

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Kuldar Rosenberg 211576IAAM

**Ettevõtte arhitektuuri muutmise metoodika rakenduste
pilve migreerimiseks *IBM SPSS Modeler*'i näitel**

Magistritöö

Juhendaja: Alari Krist
MSc

Tallinn 2024

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: Kuldar Rosenberg

03.01.2024

Annotatsioon

Ettevõtte arhitektuuri muutmise meetodika rakenduste pilve migreerimiseks *IBM SPSS Modeler*'i näitel

Pilvearhitektuuri oskuslik rakendamine ettevõttes võimaldab pakkuda kliendile suuremat väärtust vähemate kuludega. Ettevõtte olemasolevate rakenduste pilvelahendusele migreerimine on aga keerukas protsess, mis mõjutab ettevõtte arhitektuuri erinevaid aspekte.

Magistritöö eesmärk on koostada käsitletud finantsettevõtte jaoks meetodika, mille järgimine toetab rakenduste poolt pakutava funktsionaalsuse tagamist pilvetehnoloogiat ära kasutades. Ettevõtte suundadest ning väärtustest lähtumiseks kaardistati ettevõtte strateegia ning ärimudel. Kohandatava alusmeetodika valimiseks kirjeldati olemasolevaid teaduslikus kirjanduses leiduvaid meetodikaid.

Töö tulemuste saavutamiseks kohandati valitud alusmeetodikat ettevõtte eripärade ning väärtustega. Kohandatud meetodikat rakendati magistritöö koostamise ajal ettevõttes käimasoleva rakenduse pilvelahendusele migreerimisprotsessi toetamiseks.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 46 leheküljel, 8 peatükki, 15 joonist, 2 tabelit.

Abstract

Methods to Change Enterprise Architecture to Migrate Application to Cloud Solutions Based on Example of IBM SPSS Modeler

This thesis is based on Financial Institution that has strong technical infrastructure and is willing to leverage cloud technologies in order to achieve its strategic goals. Migrating existing applications from on-premise to cloud is complex process that has effect on multiple aspects of Enterprise Architecture and related business processes.

The aim of this thesis is to describe a method on how to change Enterprise Architecture in order to migrate on-premise applications to cloud solutions. Goal of the method is to assist the financial institution on future cloud migration projects. Developed method must be aligned with general directions and values of the financial institution. For this, enterprise strategy and business model is described.

This thesis describes different cloud migration strategies and existing methods to implement them. Different existing methods focus on different aspects of the Enterprise Architecture and are not suitable for every business. From these methods, one is chosen as a basis to modify in accordance to financial institution needs.

Developed method is validated on an on-going cloud migration process of existing on-premise software application. During validation, current application and its usage is described, cloud solution is chosen to provide the same business value, Enterprise Architecture is mapped out and future technical landscape is designed.

The thesis is written in Estonian and is 46 pages long, including 8 chapters, 15 figures and 2 tables.

Lühendite kirjeldus

BYOK	<i>Bring Your Own Key</i> , too oma enda võti
API	<i>Application Programming Interface</i> , rakendustarkvara liides
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> , tõrgetevaheline aeg
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> , tõrgete likvideerimiseks kuluv aeg
SaaS	<i>Software as a Service</i> , rakendus teenusena
PaaS	<i>Platform as a Service</i> , platvorm teenusena
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i> , infrastruktuur teenusena
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i> , USA riiklik standardite ja tehnoloogia instituut
IT	Infotehnoloogia
ITDG	<i>IT demand governance</i> , infotehnoloogia nõuete valitsemine
ITSG	<i>IT supply-side governance</i> , infotehnoloogia pakkumuse valitsemine

Sisukord

Jooniste loetelu	9
Tabelite loetelu	10
Sissejuhatus	11
1 Probleemi püstitus ja magistritöö eesmärk	13
1.1 Probleem	13
1.2 Aktuaalsus	13
1.3 Eesmärk	14
1.4 Oodatavad töö tulemused	14
1.5 Magistritöö skoop ja autori roll	14
2 Pilvearhitektuuri lahendused kirjanduse põhjal	16
2.1 Pilvearhitektuuri eripära	16
2.2 Erinevate pilvelahenduste teenusmodelite võrdlus	16
2.2.1 SaaS	17
2.2.2 PaaS	17
2.2.3 IaaS	17
2.3 Pilvelahenduste eripärad	18
2.3.1 Hind	18
2.3.2 Skaleeritavus	18
2.3.3 Turvalisus	19
2.4 Kaasnevad riskid	19
2.4.1 Andmete turvalisus	20
2.4.2 Kättesaadavus	20
2.4.3 Ühilduvus teiste teenustega	20
2.4.4 Mittetaotluslik kasutus	21
3 Metodoloogia	22
3.1 Ettevõtte strateegia kaardistamine	22
3.2 Olemasoleva teadusliku kirjanduse kaardistamine	22
3.3 Metoodika kohandamine	22
3.4 Kohandatud metoodika rakendamine	23
4 Ettevõtte taust ja strateegiline vaade	24
4.1 Ettevõtte ja selle äritegevus	24
4.2 Ettevõtte strateegia	24
4.3 Ärimudel	25
5 Olemasolevate metoodikate kirjeldus kirjanduse põhjal	27
5.1 Rakenduse pilvelahendusele migreerimise strateegiad	27

5.1.1	Mujalkäitamine	27
5.1.2	Ümberplatvormimine	28
5.1.3	Uuestiostmine	28
5.1.4	Refaktoreerimine	28
5.1.5	Mahakandmine	28
5.1.6	Allesjätmine	29
5.1.7	Järeldused ja kasutatavus magistritöö jaoks	29
5.2	Alusmetoodikate kirjeldus ja võrdlus	29
5.2.1	Pilvemigratsiooni võrdlusmudel	29
5.2.2	<i>Cloudstep</i>	30
5.2.3	Üldistatud metoodika	33
5.3	Metoodikate võrdlus	35
6	Metoodika kohandamine	37
6.1	AS-IS olukorra kaardistamine	37
6.2	Regulatsioonid	37
6.3	Valitsemine	38
6.3.1	Mujalkäitamine ja ümberplatvormimine	38
6.3.2	Uuestiostmine	38
6.3.3	Refaktoreerimine	38
6.4	Ettevõtte arhitektuur	39
6.5	Teenuse haldus	41
6.5.1	Haldusprotsessid	41
6.6	Tehniline arhitektuur	41
6.7	Lõplik metoodika	42
7	Metoodika rakendamine <i>IBM SPSS Modeler</i> 'i migreerimiseks <i>IBM CP4D</i> pilve- platvormile	43
7.1	AS-IS olukorra kirjeldus	43
7.2	Regulatsioonid ja piirangud	44
7.3	Valitsemine	45
7.4	Metoodika rakendamise lõpptulemus	45
7.5	Ettevõtte arhitektuur	45
7.5.1	Motivatsiooni- ning strateegiamudel	45
7.5.2	Väärtusvoog	47
7.5.3	Võimekuste kaart	48
7.5.4	Äriprotsessi mudel	49
7.6	Tehniline arhitektuur	50
7.6.1	Komponentdiagramm	51
7.6.2	Evitusdiagramm	52
8	Edasised tegevused	54

8.1	Teenuse haldus	54
8.1.1	Kasutajate ja kasutajaõiguste haldus	54
8.1.2	Rakenduse haldus ning monitoorimine	54
8.2	Ülemineku planeerimine	55
8.2.1	Kasutajate koolitus	55
8.2.2	Sisu üleviimine	55
8.2.3	Olemasoleva rakenduse sulgemine	55
	Kokkuvõte	56
	Kasutatud kirjandus	58
	Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	62

Jooniste loetelu

Joonis 1	Arvutusvõimsuse muutumine vastavalt kasutusvajadusele (autori koostatud [4] põhjal)	19
Joonis 2	Rakenduse migreerimise strateegiad: "6 R'i" (autori koostatud [20] põhjal)	27
Joonis 3	Pilve migratsiooni võrdlusmudel (autori koostatud [22] põhjal)	30
Joonis 4	Cloudstep protsessi töövoog (autori koostatud [24] põhjal)	31
Joonis 5	Piirangute kaardistus (autori koostatud [24] põhjal)	32
Joonis 6	Raamistiku etapid (autori koostatud [27] põhjal)	34
Joonis 7	Kohandatud meetodika rakenduste pilvelahendusele migreerimiseks (autori koostatud)	42
Joonis 8	<i>IBM SPSS Modeler</i> rakenduse komponentmudel (autori koostatud)	44
Joonis 9	Ettevõtte motivatsiooni- ning strateegiamudel <i>IBM SPSS Modeler</i> rakenduse migreerimiseks pilvelahendusele (autori koostatud)	47
Joonis 10	Andmevoo mudelipõhise äriteenuse väärtusvoog (autori koostatud)	48
Joonis 11	<i>IBM CP4D</i> planeeritud võimekuste soojuskaart (autori koostatud)	49
Joonis 12	Ärivate vajaduste rahuldamine andmevoo mudeli abil <i>IBM CP4D</i> pilveplatvormil (autori koostatud)	50
Joonis 13	<i>Red Hat Openshift</i> klasterarhitektuur (autori koostatud [38] põhjal)	51
Joonis 14	<i>IBM CP4D</i> planeeritud komponentdiagramm (autori koostatud)	52
Joonis 15	<i>IBM CP4D</i> planeeritud evitusdiagramm (autori koostatud)	53

Tabelite loetelu

Tabel 1 Rakenduste arhitektuuride eripärad (autori koostatud [1] põhjal)	16
Tabel 2 Mudelite otsustustabel (autori koostatud)	39

Sissejuhatus

Pilvelahenduste kasutamine võimaldab rakenduste ning tehniliste platvormide abil toetada ettevõtet ärilike eesmärkide saavutamisel. Käesolevas magistritöös käsitletud finantsettevõttes on kasutusel hulgaliselt lokaalseid rakendusi, mille pilveplatvormil jooksumine annaks lisandväärtust. Rakenduse pilvelahendusele migreerimine mõjutab lisaks tehnilise arhitektuuri muutumisele ka ettevõtte arhitektuuri ning äriprotsesse.

Käesoleva magistritöö eesmärk on luua töös käsitletud ettevõttele ühtne metoodika ettevõtte arhitektuuri muutmiseks, mis toetaks mistahes olemasoleva rakenduse migreerimist pilvelahendusele. Loodav metoodika lähtub konkreetse ettevõtte eripäradest, kuid on kasutatav ka teistes sama tüüpi ettevõtetes.

Töös kaardistatakse ettevõtte strateegia ning väärtused, et loodav metoodika vastaks ettevõtte suundadele ning eesmärkidele. Lisaks uuritakse teadusliku kirjanduse alusel olemasolevaid pilvelahenduse migreerimise metoodikaid, et leida sobiv alusmetoodika, mida vastavalt ettevõttele kohandada. Töö tulemusena luuakse metoodika, mis oleks kasutatav ettevõtte erinevate rakenduspõhiste teenuste omanike poolt olemasolevate rakenduste pilvelahendusele migreerimiseks. Loodava metoodika koostamisel lähtutakse põhimõttest, et see ei sõltuks rakenduse tehnilisest arhitektuurist ning oleks rakendatav nii majasiseselt arendatud kui sisseostetud rakenduste korral. Koostatud metoodikat rakendatakse magistritöö kirjutamise ajal käimasoleva rakenduse pilvelahendusele migreerimise projekti toetamiseks.

Magistritöö koosneb kaheksast peatükist:

- Esimeses peatükis kirjeldatakse probleemi olemust, aktuaalsust, töö eesmärke, oodatavaid tulemusi. Lisaks defineeritakse magistritöö skoop ning autori roll;
- Teises peatükis kirjeldatakse pilvearhitektuuri olemust, eripärasid ning kaasnevaid riske;
- Kolmandas peatükis kirjeldatakse eelnevalt püstitatud eesmärgi saavutamiseks kasutatud metodoloogiat ning põhjendatakse selle valikut;
- Neljandas peatükis luuakse ülevaade ettevõtte taustast, strateegiast, väärtustest ning ärimudelidest;
- Viiendas peatükis kaardistatakse pilvelahendusele migreerimise strateegiad ning võrreldakse kolme migreerimise metoodikat. Lisaks võrreldakse metoodikaid ning

valitakse üks alusmetoodika ettevõttele kohandamiseks;

- Kuuendas peatükis kohandatakse valitud alusmetoodika vastavalt ettevõtte olemusele ning strateegiatele;
- Seitsmendas peatükis rakendatakse koostatud metoodikat rakenduse pilvelahendusele migreerimiseks;
- Kaheksandas peatükis kirjeldatakse edasised tegevused, mida rakenduse migreerimise edukaks lõpetamiseks veel vaja teostada on.

Magistritöö autor avaldab tänud juhendajale Alari Kristile.

1. Probleemi püstitus ja magistritöö eesmärk

Selles peatükis kirjeldatakse magistritöös käsitletava probleemi olemust, aktuaalsust ning eesmärki. Lisaks püstitatakse magistritööle oodatavad tulemused ning kirjeldatakse magistritöö skoop koos autori rolliga.

1.1 Probleem

Käesolevas töös kajastatud finantsettevõttes on kasutusel hulgaliselt tarkvaralahendusi, millest suur osa on kolmandatelt osapooltelt sisseostetud. Kuigi teatud hulk rakendusi on magistritöö kirjutamise hetkeks juba pilvelahendustel, on rakenduste migreerimise protsessi eestvedamine eraldiseisev projekt, mistõttu ei kandu ühe rakenduse migreerimisega kaasnevad mured ning võidud täielikult üle järgmistele migreeritavatele rakendustele. Nii ettevõttevälistest mõjutustest kui ka ettevõtte strateegiast tulenevatest eesmärkidest lähtuvalt on suund minna üle pilvepõhiste tarkvaralahendustele. See loob **vajaduse ühtse metoodika jaoks rakenduste migreerimiseks**, mida saaks kasutada kõik teenuste omanikud, et see protsess sujuvalt kulgeks ning selle käigus õigeid otsuseid vastu võetaks.

Ühtse metoodika puudumine põhjustab mitmeid negatiivseid ärilisi ilminguid. Rakenduse pilvelahenduse migreerimise projekt on oma keeruka olemuse tõttu kulukas nii:

- ajaliselt,
- rahaliselt,
- vajamineva tööjõu poolest.

Lisaks toetavad rakenduse migreerimist tihtipeale olemasoleva rakenduse haldurid ning administraatorid, mis võtab ressursi kasutajate probleemide lahendamisel ning omakorda mõjub negatiivselt kasutajakogemusele. Seetõttu on oluline, et rakenduse migreerimise planeerimine ning läbiviimine toimuks võimalikult efektiivselt.

1.2 Aktuaalsus

Mitmed suured tarkvaratootjad, kelle pakutavad tarkvaralahendused on olnud varasemalt ainult ettevõtte halduses olevates arvutuskeskustes käitatavad (*on-premise*), pakuvad täna alternatiivi pilvelahenduste näol. Seda, kas alternatiivsete (üks-ühele sama või sarnase funktsionaalsusega) toodete näol või konkreetselt sama toodet teise tehnilise arhitektuuriga.

Samal ajal survestavad need samad tarkvaratootjad oma kliente kasutama pilvearhitektuuril olevaid lahendusi. Selline survestamine võib välja näha kas funktsionaalsuse piiramisena lokaalselt kasutataval rakendusel (näiteks uue funktsionaalsuse arendamisega ainult pilvelahendusel asuvasse rakendusse) või lokaalselt kasutatava tarkvaralahenduse toe täieliku lõpetamisega.

Selline surve sunnib teenuseomanikke ennatlikult juba üksnes tarkvara elutsükli halduse tagamiseks pilvelahendustele kolimise peale mõtlema. Iga rakenduse migreerimine on omaette projekt, millega hiljaksjäämine võib põhjustada lisakulutusi või tõrkeid teenuste ülalhoius.

1.3 Eesmärk

Käesoleva töö eesmärk on luua metoodika töös käsitletava ettevõtte olemasolevate lokaalsete tarkvaralahenduste migreerimiseks alternatiivsetele pilvearhitektuuril olevatele lahendustele. Lokaalseteks tarkvaralahendusteks loeb autor nii lõppkasutaja töomasinasse paigaldatud tarkvara kui ka ettevõtte arvutuskeskustes jooksuatavaid teenuseid.

Metoodika loomiseks võetakse aluseks varasemalt teadustöodes kirjeldatud metoodikad, millest üks kohandatakse ettevõttele sobivaks lähtudes ettevõtte strateegiatest, suundadest ning IT-maastikust.

Koostatav metoodika hakkab toetama teenuseomanikke rakenduste migreerimisel kogu protsessi vältel. Kuigi tarkvaratootjatel on oma kindel nägemus, kuidas nende teenused kõige paremini pilvelahendustel töötavad, ei pruugi see ettevõtte vaatenurgast alati sobiv olla. Metoodika aitab hoida fookust äriolulisel väärtusel ning ettevõtte üldisel strateegial alates migreerimise planeerimisest kuni selle elluviimise järgse igapäevase halduseni.

1.4 Oodatavad töö tulemused

Magistritöö käigus kirjeldatakse rakenduste pilvelahendustele migreerimise metoodika, mis oleks rakendatav mistahes olemasoleva majasiseselt ülalpeetava tarkvaralahenduse korral. Metoodika on üldine raamistik, mistõttu võib selle rakendamine erineva ülesehitusega rakenduste korral erineda.

1.5 Magistritöö skoop ja autori roll

Magistritöö käigus täidab autor nii süsteemiarhitekti kui ka ärianalüütiku rolli.

Käesoleva magistritöö skoobis on järgnevad tegevused:

- Ettevõtte strateegia kaardistamine
- Olemasolevate meetodikate kaardistamine
- Ühe alusmetoodika kohandamine vastavalt ettevõttele
- Olemasoleva migreeritava rakenduse ülesehituse kirjeldamine
- Loodud meetoodika rakendamine rakenduse pilvelahendusele migreerimiseks, sealhulgas
 - Regulatsioonide ning piirangute ülevaade
 - Valitsemise kirjeldamine
 - Ettevõtte arhitektuuri kirjeldamine
 - Tehnilise arhitektuuri loomine
 - Protsesside kaardistamine
- Edasiste tegevuste kaardistamine

Magistritöö skoopi ei kuulu järgmised tegevused:

- Seotud regulatsioonide ja seaduste detailne kaardistamine
- Rakenduse migreerimise keerukuse ning kulukuse hindamine
- Ettevõttesiseste infoturbestandardite kaardistamine
- Pilveteenuste pakujate sobivuse hinnang ning võrdlus

2. Pilvearhitektuuri lahendused kirjanduse põhjal

Käesolevas peatükis kirjeldatakse pilvelahenduse olemust, rakenduste pilvearhitektuuri eripära, pilvelahendustega kaasnevaid eeliseid kui ka riske.

2.1 Pilvearhitektuuri eripära

Traditsioonilisele monoliitarhitektuurile ehitatud rakendused ei suuda ära kasutada mitmeid pilvelahenduse pakutavaid eeliseid.

Seetõttu kasutatakse pilvelahendusatele mõeldud rakenduste loomisel teisi põhimõtteid. Põhimõtete erinevused on välja toodud tabelis 1[1].

Tabel 1. Rakenduste arhitektuuride eripärad (autori koostatud [1] põhjal)

Traditsiooniline	Pilvearhitektuur
Monoliitne	Erinevateks osadeks lahkulöödud
Ennustatav skaleeritavus	Paindlik skaleeritavus
Relatsiooniline andmebaas	Erinevat tüüpi püsimalud
Sünkroonne andmetöötlus	Asünkroonne andmetöötlus
Tõrkeid vältiv disain (MTBF)	Tõrkeid haldav disain (MTTR)
Harvad suured uuendused	Sagedased väiksed uuendused
Manuaalne hallatavus	Automatiseeritud enesehaldus
Lumehelbe disainil serverid	Muutumatu infrastruktuur

2.2 Erinevate pilvelahenduste teenusmodelite võrdlus

Pilvelahenduste teenusmodelite peamiseks erinevuseks on pilveteenusepakkuja poolt hallatavad infrastruktuuri ning rakenduse komponendid. Olulisemate teenusmodelite hulka kuuluvad rakendus teenusena (*Software as a Service, SaaS*), platvorm teenusena (*Platform as a Service, PaaS*) ning infrastruktuur teenusena (*Infrastructure as a Service, IaaS*)[2]. Erinevad teenusmodelid võimaldavad kliendil valida enda vajadustele vastava pakkumise.

2.2.1 SaaS

Tarkvara teenusena võimaldab kliendil kasutada pilveteenusepakkuja poolt pakutavat pilvelahendusel jooksutatavat rakendust. Selle mudeli juures puudub kliendil kontroll pilveinfrastruktuuri üle ning rakenduse kasutamine toimub enamasti läbi veebiliidese. Rakenduse kohandamine ning seadistamine vastavalt kliendi soovidele on võimaldatud ainult rakenduse enda funktsionaalsuse ulatuses.[2]

Kliendile tähendab see teenusmudel väikest rakenduse halduskoormust, kusjuures kogu infrastruktuuri haldus on teenusepakkuja vastutuseks. Tarkvara teenusena mudel on sobiv juhul kui vajaminev funktsionaalsus on olemasoleva rakenduse poolt pakutud ning kasutajal puudub vajadus muudatuste või lisaarenduste järele. Lisaks sobib see mudel hästi klientidele, kelle tehniline võimekus on väiksem.

2.2.2 PaaS

Platvorm teenusena mudel võimaldab kliendil jooksutada majasiseselt arendatud ning muid sisseostetud rakendusi pilveteenusepakkuja infrastruktuuril. Piiranguks on asjaolu, et jooksutatavate rakenduste kasutatavad tehnoloogiad peavad olema toetatud teenusepakkuja poolt. Kliendi kontroll pilveplatvormi infrastruktuuri üle piirdub rakendusi käitava keskkonna seadistamisega, kuid rakenduste haldus ning administreerimine on täielikult kliendi käes.[2]

Platvorm teenusena on sobiv olukorras, kus klient soovib pilveplatvormil enda arendatud rakendust jooksutada ilma, et peaks haldama kogu vajalikku infrastruktuuri. Lisaks on võimalik selle mudeliga jooksutada muid sisseostetud rakendusi kliendi poolt valitud pilveteenusepakkuja juures.

2.2.3 IaaS

Infrastruktuur teenusena võimaldab kliendil valida ning seadistada arvutusvõimsust, andmekandjaid, võrku ning muid rakenduste jooksutamiseks vajaminevaid komponente. Lisaks on kliendil teatav kontroll operatsioonisüsteemide üle.[2]

See võimaldab kliendil vähendada vajadust majasisese riistvara järele, kuid säilitab rakenduskeskkondade üle kontrolli. Infrastruktuur teenusena on sobiv kui klient soovib omada pilvekeskkonna üle võimalikult suurt kontrolli või kui jooksutatavad rakendused ei ole pilvearhitektuurile kohandatud.

2.3 Pilvelahenduste eripärad

Pilvelahenduste eripärad toovad kaasa hulganisti eeliseid traditsioonilise arvutuskeskuse ning serveripargi ees. Eelised võivad kajastuda nii odavamas hinnas kui ka osutatud teenuse kvaliteedis.

2.3.1 Hind

Pilvelahenduste oskuslik rakendamine aitab vähendada rakenduse jooksumisega seotud kulusid võrreldes ettevõtte arvutuskeskuste kasutamisega. Suuremad pilveteenuste pakkujad pakuvad võimalust hinnastada infrastruktuurikulud vastavalt reaalsele kasutusele. Klassikalise arvutuskeskuse ülesehituses on arvutusressurss fikseeritud ning selle juurdehankimine on küll ühekordne, kuid arvestatavat kulu, millele lisanduvad ka riistvara halduskulud. Juhul kui ressursivajadus väheneb, siis seisab soetatud riistvara kasutuseta.[3]

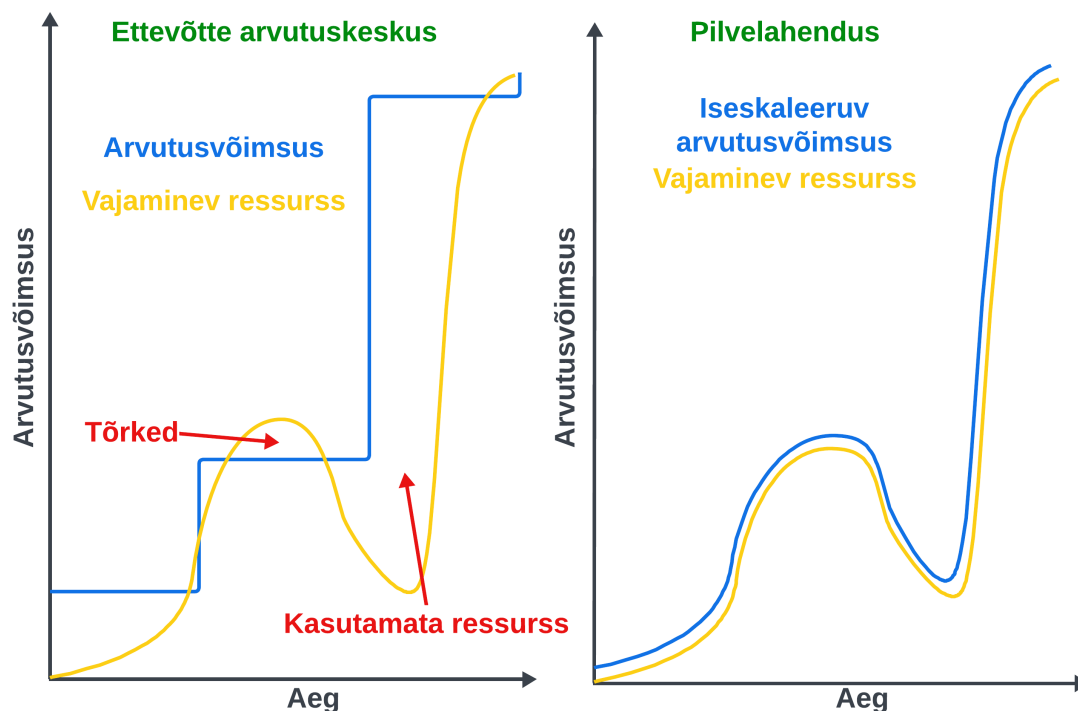
Olukorras, kus ressursivajadus on etteennustatav, on võimalik pilvekeskkonnas reserveerida arvutusjõudlust konkreetseks ajaperioodiks. Sellisel juhul on arvutusjõudluse hind soodsam ühiku kohta, kuid selle kasutamatajätmine on tühi kulu. Teisalt on võimalik kerge vaevaga mittevajalikuks osutunud ressursist lahti öelda.[3]

Pilvelahendusel oleva teenuse tööshoidmine nõuab vähem tööjõudu võrreldes sama teenusega klassikalises arvutuskeskuses. Lisaks arvutuskeskuse enda tööshoidmisega seotud kuludega on kokkuhoid ka serverite administreerimise ja haldamise pealt. See võimaldab ettevõtte tehnilist kompetentsi rakendada muude äriväärtust pakkuvate tegevuste juures.[3]

2.3.2 Skaleeritavus

Pilvelahendused võimaldavad vähese vaevaga teenustele arvutusjõudlust juurde lisada või seda vähendada. See parandab teenuse kvaliteeti ning lihtsustab teenuse tehnilise ülesehituse planeerimist. Suurema koormusega aegadel saab lasta pilveplatvormil rakenduse jaoks rohkem ressursi eraldada, et teenuse kättesaadavust ning kasutajakogemust parandada. Teisalt kui rakenduse kasutajaid on vähe, saab riistvaralist ressursi vähendada, mis omakorda vähendab ka pilveteenuse kulusid.[3]

Joonisel 1 on kujutatud rakendusele eraldatud arvutusvõimsus võrreldes lokaalse arvutuskeskuse ning pilvelahendusega[4].



Joonis 1. Arvutusvõimsuse muutumine vastavalt kasutusvajadusele (autori koostatud [4] põhjal)

2.3.3 Turvalisus

Paljud ettevõtted on pilvelahenduste kasutuselevõtmise osas skeptilised peamiselt vähese usalduse tõttu pilveteenusepakkuja turvalisuse osas. Pilveteenuse funktsionaalsusest kasusaamine eeldab tundliku või koguni salastatud andmete hoiustamist pilveplatvormil. [5]

Peamised sihtmärgid küberrünnakute osas on suuresti ettevõtete-sisesed arvutuskeskused, sest nende ülesehitus on pahatahtlike aktorite jaoks tuttavam. Viimastel aastatel on aga ka küberkurjategijate pädevused pilveplatvormide osas kasvanud, mistõttu võib eeldada, et pilveplatvormide turvaintsidentide arv samuti suureneb. Peamine põhjus pilveplatvormi haavatavuste ära kasutamisel on vead keskkondade seadistamises. Seetõttu on oluline tarbijal arendada vajalikku kompetentsi pilvelahenduste oskuslikuks rakendamiseks. [6]

2.4 Kaasnevad riskid

Pilvelahenduste kasutamine tähendab ettevõtte jaoks osa tehnilise maastiku sisseostmist kolmandatelt osapooltelt, mistõttu kaob selle üle täielik kontroll. Kontrolli kaotamine

toob aga omakorda esile uued riskid, mida saab maandada oskusliku pilvearhitektuuri rakendamise ja pilveteenusepakkuja teenustasemelepetega.

2.4.1 Andmete turvalisus

Andmete turvalisus ning privaatsus on üheks pilvelahendustele ülemineku suurimaks murekohaks. Pilvelahenduse eripärast tulenevalt on erinevate kasutajate andmed hoiustatud samal füüsilisel infrastruktuuril, mistõttu on äärmiselt oluline tugev autoriseerimiskiht andmetele ligipääsemiseks. Andmete turvaliseks hoiustamiseks kasutatakse nende krüpteerimist, mida saab teostada enne andmete pilveserverisse saatmist. [7]

Vastavalt rakenduse eripärale võib olla aga vajalik andmete krüpteerimata kujul töötlemine pilveplatvormil. See tähendab, et andmete krüpteerimine ning dešifreerimine toimub väljaspool ettevõtte infrastruktuuri. Selleks, et klient saaks omada kontrolli selle protsessi üle, on kliendil võimalik hallata salajast võtit ise. Sellist lahendust nimetatakse *Bring Your Own Key* (too oma enda võti) ehk *BYOK*. [8]

2.4.2 Kättesaadavus

Pilvelahendustel jooksuputatavate rakenduste kasutamine eeldab pilveteenusepakkuja infrastruktuuri kättesaadavust, mille üle puudub kliendil kontroll. See omakorda toob kaasa riski, mida saab maandada pilveplatvormi teenustasemelepetega. Mitmed pilveteenuse osutajad pakuvad kättesaadavuse langedes kliendile krediiti[9][10], kusjuures lubatud kättesaadavus ulatub mõne teenuse puhul koguni 99,999 protsendini[11].

Pilvearhitektuuri eripäraks on asjaolu, et rakendused ei pea olema seotud konkreetse arvutuskeskusega, vaid neid võib jooksuputada erinevates füüsilistes asukohtades. Selline hajutamine aitab kaasa kättesaadavusele võrreldes ettevõtte ühe või mõne arvutuskeskusega. Kliendile kohalduvatest regulatsioonidest tulenevalt võib olla nõutud, et andmed on konkreetsetes geograafilistes piirkonnas (näiteks Euroopa Liit) ning selle jaoks pakuvad ka pilveteenuse osutajad võimalust rakendust jooksuputada ainult konkreetses regioonis asuvates arvutuskeskustes.[12]

2.4.3 Ühilduvus teiste teenustega

Pilvearhitektuuri rakenduste oluline osa on liidestuse võimekuse pakkumine erinevate rakendusliidestite ehk *API (Application Programming Interface)* näol[13]. Sellest hoolimata võib esineda probleeme nende rakenduste liidestamisega olemasolevate majasiseselt

jooksutatavate rakendustega, sest olemasolevad rakendused võivad olla piisavalt vanad, et ei toeta kaasaegseid standardeid. See tähendab, et enne pilveplatvormile migreerimist on vaja valideerida vajalike liidestustehnoloogiate olemasolu ja tugi või leida neile alternatiive.

2.4.4 Mittetaotluslik kasutus

Mittetaotluslik kasutus on seotud pilvearhitektuuri kasutuspõhise hinnastamise ning suure skaleeritavusega. Vead rakenduses või tahtmatult käivitatud automaatprotsessid võivad põhjustada suurt arvutusvõimsuse eraldamist, mis toovad endaga kaasa ootamatult suure arve[14]. Seda riski saab maandada pilveinfrastruktuuri ressursikasutuse pideva monitoorimise ning kasutuslimitide seadmisega. Lisaks oskuslikule pilveplatvormi ülesehitusele on oluline ka kasutajate pädevus pilverakenduste kasutamisel[15].

3. Metodoloogia

Magistritöö ülesehitus sisaldab nelja peamist komponenti, millest esimesed kaks on olemasoleva olukorra kaardistamine nii ettevõtte strateegiate kui pilvelahendusele migreerimise meetodite näol. Edasi järgneb ühe olemasoleva migratsioonimeetodi kohandamine vastavalt ettevõtte olemusele, väärtustele ning strateegiatele. Neljandaks rakendatakse kohandatud metoodikat ettevõttes töö kirjutamise hetkel migreeritavale rakendusele.

3.1 Ettevõtte strateegia kaardistamine

Ettevõtte arhitektuur on tugevas sõltuvuses ettevõtte strateegiatega. Strateegiad kirjeldavad ettevõtte väärtuseid ja peamised otsustusprintsipi. Rakenduste pilvelahendusele viimine peab olema ajendatud strateegiatest ning toetama soovitud ettevõtte arhitektuuri olekut. Pilvelahendus ei tohiks olla omaette eesmärk, vaid toetama ettevõtte soovitud eesmärkide saavutamist.

Ettevõtte strateegia kaardistamisel on lähtutud avalikult kättesaadavast informatsioonist. Ettevõtte toimimise põhimõtted aitavad seada fookust, milliseid eesmärke pilvelahendus aitab täita. Lisaks saab väärtuste alusel kujundada eelistatumad migreerimise strateegiad.

3.2 Olemasoleva teadusliku kirjanduse kaardistamine

Rakenduste migreerimist pilvelahendustele on kaardistatud enam kui kümme aastat. Erinevate lähenemisviisidega migratsiooni planeerimiseks ning elluviimiseks on jõutud erinevate soovitudeni. Antud peatüki eesmärk on kaardistada kolme erinevat rakenduse pilvelahendusele migreerimise meetodit ning leida kõige sobivam, mida konkreetselt ettevõttele kohandada. See lähenemine võimaldab tugineda juba väljatöötatud ning testitud meetodile.

3.3 Metoodika kohandamine

Metoodika kohandamine hõlmab endas ühe valitud alusmetoodika muutmist ning vastavusseviimist ettevõtte väärtuste ning strateegiatega. Loodav metoodika peab olema piisavalt üldine, et seda saaks kasutada erinevat tüüpi rakenduste migreerimisel, kuid samas piisavalt konkreetne, et seda oleks kerge järgida.

3.4 Kohandatud metoodika rakendamine

Töö kirjutamise hetkel on ettevõttes käimas olemasoleva rakenduse migreerimine pilvearhitektuurile. See võimaldab kohandatud metoodikat koheselt rakendada ning tulemusi töös kirjeldada.

4. Ettevõtte taust ja strateegiline vaade

Ettevõtte suuremate eesmärkide saavutamiseks on oluline ühtne ning konkreetne strateegia, millest lähtudes erinevaid tegevusi teha. Strateegia koos väärtustega kirjeldab aluspõhimõtted, mida järgides areneb ettevõtte tervikuna soovitud suunas. Selles peatükis kirjeldatakse ettevõtte äritegevus, strateegia, väärtused ning alustalad.

4.1 Ettevõtte ja selle äritegevus

Antud töös kirjeldatud ettevõtte näol on tegemist finantsteenuseid pakkuva ettevõttega, millel on seitse miljonit eraklienti ning üle 550 tuhande ärikliendi. Finantsettevõtte tegutseb neljal koduturul: Eestis, Lätis, Leedus ning Rootsis. Peamiste toodete hulka kuuluvad laenud, hoiused ning makseteenused. Lisaks internetipangale ning mobiilirakendusele on ka füüsiliste asukohtadena 145 kontorit Rootsis ning 71 kontorit Baltikumis.[16]

4.2 Ettevõtte strateegia

Ettevõtte strateegia ning väärtused on põhjalikud ning nende keskmes on kliendikeskus, jätkusuutlikkus ning madal riskiisu. Ära on kirjeldatud ettevõtte eesmärk, visioon, väärtused, kliendilubadus ning ettevõtte alustalad.[17]

Ettevõtte eesmärgiks on toetada suurt hulka inimesi ning ärisid parema tuleviku loomisel. Eesmärk on ettevõtte 200-aastase ajaloo jooksul tugevalt juurdunud. Esimeste ühingute, millest on tänaseks ettevõtte välja kasvanud, loomisel juba usuti igäühe võimalusse enda finantsolukorda parandada. Ettevõtte leiab, et pakkudes sobivaid tooteid ning teenuseid paljudele klientidele, omab see positiivset mõju nendele endile ning kogu ühiskonnale.[17]

Ettevõtte visiooniks on finantsiliselt arukas ning jätkusuutlik ühiskond. Ettevõtte leiab, et jätkusuutlik finantsasutus koos jätkusuutlike klientidega aitab kaasa pikaajalisele ühiskonna arengule. Jätkusuutlikkus sisaldab visiooni kontekstis nii keskkondlikke, sotsiaalseid, finantsilisi kui ka eetilisi aspekte.[17]

Kliendilubaduseks on teha koos kliendi finantselu lihtsamaks

- juhendades klienti tema enda tingimustel,
- aidates kliendil olla jätkusuutlikum,

- toetades klienti proaktiivselt,
- tehes keeruline lihtsaks[17].

Klient on ettevõtte edu aluseks ning ettevõtte on kliendi jaoks olemas kogu tema eluea vältel[17].

Ettevõtte väärtusteks on avatus, lihtsus ning hoolivus. Avatus tähendab otsekohesust ning ausust. Kliendid ning teised osapooled peaksid tundma end teretulnud kasutama ettevõtte teenuseid. Ettevõtte on samuti avatud uutele ideedele, inimestele ning viisidele, kuidas ühiskonda panustada. Lihtsuse all on mõeldud, et teenused ning töötajad peavad olema kergelt leitavad ning arusaadavad. Antud soovitusel peavad olema kohandatud kliendi vajadustele. Hoolivus tähendab, et kõik mida ettevõtte teeb, peab tuginema klientide vajadustele. Ettevõtte aitab klientidel teha arukaid otsuseid ning saavutada oma eesmärged jätkusuutlikul moel.[17]

Ettevõtte alustaladeks on olla

- atraktiivne töökeskkond töötajatele, mille kultuur tugineb kaasatusel ning vastutusel,
- mõjus, kasumlik ning regulatsioonidega vastavuses olev pank ning finantsteenuste platvorm,
- standardiseeritud, skaleeritav ning stabiilne infrastruktuur.[17]

Need alustalad võimaldavad ellu viia ettevõtte eesmärgi, visiooni ning kliendilubadust.[17]

Ettevõtte väljaantud aasta- ning jätkusuutlikkuse raport aasta 2022 kohta kirjeldab lisaks finantsolukorrale ka üldiseid tegutsemispõhimõtteid.

Infotehnoloogiaga seotud kulud on personalikulude kõrval peamiseks kuluallikaks. Selleks, et tõsta kuluefektiivsust, on vaja investeerida kaasaegsetesse teenustesse ning süsteemidesse. Kõrge ettevõtte digikanalite kättesaadavuse eesmärk 99,8% sai aastal 2022 ületatud, kuid aasta jooksul oli mitmeid katkestusi. Kättesaadavuse parandamine ning neid põhjustavate intsidentide ärahoidmine on pidev tegevus.[16]

4.3 Ärimudel

Finantsettevõtte ärimudel keskendub finantsiliselt aruka ning jätkusuutliku ühiskonna toetamisele[18].

Ärimudeli üheks aluseks on olla oluline osa ühiskonnast, mis omakorda on mõjutatud

järgnevatest faktoritest. Aina enam kliente soovib oma rahaasju ajada digitaalselt. Samal ajal on teine osa kliente, kes otsivad personaalselt tuge oma keerukate murede korral. Ettevõtte plaan on muuta kogu igapäevapangandus digitaalseks, kuid seejuures endiselt pakkuda personaalset konsultatsiooni füüsilistes kontorites. Suureneva konkurentsiga võistlemiseks on oluline pidevalt parendada oma teenuseid ning pakkumisi. Seda saab teha läbi suure kliendibaasi analüüsimise ning toodete kohandamise vastavalt kliendi konkreetsetele vajadustele.[18]

Ettevõtte peamiseks tuluallikaks on intressitulu väljaantud laenudelt. Laenupakkumised on rahastatud nii hoiuste kui kapitalituru kaudu. Madala riskitaseme hoidmiseks on oluline laenupakkumiste sisu mõista ning neid õigesti hinnastada. Väljaantud laenud peavad samuti kaasa aitama jätkusuutliku ühiskonna arengusse.[18]

Suuruselt teiseks tuluallikaks on varahalduse ning pangakaartidega seotud haldustulud. Varahalduse tulud on osaliselt sõltuvuses aktsiaturuga ning pakkudes jätkusuutlikke investeringuvõimalusi saab ettevõtte oma eesmärgi toetada.[18]

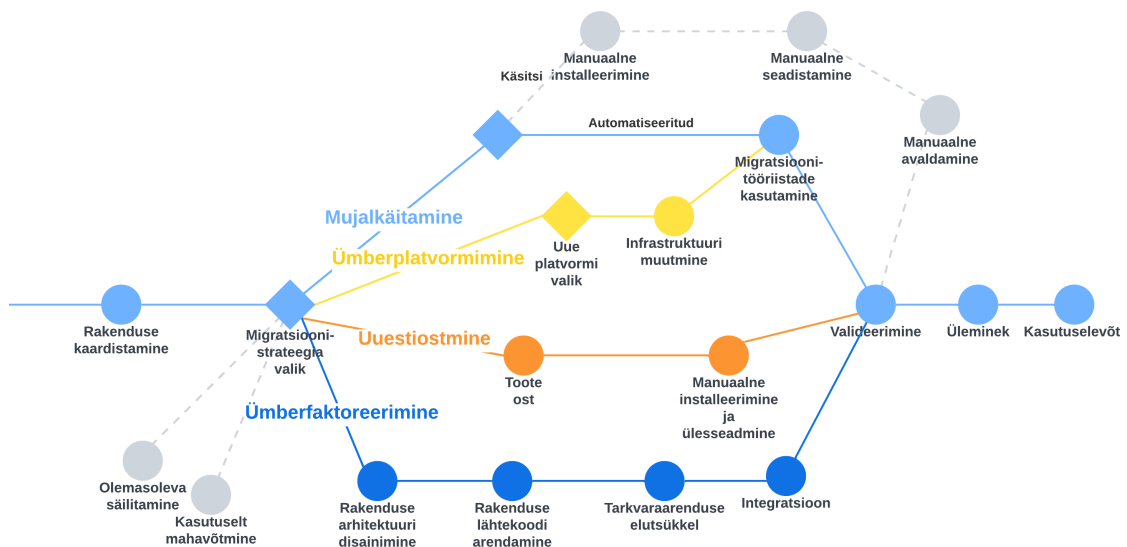
Kõige suuremaks kuluallikaks on personalikulud, millele järgneb infotehnoloogiaga seotud kulud. Digitaalne kohalolu eeldab ka tugevat tehnilist infrastruktuuri, mis lisaks kinnisvara rendi- ning halduskuludele on märkimisväärne kulu.[18]

5. Olemasolevate metoodikate kirjeldus kirjanduse põhjal

Olemasoleva rakenduse pilvelahendusele migreerimiseks on mitmeid metoodikaid. Konkreetse rakenduse pilveplatvormil jooksutamise ei ole ärioluliselt omaette eesmärk, vaid pilvelahenduse poolt pakutav funktsionaalsus on see, mis ettevõtte äriprotsesse toetab ning teenindab. Seetõttu ei saa piirduda pilvelahenduse migreerimise osas vaid olemasoleva rakenduse pilveplatvormil jooksutamise, vaid tuleb leida parim lahendus äriolulises mõistes. Selles peatükis kirjeldatakse erinevaid rakenduste pilvelahendusele migreerimise strateegiaid ning metoodikaid, et leida ettevõttele kõige paremini kohandatud alusmetoodika.

5.1 Rakenduse pilvelahendusele migreerimise strateegiad

Tarkvaralahenduste poolt pakutud ärivõimekuste pilvelahendusele viimiseks on erinevaid strateegiaid. Rahvusvaheline uuringufirma Gartner on eristanud viis lähenemisviisi, mida tuntakse kui *Gartner*'i 5 R'i [19]. Neid lähenemisviise on aja jooksul täiendatud ja kaasajastatud. Joonisel 2 on kujutatud *Amazon*'i poolt väljapakutud 6 R'i vaade [20]. Järgnevalt on hinnatud nende strateegiate rakendatavust arendatava metoodika korral.



Joonis 2. Rakenduse migreerimise strateegiad: "6 R'i" (autori koostatud [20] põhjal)

5.1.1 Mujalkäitamine

Mujalkäitamine ehk *Rehosting*, samuti tuntud kui *Lift and Shift*, on lähenemisviis, mille korral olemasolev traditsioonilisele arhitektuurile ehitatud rakendus kolitakse

pilveinfrastruktuurile ilma, et seda kuidagi vastavalt optimeeritaks[21]. Selline lähenemine on suhteliselt lihtsalt teostatav ning võimaldab rakenduse ümberstruktureerimist hiljem kergema vaevaga teha, sest kogu rakendus, andmestik ning võrguliiklus on juba pilvelahendusel. Olenevalt migreeritavast rakendusest ei pruugi aga see lähenemine suuta ära kasutada pilvearhitektuuri eripärasid. Sellest tulenevalt võib ka rakenduse migreerimise kasutegur olla äärmiselt väiksem kui mõne muu migratsioonistrateegia korral.

5.1.2 Ümberplatvormimine

Ümberplatvormimine ehk *Replatforming* on sarnane eelmise lähenemisega, kuid sisaldab väiksemaid muudatusi rakenduse ülesehituses. Rakenduse tuum jäetakse puutumata, aga näiteks vahetatakse välja kas andmebaasi- või veebiteenuse tehnoloogia[21]. Need muutused ülesehituses võimaldavad vähendada halduskoormust, tehnoloogilist võlga või isegi litsentsikoormust kui need pilvesõbralikumate lahenduste vastu vahetada.

5.1.3 Uuestiostmine

Uuestiostmine ehk *Repurchasing* on olemasoleva lahenduse asendamine täiesti uue pilvearhitektuurile ehitatud tootega. See lähenemine eeldab, et tarkvaraturul pakutakse toodet, mis sisaldab sama või sarnast funktsionaalsust, et olemasolev rakendus välja vahetada. Uuestiostmine on lihtsam kui rakendust kasutatakse eraldiseisvana. Juhul kui olemasolev rakendus on liidestatud paljude muude ettevõtte süsteemidega, on väljavahetamine keerukam ning eeldab funktsionaalsuse suurt samasust.[21]

5.1.4 Refaktoreerimine

Refaktoreerimine ehk *Refactoring* tähendab olemasoleva rakenduse ümberehitamist pilvearhitektuuri põhitõdesid silmas pidades[21]. Seda hinnatakse kõige kulukamaks migreerimise strateegiaks, aga võib sobiva toote puhul olla kõige suuremat väärtust loov lähenemine. Refaktoreerimine võimaldab jätta alles olemasolev funktsionaalsus ning lähtekoodi arenduse käigus rakenduse puudujääke parandada.

5.1.5 Mahakandmine

Mahakandmine ehk *Retire* on olemasoleva rakenduse kasutuselt kõrvaldamine. See otsus võib tuleneda asjaolust, et rakenduse haldusega või pilvelahendusele migreerimisega seotud kulud ei tasu end ära või on vajaminev funktsionaalsus tagatud muude rakendustega.[21]

5.1.6 Allesjätmine

Allesjätmine ehk *Retain* tähendab, et rakendus jäetakse olemasolevale lahendusele ning pilvelahendusele migreerimise küsimus lükatakse tulevikku. See otsus võib olla tingitud muudest prioriteetidest, vähesest ressursist või hägusast kasuteguri hinnangust.[21]

5.1.7 Järeldused ja kasutatavus magistritöö jaoks

Arendatav meetodika ei kata viimast kahte lähenemisviisi, sest nende eesmärk ei ole olemasolevat rakendust pilvelahendusele viia. Selleks, et meetodika oleks kohaldatav nii ettevõttesiseselt arendatud kui ka välistelt tarkvaraarendajatelt sisseostetud rakenduste korral, peab see olema rakendatav kõigi ülejäänud nelja migratsioonistrateegia korral.

5.2 Alusmetoodikate kirjeldus ja võrdlus

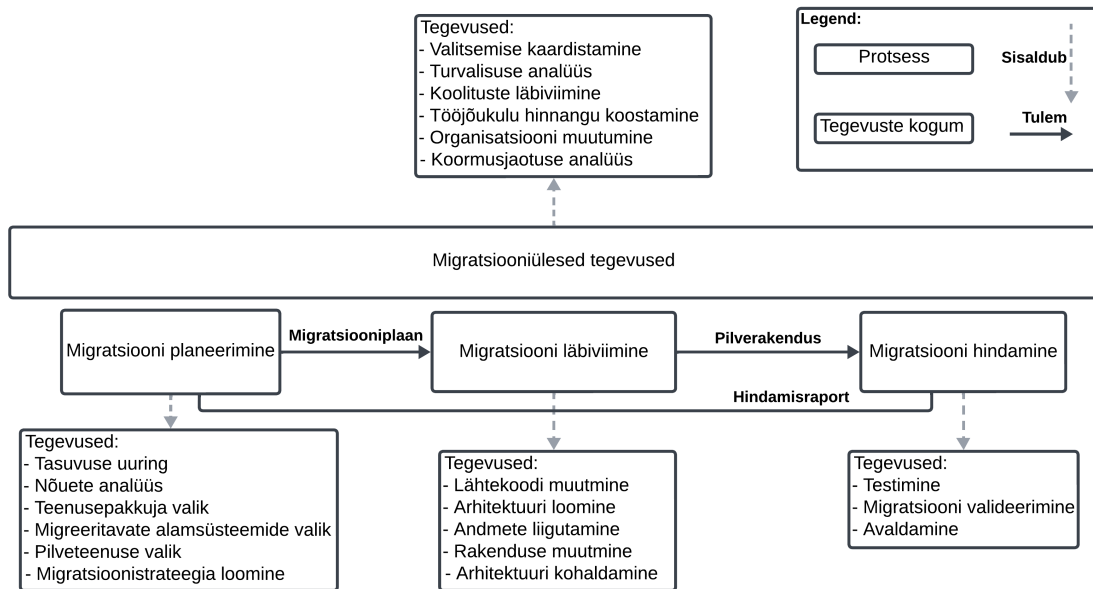
Järgnevalt vaadeldakse kolme olemasolevat teadusliku kirjanduse alusel koostatud pilvelahendusele migreerimise meetodikat. Meetodikate valikul lähtus töö autor nende mitmekülsusest ning rõhuasetusest ettevõtte arhitektuuri ning ümbritsevate protsesside osas.

5.2.1 Pilvemigratsiooni võrdlusmudel

Erinevate teadusartiklite põhjal on kokku koondatud pilve migratsiooni võrdlusmudel (*Cloud- Reference Migration Model, Cloud-RMM*)[22]. Võrdlusmudel on saadud süstemaatilise kirjanduse ülevaate [23] meetodika rakendamisel, mis sisaldab endas 23 erineva teadusartikli analüüsi. Võrdlusmudel sisaldab nelja protsessi, mis omakorda koosnevad konkreetsetest tegevustest. Protsessid ning nendega soetud tegevused on välja toodud joonisel 3. Migratsiooni tegevusteks loetakse kõiki toimingud, mis on seotud rakenduse või selle osa liigutamisega ettevõtte arvutuskeskustest pilveteenusepakkuja platvormile rakenduse funktsionaalsust säilitades. Lisaks konkreetsetele migratsiooniga seotud protsessidele (planeerimine, läbiviimine, järelhindamine) on mudelis esile tõstetud ka valdkonnaüleised protsessid, nagu näiteks valitsemine, kasutajakoolitused, organisatsioonilised muutused. Mudel ise on sarnane tarkvara arenduse elutsükliga.[22]

Esimeses etapis kogutakse ning analüüsitakse nõudeid, otsustatakse, kas ja millised süsteemi osad migratsioonis osalevad. Lisaks valitakse sobiv teenusepakkuja ning kaardistatakse migratsiooni strateegia. Etapi väljundiks on migratsiooniplaan. Teises etapis muudetakse vajadusel rakenduse lähtekoodi, kohandatakse arhitektuuri ning

teostatakse rakenduse pilvelahendusele viimine. Teise etapi väljundiks on rakenduse olemasolu pilvetechnoloogial. Kolmandaks on tulemuste valideerimine, testimine ning migreeritud rakenduse kasutuselevõtt. Nende etappide üleselt tehakse ka tegevusi üldise valitsemise, kasutajakoolituste, organisatsiooni muutuste ning turvanõuete analüüsiga seoses.[22]



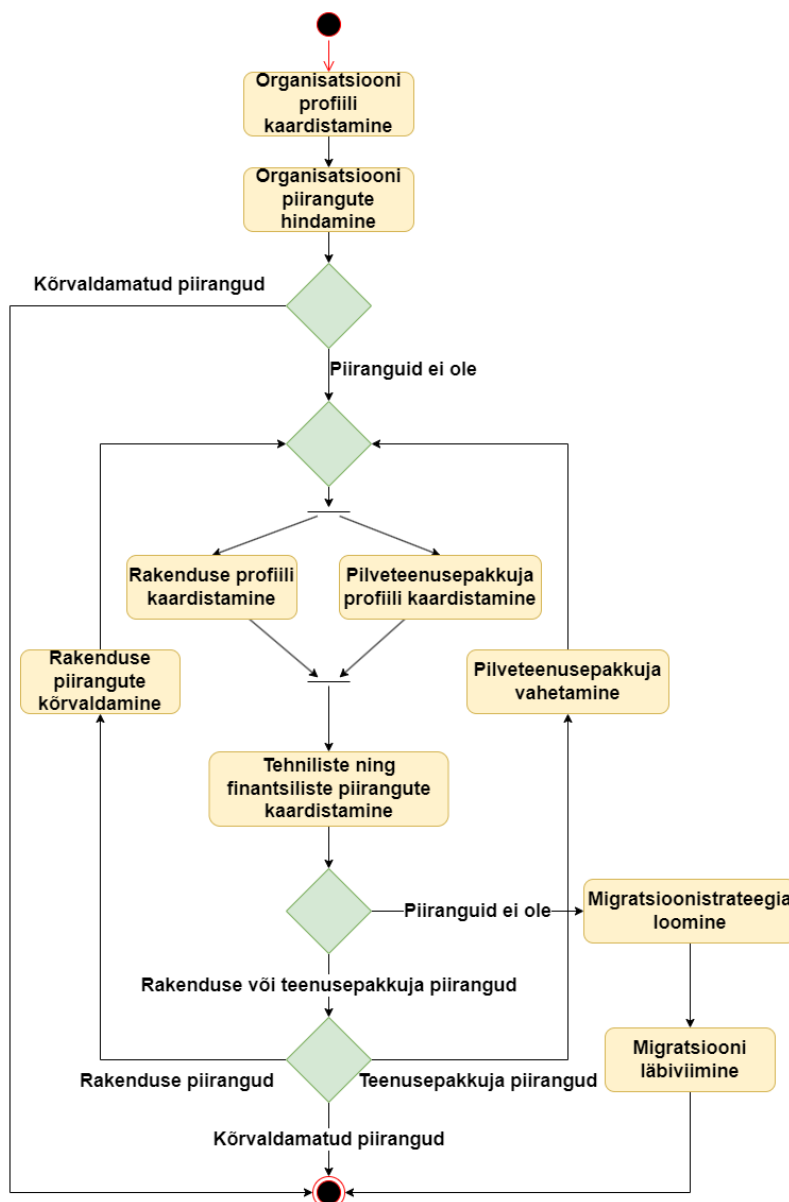
Joonis 3. Pilve migratsiooni võrdlusmudel (autori koostatud [22] põhjal)

5.2.2 Cloudstep

Üheks võrdlusmudeli kirjandusallikaks on *Cloudstep*, mis on oma olemuselt tegevuste ning otsustuste jada toetamaks traditsiooniliste rakenduste pilve migreerimiseks. Joonisel 4 kujutatud töövoog sisaldab üheksat üldist tegevust, mis algavad ettevõtte profiili koostamise ning piirangute kaardistamisega. Nende tegevuste tulemused on taaskasutatavad mitmete rakenduste migreerimisel, kuna ei sõltu konkreetsest rakendusest. Järgmiseks kaardistatakse nii migreeritav rakendus kui ka pilveteenusepakkuja. Kui seejärel tehnilisi ega finantsilisi piiranguid ei leita, defineeritakse migreerimise strateegia ning viiakse see ellu.[24]

Ettevõtte profiili kaardistamine algab juriidilistest piirangutest, mis ettevõttele kohalduvad ning millega peab pilvelahenduse valikul arvestama. Sellised piirangud võivad olla näiteks andmete füüsilise asukoha osas. Lisaks hinnatakse migreerimise kasutegurit ning tehnilise kompetentsi pädevust pilverakenduse haldamisel.[24]

Ettevõtte piirangute kaardistamine toimub koostatud profiilile toetudes. Etapi peamiseks eesmärgiks on varakult üles leida ohukohad, mis võivad pilvelahendusele migreerimist takistada. Migreerimisele võib olla vastuseis töötajate hulgas, kus tehniline personal



Joonis 4. Cloudstep protsessi töövoog (autori koostatud [24] põhjal)

tunneb muret oma töökoha pärast või ka lõpp-kasutajate poolt, kes ei ole muutustele vastuvõtlikud. Lisaks kaotab ettevõtte pilvelahendusel osaliselt või täielikult kontrolli tehnilise infrastruktuuri üle. Samuti suureneb risk ärikriitiliste andmete lekkimiseks kolmandatele osapooltele.[25]

Juhul kui etapi käigus leitakse kriitilisi takistusi, lõpeb kogu tegevus selle etapiga ning edasisi tegevusi ei teostata. Kui aga takistusi ei teki, liigutakse edasi rakenduse profiili koostamise juurde.[24]

Rakenduse profiil aitab välja tuua migreeritava tarkvara eripärad, mis võivad migreerimist mõjutada. Profiil koosneb kahest osast. Esimene osa sisaldab endas nii peamist

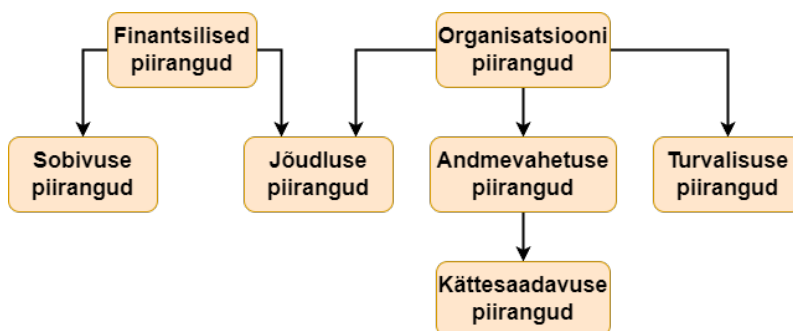
funktsionaalsust kui ka kasutusmustreid. Teine pool keskendub tehnilistele nõuetele, tehnilisele arhitektuurile kui ka andmete liikumisele.[24]

Samaaegselt rakenduse profiili koostamisega saab koostada pilveteenuse pakkujate profiilid. Pilveteenuse pakkujaid on turul mitmeid ning eesmärgiks on üles leida need teenusepakkujad, kes sobivad ettevõtte piirangutega ning pakuvad konkreetse rakenduse jaoks sobivat teenust.[24]

Profiil vastab järgmistele küsimustele[24]:

- Mis on teenusepakkuja teenusmudel[26]?
- Milliseid võimekusi erinevad teenusmudelid sisaldavad?
- Mis on teenusepakkuja hinnastamismudel?
- Kas teenus sisaldab garantiisid teenustasemelepetele?
- Kus asuvad teenusepakkuja arvutuskeskused?
- Kas pakutakse ka muid kasulikke lisateenuseid (andmete varundamine, rakenduse monitoorimine)?
- Millised on pilvelahenduse turvameetmed?
- Milliseid tehnoloogiaid pakutav pilvelahendus toetab?
- Kas teenusepakkuja lubab ligipääsu sisemistele logidele?
- Kuidas on lahendatud teenusepakkuja kasutajatugi?

Viiendas etapis teostatakse varemloodud organisatsiooni, rakenduse ning potentsiaalse teenusepakkuja profiilide võrdlus. Võrdluse käigus tuuakse välja piirangud, mis võivad migratsiooniprotsessi takistada. Piiranguid on seitset erinevat liiki ning need on välja toodud joonisel 5.



Joonis 5. Piirangute kaardistus (autori koostatud [24] põhjal)

Meetodi autorite hinnangul peaks võimalusel esimesena kaardistama rahalised piirangud, sest need võivad migratsiooniplaani seisma jätta. Lisaks pilvelahenduse käitluskuludele tuleb rõhku panna ka migratsiooniprotsessi kulule endale. Organisatsiooni piiranguteks võib olla näiteks seadusest tulenev nõue hoiustada andmeid konkreetse riigi territooriumil.

Turvalisuse osas hinnatakse, kas teenusepakkuja poolt pakutud turvameetmed on piisavad. Nendeks võib olla näiteks andmete krüpteerimise ülesehitus ja krüpteerituse tase. Andmeedastuse piiranguteks loetakse nii võrguühenduse kiirust, läbilaskvust kui ka latentsust. Need karakteristikud sõltuvad nii ettevõtte võrgu võimekusest kui ka pilveteenusepakkuja arvutuskeskuse füüsilisest kaugusest ettevõtte serveritest. Piiranguks võib see osutada, kui rakenduse eripära nõuab väga madala viitega andmeedastust osapoolte vahel. Jõudluse punktis võrreldakse rakenduse nõudeid arvutusjõudlusele ning teenusepakkuja poolt pakutavaid lahendusi. Kättesaadavuse piirangud on seotud teenusepakkuja poolt pakutavate teenustasemelepetega ning nende garantiidega. Viimaseks vaadatakse muid rakenduse eripärasid, mis peavad pilvelahendusele sobituma. Nende hulka kuulub näiteks rakenduse litsentsileping kui ka kasutatavad andmeformaadid, mis peavad ühilduma teenusepakkuja poolt pakutavate lahendustega.[24]

Vastavalt sellele, kas ja mis tüüpi piirangud leidub, jätkatakse ühega järgmistest etappidest. Juhul kui piirangud on seotud rakenduse olemusega, tuleb võimalusel hinnata, kas on võimalik teostada muudatusi rakenduses endas või muuta migreeritava hulga skoopi. Kui muudatuste tegemine on võimalik, uuendatakse rakenduse profiili ning piirangute leidmise etapp teostatakse uuesti. See ring kordub seni kuni rohkem rakendusest tulenevaid piiranguid välja ei tule või leitakse, et migreerimine ei ole teostatav.[24]

Pilvelahenduse teenusepakkujaga seotud piirangute korral vahetatakse teenusepakkuja välja teise vastu, kellel sarnaseid piiranguid ei leidu. Seejärel tuleb luua uue teenusepakkuja profiil ning piirangute kaardistamise etapp läbitakse uuesti. See ring kordub samuti kuni kas piiranguid enam ei leita või ei ole migreerimine võimalik.[24]

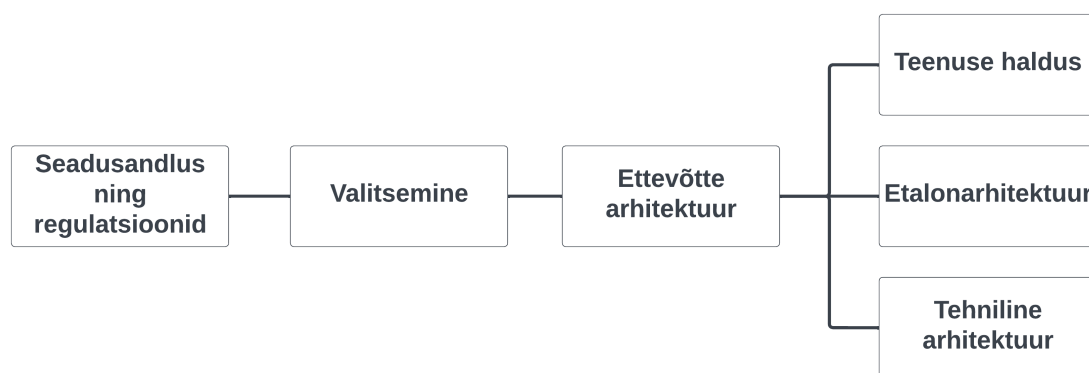
Kui kriitilisi piiranguid ei leita, saab paika panna migratsiooniplaani. Plaan sisaldab endas konkreetseid tegevusi, mida on vaja migratsiooni ettevalmistuseks ning ka konkreetset migratsiooni läbiviimiseks.[24]

Viimasena saab koostatud plaani rakendada ning valitud rakendus koos vajalike andmetega pilvelahendusele viia. Läbiviidavad etapid sisaldavad endas nii ettevalmistuste lõpetamist, migratsiooni ennast kui ka teenuste testimist uuel lahendusel.[24]

5.2.3 Üldistatud metoodika

Kolmandal vaadeldaval metoodikal ei ole eraldi nimetust. Pilveteenusepakkujast sõltumatu ning erinevatele ettevõtetele sobiva raamistiku koostamine on metoodika autorite sõnul võimalik läbi korduva arhitektuuri arendusprotsessi teostamise ning tulemuste standardiseerimise. Seetõttu nimetab käesoleva magistr töö autor tulemit

üldistatud metoodikaks. Metoodika autorid leiavad, et on vale vaadelda pilvetechnoloogiat kui pelgalt tehnilist lahendust teenuste ülalhoiuks. Pilvetechnoloogia on pigem uus ärimudeli paradigma, mis võimaldab asetada fookust rohkem innovatsioonile ilma, et peaks muretsema, kus ja kuidas nende teenused lõpp-kasutajale kättesaadavaks on tehtud. Pilvearhitektuuri raamistik peab olema piisavalt üldine, et seda saaks rakendada erinevates valdkondades ning seadusandlikes piirangutes. Raamistik peaks sisaldama selgeid etappe arhitektuuri väljatöötamiseks koos konkreetsete tulemustega iga etapi lõpus. Joonisel 6 kujutatud üldistatud metoodika rakendamine on autorite hinnangul väga aeganõudev, kuid rõhuasetus on ärilisel väärtusel ning see on piisavalt kõikehõlmav, et selle rakendamine oleks suurte ettevõtete jaoks madala riskiga.[27]



Joonis 6. Raamistiku etapid (autori koostatud [27] põhjal)

Suuremad pilveteenusepakkujad pakuvad välja omapoolseid võrdlusarhitektuure[28][29], kuid need on konkreetse teenusepakkuja nägemused nende endi pakutud pilvelahenduse rakendamisest ning kasutatavatest tehnoloogiatest. Üldist ettevõtte arhitektuuri hõlmavad need võrdlusarhitektuurid vähesel määral kui üldse. Oma erapooletuse tõttu saab aga tugineda *National Institute of Standards and Technology* (NIST) võrdlusarhitektuurile[30]. Selle võrdlusarhitektuuri loomisel tugineti põhimõtetele, et arhitektuur peab olema sõltumatu teenusepakkujast ning ei tohi piirata innovatsiooni tehniliste lahenduste ettemääratlemisega.[27]

Üldistatud metoodika esimeseks etapiks on regulatsioonide kaardistamine. Nii Euroopa Liidu kui ka riigipõhine seadusandlus mõjutab ettevõtte arhitektuuri. Lisaks üldistele aruandluskohustustele võib seadusandlus määratleda ka teenuste kvaliteeti, kliendi huvide kaitset ning andmete töötluse põhimõtteid.[27]

Teiseks etapiks on valitsemine. Metoodika autorite sõnul on erinevaid arvamusi, kas ettevõtte arhitektuur peaks olema osa valitsemisest või vastupidi. Antud metoodika on koostatud lähtudes arusaamast, et valitsemine on osa ettevõtte arhitektuurist. IT valitsemise kirjeldamiseks on kasutatud Gartner'i definitsiooni[31], mis nimetab selleks protsesse, mis

tagavad mõjusa tehnoloogia kasutuse, et toetada ettevõtet oma eesmärkide saavutamisel. IT nõuete valitsemine (ITDG) ehk see, mida IT tegema peaks, on protsess, mille abil ettevõtte tagab vastavate tegevuste efektiivse valiku, prioritseerimise, läbiviimise ning investeeringud. See on ärilise juhtkonna investering ning vastutus. IT pakkumuse valitsemine (ITSG) vastab küsimusele, et kuidas IT teeb seda, mida tehakse, ning see on IT juhtkonna vastutus.[31]

Kolmandat sammu nimetatakse üldistatud metoodikas ettevõtte arhitektuuriks. Selle all on siin kontekstis mõeldud nii protsessi, mille käigus kirjeldatakse vajalikke tegevusi ettevõtte hetkeseisust soovitud tulevikuseisu jõudmiseks, kui ka neid tegevusi ise. Arhitektuuri disainimine ise on juba keerukas protsess. Selle loomine piisavalt üldiseks, et see oleks kohaldatav erinevates ettevõtetes ning ei sõltuks erinevatest kolmandatest osapooltest, lisab keerukust veelgi juurde. Arhitektuuri arenduse protsessi aluseks on metoodika autorid võtnud TOGAF-i. Toetutud on just arhitektuuri arendusmeetodile ning selle iteratiivsusele.[27]

Neljandas etapis on kokku pandud nii teenuste haldus, võrdlusarhitektuur kui ka tehniline arhitektuur. Teenuste halduse peamiseks eesmärgiks on, et IT teenused täidaksid äri huve ning toetaksid äriprotsesse parimal võimalikul moel. Lisaks on aina olulisem, et IT oleks ajendiks ärimudelit mõjutavatele muudatustele. Võrdlusarhitektuuri all on mõeldud arhitektuuri, millest lähtutakse teenuste arendamisel. See peaks sisaldama konkreetseid protsesse ning tehnoloogiaid, mida arendatavad teenused kasutavad. Tehniline arhitektuur sisaldab nii tarkvara kui riistvara platvorme. Sinna alla kuuluvad näiteks serverid, võrk, andmekandjad.[27]

5.3 Metoodikate võrdlus

Kõik kolm metoodikat lahendavad sama probleemi, kuid nende rõhuasetus on erinev.

Pilvemigratsiooni võrdlusmudeli ülesehitus sarnaneb suuresti tarkvaraarenduse elutsükliga. See eeldab rakenduste lähtekoodi muutmist vastavalt nõuetele, mis on teostatav vaid ettevõttesiseselt arendatud rakenduste korral. Lisaks ei ole metoodikas konkreetselt käsitletud toetatavaid äriprotsesse ning väärtusvoogusid.

Cloudstep metoodika sisuks on erinevate profiilide kaardistamine ning piirangute kõrvaldamine. Ärilist väärtust ning rakenduse kasutust ümbritsevat ettevõtte arhitektuuri käsitletakse vähe. Nende kirjeldamine ka rakenduse profiili all ei anna suurt väärtust metoodika tulemuste osas, sest need ei ole osa tehnilistest piirangutest, mille alusel otsuseid tehakse. Migratsioonistrateegia sisu antud metoodika ei kata.

Üldistatud meetodika keskendub peamiselt rakendusega seotud valitsemisele ning ettevõtte arhitektuurile, mis tagab kooskõla ettevõtte suundade ning strateegiatega. See meetodika ei sea piiranguid rakenduse enda olemusele, vaid toetab selle sobitamist vastavalt olemasolevale tehnilisele maastikule.

6. Metoodika kohandamine

Ettevõttele sobiliku metoodika kujundamiseks võtab töö autor aluseks üldistatud metoodika. Valiku aluseks on asjaolu, et see metoodika on rakendatav ka sisseostetud rakenduste korral ning hõlmab rakendust ümbritsevat arhitektuuri ning haldust. Ettevõtte ja selle strateegia seab täiendavaid piiranguid erinevatesse raamistiku etappidesse, mis on mõistlik eraldi sisse lisada, et rakendamist erinevate osapoolte poolt lihtsustada. Metoodika kohandamisel on lähtutud ettevõtte olemasolevast strateegiast, olemasolevast tehnilise infrastruktuuri ülesehitusest ning protsessidest.

6.1 AS-IS olukorra kaardistamine

Üldistatud raamistik eeldab, et olemasolevast olukorrast on olemas ülevaade. Selle puudumisel on raamistikku varasemalt edukalt rakendatud tagurpidises järjekorras alustates etapist 4 ning liikudes etapini 1.[27]

Selline lähenemine võib olla sobilik, kui ollakse arvamusel, et regulatsioonidega vastuolu ei ole ega seda ka ei teki. Antud eeldus on käesoleva töö autori nägemusel liiga julge ning seetõttu on vajadus selle lünga täitmiseks uue etapi lisamisega. Selleks, et metoodika oleks kasutatav nii hästihallatud kui ka vähesema valitsemisega rakenduste korral, on vaja alustada olemasoleva olukorra kirjeldamisega. Kui rakenduse ülesehitusest, sisust, kasutatavast andmestikust ning protsessidest on piisav ülevaade olemas, saab olemasolevat siin punktis taaskasutada ning edasi liikuda järgmise etapi täitmisega.

6.2 Regulatsioonid

Rakendusele ning selle kasutusega seonduvatele protsessidele kohalduvate regulatsioonide kaardistamine on oluline ka ettevõtte kontekstis. Rakenduvate regulatsioonide hulk ja sisu võib vastavalt rakenduse eripäradele ning käideldavatele andmetele erineda.

Rakendustele kohalduvate väliste regulatsioonide kaardistamine on aluseks nendega ühilduvuseks.

Ettevõttesiseselt peavad kõik rakendused vastama ettevõtte rakenduste turvastandardile. Olenevalt rakenduse migreerimisega kaasnevate muudatuste skoobist võib olla oluline ka läbida uue rakenduse aksepteerimisprotsess ning sellega kaasnevad riskianalüüsid.

Vastavalt rakenduse sisule ning kasutusele võivad rakenduda teisedki nõuded.

6.3 Valitsemine

Valitsemine ning selle muutumine rakenduse migreerimise käigus sõltub nii migreerimise ajendist kui ka pakutavate väärtuste muutumisest. Oluline on kaardistada rakenduse poolt toetatud äriteenused ning nende eest vastutavad osapooled. See kaardistus tagab, et migratsioon ei oleks ainult tegevus, mida IT teeb, vaid miskit, millest ka reaalne äriiline väärtus välja koorub. Valitsemise muutumine sõltub tugevalt valitavast migreerimise strateegiast.

6.3.1 Mujalkäitamine ja ümberplatvormimine

Juhul kui olemasolev ning eesmärklahendus on oma ülesehituselt sarnased või isegi sama rakendus teisel arhitektuuril, on seotud osapoolte ning nende nõuete muutumine pigem ebatõenäoline. Vastutusalade kaardistamine aitab järmistes etappides rakenduse täpsemaid nõudeid ning vajalikke väärtuspakkumusi defineerida. Lisaks on võimalus siin etapis protsessi kaasata uusi osapooli, kellele tulevikus migreeritud rakenduse kaudu lisaks äriteenuseid ning väärtust pakkuda saab. Samas on oluline järgida varasemalt paikapandud teenustasemelepeid ning neid seotud osapooltega kokkuleppel muuta või täiendada.

6.3.2 Uuestiostmine

Olemasoleva tarkvaralahenduse täiesti uue vastu vahetamine võib olla äriprotsesside mõistes üks keerukamaid lähenemisviise. Sellisel juhul tuleks käsitleda planeeritavat rakendust täiesti uue teenusena. Kui planeeritav rakendus pakub sarnast võimekust väljavahetatava rakendusega, on võimalik, et osa varasemast valitsemise ülesehitusest ning teenustaseme lepetest on ülekantav.

6.3.3 Refaktoreerimine

Rakenduse refaktoreerimine eeldab ettevõttesisest tarkvaraarendust, mis omakorda annab võimaluse rakenduse funktsionaalsust ning ülesehitust nõuete põhjal disainida. Refaktoreerimisest tuleneva valitsemise muutumine sõltub konkreetselt osapoolte soovidest ning vajadustest. Rakendust on võimalik refaktoreerida lähtuvalt soovist olemasolevaid protsesse võimalikult vähe mõjutada, mis tähendaks, et ka valitsemine jääks suuresti samaks. Teisalt on võimalus refaktoreerimise käigus toetada puudulikke väärtusvoogusid, mis valitsemisele mõju avaldavad.

6.4 Ettevõtte arhitektuur

Ettevõtte arhitektuuri kaardistamine rakenduse migreerimise kontekstis tagab, et nii rakendus kui selle kasutamine oleks kooskõlas ettevõtte strateegiatega ning pakuks sobivat ärilist väärtust.

Vajadus erinevate konkreetsete mudelite järele siin etapis oleneb suuresti migreeritava rakenduse eripärast ning sellest, kas ning kui palju erineb see olemasolevast lahendusest.

Tabel 2 kirjeldab erinevate mudelite loomise vajadust vastavalt rakenduse ning valitud migratsioonistrateegia eripäradele.

Tabel 2. Mudelite otsustustabel (autori koostatud)

Mudel	Vajadus
Äriinfo mudel	Vastavalt rakenduse spetsiifikale
Relatsiooniline andmemudel	Juhul kui rakendus kasutab relatsioonilist andmebaasi
Kasutusmallide diagramm	Juhul kui on vajadus funktsionaalsust kaardistada
Järgnevusdiagramm	Juhul kui on vajadus funktsionaalsust kaardistada
Komponentdiagramm	Tehnilise arhitektuuri osa, alati
Evitusdiagramm	Tehnilise arhitektuuri osa, alati
Motivatsioonimudel	Alati
Strateegiamudel	Alati
Väärtusvoog	Alati üldine + vajadusel äriteenuse spetsiifilised
Võimekuste kaart	Alati
Äriprotsessi mudel	Vastavalt vajadusele
Äri- ning rakenduskihi mudel	Vastavalt vajadusele

Juhul kui kasutuselevõetav rakendus on väliselt osapoolelt sisseostetud, ei ole rakenduse andmemudeli defineerimine vajalik ega anna mingit väärtust, sest see on rakenduse tootja poolt ettekirjutatud ning selle üle puudub igasugune kontroll. Äriinfo mudeli kaardistamine võib anda parema pildi rakenduse kasutuse kohta, kuid selle kompetentsi tagamiseks on pigem sobivamad lõppkasutajakoolitused. Lisaks kasutavad paljud pilvearhitektuurilahendused korraga erinevaid andmete hoiustamise meetodeid, mida ei ole isegi võimalik relatsioonilise andmemudeliga kaardistada.

Kasutusmallide- ning järgnevusdiagramm on kohustuslikud vaid sellisel juhul kui rakenduse funktsionaalsust on võimalik arendada või täiustada. Sisseostetud rakenduse korral võimaldab kasutusmallide diagrammi loomine mõista erinevate kasutajarollide

kasutusjuhte, et neid rakenduse funktsionaalsusega katta. Juhul kui olemasolev ning kasutuselevõetav rakendus on oma olemuselt väga erinevad, on oluline, et uus rakendus suudaks rahuldada äriprotsesside vajadusi.

Komponent- ning evitusdiagrammi koostamine on lükatud metoodika viimasesse etappi. Selle põhjuseks on asjaolu, et nendest diagrammidest endist ei sõltu teised etapid, küll aga võivad need ise muutuda vasatavalt teiste mudelite väljundile. Üheks näiteks võib tuua sisseostetud tarkvaraplatvormi rakendamise, mille puhul on oluline teada, milliseid komponente või mooduleid on vaja pilvelahendusel sisse lülitada ning kasutusele võtta. See nimekiri koorub aga välja alles äriteenuste ning kasutajate nõuetest.

Motivatsiooni- ning strateegiamudel on aluseks, et tagada kasutuselevõetava rakenduse ning sellega seotud ärilise väärtuse vastavus ettevõtte strateegiaga. Üldist ning ühtset motivatsioonimudelit kõikide rakenduste jaoks ei ole oma mahukuse ning kompleksuse tõttu mõistlik või isegi võimalik luua. Küll aga saab sarnaste valdkondade rakenduste juures taaskasutada eelnevalt loodud motivatsiooni- ning strateegiamudelite komponente, et tagada nende ühtsus.

Migreeritav rakendus võib toetada erinevaid väärtusvoogusid. Seetõttu tuleks kaardistada kindlasti üks peamine väärtusvoog, mis oleks rakenduse peamine loodav väärtus. Lisaks sellele tuleks kaardistada ka olemasolu korral eraldi äriteenuste spetsiifilised väärtusvood, et tuvastada rakenduse kogu väärtuspakkumine.

Võimekuste soojuskaart annab indikatsiooni, kas kõik olemasolevad võimekused säilivad ka pärast rakenduse migratsiooni. On võimalik, et uus rakendus võimaldab uute varasemalt mitteeksisteerinud võimekuste loomist. Teisalt on ka võimalus, et seoses rakenduse migratsiooniga kaovad mõned vähemolulised võimekused sootuks või asenduvad uutega.

Äriprotsesside toetamise tagamine rakenduse migreerimise käigus ning uue rakenduse kasutuselevõtujärgselt on äriliselt olulise tähtsusega. Kui olemasoleva tarkvaralahenduse majasisesest arvutuskeskusest üks-ühele pilvearhitektuurile üleviimine mõjutab äriprotsesse minimaalselt, siis olemasoleva rakenduse uue vastu väljavahetamine võib nende samade protsesside jaoks hävitavalt mõjuda. Seetõttu on vaja mõista, kas uus lahendus sobitub olemasolevatesse protsessidesse või on vaja protsesse muuta. Lisaks saab seda etappi kasutada, et olemasolevaid äriprotsesse uuele tarkvaralahendusele viies optimeerida.

Äri- ning rakenduskihi mudeli koostamise vajadus on seotud eelnevate mudelite vajadusega. Kasutusmallide diagrammi puudumisel on keeruline neid kahte omavahel ühendada ning muud nende mudelite seosed joonistuvad välja kas teistest mudelitest või muudest

käesoleva metoodika etappidest.

6.5 Teenuse haldus

IT-teenuse kvaliteedi tagamiseks on oluline teenuse sisu ning vastutusalade kaardistamine. Vastavalt rakenduse IT-teenusest sõltuvatest äriteenustest kujuneb IT-teenuse kriitilisusklass, mis omakorda võib tekitada lisanõudeid rakenduse tehnilise ülesehituse juures. Sellest tulenevalt leiab autor, et teenuse haldus oleks vaja kaardistada enne kui rakenduse tehniline arhitektuur.

Selles etapis saab ka paika panna rakendusele kohalduvad teenustasemelepped ning kaardistada rakenduse taasteplaan. Erinevate rakendusega seotud protsesside kaardistamine lihtsustab uute äriteenuste ehitamist vastavale rakendusele, sest protsesside ja halduse raamistik on paigas ning esitatav äriteenuse omanikele.

6.5.1 Haldusprotsessid

Olenevalt rakenduse eripärast võib erinevate haldusprotsesside kaardistamise vajadus varieeruda.

Kõikidele rakendustele kohalduvaks haldusprotsessiks võime lugeda kasutajate- ning kasutajaõiguste halduse. Siin etapis tuleks kaardistada erinevad vajalikud kasutajagrupid ning nendele vastavalt kujundada rakenduses vastavad funktsionaalsed kasutajarollid. Erineva rakenduse sisuga seotud kasutajarollid võivad oleneda konkreetse äriteenuse eripärast, kuid esimeste äriteenuste vajadustele vastav kaardistus annab arusaama ka kasutajatele rakenduse funktsionaalsusest.

Vastavalt rakenduse eripärale võib olla vajalik ka rakenduse sisu avaldamise protsessi (*release process*) kaardistamine. Kuigi sisu arendamise ning testimise eest vastutavad äriteenuse omanikud, on IT-teenuse omanik vastutav sisu avaldamise ning sellega seotud protsessi järgimise eest.

6.6 Tehniline arhitektuur

Vastavalt eelnevates etappides kogutud sisendile saab luua kõiki vajadusi rahuldava rakenduse tehnilise arhitektuuri.

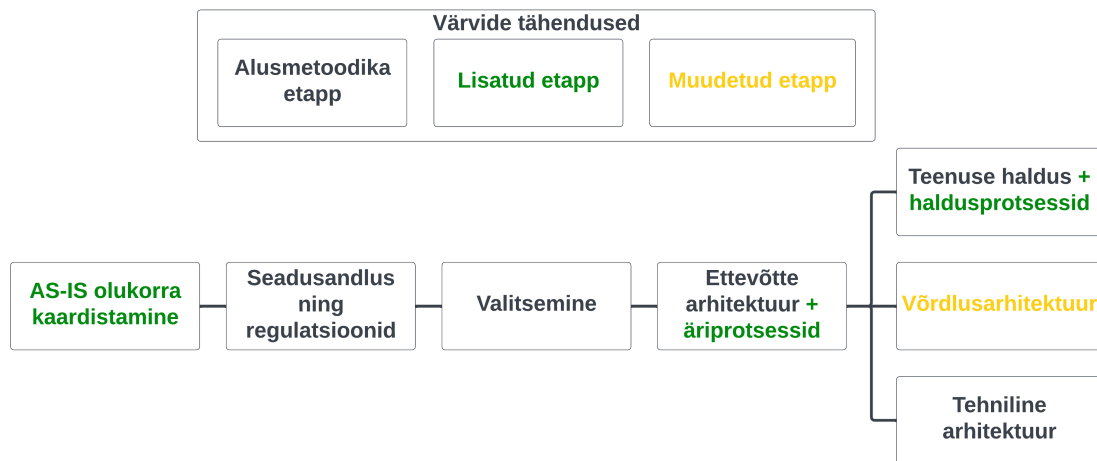
Nii komponentdiagrammi kui evitusdiagrammi osas võib sisseostetud tarkvara tootjal

olla oma nägemus soovituslikust võrdlusarhitektuurist. Need võrdlusarhitektuurid võivad olla kasulikud rakenduse tehnilise arhitektuuri mõitmisel loomisel, kuid need kajastavad enamasti rakendust eraldiseisvana. Reaalsuses peavad rakendused sobituma ettevõtte üldise tehnilise maastikuga, mistõttu on vaja planeerida rakenduse tehniline arhitektuur ettevõttele sobivaks.

Sellest tulenevalt leiab töö autor, et võrdlusarhitektuuri etappi pole vaja eraldiseisvana käsitleda, kuid see võib olla aluseks tehnilise arhitektuuri koostamisel.

6.7 Lõplik metoodika

Metoodika kohandamise käigus sai sellele lisatud olemasoleva olukorra kaardistamine, et migreerimise käigus oleks tagatud kõikide vajaminevate võimekuste ning rakenduse funktsionaalsuse säilimine. Ettevõtte arhitektuur on alusmetoodikas kirjeldatud väga üldiselt, mistõttu sai koostatud eraldi mudelite otsustustabel, mis toetab metoodika rakendajat vajalike sõltuvuste kaardistamisel. Eraldi sai välja toodud protsessid nii ärilises kui ka halduse poole pealt. Võrdlusarhitektuur eemaldati eraldi etapina, kuid soovi korral saab metoodika rakendaja võtta selle aluseks tehnilise arhitektuuri koostamisel. Lõplik koostatud metoodika on kajastatud joonisel 7.



Joonis 7. Kohandatud metoodika rakenduste pilvelahendusele migreerimiseks (autori koostatud)

7. Metoodika rakendamine *IBM SPSS Modeler*'i migreerimiseks *IBM CP4D* pilveplatvormile

Magistritöö kirjutamise ajal on käimas protsess migreerimiseks *IBM SPSS Modeler*'i rakendus pilvelahendusele. Rakenduse migreerimine toimub IBM'i poolt pakutavale *Cloud Pak for Data* (CP4D) platvormile, mis sisaldab sama rakendust uuel arhitektuuril ning on tootjapoolne kaasaegsem lahendus praegusele tootele.

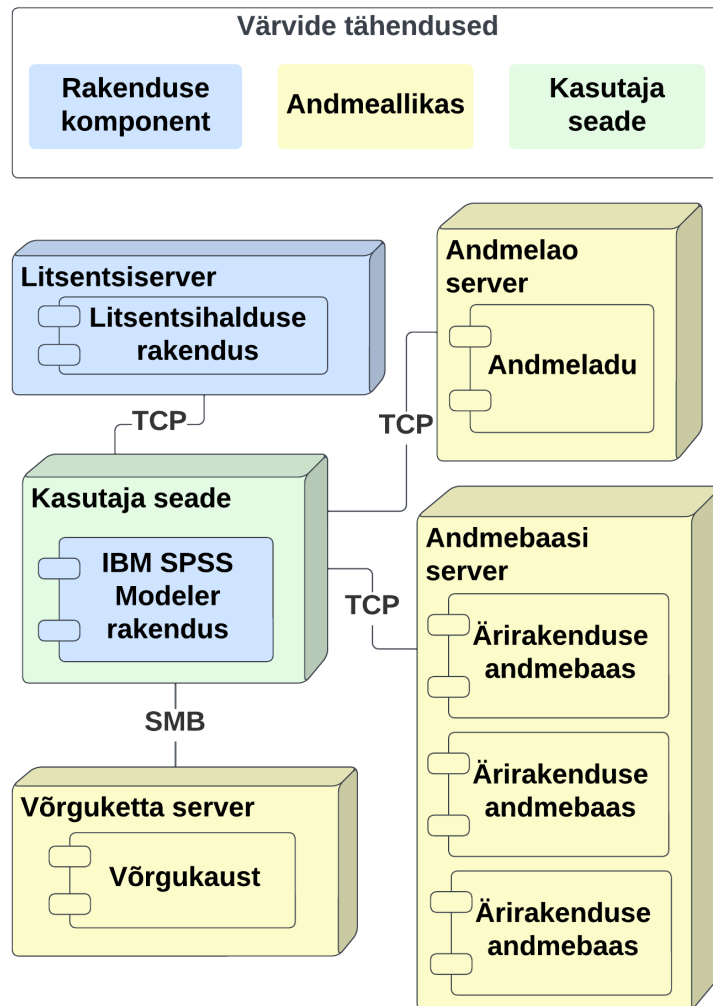
7.1 AS-IS olukorra kirjeldus

Olemasolev rakendus on ühekihiline ning paigaldatud lõppkasutaja tööjaamadesse. Rakendusele pakub tootja kahte erinevat tüüpi litsentsi - isiklikud ning võrgulitsentsid[32]. Isiklikud litsentsid on seotud konkreetse kasutaja tööjaamaga ning lubavad kasutajal rakendust kasutada igal hetkel. Antud litsentsitüübi miinuseks on asjaolu, et litsents on seotud konkreetse riistvaraga ning seda ei saa teistega jagada. Võrgulitsentsid on üldine litsentside hulk, mida saavad kõik selle litsentsitüübiga kasutajad endale rakenduse avamisel allokeerida. Nende litsentside miinuseks on, et kui kõik litsentsid on allokeeritud, siis teised kasutajad, kes rakendust avavad, saavad veateate vabade litsentside puudumise kohta ning peavad ootama kuni mõni litsents vabastatakse.

Rakendus ise võimaldab luua kasutajatel andmevõomudeleid[33]. Kasutaja saab ühenduda erinevate andmebaasidega, teha andmete pealt andmetöötlust ning saadud väljundi kas tagasi andmebaasi kirjutada või endale sobivas formaadis maha salvestada. Rakenduse liidestus väliste komponentidega on kirjeldatud joonisel 8. Kasutajate jaoks oluliseks funktsionaalsuseks on rakenduse oskus mudeli käivitamisel töövoogu optimeerida. Rakendus otsustab, kas mõistlikum on teha keerukam päring andmebaasi või laadida sisse töötlemata andmed ning teostada arvutused lokaalselt. Lisaks võimaldab rakendus luua ning hoiustada ajutisi andmeid andmebaasi ajutistes tabelites. Need funktsionaalsused muudavad rakenduse kasutamise lõppkasutaja jaoks mugavaks, sest arvutusjõudluse vajadus viiakse tööjaamast andmebaasi riistvarale.

Rakendusega kaasneb lisamoodul *IBM SPSS Modeler Solution Publisher*, mis võimaldab varemloodud andmevõomudeleid käsurea abil soovitud parameetritega käivitada[34]. See võimaldab mudeleid integreerida erinevatesse andmetöötlusprotsessidesse täielikult automatiseeritult.

Selline ühekihilise rakenduse kasutamine seab piiranguid selle kasutuse haldamiseks. Rakenduse IT-omanikul puudub ülevaade rakenduse poolt töödeldud andmetest, sest lõppkasutajad saavad endale ise andmebaasiühendusi luua. Ainuke piirang lõppkasutaja jaoks on kasutajaõiguste olemasolu soovitud andmebaasis. Lisaks ei ole võimalik monitoorida arendatud andmevõomudeleid ning nende kasutust.



Joonis 8. IBM SPSS Modeler rakenduse komponentmudel (autori koostatud)

7.2 Regulatsioonid ja piirangud

Rakenduse olemusest tulenevalt koonduvad selle platvormile kokku andmestikud mitmest erinevast allikast. On teada, et liidestatavad andmebaasid sisaldavad kliendiandmeid ning seega kohalduvad platvormile kõik kliendiandmete hoiustamise ning töötlemisega seotud regulatsioonid, sealhulgas isikuandmete kaitse üldmäärus. Lisaks kohalduvad rakendusele kõik ettevõttesisesed regulatsioonid ning infoturbestandardid.

7.3 Valitsemine

Rakenduse olemuse muutumine lõppkasutaja tööjaama paigaldatud rakendusest hallatud pilveplatvormil jooksutatavaks teenuseks omab mõju ka rakenduse kasutamisega seotud vastutusaladele. Pilveplatvormi halduse vastutusalasse lisandub muuhulgas erinevate andmeallikate liidestamine, kasutajaõiguste haldus, platvormi seadistamine ning loodud mudelite avaldamine.

7.4 Metoodika rakendamise lõpptulemus

Metoodika rakendamise tulemusena on ära kaardistatud olemasolev väärtuspakkumine, mida pilveplatvormi evitades säilitada tuleb. Rakenduse migreerimisprotsess järgib ettevõtte strateegiaid ning aitab kaasa rakendusega seotud teenuste võimekuste arengule. Pilveplatvormi tehniline arhitektuur on kaardistatud, sealjuures säilitades olemasolevad liidestused väliste keskkondade ning süsteemidega.

7.5 Ettevõtte arhitektuur

Ettevõtte arhitektuuri kaardistamist lihtsustab käesoleva projekti juures asjaolu, et implementeeritav platvorm on valmis ning arendatud välise osapoole poolt. Ühelt poolt seab see piiranguid platvormi enda kohandamiseks ettevõtte soovidega, kuid teisalt välistab vajaduse rakenduse toimimiseks vajaminevate funktsionaalsuste ning alusarhitektuuri kaardistamiseks. Äriinfo mudeli koostamine ei anna autori hinnangul väärtust, sest platvormi poolt kasutatavad andmeobjektid on staatilised ning nende baasilt ei toimu eraldi tarkvaraarendust. Lisaks ei ole vajadust relatsioonilise andmemudeli jaoks, sest kasutatav andmebaas on osa tootest ning platvorm haldab enda tööks vajavaid andmeid iseseisvalt. Peamist väärtust loov funktsionaalsus on sama nii pilvelahendusel oleval platvormil kui ka lokaalselt kasutataval rakendusel, mistõttu ei näe autor vajadust konkreetse projekti juures kasutusmallide ning järgnevusdiagrammi koostamiseks. Üleminekuga kaasnev lisafunktsionaalsus ning selle kasutus väljendub võimekuste kaardist ning protsesside kaardistamisest.

7.5.1 Motivatsiooni- ning strateegiamudel

Motivatsioonimudel toob esile migreerimisprojekti seose ettevõtte strateegiatega ning arengusuundadega.

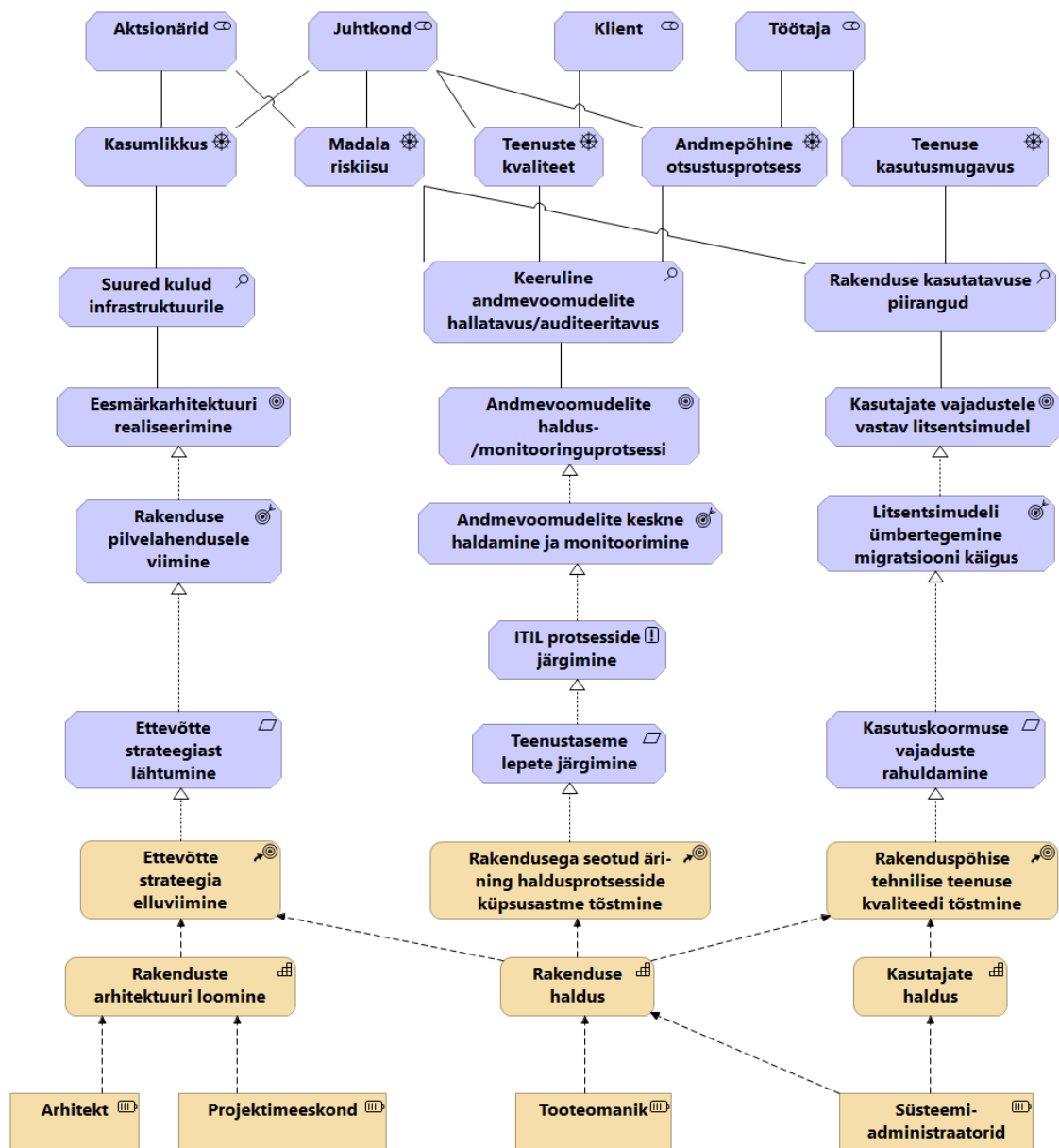
Rakenduse pilvelahenduse migreerimine ise ei ole omaette eemärk, vaid aitab kaasa

ettevõtte strateegiale liikuda vastupidavama infrastruktuuri poole. Lisaks vähendab migratsioon vajadust ettevõtte omanduses oleva füüsilise infrastruktuuri järele, mis omakorda aitab vähendada kuluallikaid. Strateegiast lähtuva rakenduspõhise teenuse arhitektuuri loomine vajab teadmisi nii ettevõtte olemasoleva kui ka eesmärkarhitektuuri osas. See võimekus on tagatud tarkvaraarhitekti kui rakenduse pilvelahendusele migreerimise projektmeeskonna poolt.

Uus lahendus suurendab ka teenuse kvaliteeti ning kasutatavust lõppkasutajate jaoks, sest pilveplatvormi litsentsimudel ei ole kasutajapõhine[35]. Samuti pole vaja lõppkasutajatel muretseda andmeallikate ühenduste seadistuste pärast, mis võimaldab neil keskenduda andmevoo mudeli abil väärtuse loomiseks. Ressursipõhine rakenduse skaleerimine on pilvearhitektuuri üks omadusi, mis võimaldab kõrge koormusega aegadel rakendusele eraldatavat arvutusvõimsust suurendada. Mugavam kasutus ning skaleeritavus lihtsustab ka uute teenuste ehitamist platvormile. Teenuse kvaliteedi tõstmise eest vastutab tooteomanik ning üldjuhul implementeerivad seda süsteemiadministraatorid või -haldurid.

Tehniline teenus muutub ka pilvelahendusel paremini hallatavaks ning koondab kogu andmetöötluse ühte keskkonda, mis lihtsustab andmete hoiustamiseks ning töötlemiseks kasutatavat infrastruktuuri üldpilti. Platvormi tooteomanikul tekib täielik ülevaade teenuse kasutuse osas, mis võimaldab kvaliteedi tagamiseks ennetavalt otsuseid teha. Lisaks on kogu platvormi kasutus ning andmetöötlus auditeeritav ühe platvormi kaudu[36]. Teenustasemelepete loomine ning nendega seotud protsesside eest vastutab tooteomanik.

Kõik joonisel 9 kirjeldatud kolm voogu aitavad kaasa parema ning kvaliteetsema teenuse loomisesse, mis oskuslikult rakendatult vähendab ka ettevõtte kulusid.



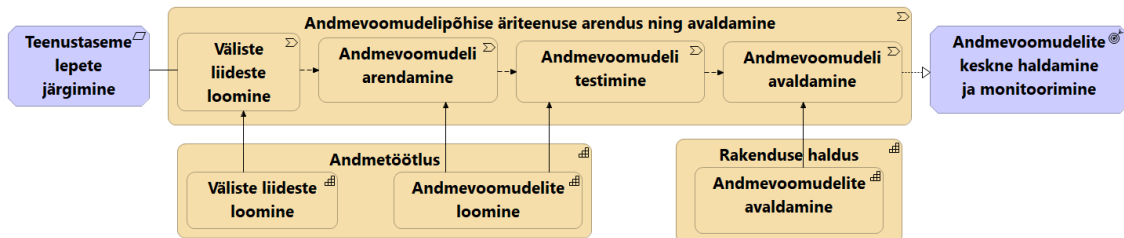
Joonis 9. Ettevõtte motivatsiooni- ning strateegiamudel IBM SPSS Modeler rakenduse migreerimiseks pilvelahendusele (autori koostatud)

7.5.2 Väärtusvoog

Platvormi väärtus ei tulene mitte ainult funktsionaalsuse olemasolust, vaid platvormile ehitatud teenustest. Seetõttu on platvormi peamiseks väärtusvooks andmevoomudelite põhiste äriteenuste arendus ning avaldamine, mis on kajastatud joonisel 10.

Uue teenuse loomisel on vajalik tehnilise platvormi teenuse ning loodava äriteenuse omanikel kokku leppida teenustevahelistes teenustaseme lepetes. Väliste liideste loomine konkreetse teenuse jaoks aitab kaasa teenuse haldamisele. Juhul kui allikandmete

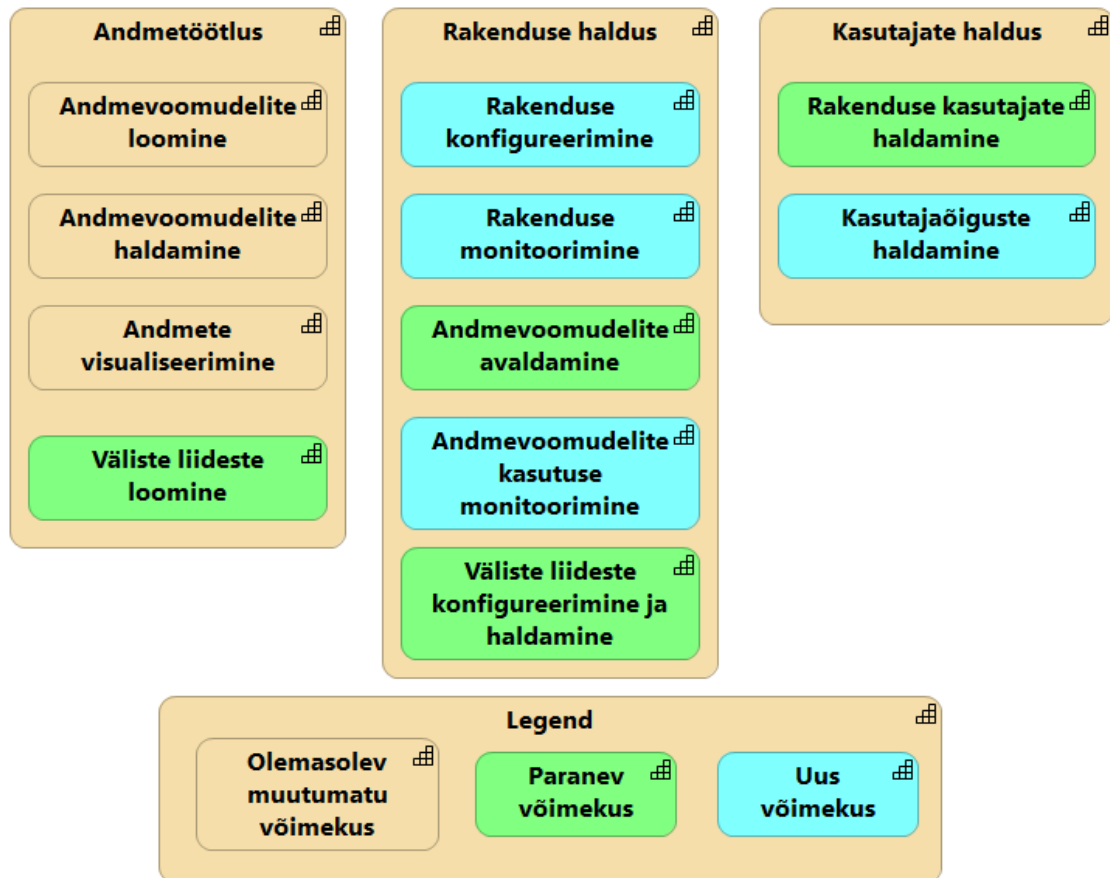
pärimiseks on vaja liidestuda uute andmebaasidega, saab äriteenuse omanik selle töö tellida platvormi tooteomanikult. Andmevoo mudeli arendamine ning testimine on äriteenuse vastutus, sest seal on andmevoo mudeli arenduse kompetents ning teadmised soovitava tulemuse saavutamiseks. Eduka testimise järel saab äriteenus andmevoo mudeli avaldada ning luua sellega väärtust kas ettevõtte töötajate või väliste klientide jaoks.



Joonis 10. Andmevoo mudelipõhise äriteenuse väärtusvoog (autori koostatud)

7.5.3 Võimekuste kaart

Lokaalselt tööjaamarakenduselt pilveplatvormile kolimine parendab ka tehnilise teenuse pakutavaid võimekusi. Rakenduse peamine funktsionaalsus andmevoo mudelite loomise ning käitamise näol jääb samaks, kuid teenuse haldusvõimekus paraneb oluliselt. Teenuse omanikul tekib võimekus käivitata andmevoo mudelite jõudluse monitoorimiseks ning vajadusel rakenduse seadistuste muutmiseks ilma, et lõppkasutajal peaks selleks tehniline kompetents olema. Lisaks saab lõppkasutajatele pakkuda hallatud liidestusi erinevate andmebaaside ja muude andmeallikatega. Samuti pakub platvorm võimekust kasutajatel omavahel mugavalt sama äriteenuse mudelite arenduse osas koostööd teha. Võimekused ning nende muutumine migratsiooni käigus on kajastatud joonisel 11.



Joonis 11. IBM CP4D planeeritud võimekuste soojuskaart (autori koostatud)

7.5.4 Äriprotsessi mudel

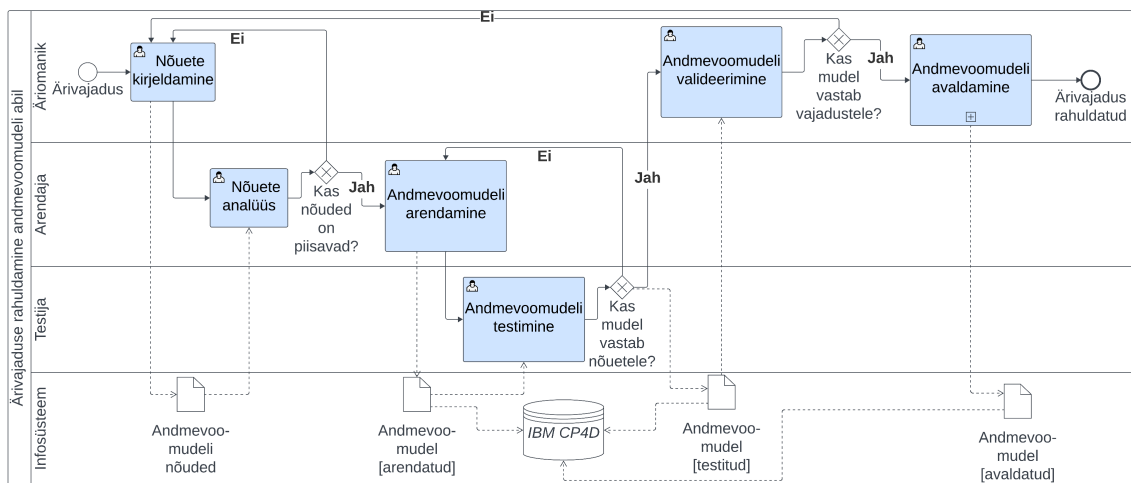
Pilverakenduse poolt pakutava lisafunktsionaalsuse kasutuselevõtt eeldab muutuseid olemasolevates protsessides või täiesti uusi protsesse. Platvormil hallatavad kasutajaõigused loovad vajaduse õiguste jagamise protsessi sidumiseks muude õigushaldusprotsessidega.

Muude pilverakenduse poolt toetatavate äriprotsesside muutmise vajadus kirjeldatakse vastavate äriprotsesside omanike poolt. Üksikasjad pilverakenduse kasutamiseks olemasoleva rakenduse asemel kirjeldatakse pärast pilverakenduse ülesseadmist ning seadistamist.

Andmevõimude avaldamine ärivärtuse loomiseks, mis olemasoleva rakenduse korral on toimunud rakendusest eraldi, on nüüd teostatav sama pilveplatvormi kaudu, kus neid andmevõimudeid arendati. Üldine ärivajaduste rahuldamise töövoog on kirjeldatud joonisel 12. Toodangukeskkonnas kasutatavate mudelite kvaliteedi ning auditeeritavuse tagamiseks on oluline, et üldised avaldamisprotsessi põhimõtted oleksid

täidetud. Pilverakendus võimaldab lisaks andmevoomudelite avaldamise ka nende kasutust monitoorida.

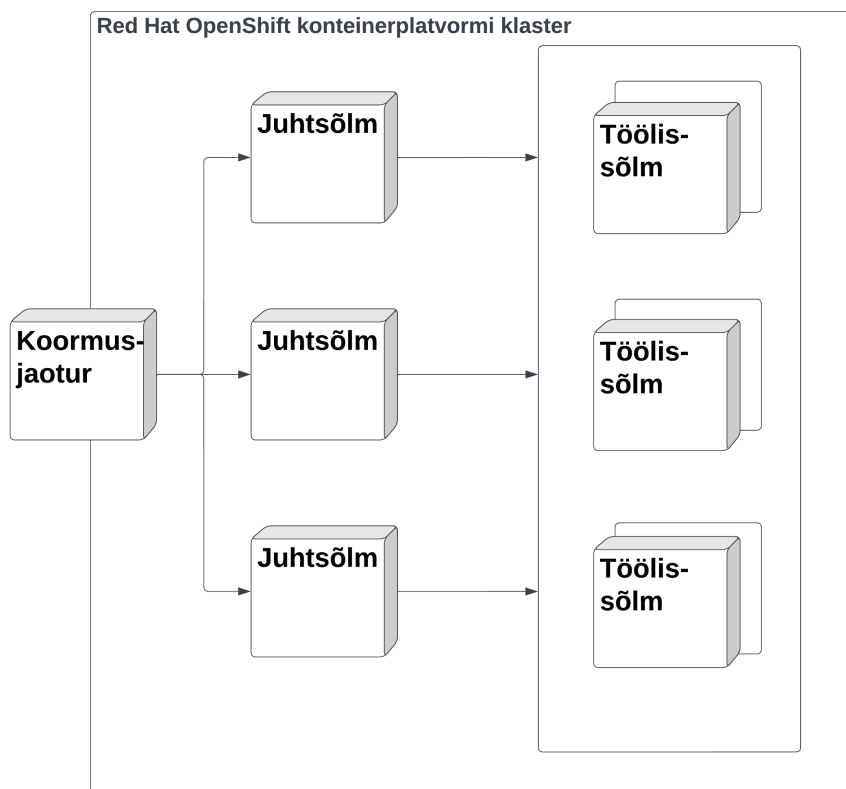
Andmevoomudeli abil konkreetse äri vajaduse täitmise protsess sarnaneb üldistatud kujul tarkvaraarenduse protsessile. Äriomanik kui tellija kirjeldab nõuded ehk andmevoomudeli poolt teostatava andmetöötlemise äri loogika. Nõuete alusel saab arendaja teostada andmevoomudeli arenduse. Juhul kui rendatud mudel on edukalt testitud, saab tellija selle sobivust valideerida ning selle avaldamise protsessi algatada. Avaldatud andmevoomudelite kasutus teiste väliste rakenduste poolt ei ole siin kaardistatud, sest see ei ole pilverakenduse teenuse skooabis. Pilverakendus pakub välistele teenustele liidestusi, mille abil andmevoomudelit soovitud parameetritega käivitada saab[37].



Joonis 12. Äri vajaduste rahuldamine andmevoomudeli abil IBM CP4D pilveplatvormil (autori koostatud)

7.6 Tehniline arhitektuur

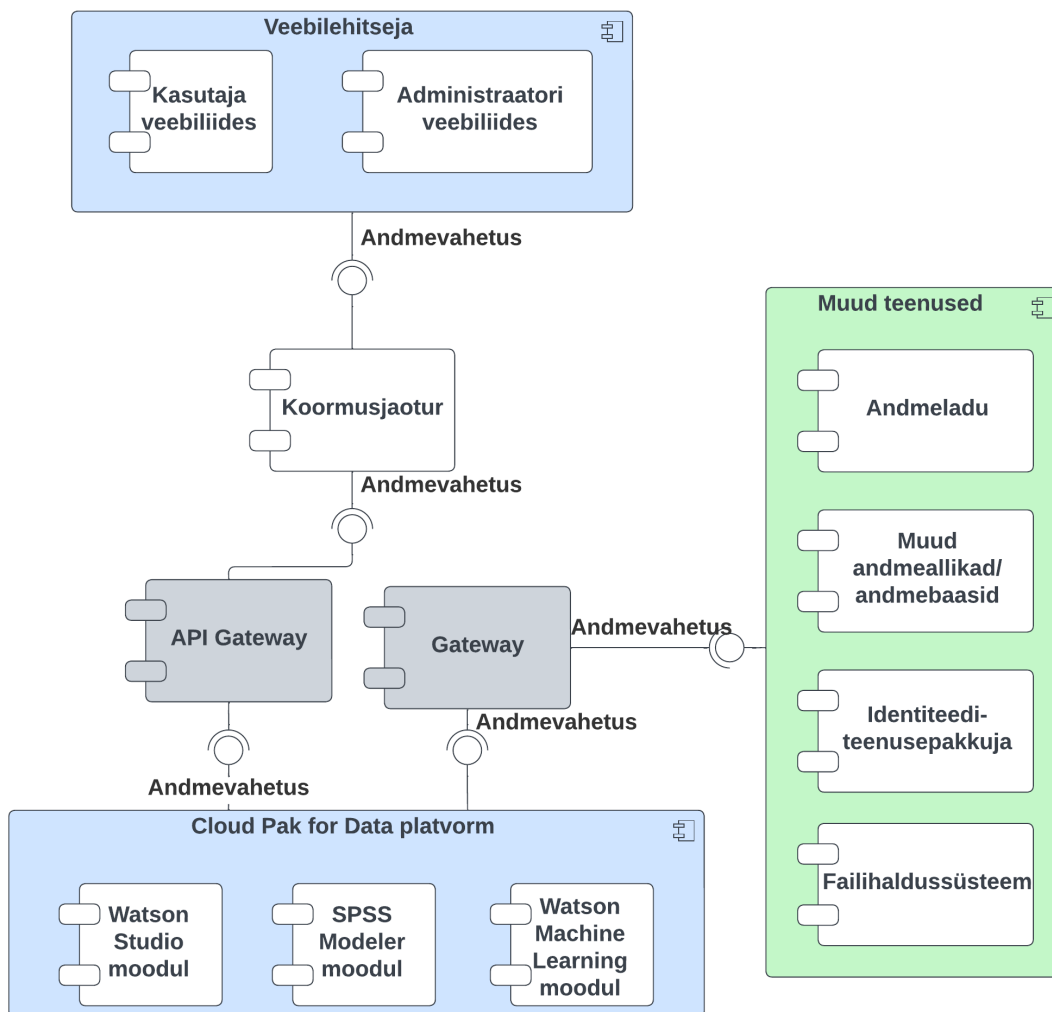
Pilveplatvormi tehniline arhitektuur tugineb tootjapoolsele võrdlusarhitektuurile[38], mis on kajastatud joonisel 13. Kasutaja ühendub vastu koormusjaoturit, mis suunab kasutaja töövoogu ühele mitmest juhtsõlmest. Kui kasutaja avab mõne andmevoomudeli, eraldatakse selle jaoks ettemääratud arvutusressurss töösõlmest. Juhtsõlmede ning töösõlmede esialgne eeldatav vajaminev arvutusvõimekus on arvatud olemasoleva rakenduse kasutuse pealt ning seda on võimalik tulevikus kerge vaevaga muuta. Arvutusvõimekuse muutmine võib olla nii olemasolevatetele sõlmedele lisaressursi eraldamise või uute sõlmede loomise teel.



Joonis 13. Red Hat Openshift klasterarhitektuur (autori koostatud [38] põhjal)

7.6.1 Komponentdiagramm

Pilveplatvormil asuva rakenduse kasutamine ning administreerimine käib läbi veebiliidese. Rakendus ise on liidestatud erinevate andmeallikatega ning identiteediteenusepakkujaga. Kogu andmetöötlamine toimub pilveplatvormil, mis tähendab, et lõppkasutaja tööjaamas enam andmete hoiustamist ega töötlemist ei toimu. Pilveplatvormi komponendid ning liidestus muude süsteemidega on kajastatud joonisel 14.



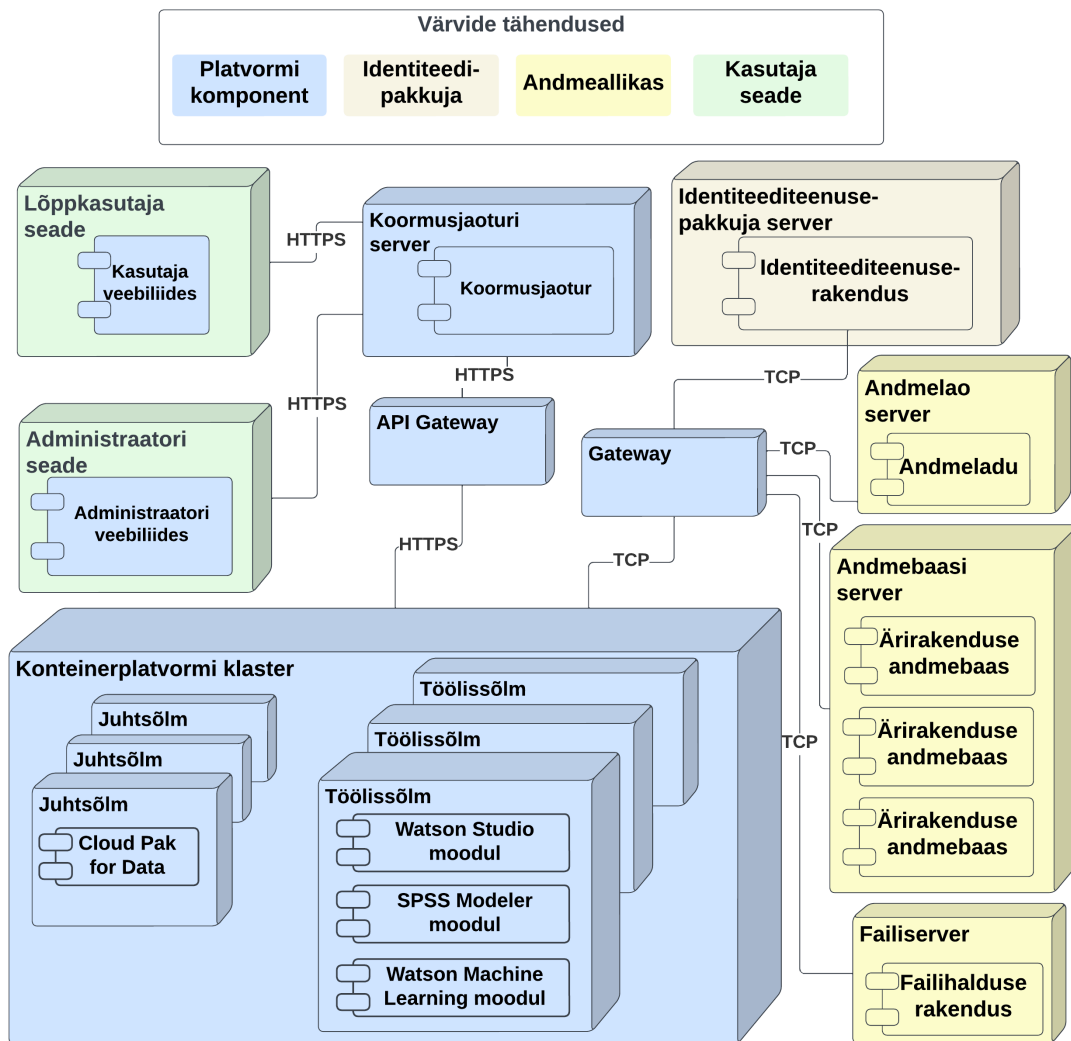
Joonis 14. IBM CP4D planeeritud komponentdiagramm (autori koostatud)

7.6.2 Eviusdiagramm

Pilveplatvormi rakendus asub konteinerplatvormi klastris ning koosneb mitmest juht- ning töölissõlmest. Sõlmede arv ning nendele eraldatud ressurss on muudetav vastavalt kasutajate poolt teostatavate töövoogude koormusest ning eripärast.

Juhtsõlmede eesmärk on kogu platvormi haldus, sealjuures kasutajate autoriseerimine. Töölissõlmed vastutavad andmevoomudelite arenduse ning käivitamise eest.[39]

Joonis 15 kirjeldab planeeritava pilverakenduse eviutusdiagrammi.



Joonis 15. IBM CP4D planeeritud evitusdiagramm (autori koostatud)

8. Edasised tegevused

Olenemata tootjapoolse rakenduse dokumentatsiooni olemasolust leiab projektimeeskond, et enne tehnilise keskkonna täielikku ülesseadmist on keeruline kõiki detaile seotud protsessides lahti kirjutada ning ette planeerida. Sellest tulenevalt on jäetud mõne teenusega seotud aspekti kaardistamine hilisemasse faasi pärast platvormi tehnilist valideerimist ning testimist.

8.1 Teenuse haldus

Rakenduse teenuse halduse põhiprintsiibid on kirjeldatud metoodika rakendamise all peatükis 7.3. Hilisematesse etappidesse on jäetud olemasolevate ettevõttesiseste süsteemidega liidestamist eeldavad protsessid.

8.1.1 Kasutajate ja kasutajaõiguste haldus

Varasem lokaalne rakendus ei võimalda kasutajate tegevust ning õiguseid hallata. Keskelt hallatud platvorm loob selle võimaluse ning sellega kaasneb vajadus eraldi haldusprotsessi ning -põhimõtete järele. Kasutajate halduse lihtsustamiseks saab platvormi liidestada ettevõtte olemasolevate identiteediteenustega. Täpsem erinevatele kasutajate rollidele antavate õiguste kaardistamine on planeeritud pärast liidestuse edukat loomist ning funktsionaalsuse valideerimist.

8.1.2 Rakenduse haldus ning monitoorimine

Tulenevalt varasema rakenduse kasutuse vähesest läbipaistvusest on keeruline hinnata erinevate andmevoo mudelite suurust, keerukust ning nende jooksumise kulukust. Lisaks ei saa ilma reaalse näidismudeli käivitamiseta selget pilti uue platvormi käitumisest. Platvormi lõpliku seadistuse ning regulaarse haldusvajaduse kaardistamine toimub seega pärast tehniliste testide (sealhulgas koormustestide) teostamist. Samuti toimub tehnilise testi käigus rakenduse sisseehitatud monitoorimisvõimekuse hindamine. Sellest tulemusest sõltub, kas tulevase teenuse igapäeva haldus ning monitoorimine on mõistlikum platvormi enda funktsionaalsust kasutades või on mõistlikum see liidestada mõne muu olemasoleva monitoorimistööriistaga.

8.2 Ülemineku planeerimine

Rakenduselt pilvelahenduse platvormile ülemineku vajab ressursi peale projektimeeskonna ka rakenduse kasutajatelt ning rakenduse sisule ehitatud teenuste omanikelt. Seetõttu on ülemineku enda planeerimine jäetud hilisemaks pärast kõikide tehniliste nüansside ning probleemide lahendamist.

8.2.1 Kasutajate koolitus

Pilveplatvormi tuumrakendus on väga sarnane varasema lokaalse rakendusega. See vähendab tunduvalt vajaminevat kasutajakoolitust uue platvormi tundmaõppimisel. Küll aga pakub uus platvorm lisafunktsionaalsust, mille ärakasutamiseks on vajalik koolitusmaterjalide koostamine. Täpne lõppkasutajatele pakutav funktsionaalsus ning ettevõttesisesed eripärad selguvad tehniliste testide järel, mistõttu on kasutajate koolituse kaardistamine ja teostamine hilisemate tegevuste hulgas.

8.2.2 Sisu üleviimine

Platvormi tootjapoolse dokumentatsiooni väitel on olemasolevate andmevõomudelite migreerimine platvormile teostatav kerge vaevaga ning selle jaoks on eraldi funktsionaalsus. Küll aga on vaja migreeritud andmevõomudelites vähemalt ümber seadistada andmebaaside ühendused. Sisu üleviimise detailne planeerimine selgub pärast mudelite migreerimise testimist. Kui andmevõomudelite ümberseadistamine osutub keerukaks ning selle käsitsitegemine ajakulukaks, on vaja sisu üleviimise edukaks teostamiseks protsessi automatiseerida.

8.2.3 Olemasoleva rakenduse sulgemine

Rakenduse ülemineku lõpeb olemasoleva rakenduse kasutuselt eemaldamisega. Kui rakenduse kasutajad on oma töövood üle kolunud pilveplatvormi lahendusele, saab hakata lokaalset rakendust tööjaamadest eemaldama. Lisaks on vajalik muude teenusega seotud komponentide eemaldamine. Nende tegevuste detailne kaardistamine ja ajastamine on planeeritud pärast uuel platvormil töövoogude edukat jooksumist ning kui on kindel, et kõik väärtusvood on uuele lahendusele üle viidud.

Kokkuvõte

Magistritöö eesmärk oli koostada ettevõtte strateegiaid toetav metoodika ettevõtte arhitektuuri muutmiseks rakenduste pilvelahendusele migreerimiseks. Metoodika valideerimiseks rakendati seda ühe magistritöö kirjutamise ajal käimasoleva rakenduse pilvelahendusele migreerimise toetamiseks.

Selleks, et koostatav metoodika oleks kooskõlas ettevõtte väärtuste ning suundadega, kaardistati ettevõtte ärimudel ning strateegia. Olemasolevate rakenduste pilvelahendusele migreerimine saab otseselt toetada järgmisi ettevõtte alustalasisid ning eesmärke:

- standardiseeritud, skaleeritav ning stabiilne infrastruktuur
- toodete isikupärastamine vastavalt kliendi vajadustele
- andmepõhine otsustusprotsess

Metoodika kohaldamiseks kirjeldati olemasoleva teadusliku kirjanduse põhjal kolm olemasolevat metoodikat rakenduste pilvelahendustele migreerimiseks. Metoodikaid võrreldi omavahel ning nendest valiti üks, mida ettevõttele kohandada. Alusmetoodika valikul mängisid rolli järgnevad põhimõtted:

- metoodika peab olema rakendatav nii majasiseselt arendatud kui ka sisseostetud rakenduste migreerimiseks
- metoodika peab tuginema äriprotsesside toetamisel rakenduse poolt
- metoodika peab olema rakendatav mistahes pilvelahenduse teenusmudeli korral

Valitud alusmetoodikale lisati rakendusega seotud olemasoleva olukorra ning sellega seotud aspektide kaardistamine, äriprotsesside valitsemine ning haldusprotsesside kaardistamine. Ettevõtte arhitektuuri etapis koostati mudelite otsustabel, et metoodika rakendajat vajalike komponentide kaardistamisel toetada.

Koostatud metoodika koosneb järgnevatest etappidest:

- AS-IS olukorra kaardistamine
- Seadusandlus ning regulatsioonid
- Valitsemine
- Ettevõtte arhitektuur ning äriprotsessid

- Teenuse haldus koos haldusprotsessidega
- Võrdlusarhitektuur
- Tehniline arhitektuur

Koostatud metoodikat rakendati ettevõttes olemasoleva lõppkasutaja tööjaamadesse paigaldatud *IBM SPSS Modeler*'i migreerimiseks *IBM Cloud Pak for Data* pilveplatvormile. Metoodika rakendamine kirjeldab lahti migreerimise tulemusel loodud võimekusi ning positiivset mõju rakendusega seotud äriprotsessidele. Rakenduse migreerimise edukaks lõpuleviimiseks kirjeldati edasised tegevused, mis on vaja teostada rakenduse migreerimise eest vastutava meeskonna poolt.

Eelnevale toetudes on magistritöö probleem lahendatud ning eesmärk saavutatud koostatud metoodika ning selle rakendamise näol, mis loob järgmisi ärilisi väärtuseid:

- **Rakenduste pilvelahendusele migreerimise toetamine** - koostatud metoodika on rakendatav erineva arhitektuuriga olemasolevate rakenduste pilvelahendusele migreerimiseks. Metoodika on rakendatav ka teistes sarnastes ettevõtetes;
- **Uute võimekuste loomine** - rakenduse pilvemigreerimise toetamise käigus kaardistati uute võimekuste loomine ettevõttes;
- **Ettevõtte eesmärkide saavutamise toetamine** - metoodika rakendamine toetab ettevõtte strateegiliste eesmärkide saavutamist.

Kasutatud kirjandus

- [1] *Azure application architecture fundamentals*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide>.
- [2] Peter Mell and Timothy Grance. *The NIST Definition of Cloud Computing*. Tech. rep. National Institute of Standards and Technology, 2011.
- [3] Thomas Boillat and Christine Legner. “From On-Premise Software to Cloud Services: The Impact of Cloud Computing on Enterprise Software Vendors’ Business Models”. In: *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 8.3 (2013), pp. 39–58. ISSN: 0718-1876.
- [4] *Cloud Computing: Beginners guide*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://dev.to/anubhavitis/cloud-computing-beginners-guide-lj7>.
- [5] Paschal Uchenna Chinedu et al. “Cloud security concerns: assessing the fears of service adoption”. In: *Archive of Science and Technology* 1.2 (2020), pp. 164–174.
- [6] Oliver Byström. “A comparison between on-premise and cloud environments in terms of security: With an emphasis on Software-as-a-Service & Platform-as-a-Service”. In: (2022).
- [7] R. Velumadhava Rao and K. Selvamani. “Data Security Challenges and Its Solutions in Cloud Computing”. In: *Procedia Computer Science* 48 (2015). International Conference on Computer, Communication and Convergence (ICCC 2015), pp. 204–209. ISSN: 1877-0509.
- [8] Sadia Syed and M. Ussenaiah. “Notice of Violation of IEEE Publication Principles: The rise of Bring Your Own Encryption (BYOE) for secure data storage in Cloud databases”. In: *2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*. 2015, pp. 1463–1468.
- [9] *AWS Service Level Agreements (SLAs)*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://aws.amazon.com/legal/service-level-agreements>.
- [10] *Google Cloud Platform Service Level Agreements*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://cloud.google.com/terms/sla/>.

- [11] *Key Management Service (KMS) Service Level Agreement*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: https://aws.amazon.com/kms/sla/?did=sla_card%5C&trk=sla_card.
- [12] *Amazon Regions and Availability Zones*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 29.12.2023. URL: https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/regions_az/.
- [13] Thamsanqa Khanye, Jacques Ophoff, and Kevin Johnston. “Issues in Migrating Legacy Systems to the Cloud”. In: *2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*. 2018, pp. 694–699.
- [14] *Recommendations for setting spending guardrails*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/well-architected/cost-optimization/set-spending-guardrails>.
- [15] Jemishkumar Patel et al. “Workload Estimation for Improving Resource Management Decisions in the Cloud”. In: *2015 IEEE Twelfth International Symposium on Autonomous Decentralized Systems*. 2015, pp. 25–32.
- [16] *Annual and Sustainability Report 2022*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://internetbank.swedbank.se/ConditionsEarchive/download?bankid=1111%5C&id=WEBDOC-PRODE141563695>.
- [17] *Swedbank’s strategic direction*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://swedbank.com/about-swedbank/strategic-direction.html>.
- [18] *Swedbank’s business model*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://www.swedbank.com/about-swedbank/business-model.html>.
- [19] *Migrating Applications to the Cloud: Rehost, Refactor, Revise, Rebuild, or Replace?* [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/1485116%22>.
- [20] *Considering a Mass Migration to the Cloud?* [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://aws.amazon.com/blogs/enterprise-strategy/considering-a-mass-migration-to-the-cloud>.
- [21] Santtu Riihimäki. “Migration Planning Framework for Legacy Systems’ Cloud Migration”. In: (2023).
- [22] Pooyan Jamshidi, Aakash Ahmad, and Claus Pahl. “Cloud Migration Research: A Systematic Review”. In: *IEEE Transactions on Cloud Computing* 1.2 (2013), pp. 142–157.

- [23] Pearl Brereton et al. “Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain”. In: *Journal of Systems and Software* 80.4 (2007). Software Performance, pp. 571–583. ISSN: 0164-1212.
- [24] Patricia V. Beserra et al. “Cloudstep: A step-by-step decision process to support legacy application migration to the cloud”. In: *2012 IEEE 6th International Workshop on the Maintenance and Evolution of Service-Oriented and Cloud-Based Systems (MESOCA)*. 2012, pp. 7–16.
- [25] Ali Khajeh-Hosseini et al. “The Cloud Adoption Toolkit: supporting cloud adoption decisions in the enterprise”. In: *Software: Practice and Experience* 42.4 (2012), pp. 447–465.
- [26] Michael Armbrust et al. “A View of Cloud Computing”. In: *Commun. ACM* 53.4 (Apr. 2010), pp. 50–58. ISSN: 0001-0782.
- [27] Razvan Daniel Zota and Lucian Alexandru Fratila. “Preliminary aspects in order to develop an efficient method for cloud implementation standardization”. In: *2013 RoEduNet International Conference 12th Edition: Networking in Education and Research*. 2013, pp. 1–6.
- [28] *AWS Architecture Center*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://aws.amazon.com/architecture/>.
- [29] *Browse Azure Architectures*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/browse/>.
- [30] Fang Liu et al. *NIST Cloud Computing Reference Architecture*. Tech. rep. National Institute of Standards and Technology, 2011.
- [31] *Gartner Glossary: IT Governance (ITG)*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/it-governance>.
- [32] *License types*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/spss-modeler/18.3.0?topic=requirements-license-types>.
- [33] *IBM SPSS Modeler*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/products/spss-modeler>.
- [34] *IBM SPSS Modeler Solution Publisher*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/spss-modeler/18.4.0?topic=smp-spss-modeler-solution-publisher>.
- [35] *IBM Watson Studio Pricing*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/products/watson-studio/pricing>.

- [36] A Hafeez, C Ding, and D Sagal. *Monitoring OpenShift in IBM Cloud Pak for Data*. Tech. rep. IBM Corporation, Herndon VA, 2021.
- [37] *Creating online deployments in Watson Machine Learning*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/cloud-paks/cp-data/4.8.x?topic=assets-creating-online-deployments>.
- [38] *Architecture for IBM Cloud Pak for Data*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 16.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/cloud-paks/cp-data/4.7.x?topic=planning-architecture>.
- [39] *System nodes*. [Võrgumaterjal], viimati vaadatud 28.12.2023. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/cloud-paks/cloudpak-data-system/2.0?topic=administration-nodes>.

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Kuldar Rosenberg

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Ettevõtte arhitektuuri muutmise meetoodika rakenduste pilve migreerimiseks *IBM SPSS Modeler*’i näitel”, mille juhendaja nimi on Alari Krist
 - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

03.01.2024

¹Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.