

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Infotehnoloogia teaduskond

Tarkvarateaduse instituut

Osvald Griffel 134434

**SOOJUSARVESTITE ANDMETE  
VISUALISEERIMINE ETTEVÕTTE AS  
UTILITAS EESTI ISETEENINDUSE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Ants Torim

Lektor

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: Osvald Griffel

22.05.2017

## **Annotatsioon**

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on luua sobivaima(te) visualiseerimistehnika(te) abil tarbimisandmete visualiseeringu prototüübid Utilitase iseteeninduse jaoks, mis annaks tõhusamalt edasi informatsiooni klientidele. Selleks, et jõuda antud eesmärgini, käsitletakse töös järgnevaid etappe: teoreetiline ülevaade, probleemianalüüs, lahenduste väljatöötamine ja tulemuste hindamine.

Töö esimeses osas tutvustatakse ettevõtte AS Utilitas Eesti iseteeninduskeskkonda ning antakse ülevaade lõputöö metoodikast. Seejärel kirjeldatakse visualiseerimise teoreetilisi lähtekohti. Sellele järgneb tulemuste väljatöötamine, kus probleemile tuginedes töötatakse välja viis erinevat visualiseeringut aegridade esitlemiseks. Viimaseks hinnatakse väljatöötatud tulemusi, milleks koostatakse võrdlustabel. Selles võrreldakse loodud prototüüpe Tufte printsiipidega ja väljatöötatud nõuetega. Nõuded on välja töötatud koos klientidega ja ettevõtte töötajatega.

Töö tulemusena valmivad tarbimisandmete visualiseeringute prototüübid, mis rahuldavad paremini kliendi vajadusi ja ettevõtte nõudmisi. Tulemused on aluseks uue AS Utilitas Eesti iseteeninduskeskkonna visualiseeringute loomisel.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 45 leheküljel, 5 peatükki, 20 joonist, 8 tabelit.

## **Abstract**

The goal of this thesis is to create visualizations of consumption data for Utilitas self-service with the most suitable visualization(s) technique(s), which would effectively provide better information to the customers. In order to reach this goal we need to work on the following steps: theoretical insight, analysis of the problem, solution development and evaluation.

In the first part of this thesis, author is going to introduce the company's AS Utilitas Eesti self-service and will provide an overview of the methodology, which was used for this thesis. Then author will describe the theoretical starting points of the visualization. This is followed by the development of prototypes, which is based on the problem. Author will develop five different visualizations of time-series data. Lastly these developments will be assessed and for that, author will compile a comparative table, where the prototypes are compared with Tufte principles and stated requirements. Requirements have been developed by Utilitas customers and company's employees.

As a result of the thesis, visualizations prototypes of consumption data will be completed. They will meet customers needs and business demands. Also they will be the basis for a new visualization creation for AS Utilitas Eesti self-service.

The thesis is in Estonian and contains 45 pages of text, 5 chapters, 20 figures, 8 tables.

## Lühendite ja mõistete sõnastik

### **Andmete ja trükimusta suhe**

#### ***Data-ink ratio***

Edward Tufte poolt väljatöötatud kontsept. Andmete trükimust on andmete esitluse jaoks kasutatud trükimusta kustutamatu osa. Ilma selleta kaotaks graafik oma sisu.

### **Andmete tihedus**

#### ***Data density***

Edward Tufte poolt välja töötatud kontsept. Ta on defineerinud andme tihedust graafikul kui andmete maatriksil olevate kirjete number jagatud graafiku pinnaga.

### **Andmete visualiseerimine**

#### ***Data visualiszation***

Informatsiooni esitlemine graafiku, diagrammi, pildi jne kujul.

### ***Descrates'i* koordinaadistik**

***Descartes'i* koordinaatsüsteemi** moodustavad tasapinnal kaks teineteise suhtes ristuvat telge X ja Y. Teljed lõikuvad punktid O, mis on koordinaatide alguspunkt. Igal punktil P tasapinnal on kaks koordinaati x ja y.

### **Andmete dimensioon**

#### ***Data dimension***

Dimensioon on andmete liigitamiseks mõeldud struktuur. See võimaldab kasutajatel vastata ärilistele küsimustele. Sageli kasutatud dimensioonideks on kliendid, tooted ja aeg.

**Andmete domeen*****Data domain***

Andmete domeen viitab kõikidele väärtustele, mida andme element võib sisaldada.

**FURPS****FURPS**

Akronüüm, mis tähistab endas mudelit klassifitseerimaks tarkvara kvaliteedi nõudeid. Funktsionaalsus, kasutatavus, töökindlus, jõudlus ja toetatavus.

**HTML*****Hypertext Markup Language***

Lihtne markeerimiskeel, mida kasutatakse platvormist sõltumatu hüpertexti koostamiseks. HTML on WWW võrgus alates 1990 aastast.

**PDF*****Portable Document Format***

PDF on faili formaat, mida kasutatakse dokumentide usaldusväärseks esitlemiseks ja vahetuseks, olled sõltumatu tarkvarast, riistvarast või operatsioonisüsteemist

**GSM*****Global System For Mobile Communications***

Globaalne mobiilsidesüsteem on praegu maailmas populaarseim mobiilsidetehnoloogia standard. Lisaks kõneside- ja lühisõnumiteenustele on GSMi osaks ka andmesideteenused, kusjuures uuemad neid GPRS ja EDGE on juba pakettandmesidepõhised.

**PCBase*****PcBase***

PcBase on võimas ja paindlik tarkvara, millega on võimalik vee mahu hulga kui ka termiliste mõõtmete kauglugemine.

## **SLA**

### ***Servie-level agreement***

Teenuse tasemele kokkulepe on defineeritud kui ametlik kohustus, mis valitseb teenuse pakkuja ja kliendi vahel.

## ***Sparkline***

### ***Sparkline***

*Sparkline* on väga väike joongraafik. Tavaliselt on see joonistatud ilma telgeteta ja koordinaadistikuta.

## **SVG**

### ***Scalable Vector Graphics***

Scalable vector graphics on XML põhine vector pilt formaat, mis on mõeldud kahe dimensiooniliste graafikute jaoks ja mis toetab interaktiivsust ja animatsioone.

## Jooniste loetelu

Joonis 1. Hoone arvestid & näidud .....	14
Joonis 2. Soojusarvesti viimane näit .....	14
Joonis 3. Hoone tarbimine .....	15
Joonis 4. Laiendatud visualiseerimise <i>Pipeline</i> [5].....	23
Joonis 5. Informatsiooni visualiseerimise esitamise mudel [5] .....	24
Joonis 6. Tulpdiagramm.....	26
Joonis 7. Joondiagramm [7].....	27
Joonis 8. Bezinge kõverad [7].....	27
Joonis 9. Andmete puudumine.....	28
Joonis 10. Kihtaladiagramm [9].....	29
Joonis 11. Small multiples [10].....	31
Joonis 12. <i>Heat Map</i> [13].....	32
Joonis 13. Histogramm [16].....	33
Joonis 14. Kuine energia tarbimine koos keskmise tarbimisega .....	42
Joonis 15. Päevane energia tarbimine koos keskmise tarbimisega.....	42
Joonis 16. Keskmise temperatuuri ja Mwh suhe kuude lõikes .....	43
Joonis 17. Keskmise temperatuuri ja Mwh suhe päevade lõikes.....	44
Joonis 18. Korterite jagunemine energiaklassidesse.....	45
Joonis 19. Energiaklasside vastavus maatriksgraafikul .....	46
Joonis 20. <i>Small multiple</i> aastate 2013-2016 tarbimine kuude lõikes .....	47



## Tabelite loetelu

Tabel 1. Hoone tarbimisandmed .....	25
Tabel 2. Plussid ja miinused tarbimise ja keskmise tarbimise võrdluse prototüübist.....	42
Tabel 3. Keskmise temperatuuri ja Mwh suhte graafiku plussid ja miinused .....	44
Tabel 4. Energiaklasside võrdluse plussid ja miinused.....	45
Tabel 5. Maatriksgraafikul kujutatud energiaklasside vastavuse plussid ja miinused.....	46
Tabel 6. Small multiple plussid ja miinused .....	47
Tabel 7. Võrdlustabel prototüüpide vastavusest Tufte printsiipidele .....	48
Tabel 8. Võrdlustabeli graafikute vastavusest nõuetele.....	50

# Sisukord

1 Sissejuhatus.....	12
1.1 Ülevaade AS Utilitas Eesti ettevõttest .....	13
1.1.1 Ettevõtte iseteeninduskeskkonna praegune visualiseering .....	13
1.1.2 Kauglugemissüsteem .....	15
1.1.3 Praegused visualiseerimise lahendused .....	16
1.2 Ülesande püstitus .....	17
1.3 Metoodika .....	17
1.4 Ülevaade tööst.....	18
2 Teoreetiline ülevaade.....	19
2.1 Visualiseerimise ajaloost.....	19
2.2 Andmete visualiseerimine.....	20
2.2.1 Mida? Andmete spetsifikatsioon.....	20
2.2.2 Miks? Ülesande spetsiifika .....	21
2.2.3 Kuidas? Visualiseerimise <i>Pipeline</i> .....	22
2.3 Visualiseerimise tehnikad .....	24
2.3.1 Tabel.....	24
2.3.2 Tulpdiagramm.....	25
2.3.3 Joondiagramm.....	26
2.3.4 Kihtaladiagramm.....	29
2.3.5 <i>Small multiples</i> .....	30
2.3.6 <i>Heat Map</i> .....	32
2.3.7 Histogramm.....	33

2.4 Tufte visualiseerimise printsiibid.....	34
3 Utilitas AS-i iseteeninduskeskkonna visualiseeringute analüüs.....	36
3.1 Intervjuude läbiviimine .....	36
3.2 Intervjuude analüüs .....	37
3.3 Iseteenindusmoduli andmete visualiseeringu prototüübi nõuded .....	38
3.4 Tehnikate võrdlus.....	40
3.5 Kasutatud tarkvara .....	41
3.5.1 Google Charts .....	41
3.6 Tulemused.....	41
3.6.1 Tulpgraafik koos joongraafikuga .....	41
3.6.2 Joongraafik keskmise temperatuuri ja tarbimise suhe .....	43
3.6.3 Histogramm/tulpgraafik energiaklasside võrdlusest ja kliendi kuuluvusest energiaklassi .....	44
3.6.4 Matrikgraafik energiamärgiste vastavusest.....	45
3.6.5 <i>Small multiple</i> tarbimise ja keskmise temperatuuri suhte joongraafikutes aastatel 2013-2016.....	47
4 Tulemuste hindamine.....	48
4.1 Graafikute vastavus nõuetele .....	49
4.2 AS Utilitas Eesti töötajate hinnang prototüüpidele.....	51
4.3 Järeldused.....	52
5 Kokkuvõte.....	54
Summary.....	55
Kasutatud kirjandus.....	56

# 1 Sissejuhatus

Bakalaurusetöö teemaks on „Soojusarvestite andmete visualiseerimine ettevõtte AS Utilitas Eesti iseteeninduse näitel“. Antud teema valis autor, kuna ettevõtte soovitas mõelda välja lahendusi, kuidas muuta nende iseteenindusmoodulit paremaks. Peale iseteenindusega tutvumist leidis töö autor, et üks viis muuta Utilitase klientide iseteeninduskeskkonna kasutuskogemust paremaks, on luua paremad visualiseeringud. Mõnede hinnangute kohaselt moodustab 90% ajule saadetud informatsioonist just visuaalne informatsioon. Selleks, et klient saaks kiire ja pideva ülevaate oma tarbimisandmetest ja seda mõjutavatest teguritest, tuleks tarbimisandmeid visualiseerida rakendades õigeid tehnikaid ja tavasid.

Antud töö eesmärgiks on leida sobivaimad visualiseermistehnikad tarbimisandmete kujutamiseks, mille põhjal luuakse graafikute prototüübid, mis rahuldaks kliendi informatsiooni vajadusi ja mis võiksid olla aluseks ettevõtte uue iseteeninduskeskkonna visualiseeringute loomisel.

Koos uute kaugloetavate soojusarvestite paigaldamisega tekkis ettevõttel võimalus pakkuda oma klientidele praegusest paremat teenust. Utilitasel tekkis vajadus oma vana iseteenindusmoodul kaasajastada. Siiani on klient oma hoone tarbimise näidud kätte saanud tabeli kujul. Selline visualiseering ei ole kliendi jaoks piisav ning ei anna vajalikku informatsiooni. Hoone tarbimisandmete visualiseerimine teiste tehnikatega aitaks kliendil paremini mõista enda tarbimist ja luua seoseid. See aitab kaasa nii kliendi rahulolule kui ka ärile.

Töö autori ülesandeks on võrrelda visualiseerimistehnikaid ja leida nende seast sobivaimad tarbimisandmete visualiseeringute prototüüpide loomiseks. Loodud prototüübid peavad vastama klientide vajadustele, teoreetilistele printsiipidele ja ettevõtte poolt välja toodud nõuetele.

## **1.1 Ülevaade AS Utilitas Eesti ettevõttest**

AS Utilitas Eesti on alates 2002. aastast Tallinna Linnale kuuluva AS Tallinna Soojusega sõlmitud rendi- ja operaatorlepingu kohaselt Tallinna linna territooriumil tsentraalse kaugkütte- ja sooja veega kliente varustav energiaettevõtte. Ettevõttes on 158 töötajat. Ettevõtte haldab 432-kilomeetrist kaugküttevõrku, kolme suurt katlamaja – Mustamäe, Kristiine ja Ülemiste – ning 13 väikekatlamaja.

### **Kliendid:**

AS Utilitas Tallinna varustab soojusega kahte kolmandikku pealinnast ja Maardu linna, kokku üle 3 800 hoone. Lepingulistest suhetes Utilitas Tallinnaga on enam kui 3 100 suurlienti ja üle 2 100 lõpp-tarbija. Kliendiportfellist 72% moodustavad elumumajanduse hooned, 17% kommertsasutuste hooned ning 11% riigi- ja munitsipaalasutuste hooned. Kõik hooned on varustatud soojusarvestitega ning 93% kasutatavatest soojussõlmedest on täisautomatiseeritud.

### **1.1.1 Ettevõtte iseteeninduskeskkonna praegune visualiseering**


Utilitas iseteeninduskeskkond on mõeldud kliendile parema teenuse pakkumiseks. Iseteenindust kasutavad kliendid, kelleks on korteriühistu esimehed või äriühingud jne. Utilitas on loonud iseteeninduse, et pakkuda kliendile võimalust esitada oma tarbimisandmeid, tutvuda oma eelnevate perioodide tarbimisandmetega, saada teada planeeritud katkestustest ja maksta arveid.

Joonisel 1 on näha, kus klient on valinud menüüribast “arvestid ja näidud”, mis on viinud ta lehele, kus ta saab valida erinevate talle kuuluvate hoonete vahel. Lisaks saab ta otsida märksõna kaudu arvesteid ja valida arvesti tüüpi. Valinud “hoone” saab klient seejärel vaadata viimase arvestusperioodi arvesti näite. Joonisel 2 on näha, kuidas soojusarvesti viimase näiduga kuvatakse 1. Arvesti number, 2. Kuupäev, 3. Soojusenergia näit, 4. Vee näit ja 5. Tööaeg. Kui klient soovib, siis saab ta konverteerida näidu Exceli või pdf kujule.

Arvestid

Aadress	Arvesti tüüp	Ploki nr	Järgmine taatlemine	Kaugloetav	Viimane arvestusperiood
<input type="text"/> Tallinn	Soojusarvesti	6734658	2018 juuni	jah	2017 aprill
<input type="text"/> Tallinn	Täitevesi	<input type="text"/>		ei	

Joonis 1. Hoone arvestid & näidud

 Soojusarvesti 6734658 viimane näit ✕

Arvesti number	6734658
Kuupäev	30.04.2017
Soojuseenergia näit	596,490 MWh
Vee näit	40439,898 m <sup>3</sup>
Tööaeg	60441,00 h

Joonis 2. Soojusarvesti viimane näit

Joonisel 3 on näha, kus klient on menüüribast valinud “hoone tarbimine”. Klient saab otsida aadresside ja perioodide kaudu tegelikku tarbimist. *Defaultis* kuvatakse kliendile kõik tarbimisandmed viimasest aastast kuude lõikes. Kliendile kuvatakse veergudes “hoone aadress”, “tarbimise kuu”, “kuu keskmine välisõhu temperatuur” ja “kuu tegelik tarbimine”. “Tegelik tarbimine” on kajastatud Mwh. Mwh on valitud sellepärast, kuna elektriturul toimub arvestus Mwhs. Lisaks saavad kliendid tarbimisandmeid eksportida exceli ja pdf kujule.

Hoone Tarbimine

Address		Period	OTSI	
<input type="text"/>	Tallinn	01.05.2016 - 15.05.2017		
Aadress	Kuu	Välisõhu temperatuur	Tegelik tarbimine	
<input type="text"/>	Tallinn	2016 mai	12,6	5,070 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2016 juuni	15,2	3,380 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2016 aug	15,9	0,380 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2016 sept	12,8	4,280 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2016 okt	5,0	9,390 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2016 nov	0,1	13,830 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2016 det	0,9	13,360 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2017 jaan	-1,8	14,670 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2017 veebr	-2,3	13,220 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2017 märts	1,0	13,150 MWh
<input type="text"/>	Tallinn	2017 aprill	2,9	10,110 MWh

Joonis 3. Hoone tarbimine

### 1.1.2 Kauglugemissüsteem

**Vana kauglugemissüsteem:** Soojusmõõteandmed edastati kord kuus AS Utilitas Eesti internetipõhist iseteenindust kasutades, emaili või telefoni teel. Vead tekkisid andmete võtmisel tarbijate poolt ja nende edastamisel. Arhiivide lugemisel ja andmete kontrollimisel kasutati optilist porti ja andmed loeti kohapealt käsitsi MULTICAL terminalist või MULTITERM WorkAbout abil. Andmeedastus toimus sagedusel 4.3 MHz, edastuskaugus oli kuni 500m. Kõik see oli aja- ja töömahukas, mis moonutas kadusid.

**Uus kauglugemissüsteem:** See on osa Eleringi initsiatiivil avatud energiatõhususe platvormist "Estfeed". See on tarkvara platvorm, mille abil on võimalik integreerida mitmeid andmeallikad ja pakkuda sobivaid teenuseid muutmaks andmed informatsiooniks energiaandmete haldamisel, auditeerimisel ja võrldemisel. See aitab võrgu ja süsteemi operaatoritel avastada lahendusi, mis võimaldavad kliendi suuremat kaasatust ning tagasisidestamist võrgu parema tasakaalu saavutamiseks. Näiteks nõudluse juhtimine ja agregeerimine.

Soojusarvestite tehnilised tingimused kauglugemissüsteemis: See on süsteem, mille abil loetakse soojusarvestite näidud füüsiliselt kohal viibimata. Soojusarvestitena kasutati KAMSTRUPI soojusarvesteid MULTIVAL III, MULTICAL 66-C ja MULTICAL 601. Objektidele lisati Kamstrupi GSM6 modem, antenn ja toiteplokk. Keskusesse paigaldati andmeside jaoks Kamstrupi GSM Master ning tarkvara PCBase III, PcNet III.

Kauglugemissüsteem aitab vähendada käsitööd ja sellest tulenevaid inimlikke eksimusi. Kauglugemine aitab saada täpse ülevaate soojuskandja parameetritest soojuselektrijaamast väljumisel ja tarbijapaigaldises. Arved genereeritakse automaatselt ja on vastavuses reaalse tarbimisega. See annab võimaluse tekitada tarbija jaoks rakenduse soojustarbimise kontrollimiseks ning vajadusel tarbimise operatiivseks reguleerimiseks. Süsteem aitab kaasa süsteemi dokumentide automaatsele käitlusele ja arhiveerimisele. Nüüd on võimalus kontrollida reaaltarbimist, arvutada ööpäevast soojuskadusid ja kontrollida soojusvajadust. Tänu operatiivsele reageerimisele vähenevad kaod võrgus ja samuti on monitooritavad kaod vastavuses reaalsetele kadudele.

### **1.1.3 Praegused visualiseerimise lahendused**

Siiani on AS Utilitas Eesti kasutanud lihtsat tabeli kujul visualiseeringut tarbimisandmete kuvamiseks. Informatsiooni ja andmed on klient kätte saanud iseteeninduses hetkel kuvatavast tabelist ja arvudest. Tarbimise tabelis olevad andmed on küll arusaadavad, kuid mitte väga palju ütlevad. See ei tohiks tulla üllatusena, et andmete visualiseerimine aitab klientidel ära tunda mustreid ja seoseid nende tarbimises. Sageli peab klient üksikasjalikult süübitama, et näha mustreid või seoseid tarbimisandmetes või tegema arupärimisi oma andmete suhtes ettevõttelt. Esitledes iseteeninduse kasutajale neid andmeid, aga graafiliselt ning tuues esile vajalikud andmed, mida klienti huvitab, muudab see ülevaate saamise hoopis lihtsamaks. Vajaliku informatsiooni kättesaamine ja selle põhjal järelduste tegemine muutuks kergemaks. Esitledes vajaminevat informatsiooni graafiliselt, aitaks see veelgi tõhusamalt kujutada andmete vahekorda. Kõige enam tuleb silmas pidada, et andmed saaksid just sellise kuju, mida klient soovib ja mis edastaks kõige tõhusamalt andmete sisu.

Ettevõttel ei ole otsest vajadust uue iseteeninduse järele, kuid nende soov on pakkuda kliendile võimalikult head teenust. Kuna uus kauglugemise süsteem aitab saada täpse ülevaate soojuskandja parameetritest tarbimispaigaldises ja seda veel iga tunni tagant, soovib ettevõtte oma vana iseteeninduskeskkonda uuendada – seda andmete visualiseerimise näol. Visualiseeritud tarbimisandmed teeksid kliendile informatsiooni käepärasemaks, ülevaatlikumaks ja hõlpsasti arusaadavaks.



## 1.2 Ülesande püstitus

Bakalaurusetöö eesmärgini jõudmiseks peab töö autor täitma järgmised ülesanded:

- 1) Ülevaate andmine praegusest lahendusest ja selle probleemidest
- 2) Teoreetilise ülevaate andmine aegridade esitlemiseks mõeldud tehnikatest
- 3) Nõuete välja selgitamine ja tulemuste loomine toetudes intervjuudele
- 4) Tulemuste hindamine põhinedes teoreetilistele printsiipidele ja nõuetele
- 5) Järelduste ja kokkuvõtte tegemine

## 1.3 Metoodika

Esiteks kirjeldatakse uuritavat süsteemi ehk praegust Utilitase iseteenindusmoodulit.

Probleemianalüüsi osas kajastatakse intervjuusid iseteeninduse kasutajatega. Intervjuud aitavad töö autoril kaardistada praeguse lahenduse probleeme. Lisaks aitavad intervjuu vastused lõputöö tegijal paremini mõista, millised tarbimisandmed kliente huvitavad ja millisel kujul nad neid näha soovivad.

Pärast probleemi kaardistamist töötatakse välja graafikute prototüübid, mis rahuldaksid kliente. Probleemile hea lahenduse leidmiseks kogutakse ideid. Ideede hankimiseks on kasutatud mitmeid erinevaid allikaid. Näitena võib välja tuua klientid, töötajad, kirjandus jne. Koos lõppkasutajatega, kelleks on Utilitase klientid, on väljatöötatud iseteeninduse nõuded. Ettevõtte töötajad on välja pakkunud ideid, mis klientidele võiks meeldida. Kirjandusest on leitud erinevaid tehnikaid, mis leiavad töös kasutust.

Tulemuste osas luuakse sobivaimate visualiseerimise tehnikatega iseteenindusmooduli nõuetele ja teoreetilistele printsiipidele võimalikult ligilähedased graafikute prototüübid. Prototüüpide tegemiseks valib töö autor enda vabal valikul sobivaima tarkvara. Prototüüpide juures tuuakse lühidalt välja miinused ja plussid. Järgmises peatükis toimub visualiseeringute detailsem hindamine ja võrdlus.

Visualiseeringute sobivuste kinnitamiseks koostab töö autor võrdlustabeli loodud prototüüpidega. Võrdlustabelis vaadeldakse tehnikaid lähtuvalt klientidelt ja töötajatelt saadud nõuetest ja kirjandusest

saadud teoreetilistest printsiipidest ja juhistest. Prototüüpide hindamine annab vastuse, millised prototüübid sobivad kõige paremini tarbimisandmete visualiseerimiseks.

## **1.4 Ülevaade tööst**

Antud lõputöö koosneb viiest peatükist. Esimeses peatükis kirjeldatakse uuritava ettevõtte tausta, lisaks tuuakse välja informatsioon praegusest ettevõtte iseteeninduskeskkonnast. Samuti annab autor ülevaate töö metoodikast. Teises peatükis antakse ülevaade teoreetilistest lähtekohtadest visualiseerimise osas. Kolmandas peatükis kirjeldatakse intervjuude läbiviimist ning analüüsitakse seda. Tulemuste osas luuakse sobivaima visualiseerimise tehnikaga iseteenindusmooduli nõuetele ja teoreetilistele printsiipidele võimalikult ligilähedane graafikute prototüübid. Sellele järgneb tulemuste hindamise peatükk, kus toimub loodud prototüüpide hindamine vastavalt kogutud nõuetele ja printsiipidele. Viimasena tehakse tööst kokkuvõte.

## 2 Teoreetiline ülevaade

Antud peatükis antakse teoreetiline ülevaade visualiseerimisest. Kõigepealt tutvustatakse visualiseerimise ajalugu. Seejärel räägitakse üldiselt visualiseerimisest ning seejärel selle tehnikatest. Lõpetuseks tutvustatakse visualiseerimise printsiipe.

### 2.1 Visualiseerimise ajaloost

On levinud arusaam, et statistilised graafikud ja andmete visualiseerimine on võrdlemisi uued arengud statistikas. Kvantitatiivse informatsiooni statistilise kujutamise juured ulatuvad tegelikult väga kaugemale. Need juured ulatuvad varajaste kaartide valmistamise ja visuaalsete kirjeldusteni. Visualiseerimine on kaasa toonud selle rakendamist ja uuendusi paljudes meditsiini ja teaduse valdkondades, mis on tihti omavahel seotud. Aja jooksul on hulk edasiarendusi panustanud tänapäeva andmete visualiseerimise laialdasse kasutamisse. Nende hulgas on tehnoloogiad joonistamiseks ja piltide paljudamiseks, arengud matemaatikas ja statistikas ja uued arengud andmete kogumises, empiirilises vaatluses ja salvestuses. [1]

20. sajandil toimus andmete visualiseerimise valdkonnas vähem arenguid, selle asemel toimus valdkonna populariseerimine. Andmete visualiseerimist hakati kasutama õpikutes ja üsna varsti kasutati graafilisi meetodeid ka teaduslikes õppekavades, peamiselt füüsikas ja bioloogias. 1962 aastal kirjutas John Tukey manifesti, kus kutsus andmeanalüüsi tunnustama kui eraldi statistilist haru. 1967. aastal avaldas Jacques Bertin, Prantsuse kartograaf teose “*Sémiologie graphique*’i”, mida peetakse andmete visualiseerimise teoreetiliseks aluseks. [2]

## 2.2 Andmete visualiseerimine

Visualiseerimine on laialdaselt kasutatud termin. Spence viitab sõnastiku tähendusele: visualiseerima - moodustama mõtteline mudel või mõtteline pilt millestki [3]. Faktide ja informatsiooni edastamisel visuaalsel kujul on pikk ja auväärne ajalugu. Ainult 20 aastat on möödunud sellest, kui visualiseerimisest sai iseseisev uurimisvaldkond. 1987. aastal tutvustas McCormick et al. visualiseerimise mõistet. Nad sõnastasid visualiseerimise mõiste järgmiselt: “Visualiseerimine on arvutuslik meetod. See teisendab sümbolid geomeetrilisele kujule, mis võimaldab uurijatel vaadelda nende simulatsioone ja arvutusi. Visualiseerimine pakub meetodit näha nähtamatut. See rikastab teadusliku avastuse protsessi ja soodustab sügavaid ja ettearvamatuid teadmisi” [4].

Uue uurimisvaldkonna eesmärk on olnud inimeste väljapaistva visuaalse tõlgendamise oskuse ja arvutite tohutu arvutusvõime integreerimine, et toetada kasutajaid andmete, mudelite ja kontseptsioonide analüüsimisel, arusaamisel ja kommunikeerimisel. Selleks, et seda eesmärki saavutada, peavad olema täidetud 3 põhilist kriteeriumit: [5]

- Ilmekus
- Tõhusus
- Sobivus

Ilmekus viitab nõudele näidata täpselt andmetes sisalduvat informatsiooni, mitte vähem ega rohkem. Tõhusus arvestab peamiselt seda, mis määral kõnetab visualiseerimine inimese nägemise tunnetuslikke võimeid. Viimaseks sobivus, mis hõlmab endas kulu väärtuse suhet selleks, et hinnata visualiseerimisprotsessi kasu eesmärgi täitmisel. Samas kui visuaalset tõlgendust on raske hinnata, siis tavaliselt on see seotud aja ja ruumi kasutamise efektiivsusega. Ilmekus, tõhusus ja sobivus on kriteeriumid, mida kõik visualiseeringud peaksid püüdma täita. Üle kõige peab visualiseerimisprotsess arvesse võtma kahte aspekti: andmed ja käepärast ülesanne. Teiste sõnadega, peame vastama kahele küsimusele: “Mida tuleb esitleda?” ja “Miks tuleb seda esitleda?”. [5]

### 2.2.1 Mida? Andmete spetsifikatsioon

Viimastel aastatel on välja arendatud mitmeid erinevaid lähenemisi andmete iseloomustamiseks. Üks kasulik kontseptsioon andmete modelleerimiseks lähtudes tunnetuslikest printsiipidest on püramiidi

raamistik. See raamistik põhineb andmete tasemel kolmele vaatele: “kus” (asukoht), “millal” (aeg), ja “mida” (teema). Vaated “kus” ja “millal” iseloomustavad andmete valdkonda. Vaade “mida” (teema) iseloomustab, mida on mõõdetud, jälgitud või arvatud andmete tasemel. Teadmiste tasemel ei tähenda “mida” ainult lihtsaid andmeväärtusi vaid ka objekte ja nende suhteid. Objektide ja suhetega võib olla seotud isevaldne omadus või väärtus. [5]

Visualiseerimise vaatenurgast tuleks võtta arvesse kõiki aspekte: aspekt “kus” esindab seoste ruumilist raamistikku ja seostab andme väärtusi asukohaga. Aspekt “millal” näitab seoste ajalise raamistiku omadusi ja siduda andmete väärtused aja domeeniga. Aspekt “mida”, esindamaks individuaalseid väärtusi või mitme muutujaga andmestiku abstrakte. [5]

### **2.2.2 Miks? Ülesande spetsiifika**

Sarnaselt andmete täpsustamisele tuleb teada, miks andmeid visualiseerida ja milliseid eesmärke kasutaja loodab andmete visualiseerimisega täita. Väga üldisel tasandil võib välja tuua kolm põhilist eesmärki:

- Uurimusliku analüüsi
- Kinnitav analüüs
- Analüüsi tulemuste presentatsioon

Uurimuslikku analüüsi võib vaadata kui juhatamata otsingut. St. mingisugust eelnevat hüpoteesi andmete kohta pole antud. Eesmärgiks on saada ülevaade andmetest, alustada olulise informatsiooni kokkuvõtmist ning püsitada hüpotees. Kinnitava analüüsi faasis kasutatakse visualiseerimist hüpoteesi kinnitamiseks või ümberlükkamiseks. Hüpotees võib pärineda andmete uurimisest või andmetega seotud mudelitest [5]. Selles mõttes võib kinnitavat analüüsi vaadata kui juhitud otsingut. Pärast faktide lõplikku kinnitamist on presentatsiooni eesmärgiks kommunikeerida ja levitada analüüsi tulemusi.

Need kolm põhilist visualiseerimise eesmärki võivad nõuda üsna erinevat visualiseerimise tõlgendamist. Kui vaadata juba kehtestatud visualiseerimise konseptsioone: filtreerimine ja rõhutamine, siis muutub asi selgemaks. Filtreerimise eesmärgiks on visualiseerida ainult olulist informatsiooni ja jätta välja ebaoluline. Rõhutamise eesmärgiks on esile tõsta oluline informatsioon. Uurimusliku analüüsi käigus

aitavad mõlemad kontseptsioonid kasutajail keskenduda valitud andmete osadele või aspektidele. Filtreerimist ja rõhutamist tuleb rakendada ettevaatlikkusega, kuna tavaliselt pole teada, millised andmed on asjakohased ja tähtsad. Andmete valimatu välja jätmine või rõhutamine võib viia visuaalse kujutamise väärtõlgenduseni või väärade tulemusteni. Kinnitava analüüsi käigus on filtreerimist kergem rakendada kuna andmed, mis on kaasatud hüpoteesi on teada. [5]

Nii nagu Bertin kirjeldas on inimese nägemistaju võimeline keskenduma nii pildi detailile, elementide grupile kui ka pildile kui tervikule. Nendele võimetele põhinedes tutvustas Robertson kolme peamist tõlgendamise kategooriat: punkt, lokaalne ja globaalne. Nad näitavad, millised väärtused on huvipakkuvad: 1. väärtused domeeni punktis, 2. väärtused lokaalses regioonis, 3. terve domeeni väärtused. Neid põhi-ülesandeid võib jaotada spetsiifilisteks konkreetsemateks ülesanneteks, millele on tavaliselt antud verbaalne kirjeldus: [5]

- Ülevaade: ülevaade tervest andmestikust
- Zoom: zoom in tähtsat informatsiooni
- Filtreerima: filtreerida välja mittevajalik informatsioon
- Seotud: seoste vaatamine andmete vahel
- Ajalugu: hoida ajalugu tagasirullimiseks
- Väljavõte: väljavõtete ja päringute lubamine

### **2.2.3 Kuidas? Visualiseerimise *Pipeline***

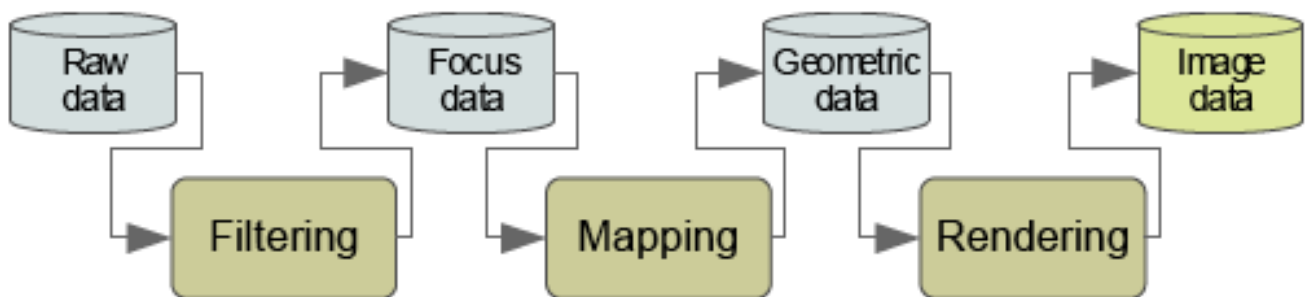
Selleks, et luua efektiivne visuaalne kujutus, tuleb algandmed teisendada kujutisteks kasutades andmetest lähtuvat ja kontekstitundlikku meetodit. Ideeliselt peaks algandmed olema geomeetriliselt kaardistatud ja vastavad visuaalsetele atribuutidele nagu värv, asukoht, suurus või kuju. Tänu meie visuaalsüsteemi võimetele on nähtava stiimuli tajumine tavaliselt spontaanne. Bertin eristas kolme tunnetuslikku taset, mida võib omistada visuaalsele šifreerimisele. Esimesel tasemel toimub alginformatsiooni kaardistamine visuaalsete muutujatega. See tähendab seda, et iga alginformatsiooni detail on seotud ühe kindla visuaalse muutuja väärtusega. Teine tase hõlmab endas pigem üldisel kujul alginformatsiooni kui üksikuid andmete väärtusi. Kui kaardistada üldistused vastavalt visuaalsetele muutujatele, siis on võimalik määrata andmete karakteristikuid. Kolmas tase hõlmab endas viimast

kahte ja lisab edasiste analüüsi sammude tõlgendused. Lisaks metaandmed, mis väljendavad andmestikus olevat informatsiooni. [5]

Lihtsustamaks visuaalse väljundi teket kõigil kolmel tasemel on nõutud paindliku kaardistamise strateegia. Seesugune strateegia on avaldatud kui niinimetatud *visualization pipeline*. Joonisel 4 on näha, et visualiseerimise *pipeline* koosneb kolmest etapist: [5]

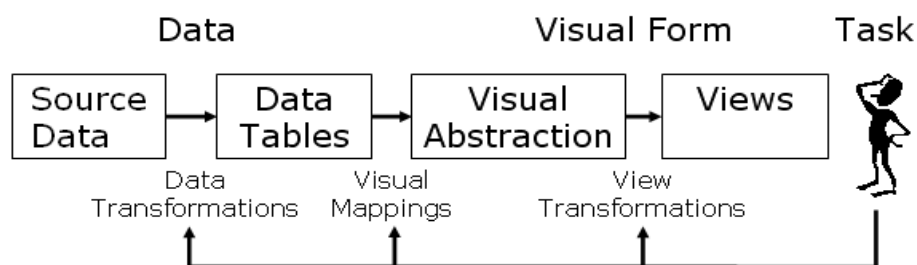
- Filtreering
- Kaardistamine ja
- Tõlgendus

Filtreerimise etapp valmistab ettetöötlemata sisendandmed töötlemiseks järgi jäänud *pipeline*'i etappides. Seda tehakse lähtudes antud analüütilisest ülesandest ja sisaldab endas peale olulise informatsiooni veel toiminguid andmete rikastamiseks, koondamiseks, interpolatsiooniks, puhastamiseks, grupeerimiseks jt. Kaardistamise etapp tegeleb otseselt ettevalmistatud andmete sidumisega sobilike visuaalsete muutujatega. See on kõige olulisem etapp kuna mõjutab kõige enam visuaalse esituse ilmekust ja efektiivsust. Viimases tõlgenduse sammus toimub eelenvolt genereeritud geomeetria ja visuaalsete atribuutide põhjal reaalse pildi tekitamine. Selline üldine *pipeline*'i mudel on mitmete visualiseerimissüsteemide aluseks. [5]



Joonis 4. Laiendatud visualiseerimise *Pipeline* [5]

Eelnev lõik võib väita, et see pilt või vaade, mis on loodud visualiseerimise *pipeline*'i poolt on lõpptoode. See ei ole aga tõsi. Tegelikult kasutaja kontrollib visualiseerimise *pipeline*'i ja mõjutab visualiseerimise protsessi mitmel viisil. Jooniselt 5 on näha, et vaateid ja pilte luuakse ja muudetakse seni kuni kasutaja nad heaks kiidab. [5]



Joonis 5. Informatsiooni visualiseerimise esitamise mudel [5]

## 2.3 Visualiseerimise tehnikad

Viimaste aastate jooksul on tulenevalt andmete massilisest esitamisest ja analüüsimisest välja töötatud mitmeid visualiseerimise tehnikaid. Tehnikad, mis on mitmete funktsionaalsustega nagu interaktiivsus, kasutajaliidese omadused ja kasutatavus on kergesti kättesaadavad ja kasulikud. Meetoditel on hindamismehhanismid, mis aitavad jõuda visualiseerimise eesmärkideni. [6]

Tuuakse välja mitmeid tavalisi andmete visualiseerimise tehnikaid, millel on üldised omadused ja levinud mõistmine. Sellised andmete esitlused peaksid olema ilusad, elegantsed, kirjeldavad ja tõlgendatavad selleks, et anda sõnum edasi lugejale. Andmete visualiseerimine presenteerib andmeid sellisel viisil, mis lihtsustab selle tõlgendamise ja suhte. [6] Järgmises alapeatükis tehakse juttu paarist tuntud tavalisest andmete visualiseerimise tehnikast ja tuuakse välja paar näidet selleks, et anda algne idee tehnikast.

### 2.3.1 Tabel

Tabel on lihtne ja kergesti mõistetav, lisaks kergesti tõlgendatav tehnika. Tabel on struktureeritud formaat, organiseeritud ridade ja veergude järgi, mis väljendavad seoseid. Real on erinevaid sünonüümide näiteks: korteež, kirje, vektor jne. Veerul on levinud sünonüümideks näiteks: väli, parameeter, atribuut, omand jne. Read kujutavad endas muutujaid ja veerud kujutavad endas andmeid koos väärtustega. Vahel võib see korraldus olla muutunud, sel juhul veerud tähistavad muutujaid ja read tähistavad andmeid. Sissekanded võivad olla järjekorras, kuid võivad ka mitte olla, see oleneb andmetest ja nende atribuutidest. Tabelil on oluline roll uuringutes ja andmete analüüsis. See on tähtis mitmetes valdkondades näiteks: pabermeedia, arvuti tarkvara ja kontseptide esitus jne. Tabeli



lepingud ja baas terminoloogia põhineb kontekstil, mida tabelis kasutati. [6] Tabelil on erinevaid variante ja omadusi: paindlikkus, struktuur, tähistus, esitus ja kasutamine. Näiteks näitab tabel nr 1 kogutud tarbimisandmeid ühe hoone/objekti kohta

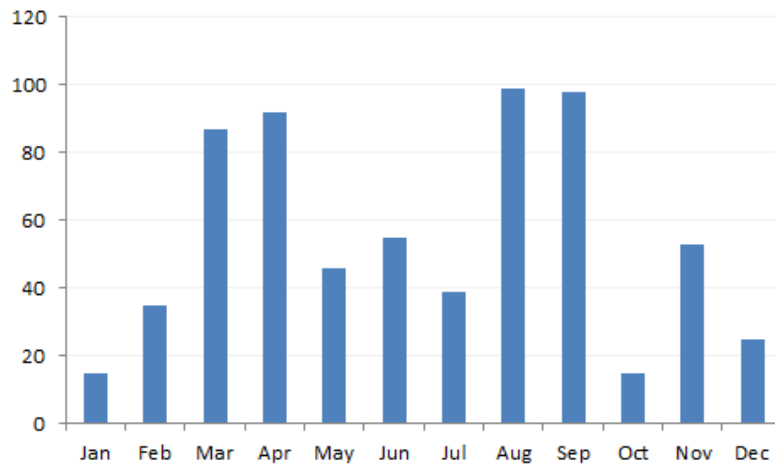
Tabel 1. Hoone tarbimisandmed

<b>Aadress</b>	<b>Kuu</b>	<b>Välisõhu temperatuur °C</b>	<b>Tegelik tarbimine</b>
Address 1a, Tallinn	2016 okt	5.0	9.390Mwh
Address 1a, Tallinn	2016 nov	0.1	13.830Mwh
Address 1a, Tallinn	2016 dets	0.9	13.360Mwh
Address 1a, Tallinn	2017 jaan	-1.8	14.670Mwh
Address 1a, Tallinn	2017 veebr	-2.3	13.220Mwh
Address 1a, Tallinn	2017 märts	1.0	13.150Mwh

Hoffman tutvustas tabeli uut väljendit: “Tabeli visualiseering”. Tabeli visualiseering on andmete esitamine tabeli kujul. Rida on mainitud kui dimensiooni, mis kujutab endast iseseisvat muutujat kirjes või korteežis. Veerule aga viidatakse kui sõltuv muutuja nimega “*muutujad*”. Sellel on mitmeid rakendusalasid pea kõikides valdkondades. [6]

### 2.3.2 Tulpdiagramm

Tulpdiagrammid on väga tuntud ja laialdaselt kasutatav esitluse tüüp. Joonisel 6 väljatoodud graafikul kasutatakse tulpasid selleks, et kujutada andmeväärtusi. See muudab võrdluse lihtsamaks kui punktdiagrammi puhul. Kuna tulpade pikkust kasutatakse andmeväärtuse kuvamiseks, siis saab kuvada ainult suhteskaalaga muutujaid, millel on naturaalne null. Järelikult peab väärtuse skaala algama nulliga, et oleks võimalikult õiglane visuaalne võrdlusmoment. Vastupidiselt joondiagrammile rõhutab tulpdiagramm individuaalseid väärtusi nagu teeb seda punkt ja hajuvusdiagramm. Erinevaid tulpdiagrammide variante kasutatakse, et graafiliselt esitleda suuremaid aegridu [5].



Joonis 6. Tulpdiagramm

**Andmed:** [5]

Raamistik - abstraktne

Muutujad - ühe muutujaga

**Aeg:** [5]

Asetus - lineaarne/sirgjooneline

Aja primitiivid - käesolev

**Visualiseering:** [5]

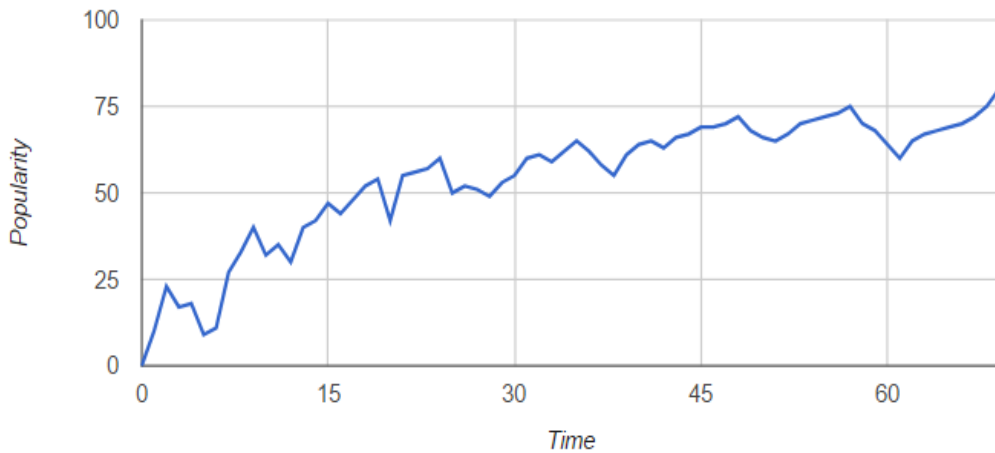
Kaardistus - staatiline

Dimensioon - 2D

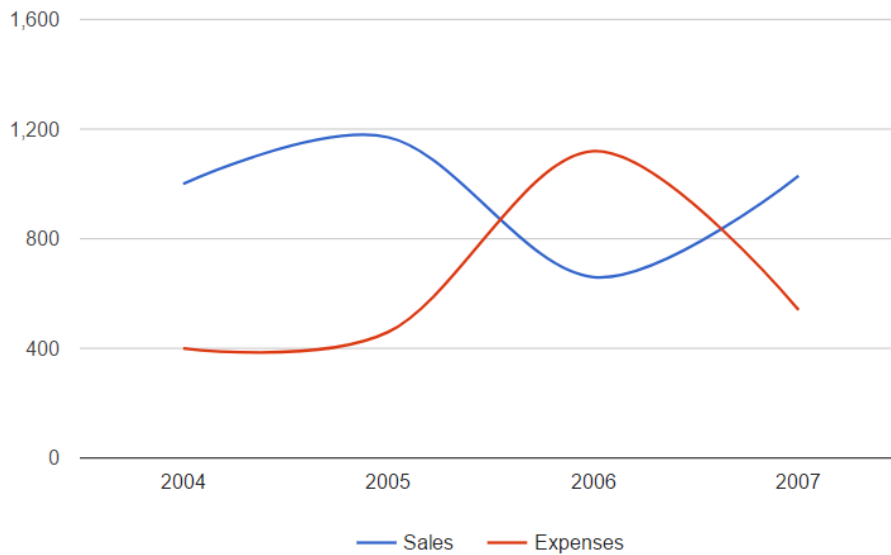
### 2.3.3 Joondiagramm

Kõige tavalisem vorm esitamaks aegridu on joondiagrammid. Nad on punkt/hajuvusdiagrammi laienduseks. Ühendades omavahel andmepunktid joontega rõhutame nende ajalist suhet. Järelikut keskenduvad joondiagrammid andmete üldkujule üle aja. See on kontrastiks punkt/hajuvusdiagrammile, kus andmepunktid on rõhutatud. Nagu näha võib, siis võib punktide ühendamiseks kasutada erinevaid stiile: joonisel 7 on kujutatud lihtsat joongraafikut või joonisel 8 kujutatud Bezier'i kõverat, kõik

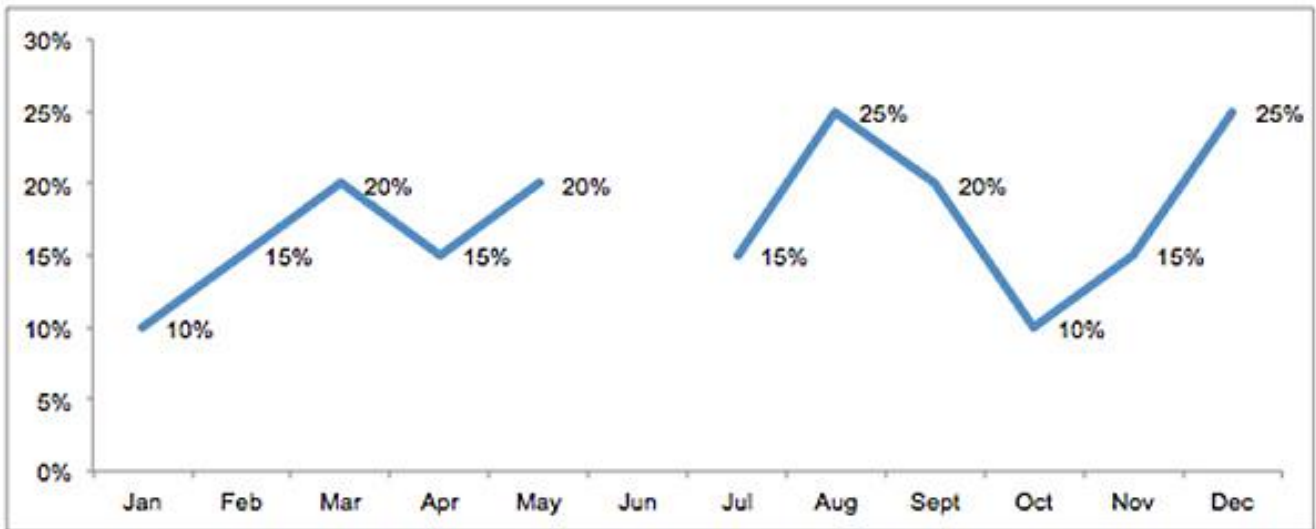
oleneb vaatlusalusest nähtusest. Tuleb silmas pidada seda, et kõikidel juhtudel ei saa kindel olla kahe andmepunkti vahel olevas ajavahemikus olevate andmete väärtuses. Lisaks tuleb silmas pidada seda, et mistahes ühendus kahe andmepunkti vahel peegeldab ainult ligikaudsust. Veel üheks ettevaatus punktiks on joonisel 9 kujutatud puuduvad andmed. Ühendades lihtsalt üksteisele järgnevaid andmepunkte võib viia valede järelduste tegemiseni andmete kohta. Seega tuleks see teha vaatajale nähtavaks, kasutades näiteks punktiirjoont. [5]



Joonis 7. Joondiagramm [7]



Joonis 8. Bezinge kõverad [7]



Joonis 9. Andmete puudumine

**Andmed:** [5]

Raamistik - abstraktne

Muutujad - ühe muutujaga

**Aeg:** [5]

Asetus - lineaarne/sirgjooneline

Aja primitiivid - käesolev

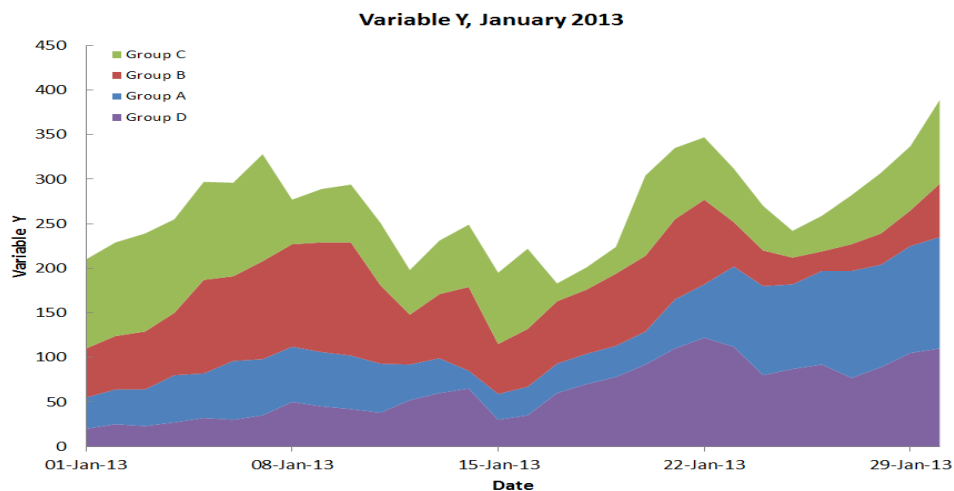
**Visualiseering:** [5]

Kaardistus - staatiline

Dimensioon - 2D

### 2.3.4 Kihtaladiagramm

Kihtaladiagramme kasutatakse tavaliselt juhtudel, kus võrreldakse aegridu, mis jagavad ühte üksust ja mida on võimalik kokku liita. Jooniselt 10 on näha, et kihiline aladiagramm kujutab endast laotud visualiseeringut, kus aegread on joonistatud üksteise peale nagu kihilised ribad. Sellise visualiseeringu puhul tuleb olla ettevaatlik kihtide järjestikuse suhtes. Erinevad järjekorrad mõjutavad individuaalsete kihtide visuaalset välimust, kuna ainult kõige alumisel kihil on sirge baasjoon. Kõik järgnevad kihid on joonistatud vastvalt temale eelnevale kihile. Kihilise aladiagrammi eeliseks on fakt, et ta rõhub väärtuste summale, samal ajal pakkudes informatsiooni osade kohta, mis selle moodustavad. Kihtaladiagrammil põhinevad, ka mõned kauglearentatud visualiseerimise tehnikad: Teema Jõgi või virnastatud graafik. [8]



Joonis 10. Kihtaladiagramm [9]

Aladiagramme kasutatakse eelkõige kvantitatiivsete andmete graafiliseks kuvamiseks. Aladiagrammi graafikut kasutatakse selleks, et näidata andmeid kinnisel alal. Kinnine ala põhineb joondiagrammil. Genereeritakse joon ja seejärel joonest alla poole jääv osa varjutatakse värvidega ja erinevate tekstuuridega. [8]

**Andmed:** [5]

Raamistik - abstraktne

Muutuja - mitme muutujaga

**Aeg:** [5]

Asetus - lineaarne/sirgjooneline

Aja primitiivid - käesolev

**Visualiseering:** [5]

Kaardistus - staatiline

Dimensioon - 2D

### **2.3.5 *Small multiples***

*Small multiples* on rohkem üldine kontsept kui spetsiifiline tehnika. Tufte on *small multiples*'i kirjeldanud kui kogumikku miniatuurseid visuaalseid tõlgendusi. Aegridade puhul visualiseerib iga miniatuur valitud ajapunkti. Reaalne kujutus võib näidata ühte või mitut muutujat abstraktses või ruumilises kontekstis, kasutades selleks, kas 2D või 3D ruumi. Eriti asjakohane on *small multiples*'i asetus, mis määrab ära, kuidas ajatelge tajutakse. Võib kasutada lineaarset või tsirkulaarset asetust. Kasutada võib spetsiifilisi asetuse mustreid selleks, et välja tuua ajatelje erinev teralisus. Jooniselt 11 on näha, et *small multiples* annab ülevaate andmetest ja võimaldab kasutajal visuaalselt võrrelda andmeid erinevates ajapunktides. Veel üheks eeliseks *small multiples*'i puhul on see, et seda kontsepti võib rakendada tegelikult kõikide eksisteerivate tehnikate puhul. Ainuke asi, mida tuleb silmas pidada on see, et iga ajasammu jaoks tuleb luua pisipilt visualiseeringu põhjal [5]. Olenevalt sellest palju ekraaniruumi võtab üks pisipilt, võiks kujutatavate ajasammude number olla pigem mõõdukas. Kui pisipilte kahandatakse selleks, et mahutada rohkem ajasamme, siis tänu sellele on ka vähem detaile nähtavad.



Joonis 11. *Small multiples* [10]

**Andmed:** [5]

Raamistik - abstraktne/ruumiline

Muutujad - ühe ja mitme muutujaga

**Aeg:** [5]

Asetus - lineaarne/tsükliline

Aja primitiivid - käesolev

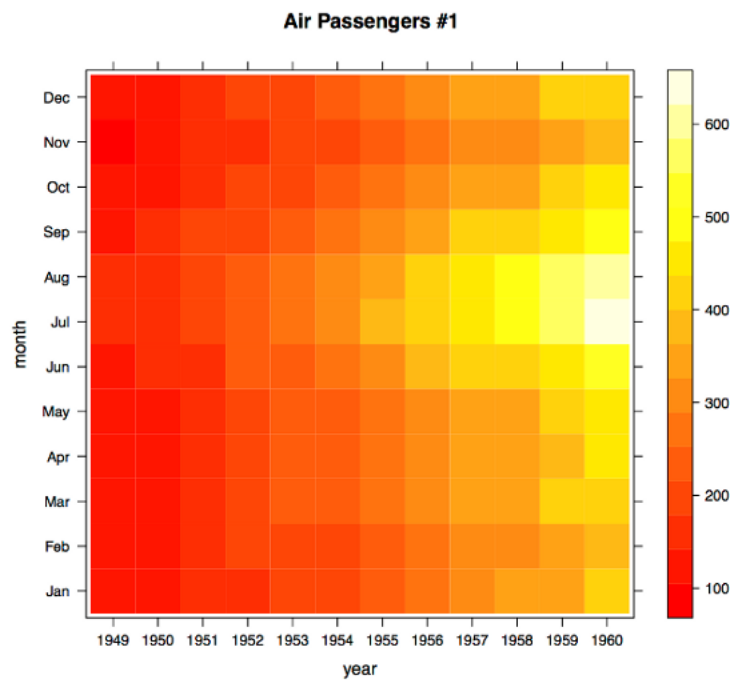
**Visualiseering:** [5]

Kaardistus - staatiline

Dimensioon - 2D/3D

### 2.3.6 Heat Map

Terminit “*heat map*” on statistilises analüüsis kasutatud juba mitmeid aastaid. *Heat map* on statistiline maatriks, mida kasutatakse selleks, et näidata korrelatsiooni erinevate muutujate vahel. Dziuda viitab sellele visualiseerimise meetodile kui “andmete graafiline tõlgendus, kus maatriksis olevad individuaalsed väärtused on kujutatud värvidena [11].” *Heat mapid* on õigesti sõnastatud kui tiheduse või varjundi kaardid, jooniselt 12 on näha, et *heat mapid* kasutavad pool läbipaistvaid kihte selleks, et näidata sündmuste tihedust või sagedust värvidega kollane, oranž ja punane. *Heat mapid* on kasulikud kui tahetakse näidata tiheduse informatsiooni. [12]



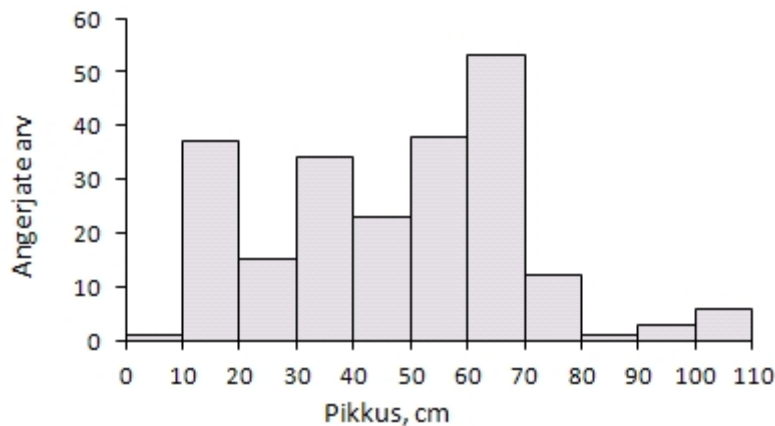
Joonis 12. *Heat map* [13]



### 2.3.7 Histogramm

Histogramm ehk astmikdiagramm on statistiliste andmete graafiline kujutis, mis annab ülevaate nende jaotumisest sageduse järgi. Andmete väärtused on enamasti kujutatud rõhkteljel ja andmete sagedused püstteljel. Ehituselt on tegemist tulpdiaagrammiga, kuid tavalisest tulpdiaagrammist on erinev see, et teljele märgitakse tulpade servi, mitte keskkochti tähistavad väärtused. [14]

Histogrammi kasutatakse kõige rohkem statistikas. Kui on olemas tabel andmetega, siis on mõistlik kasutada histogrammi, et neid andmeid koondada ning esitleda kasutajasõbralikul viisil. Joonisel 13 on näha, et histogramm teeb andmete vaatamise lihtsaks näidates ära, kuidas suurem osa väärtustest on mõõtskaalal ja kui palju variatsioone selles on. Histogrammi on otstarbekas kasutada, kui on soov andmeid graafiliselt koondada. Niisamuti saab histogrammi kasutades võrrelda protsesside tulemusi spetsiifiliste tunnuste järgi ning anda edasi infot visuaalselt. [15] Histogrammide kasutamine on suureks abiks näiteks otsuste tegemisel, kui on soovi teha andmete muutumise kohta prognoose.



Joonis 13. Histogramm [16]

## 2.4 Tufte visualiseerimise printsiibid

Tufte on olnud visualiseerimise valdkonna pioneeriks. Läbi oma töö on ta välja töötanud võtmeprintsiibid, mida silmas pidada visualiseeringu disanimisel. Need on pakkunud substantiivseid ja tähenduslikke ülevaateid selleks, kuidas kuvada informatsiooni võimalikult efektiivselt ja arusaadavalt. Üheks Tufte printsiipide tagajärjeks on võime saavutada graafiline täiuslikkus läbi informatsiooni visualiseerimise. Tufte sõnul on graafiline täiuslikkus: “Hästi disainitud esitlus huvitavatest andmetest – kooslus sisust, statistikast ja disainist”. [17]

Graafiline täiuslikkus koosneb keerukatest ideedest, mis on edastatud läbi selguse (ei mitmemõttelisusele ja segadusele graafikul), täpsuse (tõesed tulemused ja moonutustest vaba esitus) ja efektiivsuse (minimaalne hulk rämpsu diagrammil). Nende kohtade juures tuleb olla tähelepanelik. Graafiline täiuslikkus on see, mis annab vaatajatele kõige suurema koguse ideid kõige väiksema aja jooksul, võimalikult väikse koguse trükimustaga võimalikult väikesel alal. Sellist graafilist täiuslikkust on võimalik saavutada täites kaks eesmärki: rääkides andmete kohta tõtt, kasutades selle jaoks graafilise terviklikkuse printsiipi ja visualiseerida selguse ja täpsusega, mida on võimalik saavutada järgides disaini printsiipi. Graafilise terviklikkuse printsiip jälgib, et oleks selge, detailne ja põhjalik märgistus selleks, et ära hoida graafilist moonutust ja mitmemõttelisust [17].

Tufte on samuti defineerinud “*lie factor*” kui “Väärtus, mis kirjeldab suhet efekti suurust näidatuna graafikul ja efekti suurust näidatuna andmete vahel” [17]. Täpsemalt peaks olema numbrite tõlgendus, mis on graafiku pinnal füüsiliselt mõõdetud, otseses vastavuses esitatud hulgaga. Veel üks disaini printsiip, mida Tufte tutvustas, on “*data-ink ratio*”. Tufte viitab andmete ja trükimusta suhtele kui kustutatamatu graafika tuumale - mitte ülearune trükimust, mis on korraldatud vastuseks esitatud numbrite variatsioonile. [17]

Definitsiooni kohaselt on andmetega mitte seotud trükimust see, mis ei anna edasi informatsiooni vaid, mida kasutatakse skaaladeks, tähistusteks ja piirideks. Seda edasi laiendades on *data-ink ratio* kui “Trükimusta osakaal, mis on kasutatud esitlemaks tegelikke andmeid võrreldes kogu kasutatud trükimustaga terves ekraanis [17]”. Nende detailide ja eesmärkide õpetus on see, et hea graafik peaks sisaldama ainult andmete trükimusta. Kõik mitte andmetega seotud trükimust, peaks olema kustutatud kui võimalik, selleks et vältida tähelepanu hajumist segavatele ja mitte olulistele elementidele.

Eesmärgiks on disainida maksimaalse *data-ink ratio*ga kuvand, välja jätmata midagi, mis on oluline efektiivseks infovahetuseks. [17]

*Non-data-ink* kontsept toob välja, kuidas *chart junk* ära hoida. *Chart junk*iks loetakse kõiki visuaalseid elemente, mis ei ole vajalikud selleks, et vaataja mõistaks graafikul esitletud informatsiooni või mis häirivad vaataja informatsioonile keskendumist. *Chart junk* näitena võib tuua mittevajalikud elemendid nagu tugevad või tumedad joonestikud, mittevajalik tekst või kohatud fondid. Lisaks võib pidada veel graafiku rämpsuks kaunistatud graafiku telgesid ja ekraani raame, andmete graafikutel olevaid pilte või ikoone, kaunistatud varjundeid ja mittevajalikke dimensioone. [17]

Huvitav on see, et on läbiviidud uuring, kus vaadeldi, kuidas inimesed suhtuvad minimalistlikku informatsiooni visualiseerimisse. Uuring, mis ei nõustu Tufte seisukohtadega on andnud mõista, et esineb olukordi, kus *chart junk* võib pidada kasulikuks ja efektiivseks. Need visualiseeringu õpetlased on vaielnud, et viimistlused ei ole nii halvad ja visuaalsetel kaunistustel võivad olla omad kasud. Näiteks kui graafikuid kasutatakse veenmise või presentatsiooni eesmärgil, peaksid olema nad disainitud eesmärgiga olla andmete osas meeldejäädavad. [17]

Läbi praeguste uuringute hindamise on kindlaks tehtud, et andmete graafikud peavad köitma lugeja huvi, mida on võimalik saavutada kasutades graafilisi pilte. Eksisteerib veel üks Tufte poolt välja pakutud laialdaselt kasutatud disainiprintsiip nimega "*data density*", mis on heale graafikule kasu toov. *Data density* on defineeritud kui "andme massiivi kirjete vahetegur andmete graafiku alaga [17]." Intuitiivselt on kolm viisi suurendamiseks andmete tihedust: kaasates väikesed kordajad, kaasates *sparkline*'id, ja maksimeerides näidatavate andmete hulga. Lähenedamine, millele viidatakse kui "*small multiple*" kujud adresseerivad miniatuursete illustratsioonide kollektsiooni, mis on reastatud ühe kujuna. *Sparkline*'i lähenedamine tähendab väikeste kordajate graafika loomist. Tufte kirjeldab neid kui "andmete tihedaid, lihtsa disainiga ja sõnasuuruseid graafikuid [17]." Kolmas lähenedamine - nähtavate andmete maksimeerimine tähendab lihtsalt näidata võimalikult palju andmeid. [17]

### **3 Utilitas AS-i iseteeninduskeskkonna visualiseeringute analüüs**

Järgnevas peatükis tuleb juttu läbiviidud intervjuudest, tuuakse välja kellega intervjuud läbi viidi, mida küsiti ja mida teada saadi. Töötatakse välja iseteenindusmooduli nõuded, millest lähtuval luuakse prototüübid. Antakse ülevaade loodud prototüüpidest ja tuuakse lühidalt välja nende plussid ja miinused.

#### **3.1 Intervjuude läbiviimine**

Intervjuu korteriühistu esimeestega on aluseks probleemianalüüsile, mis on töö aluseks. Intervjuu annab töö autorile selge ülevaate kliendi arvamusest praeguse iseteeninduse visualiseeringute kohta ja aitab praeguse lahenduse probleeme kaardistada. Töö autor teeb selgeks, kas klient mõistab tarbimisandmeid ja kas ta oskab nende põhjal mingisuguseid järeldusi teha. Lisaks määrab see ära, milliseid andmeid tuleb iseteeninduses visualiseerida ja millisel kujul neid kliendile edasi anda. Selle põhjal saab luua graafikute prototüübid.

Intervjuu viidi läbi 5 Mustamäe korteriühistu esimehega, sest ettevõtte iseteeninduse lõppkasutajateks on just ühistuesimehed. Kuna klientide nimesid sooviti hoida saladuses, siis nimesid ei nimetata. Esimehed valiti selle järgi, kes iseteenindust kõige agaramalt kasutavad. Valiti just kortermajade esimehed, kuna kortermajad moodustavad 72% kõikidest Utilitase klientidest. Valiti selliste kortermajade esimehed, kelle kortermajade köetava pinna maht erineb teineteisest maksimaalselt 150 ruutmeetrit ja kortermaja asub ühe katlamaja piirkonnas. Valik oli selline, sest Utilitasest anti mõista, et klienti huvitab võrdlus teiste samas suurusjärgus ja piirkonnas olevate kortermajadega. Intervjuud viidi läbi esimeestega näost näkku kohtudes. Intervjuu küsimused esimeestele olid püstitatud järgmiselt: sissejuhatuseks olid küsimused, kuidas praeguse iseteeninduses olevate visualiseeringute kohta Rahul oldi. Ülejäänud intervjuu oli jagatud aga kolmeks osaks. Intervjuu läbivaks teemaks oli andmete kuvamine iseteeninduses.

Esimeses osas uuriti klientidelt, mis neile praeguse iseteeninduse juures meeldib, mida nad muuta ei sooviks ja kas oleks võimalik seda veel paremaks muuta. Esimese osa küsimused olid vajalikud selleks, et analüüsida seda osa, mida vana iseteeninduse põhjal alles jätta.

Teises osas, mis oli kõige pikem osa intervjuust, üritati küsimustega välja selgitada praeguse iseteeninduse probleemid, keskendudes eelkõige andmete esitlemisele. Esitatud küsimused olid vajalikud probleemianalüüsiks – selgitada välja praegune kliendi probleem, millele lahendus leida.

Kolmandas osas uuriti kliendilt, kuidas võiks nende probleemi parandada ja millised visualiseeringu lahendusi soovivad nad uues iseteeninduses näha. Kolmanda osa küsimused olid vajalikud selleks, et kindlaks teha, milliseid andmeid prototüüpides visualiseerida ja milliseid tehnikaid nende jaoks kasutada ja millised on funktsionaalsed nõuded.

Lisaks Utilitase klientidele viidi läbi küsitlus ka ettevõtte töötajatega. Töötajateks olid ettevõtte iseteeninduse projektijuht ja kaks klienditeenindajat. Valik langetati selle põhjal, et nemad on kõige enam suhelnud klientidega ja seeläbi mõistavad kõige enam nende soove ja probleeme. Antud küsitlus viidi läbi elektroonselt. Küsitlus oli jagatud sisulises mõttes samuti osadeks. Esimeses osas uuriti iseteeninduse nõuete kohta ja küsiti töötajate endi ideid visualiseeringute kohta. Teises osas uuriti, millised on peamised probleemid iseteeninduses olevate andmetega, mille puhul kliendid töötajate poole pöörduvad. Kolmandas osas uuriti töötajatelt, mis nende arvates võiks klientidele meeldida.

### **3.2 Intervjuude analüüs**

Lõppkasutajate vastustest sai selgeks, milliseid tarbimisandmeid soovitakse iseteeninduses täpselt näha ja millisel kujul nad olla võiksid. Selgus, et kliendid soovisid näha andmeid pigem graafilisel kujul kui tekstilisel kujul. Graafikud peaksid olema kergesti mõistetavad. Ühel andmete esitlusel ei tohiks olla liiga palju muutujaid, mis muudaks graafiku raskesti mõistetavaks. Toodi välja veel, et iseteeninduse üldpilt peaks olema lihtne, arusaadav ja nägema välja mõjuv. Visualiseeringud võiksid olla kujutatud pigem 2 dimensiooniliselt, kui 3 dimensiooniliselt. Graafikud võiksid olla mingis ulatuses interaktiivsed. Sooviti võimalust näha andmeid erinevate perioodide lõikes, et oleks võimalik võrldusmoment ning tunti huvi näha võimalust muuta tarbimisandmete kuvamise veldet. Klientide jaoks oli oluline näha enda tarbimisklassi või tarbimist võrreldes teiste sarnaste kortermajadega. Sooviti näha tegureid, mis mõjutavad tarbimist. Iseteenindusemooduli kasutajatel oli selge nägemus sellest, milliseid andmeid nad soovivad näha graafikutel. Töötajatega läbiviidud küsitluste vastuseid analüüsides selgus, et paljud väljapakutud ideed ja probleemid kattuvad klientide omadega.

Praegune iseteenindusemoodulis olev andmete visualiseering ei ole kliendi jaoks piisavalt informeeriv ja on kohtati liiga üldine. Selleks, et iseteenindusemoodulis uus andmete visualiseeringu prototüüp saaks

klientidele võimalikult sobilik, on järgmises alapeatükis kirja pandud oodatud lahendustele esitatavad nõuded. Nõuded on väljtöötatud korterühistu esimeestega läbiviidud intervjuude põhjal. Töötajatega läbi viidud intervjuudest selgusid iseteenindusmooduli mittefunktsionaalsed ja ärilised nõuded.

### **3.3 Iseteenindusmooduli andmete visualiseeringu prototüübi nõuded**

Nõuete kogumisel on lähtud FURPS raamistikust. Nõuete kogumiku moodustamisel on lähtutud eesmärgist, et kogumik oleks ühtlaselt kaetud, nõudeid oleks piisav hulk ja et nõuete kogumik oleks struktuurselt jaotatud. [18]

Järgnevalt antakse ülevaade lõppkasutajatega (korterühistu esimehed) ja Utilitase töötajatega läbiviidud intervjuude põhjal väljatöötatud nõuetest iseteenindusmoodulile, mille põhjal üritatakse leida parim visualiseerimisetehnika andmete graafiliseks kuvamiseks iseteeninduses.

#### **Funktsionaalsus (*Functionality*):**

- f.1 Peab saama tarbimisandmeid gaafilisel kujul vaadelda
- f.2 Peab saama tarbimisandmete perioode muuta (iga päeva tagant, iga kuu tagant)
- f.3 Peab saama võrrelda erinevaid tarbimisperioode
- f.4 Peab näitama, kuidas temperatuur mõjutab tarbimist
- f.5 Peab saama vaadata kliendi enda tarbimist ja sama piirkonna kortermajade keskmist tarbimist ühel graafikul
- f.6 Graafikute kohal hiirega hõljudes peab kuvama aja telje ja muutuja telje täpse väärtuse
- f.7 Graafiku puhul peab olema mõlema telje maksimaalne väärtus vähemalt 1 võrra suurem muutuja väärtusest
- f.8 Peab nägema ehitisregistri poolt väljastatud energiamärgise ja tarbimisandmete põhjal arvutatud energiamärgise vastavust
- f.9 Klient peab nägema, millisesse energiaklassi ta kuulub

**Kasutatavus (*Usability*):**

- u.1 Kasutajaliides peab olema eestikeelne
- u.2 Graafikul peavad olema arusaadavad legendid
- u.3 Graafiku x-teljel olema kuvatud aeg/ periood y-teljel tegelik tarbimine
- u.4 Tegelik tarbimise peab olema kuvatud Mwh
- u.5 Iseteenindusmooduli visualiseeringud peavad olema ettevõtte värvides
- u.6 Iseteeninduses kujutatavad graafikud peavad olema 2-dimensioonilised
- u.7 Graafikutel kujutatud Mwh väärtused peavad olema väljendatud 2 komakohaga

**Käideldavus (*Reliability*):**

- r.1 Iseteenindusmoodul ei tohi lubada kuvada ühtegi ebakorrektselt tarbimisnäitu
- r.2 Rakenduse tavapärase töö taastamiseks võib kuluda maksimaalselt 4 tundi
- r.3 Iseteeninduse mittetöötamist ei tohi olla rohkem kui 30 minutit kuus
- r.4 Iseteenindusmoodul peab olema kuvatav erinevates brauserites: Chrome, Mozilla Firefox ja Safari
- r.5 Taotlus SLA osas peab olema vähemalt 99%

**Jõudlus (*Performance*):**

- p.1 Iseteenindus peab suutma teenindada 500 inimest tunnis
- p.2 Iseteenindus peab suutma samaaegselt teenindada 50 inimest
- p.3 Graafikute laadimiskiirus peab jääma alla 15 sekundi

**Toetatavus (*Supportability*):**

- s.1 Iseteeninduse uuendused ei tohi võtta üle 15 minuti

- s.2 Iseteenindus ei tohi nõuda hooldust tihedamini kui kord 2 kuu jooksul
- s.3 Iseteenindusmoodul peab võimaldama edasisi arendusi

### 3.4 Tehnikate võrdlus

Toetudes kirjandusest omandatud teoreetilistele alustele ja klientide poolt välja pakutud ideedele on töö autor välja töötanud viis iseteenindusmooduli graafikute prototüüpi. Kõikide loodud graafikute prototüüpide teoreetilised lähtekohad on välja toodud peatükis 2.3. Prototüüpide välja töötamisel on lähtutud peatükis 2.2 joonisel 4 mainitud visualiseerimise *pipelineist* – andmete analüüs, andmete filtreerimine, andmete kaardistus ja andmete tõlgendus.

Iseteenindusmooduli tarbimisandmete visualiseerimiseks loodi 5 erinevat graafiku prototüüpi. Esiteks tulpdiagramm energia tarbimisest kuude lõikes, kus jookseb läbi piirkonna keskmist tarbimist tähistav joon. Teiseks kahe Y-teljega joondiagramm, kus on visualiseeritud tarbimise ja välisõhutemperatuuri suhet. Kolmandaks histogramm/tulpgraafik energiaklasside võrdlusest ja nende keskmisest tarbimisest. Neljandaks maatriksdiagramm ehitisregistri poolt väljastatud ja ettevõtte poolt arvatud energiamärgiste vastavusest ja viimaseks *small multiple*, kus on kujutatud hoone/objekti erinevate aastate tarbimine.

Prototüüpide loomisel ei leidnud kasutust kaks peatükis 2.3 välja toodud visualiseerimise tehnikat. Üheks tehnikaks oli tabeli kujul visualiseering (tabel 1). Põhjuseks, miks tabel välja jäi on lihtne: praegune tarbimisandete esitlemine on lahendatud tabeli visualiseeringuga ja seda soovitakse muuta. Teine tehnika, mis jäi välja on kihtaladiagrammi joonis. Tehnika ei leidnud kasutust, kuna eeldab, et aegread, mida võrreldakse omavad ühte üksust ja neid on võimalik kokku liita. Antud tehnikat oleks võimalik kasutada juhul, kui oleks teada palju moodustab kogutarbimisest üks korter jne. Teine võimalus seda tehnikat kasutada oleks juhul, kui teaksime näiteks kui suure osa kogutarbimisest moodustab soojus, kui palju soe vesi, kui palju soojuskaod jne.



## **3.5 Kasutatud tarkvara**

Andmete visualiseerimist kasutatakse mitmetel juhtudel. Näiteks: küsimustele vastamiseks, informatsiooni edasi andmiseks, toetamaks otsuste vastuvõtmist ja efektiivsuse suurendamiseks. Hea andmete visualiseerimise tarkvara on tähtis, kuna see täiendab vaatajate arusaama esitletud informatsioonist. Vaatlejal on suurem võimalus selleks, et informatsioon säilib, võrreldes informatsiooniga, mis võeti vastu ilma visualiseeringuta. Andmete visualiseering haarab vaatlejat paremini ja see teeb esitluse huvitamaks. Samuti on kasulik esitlejale, kui võimalikult lühikese aja jooksul edastatakse andmed valitud vaatlejatele. Sel juhul ei ole vaja kasutada lisaenergiat, seletamaks lahti sõnumit. Andmete visualiseerimise tarkvara aitab kaasa vaatlejatele edastatud andmete usaldusäärsusele ja usutavusele.

### **3.5.1 Google Charts**

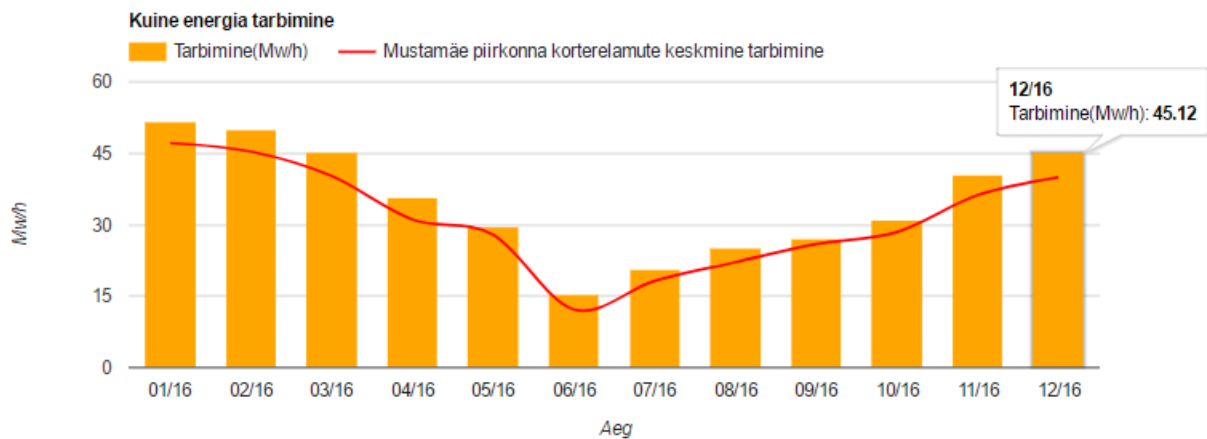
Google charts kasutab HTML5t ja SVGd selleks, et luua üle brauserite ja platvormide teisaldavaid ja ühilduvaid graafikuid. See pakub endas laia graafikute valikut näiteks: tulp-, pirukas-, kaart-, ja mõõdikdiagramme. Lisaks on see tuntud veel oma paindlikkuse ja kasutuslihtsuse poolest. [19]

## **3.6 Tulemused**

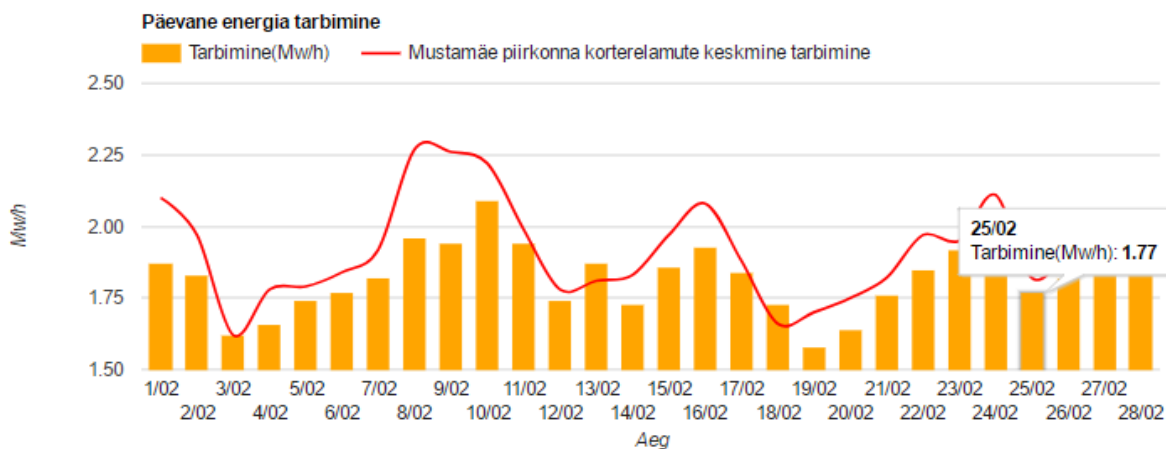
Tulemuste alapeatükis antakse ülevaade loodud graafikute prototüüpidest ja tuuakse välja nende plussid ja miinused.

### **3.6.1 Tulpgraafik koos joongraafikuga**

Joonisel 14 on kujutatud tarbimise ja sama piirkonna samas suurusjärgus olvate kortermajade keskmine tarbimine tulp- ja joongraafikuna, kus tulpadena on kujutatud kliendi tarbimine ja joonena on kujutatud keskmine tarbimine. Joonis 14 on interaktiivne - on võimalik vahetada andmete kuvamise perioode, joonisel 14 on kujutatud energia tarbimine kuude lõikes ja joonisel 15 energia tarbimine päevade lõikes. Lisaks on võimalik vaadata ajapunktis mõõdetud täpset väärtust kui tulba või joone peal hiirega hõljuda. Tabelis 2 on väljatoodud antud prototüübi plussid ja miinused.



Joonis 14. Kuine energia tarbimine koos keskmise tarbimisega



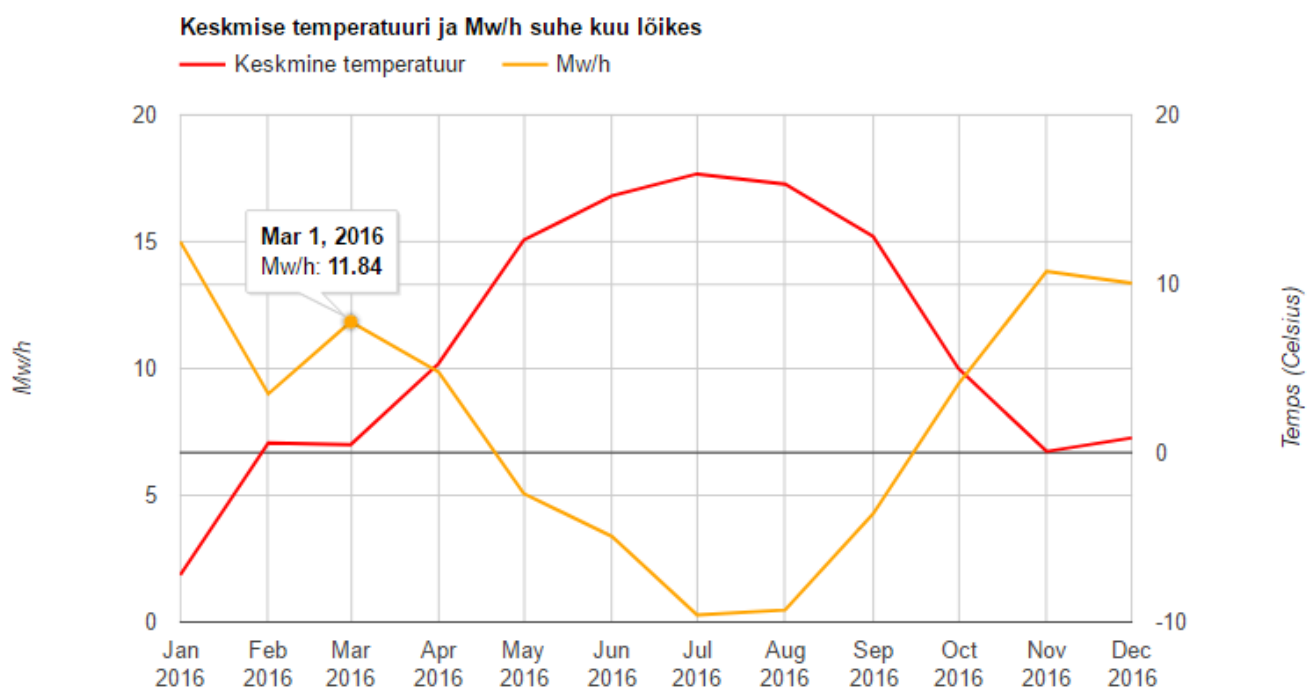
Joonis 15. Päevane energia tarbimine koos keskmise tarbimisega

Tabel 2. Plussid ja miinused tarbimise ja keskmise tarbimise võrdluse prototüübist

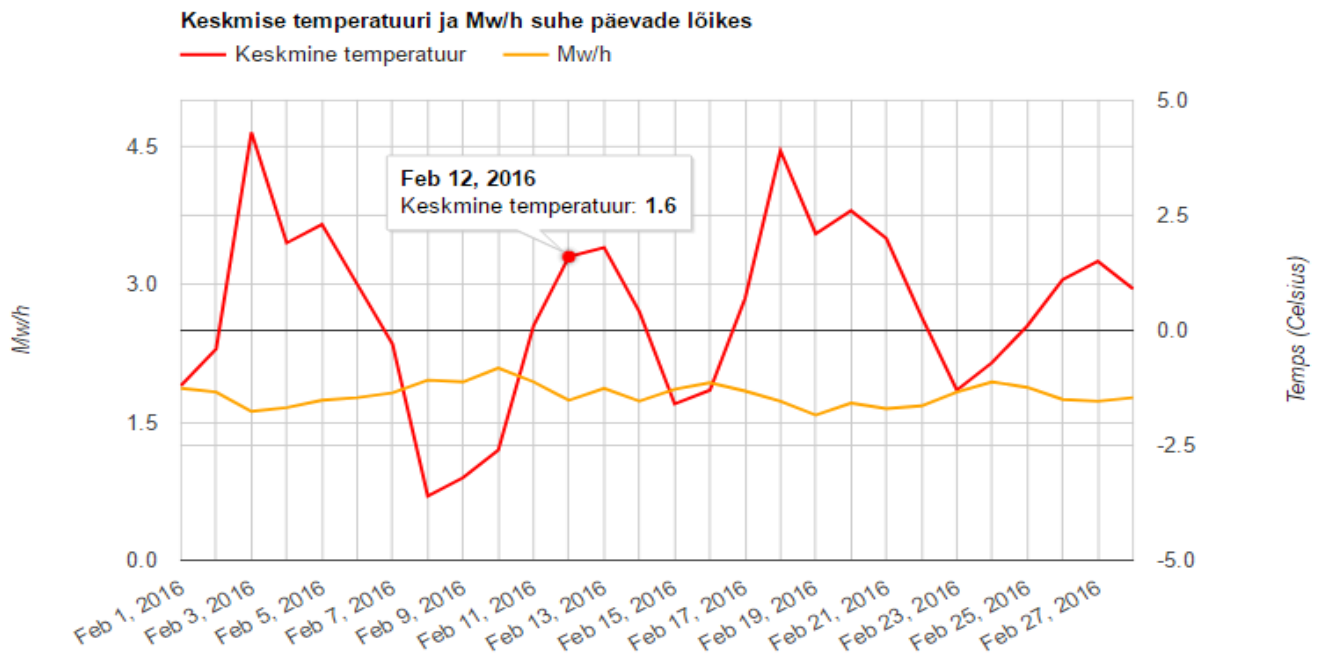
Plussid	Miinused
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tulpade kohal hõljudes on näha tarbimise/temperatuuri täpsem väärtus</li> <li>Kergesti arusaadav</li> <li>Saab muuta andmete kuvamise perioodi</li> <li>Sildid on mõistetavad</li> <li>Paneb mõtlema, kuidas tarbida keskmisest säästlikumalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Päevase energia tarbimise graafikul puhul on ajatelje punktid liiga kirjult</li> <li>Päevase energia tarbimise puhul ei ole välja toodud, mis päevaga on tegu, vaid kirjas on ainult kuupäev</li> <li>Pikk kirjeldus joone sildil</li> <li>Puudub temperatuuri joon</li> </ul>

### 3.6.2 Joongraafik keskmise temperatuuri ja tarbimise suhe

Joonisel 16 on kujutatud kahe Y-teljega joongraafikut, kus vasakpoolne telg tähistab tarbitud Mwh ja parempoolne telg tähistab temperatuuri (*celsius*). Joonised on interaktiivsed – võimalik on vaadelda tarbimisandmeid nii kuu lõikes kui ka päevade lõikes: joonis 16 ja joonis 17. Joonte kohal hiirega hõljudes on võimalik vaadelda täpsemaid ajapunktides mõõdetud väärtusi. Tabelis 3 on välja toodud antud prototüübi plussid ja miinused.



Joonis 16. Keskmise temperatuuri ja Mwh suhe kuude lõikes



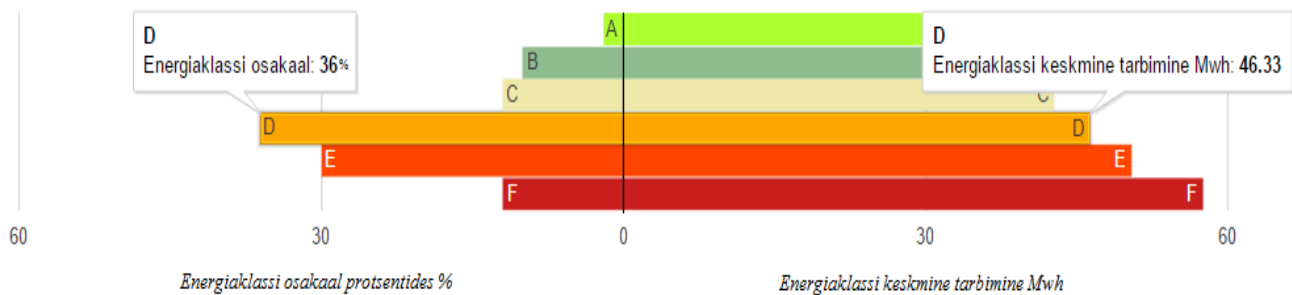
Joonis 17. Keskmise temperatuuri ja Mwh suhe päevade lõikes

Tabel 3. Keskmise temperatuuri ja Mwh suhte graafiku plussid ja miinused

Plussid	Miinused
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualiseering kuu lõikes toob hästi välja, kuidas temperatuur mõjutab tarbimist</li> <li>• Lihtne ja arusaadav</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päevade lõige ei too hästi välja keskmise temperatuuri ja Mwh suhet</li> <li>• Esmapilgul võib topelt Y-telg tekitada segadust</li> <li>• Ei ole aru saada, millist keskmist temperatuuri on mõeldud</li> </ul>

### 3.6.3 Histogramm/tulpgraafik energiaklasside võrdlusest ja kliendi kuuluvusest energiaklassi

Joonisel 18 on kujutatud energiaklasside võrdlus, kus energiaklasside osakaalude histogrammile on vastandatud energiaklasside keskmise tarbimise tulpgraafik. Igale energiaklassi osakaalu protsendile vastab sama klassi keskmine tarbimine. Energiaklassid põhinevad ehitisregistri poolt väljastatud klassidel. Hiirega tulpade kohal hõljudes kuvatakse täpsed väärtused. Tabelis 4 on välja toodud antud prototüübi plussid ja miinused.



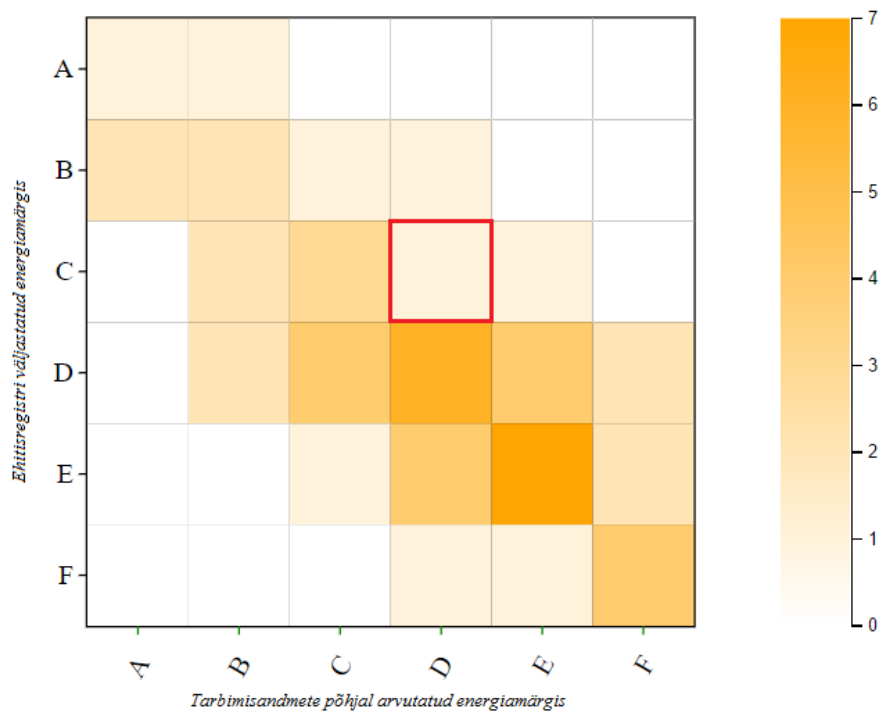
Joonis 18. Korterite jagunemine energiaklassidesse

Tabel 4. Energiaklasside võrdluse plussid ja miinused

Plussid	Miinused
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kasutaja näeb enda energiaklassi keskmist tarbimist ja saab võrrelda seda teistega</li> <li>Energiaklassid on hästi eristatavad</li> <li>Tekitab tahtmist tarbimist efektiivsemaks muuta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ei tekita klientides uusi ideid</li> <li>% - telje maksimum väärtus ei ole 100% – suureneb <i>lie factor</i></li> <li>Võib vajada lisakommentaari</li> </ul>

### 3.6.4 Maatrikgraafik energiamärgiste vastavusest

Joonisel 19 on välja toodud energiaklasside vastavus maatriksgraafikul. Kus on kujutatud ehitisregistri poolt väljastatud energiamärgiste vastavust tarbimisandmete põhjal arvutatud energiamärgistele. Energiamärgis arvutatakse aastapõhiselt. Maatriksil on valge kõige väiksem kokkulangevuse sagedus ja oranž kõige suurem. Punase joonega on ära märgitud kliendi koht maatriksil. Tabelis 5 on välja toodud antud prototüübi plussid ja miinused.



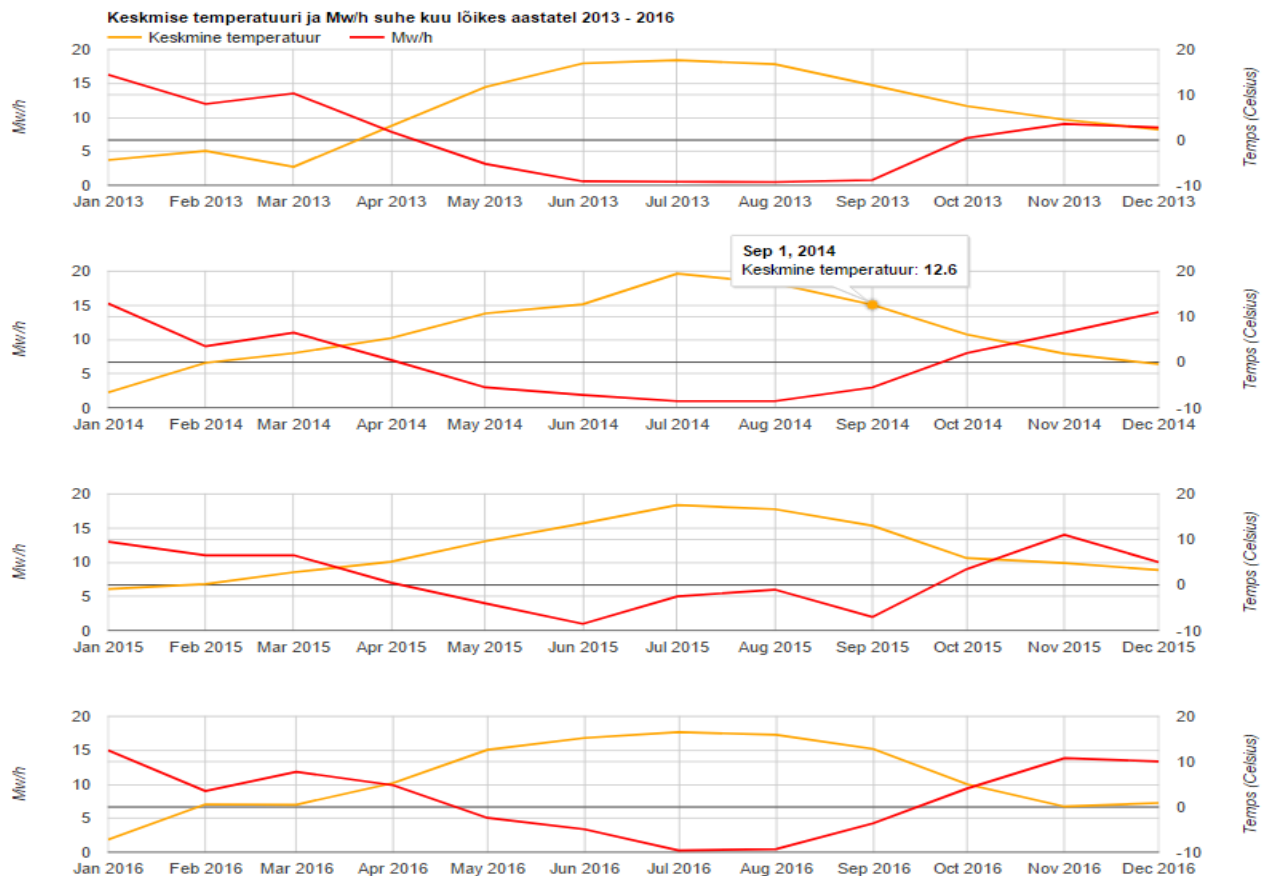
Joonis 19. Energiaklasside vastavus maatriksgraafikul

Tabel 5. Maatriksgraafikul kujutatud energiaklasside vastavuse plussid ja miinused

Plussid	Miinused
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klient näeb ära, kas ehitisregistri poolt väljastatud märgis vastab tegelikkusele</li> <li>• Annab kliendile ideid tarbimise osas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puudub interaktiivsus</li> <li>• Ei anna väga palju informatsiooni</li> <li>• Võib jääda arusaamatuks</li> <li>• Korrelatsioon on olemas, aga mitte täiuslik</li> </ul>

### 3.6.5 Small multiple tarbimise ja keskmise temperatuuri suhte joograafikutes aastatel 2013-2016

Joonisel 20 on kujutatud mitme pisipildina aastate 2013-2016 tarbimine. Iga pisipilt väljendab ühte perioodi. Kõik pisipildid on ühte tüüpi: topelt Y-teljega joograafikud, kus on kujutatud keskmist temperatuuri (*celcius*) ja tarbimise (Mwh) suhet. Vasakpoolne telg tähistab Mwh ja parempoolne telg temperatuuri (*celcius*). Tabelis 6 on välja toodud antud prototüübi plussid ja miinused.



Joonis 20. Small multiple aastate 2013-2016 tarbimine kuude lõikes


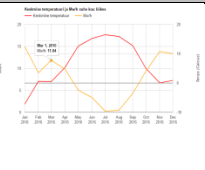

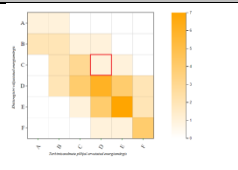
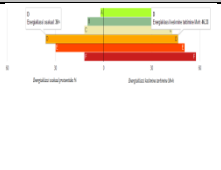
Tabel 6. Small multiple plussid ja miinused

Plussid	Miinused
<ul style="list-style-type: none"> <li>Võimalik hinnata erinevaid perioode – teha järeldusi</li> <li>Kergesti mõistetav</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puudub kogu tarbitud Mwh summa aasta kohta</li> <li>Liiga kirju</li> <li>Puudub piirkonna keskmine tarbimine</li> </ul>

## 4 Tulemuste hindamine

Antud peatükis toimub tulemuste hindamine kolmest erinevast aspektist lähtudes. Esiteks hinnatakse välja töötatud prototüüpe Tuftes visualiseerimise printsiipidest lähtuvalt. Teiseks hinnatakse tulemusi võrdlustabelis, kus vaadeldakse prototüüpide vastavust nõuetele. Kolmandaks hinnatakse tulemusi Utilitase töötajate poolt, kes annavad oma hinnangu loodud visualiseeringutele. Tabelis 7 on ära märgitud, kui võrd hästi vastab prototüüp Tuftes poolt sõnastatud printsiipidele.

Tabel 7. Võrdlustabel prototüüpide vastavusest Tuftes printsiipidele

	Tulp/ joograafik	Topelt y-teljega joograafik	Small multiples joograafikud	Maatrikgraafik	Histogramm/ tulpgraafik
<b>Chart</b>					
<i>Data-ink ratio</i>	,75	,80	,75	,90	,85
<i>Chart junk</i>	+	+	+	-	-
<i>Data Density</i>	0,43/0,98	0,26/0,61	1,5	0,83	0,24
<i>Lie factor</i>	1,03	0,83	0,5	1	0,86
<i>Design distortions</i>	-	-	-	-	+
<i>Scale Distortions</i>	-	-	-	-	-
<i>Hierarchy in graphics</i>	-	+	+	-	-



Tabelis 7 on roheline ja kollasega ära märgitud, kuidas loodud prototüüp vastab Tufte sõnastatud printsiipidele. Roheline tähendab printsiipidele vastavust ja kollane mittevastavust. *Data-ink ratio* printsiibi puhul hindas töö autor, kui suure osa moodustab andmete kuvamiseks kasutatud trükimust kogu graafiku loomiseks kasutatud trükimustast. *Chart junki* printsiibi puhul hindas töö autor, kas graafikutel esineb elemente, mis ei panusta mõeldud sõnumi selgitamisse. *Data density* puhul hindas töö autor suhet andme massiivi kirjete arvu ja graafiku suuruse vahel.  $Data\ density = \text{kirjete arv andmete massiivis} / \text{graafiku suurus}$ . *Lie factori* puhul hindas töö autor suhet graafikul kujutatud efekti suuruse ja andmetes kujutatud efekti suuruse vahel. *Design distortionsi* puhul hindas töö autor, kas andmete variatsiooni asemel näidatakse disaini variatsiooni. *Scale distortioni* puhul hindas töö autor, kas skaalad on märgitud nii, et nad tõlgendaks andmeid õigesti. *Hierarchy in graphicsi* puhul hinnati, kas graafik on disainitud nii, et sellel on vähemalt kolm vaatluse sügavust: 1. Mida nähatakse distantsilt; 2. Mida nähakse lähedalt ja üksikasjalikult; 3. Mida nähakse kaudselt – mis peitub graafiku taga.

Ükski välja töötatud prototüüpidest ei ole Tufte printsiipidest lähtudes täiuslik. Graafikutel tekkis vastuolusid Tufte printsiipidega: *chart junk*, *design distortion*, *data density* ja *hierarchy in graphics*. *Chart junki* puhul oli tegemist peamiselt mittevajamineva ruudustiku joontega, liiga tihedalt olevad teljepunktid ja pikad või üleliigsed sildid. *Data density* puhul ei ole Tufte küll kindlat väärtust välja toonud, aga viitab sellele, et see tuleks mõistlikkuse piires maksimeerida. *Hierarchy in graphicsile* ei vastanud kaks graafikut, milleks olid maatrikgraafik ja histogram/tulpgraafik. Mõlemal graafikul puudus kolmas vaadeldav sügavus – ei ütle vaatajatele, mis peitub andmete taga. Kuna Tufte printsiibide jälgimine on pigem hea tava kui kindel standard mida jälgida, siis sobivad tegelikult kõik loodud visualiseeringud klientide tarbimisandmeid esitlema.

#### **4.1 Graafikute vastavus nõuetele**

Allpool on välja toodud tabel 8, kus on toodud graafikute vastavus välja töötatud nõuetele. Kuna töös on keskendunud ainult graafikute disainile, siis on vaadatud ainult graafikute vastavust FURPSi raamistiku funktsionaalsetele ja kasutatavuse nõuetele. Roheline värv tähendab, et graafik vastab nõudele ja kollane värv tähendab, et graafik ei vasta nõudele. Tuleb silmas pidada, et kõik graafikud ei saagi kõikidele nõuetele vastata, seega on autor punasega ära märkinud need nõuded, mis ei ole graafikuga seotud.

Tabel 8. Võrdlustabeli graafikute vastavusest nõuetele

Funktsionaalsus	Tulp- joongraafik	Topelt y-teljega joongraafik	<i>Small multiples</i> joongraafik	Maatriksgraafik	Histogramm/ tulograafik
f.1(Graafiline kuju)	+	+	+	+	+
f.2(Perioodide muutmine)	+	+	-	-	-
f.3(Tarbimine ja keskmine tarbimine)	+	-	-	-	-
f.4(Perioodide võrdlemine)	-	-	+	-	-
f.5(Temp. ja Mwh ühel graafikul)	-	+	+	-	-
f.6(Interaktiivsus)	+	+	+	-	+
f.7(Telgede maksimaalne väärtus)	+	+	+	-	+
f.8(Energiamärgiste vastavus)	-	-	-	+	-
f.9(Energiaklassi kuuluvus)	-	-	-	+	+
<i>Usability</i>					
u.1(Eestikeelne)	+	+	+	+	+
u.2(Arusaadavad legendid)	+	+	+	-	-
u.3( X-telg – aeg; Y-telg – tarbimine)	+	+	+	-	-
u.4(Tarbimine Mwh)	+	+	+	-	+
u.5(Ettevõtte värv)	+	+	+	+	+
u.6(2D)	+	+	+	+	+
u.7(Mwh komakohad)	+	+	+	-	-

Joonisel 14 ja 15, kus tulp- ja joondiagrammil on kujutatud hoone tarbimine koos sama piirkonna keskmisega täitis nõudeid 80% ulatuses. Täitmata jäid nõuded f.4, f.5 ja f.9. Samuti täidab 80% ulatuses nõudeid joonisel 16 ja 17 kujutatud kahe y-teljega joongraafik, kus on kujutatud tarbitud Mwh

hulk ja keskmine temperatuur. Täitmata jäid nõuded f.3, f.4 ja f.9. Joonisel 20, kus on kujutatud *small multiple*, mis koosneb kahe y-teljega joongraafikute pisipiltidest, mis esitlevad endas tarbitud Mwh ja keskmist temperatuuri täidavad nõudeid samuti 80% ulatuses. Täitmata jäid nõuded f.2, f.3 ja f.9 Joonisel 19, kus on kujutatud maatriksgraafikut, millel esitletakse ehitisregistri poolt väljastatud ja tarbimisandmete põhjal arvatud energiamärgiste vastavust täidab nõudeid 60% ulatuses. Täitamata jäid nõuded f.2, f.6, u2 ja u.7. Joonis 18, kus on kujutatud histogrammi/tulpgraafik, milles on esitletud energiaklasside võrdlus, täidab nõudeid 72% ulatuses. Täitmata jäid nõuded f.2, u.2 ja u.5.

## **4.2 AS Utilitas Eesti töötajate hinnang prototüüpidele**

### ***Small multiples* – aastate võrdlus topelt y-teljega joongraafik**

*Small multiplesi* puhul toodi välja, et graafikud on lihtsad ja arusaadavad võrdlemiseks, meeldis ka interaktiivsus. Parandusettepanekute osas toodi välja, et hea oleks kui oleks võimalus perioode võrrelda ühel skaalal. Teiseks soovitati lisada graafiku legendi välisõhutemperatuur, kuna keskmine temperatuur võib tekitada segadusi. Samuti muudaks nemad ära x-telje pealkirja aeg asemel periood. Viimaseks toodi välja, et soojusenergia tähis oli vale – soojusenergiat mõõdetakse Mwh, mitte Mw/h.

### **Topelt Y-teljega joongraafik – keskmise temperatuuri ja tarbimise suhe kuu ja päevade lõikes**

Topelt y-teljega joongraafiku puhul toodi välja, et graafikute kujundus on hästi arusaadav ja meeldiv. Töötajatele meeldis kuudest päevadele üleminek, mis oli nende jaoks lihtne ja mugav. Ka selle graafiku juures meeldis neile interaktiivsus. Parandusettepanekute juures toodi välja, et võiks olla perioodide võrdlusfunktsioon. Keskmise temperatuuri asemel kirjutaksid nemad keskmine välisõhutemperatuur, siis oleks arusaadavam. X-telje pealkirja “aeg” nimetaksid nemad ümber perioodiks. Viimaseks toodi välja, et soojusenergia tähis on vale – soojusenergiat mõõdetakse Mwh, mitte Mw/h.

### **Tulp-joongraafik – tarbimise ja sama piirkonna keskmine tarbimine**

Tulp-joongraafiku puhul toodi välja, et graafikute kujundus on arusaadav ja lihtne. Töötajad tõid välja parandusettepanekud, kus ütlesid, et keskmine temperatuur võiks olla keskmine välisõhutemperatuur. Mainiti ära, et soojusenergia tähis on vale – soojusenergiat mõõdetakse Mwh, mitte Mw/h. Samuti muudaks nemad legende – “keskmine” on liiga üldine ja “Mustamäe piirkonna korterelamute keskmine tarbimine” on liiga spetsiifiline. X-telje pealkirja “aeg” muudaksid nemad ümber “periood”.

## Histogramm/tulpgraafik – energiaklasside võrdlus

Histogramm/tulpgraafiku puhul tõid nad välja, et joonis vajaks juurde väikest seletust või pealkirja, kuna muidu võib klientidele graafik arusaamatuks jääda. Kliendi kuuluvus energiaklassi peaks olema paremini märgistatud. Nemad sooviksid näha histogrammi, kus iga energiaklassi kohta on üks tulp. Tulpade väärtused vastavad Y – teljele, mis on %des. Sooviti, et energiaklassi tulba peal hiirega hõljudes kuvatakse nii protsent ja energiaklassi keskmine tarbimine.

## Maatrikgraafik – energiamärgise vastavus

Maatriksgraafiku puhul toodi välja, et graafikul välja toodud info võiks olla, kas lihtsalt tekstina või tabelina iseteeninduses. Sellisel kujul nemad seda ei kasutaks.

## 4.3 Järeldused

Eelnevalt hinnati autori poolt loodud prototüüpe kolmel erineval viisil: 1. Tufte'i printsiipide alusel; 2. Klientidega välja töötatud nõuete alusel; 3. Ettevõtte töötajate poolt.

Tufte printsiipide aspektist lähtuvalt täitsid printsiipe kaks graafikut: *small multiples* ja maatrikgraafik. Kumbki ei olnud küll ideaalsed, kuid vastasid kõige enam tema printsiipidele. *Small multiples*'i vigadeks olid liigne *chart junk* võrgustikjoonte ja liigsed telgede pealkirjad. Maatriksi puhul ei vastanud graafik *Hierarchy in graphics* printsiibile ehk ta ei tekitanud vaatajas seda kolmandat tasandit – mis peitub andmete taga. Tufte printsiipide puhul tuleb alati meeles pidada seda, et need ei ole kindlad nõuded vaid pigem head tavad ja soovitused, mida järgida. Seega sobiksid ka teised graafikud esitama tarbimisandmeid.

Antud töös kehtestati nõuded klientide arvamusest lähtuvalt. Ükski graafik ei täitnud autori poolt kehtestatud nõudeid 100%-lt. Põhjusteks olid järgmised asjaolud: 1. Kas google charts ei toeta antud nõuet või; 2. Otsustati nõuded realiseerida teises graafikus. Kõige enam täitsid nõudeid tulpjoongraafik, topelt y-teljega joongraafik ja *small multiples* – kõik graafikud täitsid nõudeid 80% ulatuses. Kõige vähem täitis nõudeid maatriksgraafik - 60% ulatuses. Kuna puudus piir, mille ulatuses peavad graafikud nõudeid täitma, siis autor kehtes piiriks 80%. Nõuete aspektist vaadates sobivad ainult kolm 80%-lise nõuete täitmisega graafikut.

Autor uuris ka Utilitase töötajatelt tehtud graafikuid, millele saadi väga positiivne vastukaja ning huvi nende tulemuste edasise rakendamiste kohta. Töötajate hindamisest lähtudes sobivad kõik graafikud peale maatrikgraafiku ja histogram/tulpgraafiku. Maatriksgraafiku jätaksid nemad iseteenindusest täielikult välja ja histogram/tulpgraafikut praegusel kujul nad ei kasutaks. Teiste graafikute puhul on tegemist pisimärkustega.

Seega sobiksid praegustest graafikutest iseteeninduses tarbimisandmeid kujutama tulp-joongraafik, kahe y-teljega joongraafik ja *small multiples* kahe y-teljega joongraafikutest. Muidugi tuleks ka nende puhul teha väikesed muudatused ja viia 100%-lt nõuetega vastavusse.

Autori arvates oleks võimalik rakendada kõiki loodud graafikuid iseteeninduses. Selleks tuleks, aga sisse viia vajalikud muudatused ja viia graafikud vastavusse nõuetega, printiipidega ja töötajate nõudmistega.

## 5 Kokkuvõte

Käesolev bakalaaurusetöö käsitleb AS Utilitas Eesti iseteeninduskeskkonda uute visualiseeringute prototüüpide loomist. Autor otsustas antud teema valida, kuna peale uute kaugloetavate soojusarvestite paigaldamist koerterelamutes tekkis ettevõttel võimalus pakkuda oma klientidele veelgi paremat teenust. Selleks pakuti ettevõtte poolt töö autorile välja mõelda viise, kuidas uutest kaugloetavatest mõõdikutest tulenevaid andmete tulvasid iseteeninduskeskkonnas ära kasutada. Graafikute visualiseerimiseks oli vaja leida kirjandusest tehnikad, mis sobivad aegridu väljendama. Kuna tehnikaid esines nii suur hulk, siis pidi töö autor kõigepealt välja valima sellised tehnikad, mis sobivad tarbimisandmete väljendamiseks ja mis ei ole liiga keerulised klientidele arusaamiseks.

Selleks, et saavutada töö eesmärged pidi autor tutvuma andmete visualiseerimise teemaga üldiselt ja tegema tutvust tehnikatega, mis on mõeldud aegridade esitamiseks. Aegridade esitlemistehnikatest tõi välja ta neli tehnikat, mis sobivad aegridu väljendama ja lisaks veel kaks tehnikat, mis leidsid töös kasutust. Selleks, et eesmärki täita tutvus autor ja andis lühiülevaate visualiseerimise pionieri Tufte heade tavade printsiipidest. Peale teoreetilise ülevaate andmist analüüsis autor läbiviidud intervjuusid, mille tulemusena loodi iseteenindusmoodulile nõuded. Seejärel tutvustas autor ülevaadet teooria ja nõuete põhjal loodud prototüüpidest ja tõi lühidalt välja iga prototüübi plussid ja miinused. Pikemalt võrdles ja hindas autor prototüüpe tulemuste hindamise peatükis, kus koostas kaks võrdlustabelit. Tabelite kaudu anti informatsiooni, kuidas vastavad loodud prototüübid eelpool väljatoodud printsiipidele ja nõuetele. Lisaks toodi välja Utilitas Tallinna töötajate tagasiside antud prototüüpide kohta. Peale tulemuste hindamist tegi autor vajalikud järeldused.

Töö tulemusena valmisid äravisatavad prototüübid tarbimisandmete visualiseeringutest. Visualiseeringud loodi Google Chartsi abil. Praegusel kujul sobiksid iseteenindusmoodulisse kolm viiest loodud prototüübist. Sobivateks prototüüpideks on tulp-joondiagramm, kahe y-teljega joondiagramm ja *small multiples*. Kui oleks vaja ideaalseid lahendusi tuleks graafikud viia vastavusse Tufte printsiipidega, nõuetega ja ettevõtte soovidega.

Käesolev bakalaureusetöö on kasulik AS Utilitas Eesti AS-ile, et nad saaksid antud töö põhjal analüüsida praegust iseteeninduskeskkonda ning viia sisse parandusi visualiseeringute osas.

## Summary

This current thesis focused on creating new visualizations prototypes for AS Utilitas Eesti self-service. This subject was chosen, because company has opportunity to offer their customers even better service after installing new smart meters that are capable to read the meters remotely. For this author were offered a job to figure out ways how to use the data coming form smart meters in Utilitas self-service. The best way to use the data was to visualize it. To visualize the charts, author had to find techniques from literature that would be suitable to visualize time-series data. Since there were so many techniques, author had to pick out the techniques, that were the most suitable for representing consumption information and are not too hard for customers to understand.

In order to achieve the objective of this thesis, author had to examine the visualiazation topic in general and make acquaintance with the techniques that are meant to visualize time-series data. Author introduced four techniques used to visualize time-series data and two other techniquet that found use in the thesis. In order to fulfill the objective, the author gave a brief overview of the Tufte visualization principles. After giving a theoretical overview, self-service requirements were developed. Author then presented an overview of the prototypes that were developed on the basis of the theory and established requirements. The results were evaluated thoroughly in the evaluation of the results chapter, where author composed a comparison table. The tables helped to answer how the charts met the requirements and Principes. Also Utilitas Eesti employees feedback on the prototypes were brought out in the thesis. After evaluating the results, author draw conclusions.

The result of this thesis is a disposable visualization prototypes of consumption data. Visualizations were created by using the Google Charts software. At the current state three out of five prototype would fit to the new self-service. Suitable chart prototypes are: column-line chart, line chart with two y-axis and small multiples. If ideal solutions would be required, then the solutions should match with Tufte principles, requirements and the companys wishes.

The thesis is useful for AS Utilitas Eesti, so that they can analyse the current self-service on the basis of this thesis and introduce new improvements to visualization section.

## Kasutatud kirjandus

- [1] M. Friendly, *A Brief History of Data Visualization*, Toronto: York University, 2006.
- [2] "Visually," [Online]. Available: <https://visual.ly/m/history-of-data-visualization/>. [Accessed 30 April 2017].
- [3] R. Spence, *Information Visualization: Design for Interaction.*, New Jersey: Prentice-Hall, 2007.
- [4] B. H. McCormick, T. A. DeFanti and B. M. D, *Visualization in Scientific Computing*, Berlin: Springer , 2016.
- [5] W. Aigner, S. Miksch, H. Schumann and C. Tominski, *Visualization of Time-Oriented Data*, London: Springer, 2011.
- [6] M. Khan and S. s. Khan, "Data and Information Visualization Methods, and Interactive Mechanisms: A Survey," *International Journal of Computer Applications*, 2011.
- [7] "Developers.google.com," Google, [Online]. Available: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery/linechart>. [Accessed 10 May 2017].
- [8] Adobe Systems Incorporated, *Adobe® Flex® 3 Advanced Data Visualization Guide*, California: Adobe Systems Incorporated, 2008.
- [9] "Everydayanalytics," [Online]. Available: [http://www.everydayanalytics.ca/2014\\_08\\_01\\_archive.html](http://www.everydayanalytics.ca/2014_08_01_archive.html). [Accessed 10 May 2017].
- [10] Z. Gemignani, "Juiceanalytics," [Online]. Available: <http://www.juiceanalytics.com/writing/better-know-visualization-small-multiples>. [Accessed 10 May 2017].
- [11] D. M. Dziuda, *Data Mining for Genomics and Proteomics: Analysis of Gene and Protein Expression Data.*, Hoboken, NJ: Wiley. doi, 2010.
- [12] L. Wilkinson and M. Friendly, "Taylor & Francis Online," [Online]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1198/tas.2009.0033>. [Accessed 10 May 2017].
- [13] S. Raschka, "Packtpub," [Online]. Available: <https://www.packtpub.com/books/content/creating-your-first-heat-map-r>. [Accessed 10 May 2017].
- [14] "syg.edu.ee," [Online]. Available: [http://syg.edu.ee/~peil/ut\\_alused/arvdiagrammid.html#Histogramm](http://syg.edu.ee/~peil/ut_alused/arvdiagrammid.html#Histogramm). [Accessed 5 May 2017].
- [15] "Saferpak," [Online]. Available: [http://www.saferpak.com/histogram\\_articles/howto\\_histogram.pdf](http://www.saferpak.com/histogram_articles/howto_histogram.pdf).



[Accessed 5 May 2017].

- [16] "ph.emu.ee," [Online]. Available: [http://ph.emu.ee/~ktanel/joonised\\_excelis/joonis1.php](http://ph.emu.ee/~ktanel/joonised_excelis/joonis1.php). [Accessed 10 May 2017].
- [17] E. R. Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information*, Connecticut: Graphics Press, 2001.
- [18] "Maurus.ttu.ee," [Online]. Available: <http://maurus.ttu.ee/sts/wp-content/uploads/2011/10/S%C3%BCsteemi-n%C3%B5uete-esiletoomine-ja-anal%C3%BC%C3%BCs.pdf>. [Accessed 3 May 2017].
- [19] S. Murray, *Interactive Data Visualization*, California: O'Reilly Media, 2013.