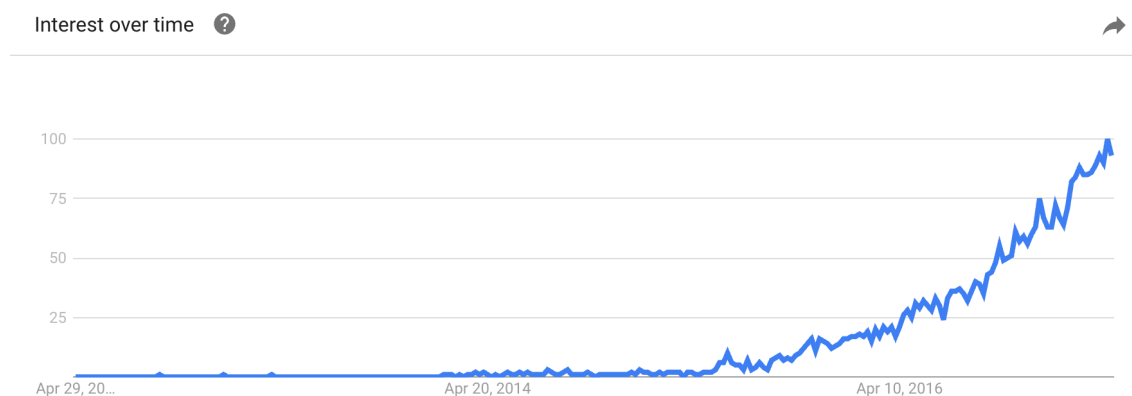
Serveripoolel kasutatakse Pythoni raamistikku Django. Valik tehti selle põhjal, et Django on üheks enimkasutatud Pythoni raamistikkudest ning seega peaks saama levinud funktsionaalsused lahendatud kiiresti kasutades avatud lähtekoodiga teeki.

Kuna serveripoolset rakendust kasutatakse API-na, siis päringuid tehakse läbi Django REST Frameworki, mis lahendab mitmed probleemid, mida vastasel juhul tuleks madalal tasemel ise parandama hakata. Kuna mõlemad projektid asuvad eri domeenidel, siis eelnevalt peaks POST päringutega kaasa andma *CSRF tokeni*, mille genereerib Django igale sessioonile eraldi. Taolised küsimused lahendab Django REST Framework.

Autentimiseks kasutatakse Django REST Frameworki enda autentimisvõimalusi ühes teegiga AllAuth, mis võimaldab kiirelt üles seadistada autentimise erinevate teenusepakkujatega. Autentides luuakse süsteemi automaatselt uus kasutaja juhul, kui seda pole varem olemas olnud.

4.2.2 Kasutajapoolne liides (*front-end*)

Kasutajapoolel leiab kasutust 2014. aastal alguse saanud raamistik VueJS. Raamistik kogub pidevalt populaarsust ning seda on näha ka vastavalt Google Trendsi graafikult (vt Joonis 3). Google Trends jälgib otsingumootorisse sisestatud märksõnu ja graafikul on kuvatud märksõna “VueJS” otsingute arv alates 2014. aastast.



Joonis 3. VueJS populaarsus Google Trendsi järgi

VueJS on küllaltki sarnane ReactJSile, küll aga väidetakse, et VueJSiga kergem alustada ning ta edestab ReactJSi jõudluse poolest. Üks põhilistest erinevustest on, et VueJS kasutab komponentidena “.vue” faililaiendiga mall-faile, milles on koos nii HTML, Javascript kui ka CSS, ReactJSis seevastu genereeritakse komponendid Javascriptis [13].

Näiteks on Joonisel 4 toodud komponent aktsia lisamine enda jälgitavate aktsiate hulka.

```

<template>
  <md-card>
    <md-card-content>
      <form novalidate>
        <md-layout md-gutter>
          <md-layout>
            <md-input-container md-inline>
              <label>Symbol</label>
              <md-input v-model="formData.symbol"></md-input>
            </md-input-container>
          </md-layout>
          <md-button class="md-primary" v-on:click.native="addShare">Add
          </md-button>
        </md-layout>
      </form>
    </md-card-content>
  </md-card>
</template>

<script>
  export default {
    data () {
      return {
        formData: {
          symbol: ''
        }
      }
    },
    methods: {
      addShare () {
        this.$store.dispatch('addShare', this.formData)
      }
    }
  }
</script>

<style scoped>
  .md-input-container {
    width: 90%
  }
  .md-card {
    width: 100%
  }
</style>

```

Joonis 4. VueJS komponendi koodinäide

4.3 Andmetöötlus serveripoolses rakenduses

Aktsiate indikaatorite graafikute kuvamiseks on vajalik töödelda aktsiate ajaloolist informatsiooni. Käesoleval juhul kasutatakse näiteks sulgemishindasid ning päevas omaniku vahetunud aktsiate kogust. Samas on kergesti kättesaadav ka päeva kõrgeim, madalaim hind ning avamishind.

Andmetöötluks kasutatakse avatud lähtekoodiga ning suure jõudlusega teeki Pandas. Pandase abil on lihtne teostada andmetöötlust programmeerimiskeeles Python [14].

4.3.1 Andmete pärimine

Kasutades Pandase teeki saab kergesti ligi aktsia ajaloolisele infole. Andmed päritakse Google Finance'i avalikust andmepangast. Joonisel 5 kujutatud koodinäide illustreerib, kuidas saadakse aktsia kohta 250 tööpäeva andmed rakendusse.

```
@property
def raw_data(self):
    end = pd.datetime.today()
    start = end - BDay(250)
    data = pandas_datareader.data.DataReader(self.symbol, 'google', start,
end)
    return data
```

Joonis 5. Aktsia andmete pärimine Google Finance'i abil

4.3.2 Indikaatorite arvutused

Pandas on loodud andmeteadlastele ning see vajab väheseid programmeerimisteadmisi, et andmetöötlust teostada. Arvutustes on järgitud eelnevates peatükkides mainitud valemeid. Joonisel 6 kujutatud koodinäitel on näha RSI indikaatori arvutuskäik.

```
def relative_strength_index(self, period):
    window_length = 14
    delta = self.raw_data['Close'].diff()
    delta = delta[1:]

    up, down = delta.copy(), delta.copy()
    up[up < 0] = 0
    down[down > 0] = 0

    roll_up = pd.ewma(up, span=window_length, min_periods=1)
    roll_down = pd.ewma(down, span=window_length, min_periods=1).abs()

    RS = roll_up / roll_down
    RSI = 100.0 - (100.0 / (1.0 + RS))
    return RSI.values[-period:]
```

Joonis 6. RSI indikaatori arvutamise koodinäide

Arvutamisel kasutatakse tavalise sulgemishinna asemel kohandatud sulgemishinda (*Adjusted Closing Price*), mis oma olemuse poolest on täpsem kui kohandamata variant. Hinda kohandatakse arvestades erinevaid mõjutusi nagu näiteks hinna muutust pärast dividendimakse väljakuulutamist [15]. Ülejäänud indikaatorite arvutuskäigud on võimalik leida peatükist Lisa 2.

4.4 Aktsiportfelli kokkuvõtete dokument

Aktsiportfelli halduseks on kasutusele võetud Google Sheets veebirakendus, mille funktsionaalsus sarnaneb Microsoft Excelile. Otsus kujunes Sheetsi kasuks, kuna tegu on vabavaraga ning seda on võimalik kasutada ka mobiilsetes seadmetes. Lisaks on Sheetsil ka Google Finance'i andmetele ligipääs, seega saab reaaliajaks kuvada aktsiate kohta vajalikku infot. Exceli puhul saaks andmetele ligi VBA abil.

Loodud dokument põhineb Google Sheetsi poolt loodud kuukokkuvõtete mallil, millest kasutusele on võetud ainult kujundus ja sissekannete tegemiste põhimõte. Kasutatud valemid on ainulaadsed ja on käesoleva töö raames valminud.

Dokumendi ülesehitus kujutab endast nelja alamlehte:

- *Portfolio* – ülevaade portfelli hetkeseisu ja omatud aktsiate kohta
- *Transactions* – ostu-müügi tehingud olemasolevate aktsiatega
- *Statistics* – lühikokkuvõtted aasta lõikes (kajastatud tehingute arv, müüdud aktsiate kogusumma, ostetud aktsiate kogusumma, makstud dividendid ning tehingukulude suurus)
- USD -> EUR – kalkulaator USA dollarite teisendamiseks eurodesse

4.4.1 Google Finance'i funktsioonid

Google Finance on Yahoo Finance'ile sarnane platvorm, mis võimaldab luua endale veebi aktsiportfoolio. Sarnaselt antud projekti jooksul loodud rakendusele on Google Finance'is võimalik sisestada enda aktsiportfoolio tehingud ning jälgida hulgaliselt erinevaid tehnilisi indikaatoreid.

Sheetsis saab kasutada Google Finance'i funktsionaalsust kasutades Joonisel 7 kujutatud süntaksit [16].

```
GOOGLEFINANCE(ticker, [attribute], [start_date], [num_days|end_date],  
[interval])
```

Joonis 7. Google Finance'i funktsiooni süntaksi koodinäide

Funktsiooni abil leitakse aktsia hetkehind ning suhtarvud. See tagab portfoolio reaalajas püsimise 20-minutilise nihkega. Nihe on tingitud Google'i poolsetest tingimustest.

4.5 Kasutajamugavuse (UX) tagamine

Rakenduse kasutajaliides on tehtud järgides Google'i Material Design tähtsamaid põhimõtteid ning kasutades Material Designi komponente kliendipoolse rakenduse (*front-end*) arendamisel.

Töö valmimisel lasti viiel inimesel kasutajaliidest testida. Testidest esinesid läbivalt järgmised märkused:

1. uus kasutaja ei oska pärast sisselogimist rakenduse kasutamist alustada,
2. aktsiate lisamisel ei leita üles soovitud aktsiat välja lõpetamisfunktsionaalsuse puudumise tõttu,
3. kasutaja ootab tagasisidet kõikide aktsiate laadimise ja uue aktsia lisamise korral,
4. kasutaja üritab aktsiat lisada kasutades ENTER klahvi,
5. kasutaja ei tea, kuidas lugeda indikaatorite graafikuid.

Allpool on toodud esitatud probleemide lahendused:

1. Kontrollitakse, kas kasutajal on lisatud aktsiaid ning juhul kui ei ole, siis kuvatakse talle märged, millega suunatakse aktsiaid lisama.
2. Kasutajale kuvatakse link Google Finance veebilehele, kust ta saab aktsia sümboli kopeerida. Välja automaatse lõpetamise (*autocomplete*) puudumise põhjus on kirjeldatud töö analüüsi etapis.
3. Kõikide HTTP-päringute korral kuvatakse kasutajale laadimist illustreeriv riba, mis vihjab kasutajale, et süsteemis käivitusid protsessid.
4. Kasutajaliides kuulab ENTER klahvi ning nõutud olukorras toimib vormi kinnitamisenä.

5. Indikaatorite graafikuid vaadates, kuvatakse ka vastava indikaatori tähtsamaid põhimõtteid.

Kuna kasutajaliideses on vaid kolm alamlehte, siis mobiiliversioonis “hamburgermenüüd” (kolme kriipsuga tähistatav nupp menüü avamiseks) ei teki. Alamlehed on täielikult näha ka mobiilseadmetega, mille ekraanilaius algab 320-pikslist.

5 Analüüs ja arutelu

Töö esialgseks põhiliseks eesmärgiks oli kasutajale võimaldada automaatset aktsiainfo kogumist kokkuvõtete tabelisse. Plaan nägi ette, et veebirakenduses on vastav liidestus, mis kasutaja aktsiate kohta oleva info sisestab Google Sheetsi.

Rakenduse ehitamise käigus ilmnis aga, et Google'il on endal vastav funktsionaalsus Sheetsi sisseehitatud. Seetõttu muudeti rakenduse eesmärki selliseks, et veebilehelt kopeerib küll kokkuvõtete tegemise malli kasutaja isiklikku Google Drive'i, kuid edasist seost Sheetsi ja loodud veebirakendusega pole.

5.1 Esinenud keerukused realisatsioonis

Rakenduse valmimine möödus suuremate keerukusteta, pigem läks fookus ülesannetele, mis oma olemuselt olid lihtsalt, kuid dokumentatsiooni puudulikkuse tõttu siiski aeganõudvad. Tehnilise arhitektuuri tõttu erines projekt standardsetest näidetest ning seetõttu oli raskusi põhifunktsionaalsuste tagamisega. Näiteks võib tuua autentimise ja klient-serveri vahelise suhtluse.

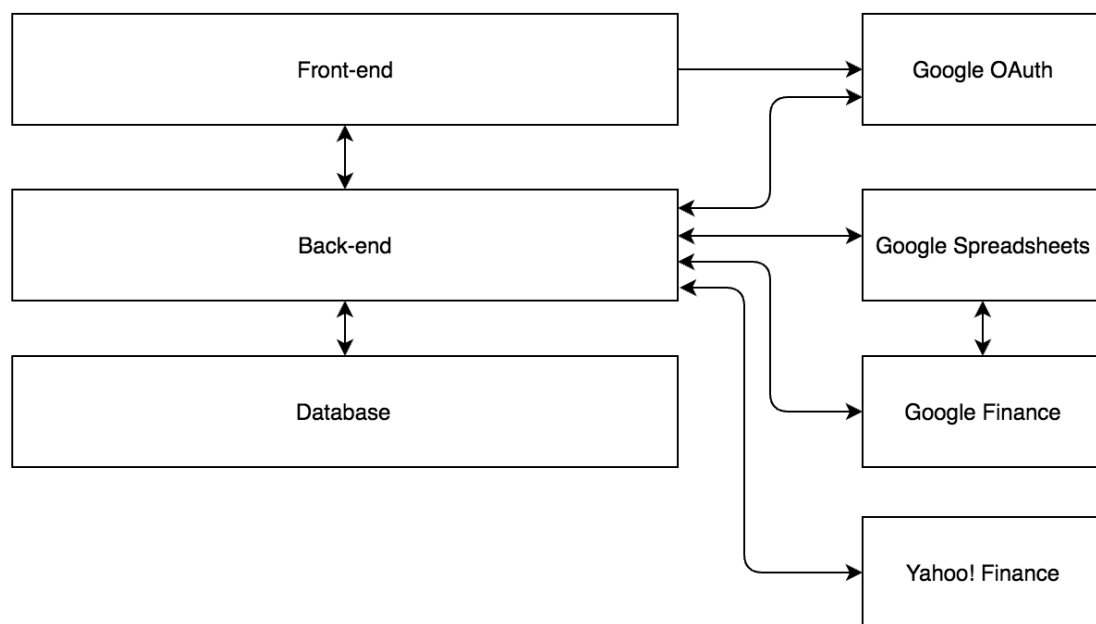
Kliendipoolse rakenduse ehitamisel tagas keerukuse süsteemi tsentraliseeritud oleku (*centralized state*) loomine. Kuna aktsiaid lisatakse läbi ühe komponendi ning kuvatakse teistes komponentides, siis on vajalik, et kasutaja info oleks talle kergelt kättesaadav. Erikomponendid ei tohiks kattuvaid päringuid tegema. See probleem lahenes Vuex teegi kasutuselevõtuga, mis tõi kaasa kliendipoolse arhitektuuri ümbertegemise.

Rakenduse arendamise ajal puudus tasuta aktsiaotsingu API, mis börsiettevõtte sümboli sisestamisel pakub sarnaseid sümboleid. Sel põhjusel pole aktsia lisamisel rakendatud automaatset sõna lõpetamist (*autocomplete*). Et siiski tagada kasutajamugavus, suunatakse kasutaja Google Finance' lehele otsima täpne sümbolinimetus.

Projektile lisasid keerukust eriturgude valuutad. Kuna Eurotsoonis kuvatakse tulemusi eurodes ning USA börs kasutab dollareid, siis peab süsteem olema piisavalt

intelligentne, et neid eristada. Veebirakenduse puhul kuvatakse valuuta nimetus graafikule. Google Sheets' rakenduses on võetud põhiliseks ühikuks euro ning kasutajal on võimalik dollarite teisendamiseks kasutada sisseehitatud kalkulaatorit, mis toetub Google Finance API-le.

5.2 Rakenduse arhitektuuri analüüs

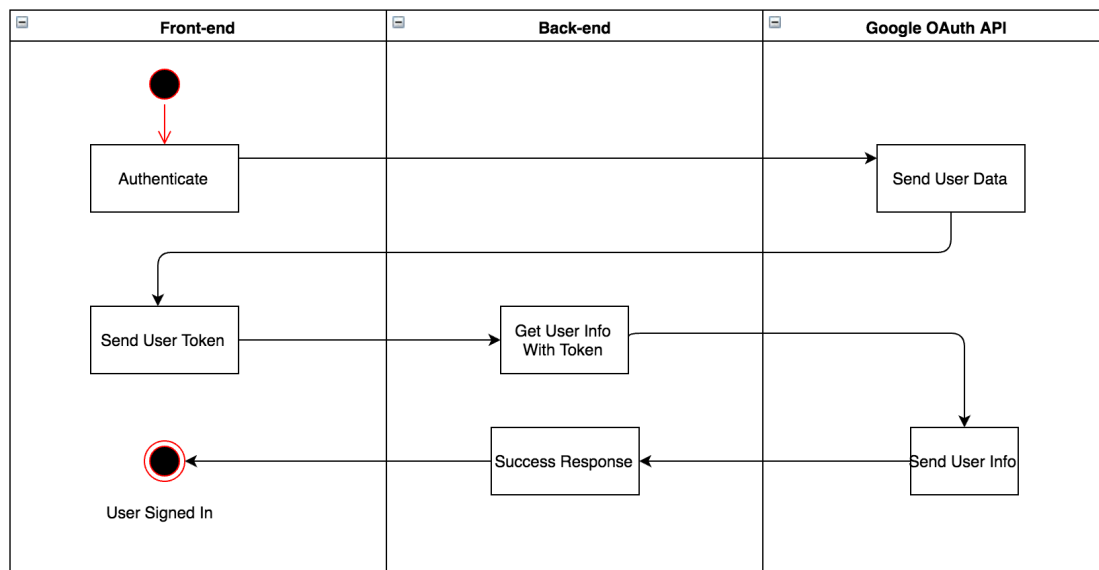


Joonis 2. Veebirakenduse arhitektuuri ülevaade

Jooniselt 2 on näha, et rakendus sõltub nii Google Finance kui ka Yahoo Finance API-st. Nagu eelpool mainitud, siis päritakse esimesest aktsia kohta põhiinfo (näiteks ettevõtte nimi, erinevad suhtarvud, hetkehind) ning teisest ajalooline info aktsia hinna kohta. Kuna Sheets pärib info otse Google Finance'ist, siis toimib Sheetsi mall ka juhul, kui veebirakendust enam olemas ei ole.

5.2.1 Kasutaja autentimine OAuth abil

Rakenduses kasutab autentimiseks üldlevinud OAuth metoodikat. Kuna kasutajapoolne ja serveripoolne rakendus on eraldatud, näeb autentimisvoog välja järgmiselt (vt Joonis 8).



Joonis 8. OAuth autentimise voogdiagramm

5.3 Indikaatorite võrdlused analoogsete allikatega

Rakendus arvutab välja valitud aktsiate tehnilised indikaatorid RSI, MACD ja OBV. Valimiks võetakse 120 päeva, isegi kui reaalselt arvutusteks läheb vaja eelneva 90 päeva andmeid. Seda põhjusel, et esimese kahe indikaatori arvutused kasutavad libisevaid keskmisi. Libisev keskmine kujutab endast mingi perioodi, näiteks eelneva 10 päeva keskmist. Et graafik oleks sujuv, siis mõjutavad eelnevad keskmised järgmiseid.

Vaadeldes STARTinvesti (projekti jooksul valminud rakenduse) MACD tulemusi kümne suvalise päeva lõikes Google Finance keskkonnaga, siis on tulemused täpselt samad. Võrreldes aga RSI arvutusi, siis tuleb keskmiseks erinevuseks 6%. Võrreldes visuaalselt mõlema allika RSI graafikut, võib öelda, et STARTinvesti poolt loodud graafik on muudatustele tundlikum. Kuna Google'i graafik on sujuvam, siis tõenäoliselt mõjutavad eelnevate päevade tulemused Google'i graafikut tugevamalt kui STARTinvesti graafik. Tabelis 1 on toodud Yahoo aktsia (sümbol YHOO) RSI arvutused võrreldes STARTinvesti arvutustega.

Tabel 1. YHOO RSI arvutuste võrdlused

kuupäev	Google Finance	STARTinvest	Erinevus
10.02.2017	73.44	74.4	1.29%
15.02.2017	63.16	72.29	12.63%
21.02.2017	66.3	65.3	1.53%
04.04.2017	49.2	44.7	10.07%
10.04.2017	72	71.32	0.95%
17.04.2017	65.62	69.87	6.08%
24.04.2017	68.8	70.8	2.82%
03.05.2017	67.78	61.1	10.93%
04.05.2017	66.05	58	13.88%
05.05.2017	62.6	59	6.10%
Keskmine:			6.63%

5.4 Süsteemi disainil tehtud vead

Analüüsid Google Sheetsi võimalusi, siis teorias on võimalik ka tehnilise analüüsi indikaatorid arvutada Sheetsis ning reaalse veebirakenduse kaal väheneb veelgi. Google Finance'i funktsioonide abil on tegelikult võimalik lugeda ajaloolisi andmeid, mis on vajalikud indikaatorite arvutamiseks (sulgemishinnad ning päevas omaniku vahetunud aktsiate kogus).

Rakendusel on potentsiaali saada Google Sheetsi laienduseks (*pluginiks*), mida saab kasutaja laienduste alamlehel dokumendile lisada. Laiendus võimaldaks genereerida varem valmisloodud malli. Kui indikaatorid arvutatakse Google Sheetsis, siis oleks kasutajal ka otsene ligipääs arvutusmetoodikale ning ta saaks vajadusel muudatusi omal käel sisse viia.

6 Kokkuvõte

Käesoleva lõputööga loodi algajale investeerijale hariv ja abistav investeerimistarkvara. Lõputöö eesmärgiks oli luua veebirakendus, mis abistaks aktsiagraafikuid lugeda ja võimaldaks tehinguid üles märkida. Eesmärgi täitmiseks valiti enimkasutatud tehnilise analüüsi indikaatorite seast välja kolm ning kuvati neid rakenduses.

Kuna keskenduti pikaajalistele investeerijatele mitte aktiivsetele kauplejatele, siis seati olulisele kohale portfoolio olukorra jälgimise. Selle jaoks valiti Google Sheets platvorm, kuna sel juhul jäi kasutajal võimalus kokkuvõtete tegemise meetodikat enda eelistuste järgi kujundada.

Töö tulemusest sai kasutajate poolt tehnilise analüüsi indikaatoritest rohkem tähelepanu Google Sheetsi loodud tööriist. Enamikel juhtudel nägid kasutajad esmakordselt, et Sheetsi võimekuses on internetist informatsiooni pärida. Tagasiside põhjal täiustati Sheetsi nii kaugemale, et väikeinvestor saaks tehingud mugavalt kirja pandud. Võimalike edasiarendusena võib indikaatorite graafikute arvutused üle viia Google Sheetsi laienduseks. Sel juhul oleks kogu kasutajale vajaminev ühel platvormil olemas.

Töö peamine eesmärk saavutati, kuna rakenduse abil on investeerijal võimalus saada abistavat informatsiooni aktsiate võrdlemiseks. Talle tutvustatakse tehnilise analüüsi indikaatoreid lihtsal viisil, kuid samas rõhutatakse, et indikaatoritel on alati ka veaoh. See tagab teadlikumad investeringud alustavate väikeinvestorite poolt.

Alameesmärgina valminud *Google* Sheets tehingute sisestamiseks loodud mall säästab investorite aega, sest nad ei pea ise sellist süsteemi välja töötama. Paljudel juhtudel pole investoritel ka piisavaid IT-alaseid teadmisi. Tulemustest lähtudes võib öelda, et rakendusest on investeerimishuvilistele otsene kasu ning seega loetakse lõputöö eesmärkide täitmine edukaks.

Kasutatud kirjandus

- [1] Bullion Vault, „Bullion Vault,“ 27 March 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <http://banners.bullionvault.com/en/us-annual-asset-performance-comparison-1977-2016.pdf>. [Kasutatud 19 April 2017].
- [2] I. Harvey, „Investopedia,“ Investopedia, 22 March 2007. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.investopedia.com/university/introduction-stock-trader-types/stock-traders-vs-stock-investors-roles-marketplace.asp-0>. [Kasutatud 19 April 2017].
- [3] J. L. B. L. William Brock, „Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns,“ *The Journal of Finance*, kd. 47, nr 5, pp. 1731-1764, 1992.
- [4] InvestingAnswers Inc., „InvestingAnswers,“ InvestingAnswers Inc., 22 March 2010. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.investinganswers.com/financial-dictionary/ratio-analysis/price-book-ratio-pb-1094>. [Kasutatud 18 May 2017].
- [5] R. Loth, „Investopedia,“ Investopedia, 20 November 2007. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.investopedia.com/university/ratios/investment-valuation/ratio6.asp>. [Kasutatud 2 May 2017].
- [6] AS LHV Pank, „LHV Investeerimiskool,“ AS LHV Pank, 18 January 2004. [Võrgumaterjal]. Available: <https://fp.lhv.ee/academy/investmentguide/347#mark01521>. [Kasutatud 24 April 2017].
- [7] D. Vasiliou, N. Eriotis ja S. Papathanasiou, „How Rewarding is Technical Analysis? Evidence from Athens Stock Exchange,“ *Operational Research*, kd. 6, nr 2, p. 85–102, May 2006.
- [8] G. Appel, *Technical Analysis, Power Tools for The Active Investors*, New Jersey: Financial Times Prentice Hall .
- [9] J. W. J. Wilder, *New Concepts in Technical Trading Systems*, Greensboro: Hunter Publishing Company, 1978.
- [10] Technical Analysis, Inc. , „SIDEBAR: Calculating the RSI,“ *Technical Analysis of Stocks & Commodities*, 1 September 1994.
- [11] B. R. Faber, „On-Balance Volume Indicator by Bruce R. Faber,“ *Technical Analysis of STOCKS & COMMODITIES*, July 1994.
- [12] K. Willems, „DataCamp,“ DataCamp, 12 May 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/r-or-python-for-data-analysis#gs.qGOf5V0>.
- [13] VueJS Community, „Vuejs,“ 13 August 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://vuejs.org/v2/guide/comparison.html>. [Kasutatud 10 May 2017].
- [14] Pandas Community, „Pandas,“ 9 February 2012. [Võrgumaterjal]. Available: <http://pandas.pydata.org/#python-data-analysis-library>. [Kasutatud 10 May 2017].
- [15] G. Hanks, „the nest,“ XO Group Inc., 4 September 2013. [Võrgumaterjal].

Available: <http://budgeting.thenest.com/adjusted-closing-price-vs-closing-price-32457.html>. [Kasutatud May 11 2017].

[16] Google, „Docs editors Help,“ Google, 12 July 2013. [Võrgumaterjal]. Available: <https://support.google.com/docs/answer/3093281?hl=en>. [Kasutatud 4 May 2017].

[17] A. Damodaran, „Leonard N. Stern School of Business,“ January 2017. [Võrgumaterjal]. Available: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/pedata.html. [Kasutatud 20 April 2017].

Lisa 1 – Lõige USA P/E suhetest sektorite kaupa

Tabel 2. Lõige USA P/E suhetest sektorite kaupa

Sector	Number of Companies	Current PE
Retail (Automotive)	25	17,22
Retail (Building Supply)	6	37,28
Retail (Distributors)	88	43,35
Retail (General)	19	26,26
Retail (Grocery and Food)	14	22,93
Retail (Online)	57	91,27
Retail (Special Lines)	108	170,58
Rubber& Tires	4	18,01
Semiconductor	80	170,69
Semiconductor Equip	45	101,15
Shipbuilding & Marine	11	10,52
Shoe	10	16,68
Software (Entertainment)	13	25,32
Software (Internet)	297	221,88
Software (System & Application)	236	505,25
Steel	38	66,29
Telecom (Wireless)	17	22,06
Telecom. Equipment	107	50,23
Telecom. Services	67	320,91

Käesoleva lõike allikas on *NYU Stern School of Business* ning tabel on kättesaadav nende kodulehelt [17].

Lisa 2 – Indikaatorite arvutamise meetodid

```
def relative_strength_index(self, period):
    window_length = 14
    delta = self.raw_data['Close'].diff()
    delta = delta[1:]

    up, down = delta.copy(), delta.copy()
    up[up < 0] = 0
    down[down > 0] = 0

    roll_up = pd.ewma(up, span=window_length, min_periods=1)
    roll_down = pd.ewma(down, span=window_length, min_periods=1).abs()

    RS = roll_up / roll_down
    RSI = 100.0 - (100.0 / (1.0 + RS))
    return RSI.values[-period:]
```

Joonis 6. RSI indikaatori arvutamise koodinäide

```
def moving_average_convergence(self, period, nslow=26, nfast=12):
    emaslow = pd.ewma(self.raw_data['Close'], span=nslow, min_periods=1)
    emafast = pd.ewma(self.raw_data['Close'], span=nfast, min_periods=1)
    macd = emafast - emaslow
    ema9 = macd.rolling(window=9).mean()
    macd_object = {
        'ema9': ema9.values[-period:],
        'macd': macd.values[-period:]
    }
    return macd_object
```

Joonis 9. MACD arvutamise koodinäide

```
def on_balance_volume(self, period):
    df = self.raw_data[-period:]
    i = 1
    obv = [df['Volume'].get_value(0)]
    while i < len(df) - 1:
        if df['Close'].get_value(i) - df['Close'].get_value(i - 1) > 0:
            obv.append(df['Volume'].get_value(i) + obv[i - 1])
        elif df['Close'].get_value(i) - df['Close'].get_value(i - 1) == 0:
            obv.append(obv[i - 1])
        elif df['Close'].get_value(i) - df['Close'].get_value(i - 1) < 0:
            obv.append(obv[i - 1] - df['Volume'].get_value(i + 1))
        i = i + 1
    obv = pd.Series(obv).values
    return obv
```

Joonis 10. OBV arvutamise koodinäide