

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Informaatika teaduskond

Informaatika instituut

Raul Haavala 162778IABM

**IT HALDUSE VÄLJAKUTSED  
PILVERAALINDUSE KASUTUSELEVÕTUL**

Magistritöö

Juhendaja: Gunnar Piho

Tallinn 2019

## **Autorideklaratsioon**

Kinnitan, et olen koostanud antud magistritöö 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: Raul Haavala

7.05.2019

## **Annotatsioon**

Antud magistritöö teemaks on “IT halduse väljakutsed pilveraallinduse kasutuselevõtul”. Pilveraallindus on kontseptsioon, kus IT ressursse kasutatakse üle interneti teenusemudeli vormis. Pilveteenuste areng on tormiline ning kulude kokkuhoiu, teenuste kasutamise paindlikkuse ja tehnoloogilise innovatsiooni tõttu on tegemist tehnoloogiasektori ühe olulisema trendi ning arengu mootoriga.

IT haldus moodustab koos IT arendusega lihtsustatud vaates ettevõtte IT organisatsiooni. Kui IT arendus tegeleb rakenduste ja uute infosüsteemide loomisega, siis IT halduse ülesanne on hoolitseda IT taristu eest, toetada kasutajaid ning tagada ettevõtte erinevate infosüsteemide kvaliteetne töö. Nende kahe osakonna huvide erinevus on olnud üks olulisi vastuolusid, kuid mille osas pilveraallindus pakub leevenduse võimalust.

Magistritöös analüüsitakse pilveraallinduse tugevusi, nõrkusi, võimalusi ja ohte IT halduse seisukohalt. Analüüsi tulemuseks olevale SWOT analüüsile põhineb töö autori poolt loodav pilve valmiduse raamistik. Raamistiku eesmärgiks on kirjeldada olulisemad valdkonnad, millega pilveraallindusega tegelemist planeerivad ettevõtted peaksid arvestama. Raamistik on abivahendiks eesmärkide püstitamiseks ning kaasnevateks analüüsideks.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 58 leheküljel, 5 peatükki, 13 joonist, 13 tabelit.

## **Abstract**

### Cloud computing adoption challenges for IT operations

Cloud computing is a concept where IT resources are being consumed over the internet in the form of a service model. The development of such services has been one of the main trends in the technology sector. The promise of cost savings, flexible use of the services and technological innovation has brought the largest technology companies to this area.

IT operations and IT development are the basic two departments in any IT organization. IT operations is focused on the stability and efficiency of the existing infrastructure, support of the users and management of the IT infrastructure. IT development is responsible for the development of new applications. Different interests and goals have caused issues in the past but cloud computing does promise opportunities to diffuse the differences.

The thesis will focus on analyzing the strengths, weaknesses, opportunities and threats of cloud computing to the function of IT operations. Based on the SWOT analysis – the author proposes a cloud readiness framework. The framework should help the organizations looking into cloud computing to evaluate their current situation, means for improvement and important aspects to successful adoption of cloud computing.

The thesis is in Estonian and contains 58 pages of text, 5 chapters, 13 figures, 13 tables.

## Lühendite ja mõistete sõnastik

AWS	Amazon Web Services, maailma suurim pilveteenuste pakkuja
Azure	Microsoft Azure – Microsofti pilveteenus, AWS konkurent
DevOps	Ingl.k. Development and Operations – arendus ja haldus
Big data	Eesti keeles suurandmed. Kontseptsioon kirjeldamaks erinevat tüüpi andmete töötlemist ja omavahel seostamist.
SLA	Ingl keeles, Service Level Agreement, teenusetingimuste kokkulepe teenusepakkuja ja kliendi vahel
OLA	Inglise keeles Operational Level Agreement, SLA aga organisatsioonisiseks kasutuseks
mainframe	70-80ndatel kasutusel olnud teatud tüüpi suurarvuti
DDoS	Ingl keeles – Distributed Denial of Service. Teatud tüüpi võrgu kaudu tehtav küberrünnak.

## Jooniste nimekiri

Joonis 1. IT eelarvete jaotumine valdkondade vahe [14] .....	18
Joonis 2. IT eelarvete jaotus tööstusharude lõikes [102] .....	18
Joonis 3. ITIL teenuste elutsüklil [39].....	21
Joonis 4. ITIL protsessid ja teenuse elutsüklil [67].....	24
Joonis 5. MOF IT teenuse elutsükli mudel [107].....	26
Joonis 6. COBIT ja ITIL IT raamistikud [119].....	26
Joonis 7. Erinevate raamistike võrdlus [76].....	27
Joonis 8. Forbes Insights uuring IT halduse raamistike kasutamise kohta 2017a [48] ..	27
Joonis 9. Pilve arhitektuur [98] .....	33
Joonis 10. Vastutuse jagamine pilveteenuse mudelite lõikes. [26]. .....	34
Joonis 11. Gartner magic quadrant IaaS teenusepakkujate osas 2018 aastal [51].....	37
Joonis 12. Investeeringute ja teenuse sisseostu mudeli võrdlus.[28].....	45
Joonis 13. Pilvevalmiduse raamistik.....	70

## Tabelite nimekiri

Tabel 1. 2018 suurimate pilveteenusettevõtete pilveteenuste käive [111] .....	42
Tabel 2. Pilve SWOT IT halduse seisukohast. ....	54
Tabel 3. Pilveraalanduse mõju ja sobivus ettevõtte äristrateegiaga. ....	57
Tabel 4. Inimeste aspekti olulised teemad. ....	60
Tabel 5. Protsesside aspekti olulised teemad. ....	61
Tabel 6. Tehnoloogia aspekti olulised teemad. ....	61
Tabel 7. Partnerite aspekti olulised teemad. ....	62
Tabel 8. Sisemised mõjurid. ....	63
Tabel 9. Välised mõjurid. ....	63
Tabel 10. Pilve küpsuse esimese etapi tüüpilised sammud ja tegevused. ....	65
Tabel 11. Pilve küpsuse teise etapi tüüpilised sammud ja tegevused. ....	67
Tabel 12. Pilve küpsuse kolmanda etapi tüüpilised sammud ja tegevused. ....	68
Tabel 13. IT-teenuse komponentide võimalikud arhitektuurivõimalused. ....	69

# SISUKORD

<b>1. SISSEJUHATUS .....</b>	<b>9</b>
1.1 TEEMA TAUST JA PROBLEEMITÕSTATUS .....	9
1.2 UURIMISTÖÖ EESMÄRGID .....	10
1.3 METOODIKA.....	11
1.4 TÖÖ ÜLESEHITUS .....	12
<b>2. IT HALDUS ETTEVÕTETES.....</b>	<b>13</b>
2.1 ORGANISATSIOON .....	13
2.2 IT ROLL ORGANISATSIOONIS .....	14
2.3 IT ORGANISATSIOONI ÜLESEHITUS .....	16
2.4 IT HALDUS .....	19
2.5 IT HALDUSE TÖÖKORRALDUSE OLULISEMAD RAAMISTIKUD.....	23
2.5.1 <i>ITIL</i> .....	23
2.5.2 <i>Teised raamistikud</i> .....	25
2.6 OLULISEMAD TRENDID IT HALDUSES .....	28
2.6.1 <i>DevOps</i> .....	28
2.6.2 <i>BYOD</i> .....	29
2.6.3 <i>Andmete töötlemine</i> .....	30
<b>3. PILVERAALINDUS.....</b>	<b>31</b>
3.1 AJALUGU.....	31
3.2 PILVE ÜLESEHITUS.....	32
3.2.1 <i>Põhiomadused</i> .....	33
3.2.2 <i>Teenuse mudelid</i> .....	34
3.2.3 <i>Kasutusmudelid</i> .....	38
3.3 PILVERAALINDUSE EELISED JA PUUDUSED .....	40
3.4 PILVEÄRI ARENG .....	42
<b>4. PILVERAALINDUSE VÕIMALUSED JA VÄLJAKUTSED IT HALDUSE SEISUKOHALT .....</b>	<b>43</b>
4.1 SWOT: TUGEVUSED .....	44
4.2 SWOT: NÕRKUSED .....	47
4.3 SWOT: VÕIMALUSED .....	50
4.4 SWOT: OHUD .....	51
<b>5. ETTEPANEKUD PILVERAALINDUSE KASUTUSELEVÕTU RAAMISTIKU RAKENDAMISEKS.....</b>	<b>55</b>
5.1 PILVEVALMIDUSE RAAMISTIK (CLOUD READINESS FRAMEWORK).....	56
5.1.1 <i>Pilveraalinduse kasutuselevõtu vajadus</i> .....	56
5.1.2 <i>IT teenuse neli aspekti</i> .....	59
5.1.3 <i>Sisemised ja välised mõjurid</i> .....	62
5.1.4 <i>Küpsuse etapid</i> .....	63
5.1.5 <i>Valikuvõimaluste hindamine</i> .....	68
5.1.6 <i>Raamistiku ülevaade</i> .....	69
5.2 TEEMAD EDASISEKS .....	71
<b>KOKKUVÕTE .....</b>	<b>72</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>73</b>
<b>KASUTATUD KIRJANDUS.....</b>	<b>74</b>



# 1. SISSEJUHATUS

## 1.1 Teema taust ja probleemitõstus

Pilveraalindus (*cloud computing*) on hetkel üks olulisemaid IT maailma kuumi trende – lubades kasutajatele atraktiivseid hüvesid – madalamaid kulusid, mugavust, paindlikkust ja kiirust teenuse kasutamisel. Eriti just äriprotsesside ja -arendusega tegelevad organisatsiooni osad on taolistest argumentidest väga huvitatud – muutudes seega tihti ka IT alase innovatsiooni algatajateks. IT arenduse jaoks pakub pilv võimalusi arendusprotsesside kiirendamiseks ning paindlikumalt lõpptulemuseni jõudmiseks. Samas IT halduse osakondadele tähendab pilv tihti harjumuspärasest mugavustsoonist väljumist ning tavapäraste tegevuspõhimõtete ja protsesside tugevat muutmist. Pilv on üks põhjustest miks IT arenduse ja IT halduse igapäevase tegevuse eesmärkide konflikt süveneb. Selle vastuolu leevendamiseks püütakse leida lahendust nii töökorralduslikult (DevOps meetoodika abil IT arendus ja IT haldus üheks meeskonnaks liites) kui ka lihtsalt pilveteenuse pakkujatele suurema vastutuse andmise kaudu (või lausa infosüsteemi pilvepõhist kasutamist ilma IT halduse ressursse kasutamata).

Tuntud pilveplatvormid nagu AWS (Amazon Web Services) ja Microsoft Azure koos pilvepõhiste tarkvarateenustega (Salesforce.com) on muutnud pilve igapäevaseks mõisteks – kuid paljude ettevõtete jaoks on siiski olemasolevate IT teenuste, platvormide ja protsesside puhul pilve kasutamine tõsiseks väljakutseks. Eriti just IT haldusüksuste tegevus seni on käinud pigem teist rütmi mööda – pikad seadmete hankimise ja amortiseerimise perioodid koos standartsete protsessidega tähendasid tihti aeglust ning uute projektide venimist – ehk kõik see mida pilveraallindus juba eos teisiti taotleb. Arusaadavalt peavad IT halduse üksused ka endale peeglistse vaatama – on osa pilve atraktiivsusest ju nende töökorralduse probleemide ja aegluse tõttu võimendunud.

Samas ei saa unustada, et keegi peab ka pilves lahendusi hiljem haldama – jälgima et turvalisusega tegeletakse, et varundatakse varukoopiaid andmetest, et on olemas teenuste käideldavuseks lahendused jne. See kõik jääb ka edaspidi IT halduse funktsionaalsesse vastutusalasse.

Pilv pakub atraktiivseid uusi võimalusi – kuid paljud neist võimalustest eeldavad siiski jätkuvalt ka IT halduselt aktiivset osalust. IT halduse valmisolek ning selle võimekuse arendamine pilvelahenduste kasutuselevõtuks on olulisteks probleemideks ning seetõttu antud magistritöö teemaks.

Antud töö vaatab kitsamalt IT halduse probleeme organisatsiooni ning tööprotsesside suunal – kuid fookuse alt jäävad välja sellega seotud otsesed tehnoloogilised küsimused (ei võrrelda tehnilisi erinevusi pilveplatvormide vahel rohkem kui uurimustöö teema tausta käsitlemiseks vajalik on), turvalisus (v.a haldusesse puutuv osa mis käib turvapoliitika kohta), järelvalve ja seadusandlus (*compliance*) ning infosüsteemide arendus (koos tehniliste arendusvahenditega). Need kõik on eraldivõetuna pilveraallinduse suunal väga suured teemad ning vajaksid eraldi magistritööd – seetõttu on neid mainitud vaid protsesside ja organisatsiooni teemasid käsitlevate peatükkide raames.

## **1.2 Uurimistöö eesmärgid**

Magistritöö eesmärgiks on analüüsida pilveraallinduse kasutuselevõtu mõju ettevõtte IT halduse organisatsioonile ning tööprotsessidele, leida olulisemad probleemid ning kirjeldada ka lahendusi nende väljakutsete leevendamiseks ning lahendamiseks. Põhiline tähelepanu pööratakse IT halduse funktsiooni valmisoleku hindamisele ning võimekuse edendamisele pilve kõikide võimaluste paremaks ärakasutamiseks. Sellega seoses seatakse uurimistööle kaks eesmärki:

- Analüüsida pilveraallinduse mõju IT haldusele
- Luua raamistik mis võimaldab ettevõtetel hinnata oma valmidust pilverakendusi kasutada ning pakub ka lihtsaid suuniseid ning valdkondade kirjeldusi mille suunal tegutsedes on võimalik vastavat olukorda parandada.

Magistritöö raames püstitatakse alljärgnevad teesid:

- Pilv esitab väljakutseid eelkõige IT halduse töökorraldusele – nõudes uut lähenemist nii organisatsiooni ülesehitusele, muudatusi tööprotsessis, inimeste oskuste arendamist
- Pilv on oma olemuselt strateegiline muutus – mõjutades läbi oma väärtuspakkumuse ettevõtte erinevaid funktsioone ning nende tööpõhimõtteid.
- Pilv soodustab eri IT organisatsiooni funktsioonide koostöötamist – luues seega soodsa pinna eri funktsioonide ühendamiseks uute töömeetodite kaudu (näiteks *DevOps*).

### **1.3 Metoodika**

Uurimistöodes kasutatakse üldiselt kaht tüüpi metoodikaid – kvantitatiivseid (ehk numbrilisi) ning kvalitatiivseid (ehk uurimisobjekti kirjeldav analüüs). Antud uurimistöö teostamiseks sobis kõige paremini kvalitatiivne metoodika. Kirjeldav lähenemine võimaldab autoril kasutada teooria analüüsi, isiklikku professionaalset töökogemust ning nende tulemustel teostada interpretatsioon.

Antud magistritöö kirjutamisel kasutatakse alljärgnevat metoodikat:

- Teaduskirjanduse analüüs leidmaks ja analüüsimaks olulisemaid võimalusi ja väljakutseid, mida pilveraialindus ettevõtete IT halduse funktsioonile seab; ning tulemuste esitamine SWOT analüüsi vormis
- IT halduse olulisemate protsesside ja seonduvate mõjurite (seadusandlus, turvakaalutlused) analüüs IT halduse vaatepunktist
- Eelnevate punktide analüüsi tulemusena ning erinevate valdkonnaga seonduvate teemade kombineerimisel välja pakkuda raamistik IT halduse organisatsioonile hindamaks 1) pilve kasutamise valmidust kui 2) võimekuse parendamiseks vajalikke samme. Raamistiku kaudu seostada need tegevused nii pilveplatvormide paljude eriilmeliste valikuvõimaluste; IT halduse protsessidega; kui ka olulisemate riskide ja väliste mõjuritega (nagu turvalisus, andmete kaitsmise ja säilitamise seotud seadusandlikud nõuded jne). Raamistiku loomisel kasutab autor ka valdkonnaspetsiifilisi praktilisi teadmisi ning töökogemust.

Töö keskendub protsessidele ja organisatsioonis vajalikele muudatustele. Tehnoloogilisi teemasid seoses pilveraallindusega käsitletakse ainult eelmainitud kontekstis. Samuti turvalisuse, seadusandlusega seonduvat ainult antud kitsa teema taustal.

## **1.4 Töö ülesehitus**

Töö teine peatükk vaatab IT halduse funktsiooni, vastutust, olulisemaid protsesse ning nende kirjeldamise raamistikke. Analüüsitakse ka olulisemaid protsesse, tehnoloogiate ning andmetega seotud trende millel on IT haldusele tugev ning oluline mõju.

Kolmas peatükk kirjeldab pilveraallinduse olulisi omadusi, kasutus- ning teenusmudeleid, pöörates tähelepanu pilve kasudele ning riskidele.

Neljas peatükk keskendub pilveraallinduse võimalustele ning probleemidele IT halduse kontekstis – tuginedes teaduskirjanduse analüüsile ning kasutades selle esitamiseks SWOT analüüsi meetodit. Peatükk annab vastuse millised on olulisemad võimalused ja väljakutsed.

Töö viiendas peatükis kirjeldatakse pilve kasutamise valmisoleku hindamiseks ning selle parendamiseks raamistik. Vaadeldakse raamistiku komponente, nende omavahelisi mõjusid ning antakse ka soovitusi pilve kasutuselevõtu elutsükli kasutamisel ning esmase eneseanalüüsi kavandamiseks.

## 2. IT HALDUS ETTEVÕTETES

### 2.1 Organisatsioon

Kirjeldamaks infotehnoloogia (edaspidi IT) rolli organisatsioonides – alustame esiteks organisatsiooni kirjeldamisest. Organisatsiooni defineeritakse tavaliselt mitme märksõna kaudu: kaks või enam inimest, eesmärk, tegevus, püsima jäämine. Ehk definitsioonina – organisatsioon on suunatud piirangud koostööd tegevatele osapooltele ning nende tegevustele [49].

Organisatsiooni struktuuri, ülesannete ning juhtimise osas on olemas erinevaid lähenemisi. Struktuuri aluseks olev funktsioonidel põhinev ülesehitus kõige tavalisem ja tuntum – selle järgi grupeeritakse organisatsiooni liikmed nende rollide ja tööülesannete sarnasuse kaudu (näiteks müügiosakond, turundusosakond, IT haldus) [34].

Funktsionaalset struktuuri on kasutatud saavutamaks kindlat rolli täitvate inimeste kõrget oskuste taset, töö efektiivust ning stabiilsust organisatsioonis. Üldiselt kirjeldatakse organisatsiooni ülesehitamiseks 4 erinevat meetodit [10]:

- Juba mainitud funktsionaalne (kus inimesed jaotatakse osakondadesse nende tööülesannete kaudu – müügiosakond, turundus, IT jne)
- Divisjonidest koosnev (kus turusegmentide või tootegruppide kaupa divisjonidele antakse suur autonoomsus ning igal neist on oma müük, turundus, finants jne; levinud ülisuurte rahvusvaheliste ning paljudes ärivaldkondades tegutsevate ettevõtete seas)
- Maatriks ehk hübriid funktsionaalse struktuuri ja spetsialiseerumise vahel – kus töötajatel võib olla kaks juhti – üks funktsionaalse struktuuri alusel (näiteks turundusosakonna juht) ning teine näiteks spetsiifilise turuvaldkonna või projektimeeskonna raames.

- *Start-up*-ide ja väikeste tiimide maailmast pärit lame juhtimistasand – kus tööd teevad väikesed ilma keeruliste juhtimistasanditeta meeskonnad. On üritatud taolisi struktuure ka suurtes organisatsioonides kasutada (kuid edu pigem on neil uute toodete väljatöötamisel – mitte niivõrd suurte organisatsioonide käimas hoidmiseks),

Tüüpiliselt on organisatsioonides esindatud 6 põhifunktsiooni [106]:

- Tootmine (või siis teenuse osutamine)
- Operatiivne tegevus (mis hoiab ettevõtte igapäevased protsessid toimimas)
- Finants (finantside juhtimine, raamatupidamine)
- Juhtimine (ettevõtte suunamine soovitud suunas ning tegevuste kontroll)
- Turundus/müük (klientide leidmine ja hoidmine)
- Ärikoordineerimine (suunata ja koordineerida äriprotsesse)

Traditsiooniliselt oli erinevate funktsioonide eristamine üsna selge – kuid ärimudelite täiustumine, osade funktsioonide andmine väliste teenuspakkujate kätte ning funktsioonide omavaheline põimumine on viinud selleni, et jäik funktsioonide eristamine on paljude ettevõtete puhul juba sisuliselt võimatu.

## **2.2 IT roll organisatsioonis**

IT-d saab käsitleda ühe funktsioonina ettevõtete paljudest funktsioonidest. Oli aegu kus IT peeti üheks tugifunktsiooniks, mis pakkus teistele struktuuri osadele teenust – kuid üha enam on IT lahendused aluseks ettevõtete väärtuspakkumisele ning paljude ärimudelite puhul muutudes konkurentsieeliste võimaldajaks. On selge seos IT võimekuse ja majandusliku edu vahel nii riiklikul [45], [90] kui ettevõtete tasandil [53]. Selle tõttu on IT organisatsioonil ka olulisemad eesmärgid kui lihtsalt olla struktuuriüksus, mis teenust sisemistele kasutajatele pakub.

Näiteks USA valitsuse IT osakond on oma eesmärgid kirjeldanud alljärgnevalt [36]:

- 1) Pakkuda lahendusi paremaks koostööks, teadmiste jagamiseks ning analüüsivõimalusteks

2) Pakkuda töökindlat ja turvalist IT infrastruktuuri mis toetab vajaduspõhist ligipääsu informatsioonile

3) Kasutada protsesse ja juhtimismetoodikaid, et pakkuda teenust parimal viisil

Nendel suurematel eesmärkidel on alameesmärgid (näiteks ka pilvetehnoloogia võimaluste ärakasutamine).

Üldiselt saabki praegusel ajahetkel juba IT organisatsiooni eesmärgiks lugeda ettevõtte äri võimaldamist klientide parema teenindamise ja tulusama tegevuse kaudu. Eriti just innovatsiooni, uute toodete ja teenuste ning väärtuspakkumise värskendamise juures ei ole sisuliselt infotehnoloogia võimalustest pääsu. Porter ja Millar hindasid infotehnoloogia mõju konkurentsieelise tekkimisel kolmel viisil [89]:

- Infotehnoloogia muudab tööstusharu struktuuri ning selle kaudu konkurentsitasakaalu
- Annab konkurentsieelise luues uusi viise kuidas konkurentidest parem olla
- Loob täiesti uusi ärivaldkondi (tihti olemasolevast äritegevusest välja kasvades).

Innovatsiooni kaudu on tekkinud täiesti uusi ärimudeleid – nagu Airbnb maailma suurima majutusettevõttena, kuigi tema roll on ainult vahendaja olla, või Uber sõiduteenuse pakkujate ning tarbijate ühendajana [2].

Üha enam loetakse oluliseks, et IT organisatsioonid näeksid end teenusepakkujana – ka majasisestele klientidele. See aitab hoida fookust küsimusel, et IT ei ole asi iseenesest vaid üks osa väärtusepakkumisest mida organisatsioon oma tegevuse põhieesmärgina pakub.

IT juhtimine on muutunud koos IT tähtsuse tõusuga organisatsioonide jaoks hoopis olulisemaks – põhjuseks innovatsiooni sõltuvus tugevalt infotehnoloogilistest lahendustest ning koos sellega kasvanud IT juhi roll. Kaudselt on ju IT juhtimine tootmise (igapäevane IT haldus) omadustega kuid IT arendus lisab sellele ka uue väljamõtlemise ning kasutuselevõtu ülesande. Seetõttu polegi ehk üllatav et ettevõtete IT juhtidelt oodatakse üha enam ning lisaks tehnoloogilistele teadmistele on lisandunud ka äritegemise ning inimestega töötamise ootused [40].

Kriitiliseks on muutunud andmetest väärtuse saamine – olgu see siis andmete müügi, *big data* võimaluste ära kasutamise või põhjalikuma analüütika kaudu – paljud neist võimalustest sõltuvad IT organisatsiooni võimekusest andmeid töödelda ning teistele ettevõtte osadele ka kasutatavaks teha [75].

Info ja tehnoloogia kasutamine on juba andnud uusi valdkondi ning uusi ärimudeleid mis veel 20a tagasi oleksid ebaloogilised tundunud – kasvõi Netflixi mõju televisioonivaatamise harjumustele, mobiilse panganduse kasv jne. Selle tõttu on ka ettevõtted aktiivselt oma IT kulusid kasvatamas – 2019 aastal ennustab uuringufirma Gartner maailma IT kulutuste kasvu 3.2% võrra võrreldes 2018 – jõudes 3.8 triljoni USD-ni [52]. Deloitte on hinnanud eri tööstusharude IT kulude keskmisi – neist kõrgemaid osatähtsusi (IT kulud osatähtsusena käibest) näitasid pangandus (7,16%), äriteenused (5,82%) ning väikseimaid tööstus (1.95%) ja ehitus (1,51%)[102].

IT tähtsus ettevõtetele on kasvamas ning muutunud tugifunktsioonist üheks olulisemaks funktsiooniks ettevõtte äri- ja strateegiliste eesmärkide saavutamisel.

### **2.3 IT organisatsiooni ülesehitus**

Traditsiooniliselt jagatakse IT organisatsioon kaheks: IT arendus ja IT haldus. IT arenduse ülesanne on tegeleda uue funktsionaalsuse loomisega (näiteks uue e-poe lansseerimine – mis lisaks tarkvara kirjutamisele võib tähendada ka investeringuid riist- ja tarkvarasse). IT haldus jälle tegeleb pigem olemasoleva heas korras hoidmisega. Kuigi on püütud neid kahte valdkonda ühendada ja rohkem koos toimima panna – on ajalooliselt siiski jäänud üsna tõsine eristumine – mõlemal IT organisatsiooni osal on erinevad eesmärgid, harjumused ja töökultuur [16].

See eristumine pärineb ajast kus IT oli pigem tugifunktsioon ning enamus olemasolevate süsteemide ja kasutajatega tegelemisest oli selgelt võimalik IT haldusele anda – samuti samas ka enamus uutest arendusprojektidest oma kriitilisuselt pigem seotud äri ning IT arendusega. Taoline tugevate piiride tõmbamine sobis ajajärku, kus IT pidi tugifunktsioone pakkuma äri – kuid muutudes äri üheks osaks ning innovatsiooni kaudu äri tõelise väärtuse pakkujaks – on selliste tugevate piiride vahele tõmbamine pigem muutunud ebakohaseks. Proovitud on liikuda suurema kiiruse ja paindlikkuse poole –



olgu selleks meetodikad nagu *devops* või start-upilik väikeste konkreetse eesmärgiga ning madala juhtimisvajadusega meeskondade moodustamine suurte organisatsioonide sees (tagamaks kiiremat ideede reaalsusse viimist). Kuid teatav konflikt on IT arenduse ja IT halduse vahel sisse ehitatud – ühe eesmärk on pidevalt midagi uut juurde tekitada – teine samas proovib säilitada olemasolevate süsteemide stabiilsust (ning pidevad muutused on pigem sellele vastu töötavad)[31].

Võimalike IT organisatsiooni struktuure on palju ning vastavalt situatsioonile võivad nad toimida ühes ettevõttes kuid teises olla täiesti kasutatud. Meyer hindas oma 1990ndatel tehtud IT ettevõtete organisatsiooni disaini uuringutel oluliseks alljärgneva nelja ressursigrupi olemasolu hea struktuuri alusena [62]:

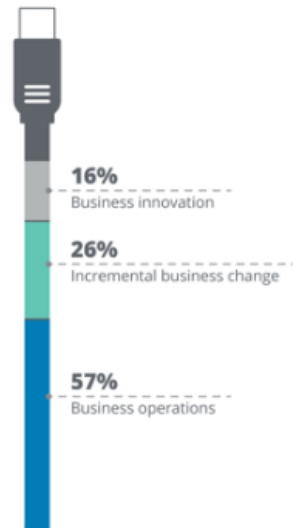
- Tehnoloogid – ehk meeskond mis ehitab uusi innovaatilisi tehnilisi lahendusi
- Teenindustüksus – ehk meeskond kelle ülesanne et pakkuda töökindlaid ja efektiivseid igapäevased haldustegevusi
- Arhitektid – ehk inimesed kelle ülesanne on organisatsiooni võtmeisikutega koos defineerida standardeid, platvormide valikuid – et luua informatsiooni ja infosüsteemide arhitektuur
- Konsultandid/analüütikud – ehk inimesed kes teostavad äri ja IT analüüsi hinnates vajalikke samme ja tegevusi äriprojektide teostamiseks.

IT organisatsioonis on veel ka mitmeid väiksemaid funktsioone mis otseselt alati ei ole ei IT arenduse ega IT halduse vastutusallas kuid mõjutavad mõlemad: järelvalve (*compliance*), hankeosakond, andmekaitse (GDPR) ja turbejuhtimine, personalijuhtimine ja koolitused jne.

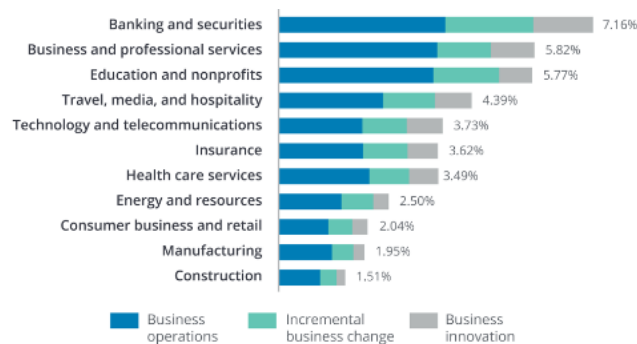
Struktuuri osas võib hinnata ideaalseks sellist ülesehitust mis toetab antud organisatsiooni ja tegevusvaldkonna eripära arvestades organisatsiooni eesmärke [106]. Ehk et ka IT arenduse ja IT halduse tugev eraldamine võib olla teatud situatsioonides mõistlik lahendus.

IT eelarvete osas on traditsiooniline teadmine olnud et suur osa eelarvest kulub olemasolevate IT süsteemide ülalpidamiseks kulub enamus IT eelarvetest. Deloitte 2016-2017 CIO uuring (Joonis 1, lk 18) näitab et jätkuvalt on olemasoleva ülalpidamine põhiline kulu – kuid nii muudatused kui innovatsioon on tähtsust omandamas ning

sõltuvalt valdkondadest on tehnoloogiliselt innovatsioonist mõjutatud ettevõtetel ka suurem vajadus investeerida muudesse valdkondadesse kui ainult olemasoleva seisu elushoidmisse (joonis 2, lk 18).



Joonis 1. IT eelarvete jaotumine valdkondade vahe [14]



Joonis 2. IT eelarvete jaotus tööstusharude lõikes [102]

Eelarvete juures on alati ka küsimuseks kui palju peab ettevõtte ise tegema või võiks osa tegevustest mõnele sellisele spetsialiseerunud välisele ettevõttele anda (*outsourcing*). On ju üsna tüüpiline et kontorite koristajaid enam ise palgal ei hoita vaid kasutatakse koristusteenust pakkuvate firmade teenuseid.

IT juhtimise vastutusvaldkonna alla jäävad ressursside vastutus (nii inim- kui varaline), protsesside vastutust (kuidas igapäevaselt IT toimib) kui ka nende valdkondade pidevat arendamist. Selles osas ei erine IT juhtimine oma iseloomult liiga palju teiste

valdkondade juhtimisest. IT juhtimise roll on siiski muutumus selgelt ärilise väärtuse loojaks – mitte niivõrd tehniliste inimeste haldamine nagu tihti ajalooliselt on olnud [105].

## 2.4 IT haldus

Kui IT arenduse ülesanne on tegeleda uute projektide, uute lahenduste väljatöötamisega siis IT halduse osaks on vastutada olemasolevate protsesside, IT lahenduste (nii riist-kui tarkvara) toimimise eest ning pakkuda tuge nii sise-kui välisklientidele (IT support ja helpdesk). Selge on ka see et see eristumine ei ole alati väga selge ning teatud situatsioonides on mõlemad IT organisatsiooni osad vastutamas lahenduste toimimise eest. Kuid lihtsustatuna võib öelda et IT haldus tegeleb infotehnoloogiliste lahenduste igapäevase toimimise tagamisega. Eesti keeles kasutatakse IT halduse kontekstis ka mõistet **IT ülalhoold**.

Tüüpiline IT halduse sisene tööülesannete jaotamise loogika on eraldada [63]:

- IT tugi (helpdesk, IT support, maintenance) – mille ülesanne on kasutajaid toetada
- IT süsteemide haldus (infrastruktuuri haldus, võrgu haldus, rakenduste haldus, monitoorimine jne) – mille ülesanne on süsteemide eest proaktiivselt hoolt kanda ning vajadusel muudatusi ette võtta tagamaks süsteemide töökindlust.
- IT rakenduste haldus – mille ülesanne on kanda hoolt infosüsteemide eest

IT halduse suur väljakutse on leida sobiv tasakaal IT süsteemide hea ja kvaliteetse töö (näiteks käideldavus, süsteemide kiirus) ning kulude vahel (head ja töökindlad lahendused on tihti ka väga kallid)[79]. Ehk et taoline tasakaalu otsimine kulude ja kvaliteedi vahel on tihti IT halduse jaoks üks suur osa igapäevasest tööst.

IT haldus on üsna selgelt teenusepakkujaks ettevõtte ülejäänud osadele – ning peab oma tegevuses lähtuma teatud kokkulepetest (ITd ei tehta lihtsalt niisama). Ehk et lepitakse kokku teatud reeglid (OLA või SLA kujul):

- Probleemidele reageeritakse kokkulepitud aja jooksul (SLA-d helpdeski suunal) [112]
- Infosüsteemide on stabiilsed (käideldavus vastab nõuetele) [92]

- IT arenduse poolt tulevad uued projektid on kiirelt võimalik kasutajateni viia (paindlik taristu võimaldamas seda) [84].

Koos ITILi laiema leviku ning infosüsteemide ärilise väärtuse kasvu ning teadvustamisega muutus ettevõtte strateegia ja juhtimise jaoks oluliseks ka teenuse haldamise (*service management*) kontseptsioon. Kui näitlikult ettevõtte tegeleb e-kaubandusega siis on toimiv e-pood, mille kaudu on 24/7 võimalik tooteid vaadata ning tellida – siis selline ettevõtte põhiline äriprotsess e-pood ning IT võib oma igapäevase tegevuse ümber mõtestada taoliste teenuste toetamise ning haldamise peale. Infrastruktuur ei ole siis enam asi iseenesest vaid „e-poe teenuse“ toimimiseks vajalik platvorm ja ressurss.

Mida taoline mõtlemine annab – võimaldab esiteks mõista et põhiprotsessis on palju osasid – ning selleks et tervik hästi toimiks on oluline et ka iga eraldiseisev komponent hästi toimiks. See annab IT haldusele võimaluse prioriteerida ka esmapilgul vähemtähtsaid detaile (mis on oma olemuselt põhilised teenuse osad või tagavad selle normaalset toimimist).

IT halduse jaoks on ülioluline ka IT lahenduste ja infosüsteemide (teenuste) elutsükli teema. Liiga tihti võib kohata IT halduse vastutusalas uusi ja vanu (*legacy*) süsteeme paralleelselt töötamas – kusjuures tihti on vanade süsteemide ülalhoid väga kallis ning ei võimalda kvaliteetsel tasemel teenust pakkuda. Ehk et selge arusaam kaua mõni infosüsteem peab toimima ning millal see asendatakse on oluline hea IT halduse teostamiseks. Taoline selge arusaam võimaldab optimeerida IT taristu investeeringuid, arhitektuurseid otsuseid (ei pea *legacy* lahendusi toetama) ning esitada IT arendusele paremad ootused nende poolt tulevate projektide haldusele. IT arendus peab omalt tegema vajalikud sammud et nende arendatud infosüsteemide edaspidi haldamine IT halduse poolt on efektiivselt tehtav ning võtab arvesse olemasolevaid protsesse ning tehnilisi võimalusi. Korrektselt ellu viidud teenuste ja platvormide elutsükli jälgimine (joonis 3, lk 21) võimaldab selgelt hinnata milliste uute teenuste ettevalmistamisega tegeleda tuleb, millised on hetkel kasutusel ning milliste puhul tuleb juba leida võimalusi neid sulgema hakata.



Joonis 3. ITIL teenuste elutsükkel [39]

Mõned olulisemad mõisted IT haldusest rääkidest on:

- IT taristu ehk IT infrastruktuur – IT aluseks olev riist-ja tarkvara mida organisatsioon, infosüsteemid ja rakendused kasutavad, samuti näiteks võrkudega seonduv.
- Infosüsteemid – konkreetse eesmärgiga informatsiooni töötlemise riist-ja tarkvara ja protsesside kogum
- Rakendus – arvutiprogramm, millegi konkreetse ja väärtusliku tegemiseks

**IT taristuks** või IT infrastruktuuriks saab lugeda kõiki neid infosüsteemi osi mis pole ärirakendused ning mis pole otseselt protsessid ega inimesed ega andmed. Serveriruumid koos oma sisseseadega, kontoris olevad arvutid – kõik see on mõtteliselt see infrastruktuur mille najal infotehnoloogilisi lahendusi pakkuda ning ka kasutada [61].

**Infosüsteemid** on informatsiooni, selle töötlemist käsitlevate reeglite ja vajalike vahendite kompleks [41]. See tähendab - infosüsteem koosneb riistvarast, tarkvarast (sh. rakendusest), arvutivõrgust, andmetest, protsessist ja inimestest). Üha enam kasutatakse samas kontekstis ka mõistet teenus.

**Rakendus** on arvutiprogramm, mis on loodud millegi lõppkasutaja jaoks lisaväärtust omava tegemiseks. Näiteks CRMi rakendust kasutab müügiosakond klientide kontaktandmete hoidmiseks ning kliendisuhtluse jälgimiseks) [15].

Juhtimispraktikates on põhitegevustele keskendumine ning valiku tegemine tegevuste osas mida väljastpoolt sisse osta – olnud oluliseks teemaks juba aastakümneid. **Outsourcingu** all mõeldakse mingi ettevõtte äriprotsessi osa lepinguga üleandmist mõnele teisele osapoolle [73]. Teaduskirjanduses on analüüsitud outsourcingut põhjalikult – vaadates nii eri valdkondade kui antud tegevuse heade ja halbade külgede aspekte. Eriti tarkvaraarenduse ja tehnilise toe osas on juba aastakümneid taolisi uuringuid teostatud.

Kuigi outsourcing on olnud levinud kaua – on siiski just viimasel aastakümnel ettevõtete jaoks selgemalt ja levinumalt mõistetavaks saanud, et keskendumine oma põhivaldkonnale on tihti mõistlikum kui hoida kõiki valdkondi enda kontrolli all. Eriti mis puudutab teenuseid mis on mõttelt pigem tugi – näiteks koristusteenused, valve, enamasti näiteks ka juristide vajadus. Taolisi teenuseid on mõistlikum ja ka odavam sisse osta antud teenusele keskendunud ettevõtete käest. Samas ettevõtte põhiprotsessi ja ärilise väärtuse loomise outsourcingimine ei ole mõistlik – kuigi ka siin on võimalik mõned komponendid selgelt ettevõtte enda tegevusest välja tõsta - näiteks Netflix kasutab AWSi oma arvutusressursi ja andmesalvestuspinna pakkujana, keskendudes ise sisu poolele [81].

IT maailmas muutus outsourcing olulisemaks koos IT seadmete ja infosüsteemide levikuga ning internetipõhise äritegevuse levikuga. Kuna IT muutus kogu tegevuse aluseks – muutusid ka kasutajate ootused palju keerulisemaks. Seetõttu tekkis ettevõtetel otsustuskoht – kas ehitada üles oma IT meeskonnad koos põhjalike teadmistega või hoopis osta vastav teadmine teenusena sisse. Põhjused miks outsourcing ITs just eriti hästi kanda kinnitas – oskuste puudus ning spetsiifilisus, samuti oli tihti ettevõtte vajadus aeg-ajalt tuge ja nõu saada – seega polnud IT spetsialistile alati töiskohaga töökohta võimalik luua [74]. Praegu on raske leida ettevõtet mis ka IT outsourcingist vähemalt mõnes valdkonnas seetõttu ei kasutaks. Isegi väga suurte ettevõtetel oma suurte IT organisatsioonidega on otstarbekas teatud rakenduste tuge ja haldust sisse osta – keskendudes ise universaalsemat tüüpi IT lahendustele ja teenustele. Peatükis 3 vaadeldakse pilveraallinduse ja outsourcingu seoseid natuke rohkem – kuid sisuliselt omad pilveteenuse pakkuja valik ja outsourcingi partneri valik paljusid sarnasusi – sest mõlemal juhul antakse osa ettevõtte IT protsessidest ning komponentidest majast väljaspool asuva teenusepakkuja vastutusele [96].

## 2.5 IT halduse töökorralduse olulisemad raamistikud

Lihtsustamaks IT halduse tegevusi, juhtimist ning kasutamaks valdkonna teadmisi – on tekkinud mitmeid raamistike mis sisaldavad endas parima kogemuse („best practice“) tüüpi reegleid ning kogemusi. Antud töö keskendub pigem ITILi (vt. peatükk 2.5.1) raamistikule ja sõnavarale – võttes arvesse tolle *de facto* standardi staatust IT halduse maailmas.

### 2.5.1 ITIL

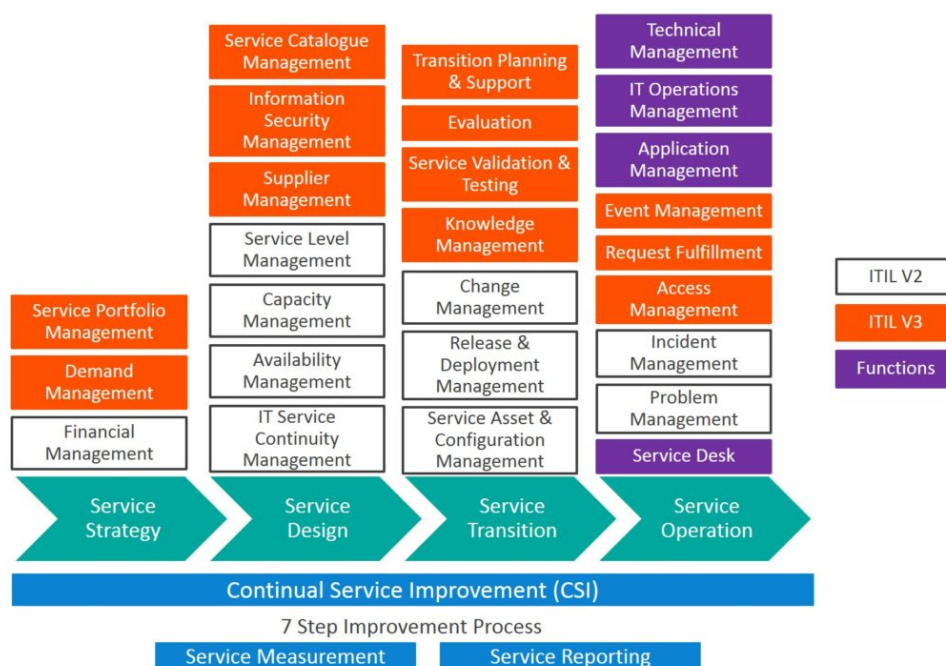
ITIL (IT Information Library) raamistik sai alguse 1980ndatel Suurbritannia valitsuse poolt algatatud programmist pakkuda riigiasutustele ning ka erasektorile omavahelise koostöö standardiseerimiseks ühtset lähenemist ning sõnavara. Teoreetilise taustana viidatakse ITILi puhul tihti Demingi planeeri-tee-kontrolli-tegutse tsüklile – kuna ITIL põhineb sarnasel protsessil mille mõtteks on pidevalt kõike kontrollida ning vajadusel muutusi sisse viia [42]. Esimestes versioonides oli kuni 30 erinevat teemat katvat raamatut – mis hilisemates versioonides (ITIL v3) vähendati 5 põhiraamatuni. 2019 alguses tuli välja ITIL v4 versioon – mille eesmärgiks on mitmete ITILi raamistiku kriitikat põhjustanud puuduste lahendamine – eeskätt moodsate arendusmetoodikate ning IT halduse uute trendide kaasamine ITILi protsessidesse [69]. Kui esialgu haldas ITILi väljaandeid ja arendust briti riiklik Central Computer and Telecommunications Agency (CCTA), vahepeal Office of Government Commerce (OGC) – siis 2013 aastal loodi briti valitsuse ja briti konsultatsioonifirma Capita ühisettevõttena Axelos – kes on edaspidi ITILi väljaandeid ning sertifitseerimist hallanud [58].

ITIL 4 proovib tuua ITILi maailma seni mitte kõige paremini seostatud uusi arenguid nagu agiilsus, devops ning automatiseerimine [65]. Enne v4 väljatulekut oli juba tekkinud ITILile tõsisemaid konkurente – näiteks ITIList välja kasvanud VeriSM raamistiku näol, mille autoriteks olid endised ITILi kõrge taseme koolitajad [9].

ITIL on hetkel maailmas üsna selgelt enimlevinud raamistik – kuid tihti kasutatakse sealt ainult mingeid elemente (tihti just service deski haldamiseks). ITIL kirjeldab v3 versioonis kokku 26 protsessi mis on jagatud 5 teenuse elutsükli etappi [103]:

- Teenuse strateegia (*service strategy*)
- Teenuse disain (*service design*)
- Teenuse üleminek (*service transition*)
- Teenuse operereerimine (*service operation*)
- Pidev teenuse parendamine (*continual service improvement*)

Joonis 4 näitab kõiki protsesse elutsükli etappide osas.



Joonis 4. ITIL protsessid ja teenuse elutsükkel [67].

ITIL v4 asendab protsesside mõiste praktikate mõistega – kirjeldades kokku 34 praktikat. Samas enamus v3 protsessidest on nende praktikate hulgas alles [64]. Arvestades et v4 ei asenda otseselt v3 ning et enamus ettevõtteid jätkavad v3 põhimõtete järgimist vähemalt järgmised paar aastat – vaatleb antud uurimistöo pigem v3 protsesse IT halduse igapäevase juhtimise printsiipidena.

ITIL ei ole standard vaid pigem hulk soovitusi parimate praktikate kohta – ning ettevõtetel ei ole otseselt kohustust täpselt kõiki protsesse rakendada – kuid nende loogika



on siiski piisav et võimalusel üritatakse neist mitmeid protsesse ettevõtte jaoks kasutusele võtta.

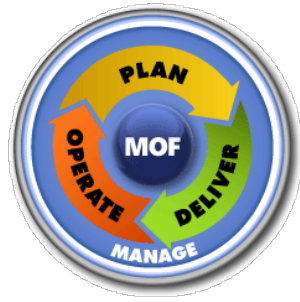
Arvestades ITILi laia levikut on alustatud ka ITILi protsesside ühendamist ISO standarditega – kuigi ITIL ei ole otseselt standard nagu seda on ISO. ITIL v4 siiski üritab oma raamistikku lisada elemente millega organisatsioonidel on ISO standarditele vastavate protsesside kirjeldamine lihtsustatud [67].

### **2.5.2 Teised raamistikud**

Kui ITIL sai alguse Suurbritanniast siis ka USA valitsus proovis sarnast projekti algatada Service Level management (**SLM**) nime all. SLM keskendus käideldavuse kirjeldamisele ja tagamisele ning oli USA ettevõtete jaoks oluliseks raamistikuks seni kuni ITIL oli pigem Euroopas levinud. Hiljem liikusid SLM kontseptsioonid osaliselt ITILisse ning ITIL muutus laiemalt levinuks ka USA turul [32]. Praeguseks hetkeks on SLM eraldi raamistikuna kadunud ning tuntakse pigem osana ITILi protsessidest ja printsiipidest.

**CMMI** (Capability Maturity Model Integration) sai alguse teadustöödest ning hiljem liikus USA Kaitseministeeriumi tiiva alla. CMMI keskendub protsesside kindlale defineerimisele ning nende pidevalt parendamisele. CMMI ei ole standard vaid raamistik [115]. CMMI on jäänud pigem kaitsetööstuse ning kõrget kvaliteeti nõudvate projektide pärusmaaks (näiteks kosmetööstus). Oma keerukuse tõttu sobib ta tõesti vaid suurtele ning keerulistele projektidele mille puhul kvaliteet on ülioluline ning selle tagamiseks ressursside investeerimine on mõistlik. Keskmise ettevõtte jaoks on ITIL paindlikum ning mõistlikum valik. ITILiga võrreldes on muidugi CMMI valdkondade haare laiem – kuid see on ka üks põhjus miks tema rakendamine on enamikele ettevõtetele üle jõu käiv.

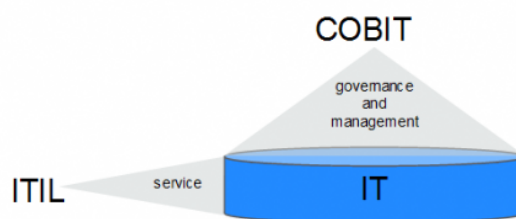
**MOF** (Microsoft Operations Framework) on Microsofti poolt loodud raamistik mille eesmärgiks on IT valdkonna pakkuda toimivaid ja kuluefektiivseid teenuseid. Esimesed versioonid loodi aastal 2008 – ja hetkel ollakse MOF v4 juures. Sarnaneb ITILi ja CMMIga oma raamistiku iseloomu ning protsessidele keskendumise osas. MOF katab kõik teenuse elutsükli osad – loomine, arendamine, haldamine ning lõpuks ka teenuse lõpetamine (vt joonis 5, lk 25).



Joonis 5. MOF IT teenuse elutsükli mudel [107]

MOF erineb mitmest raamistikust ka selle poolest, et Microsoft ei küsi materjalide ja raamistiku sisu eest raha ning on kirjeldanud ka seosed ITILi, COBITi jne raamistikega. Kuid siiski ei ole MOF end väljaspool Microsofti tehnoloogiaid eriti laialt levinud – jäädes siiski enamuses Microsofti oma toodete ja tehnoloogiate keskseks raamistikuks [117].

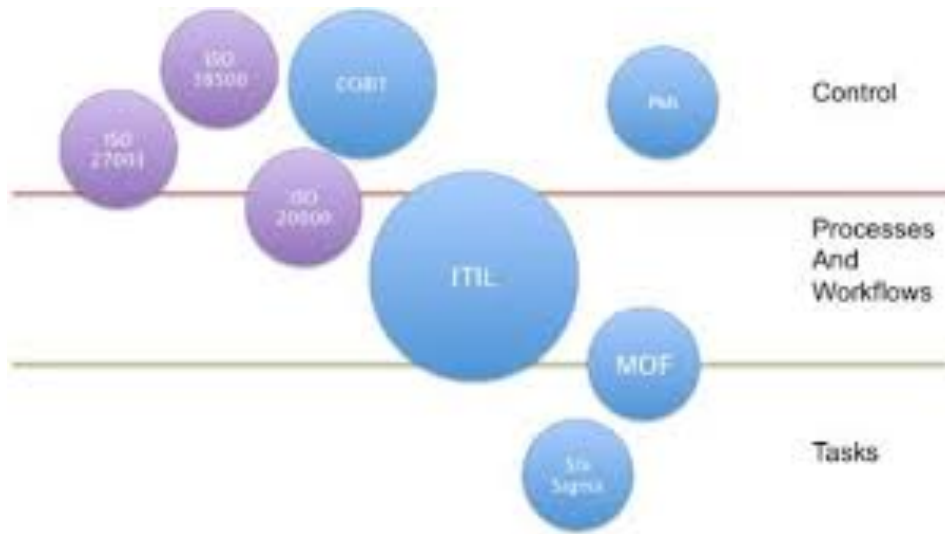
Ajalooliselt on tuntud ka **COBIT** (Control Objectives for Information and Related Technologies) mis on parimate praktikate raamistik IT juhtimiseks ja haldamiseks. COBIT loodi alguses IT auditeerimiseks kuid hiljem lisati sinna ka IT juhtimise aspektid. Kuna COBIT sobitub kenasti kokku näiteks ITILiga – pannes rõhu pigem turvalisusele, riskide haldusele ning informatsiooni järelvalvele – siis on tihti mõistlik lahendus mitmeid raamistikke korraga kasutada [116].



Joonis 6. COBIT ja ITIL IT raamistikud [119]

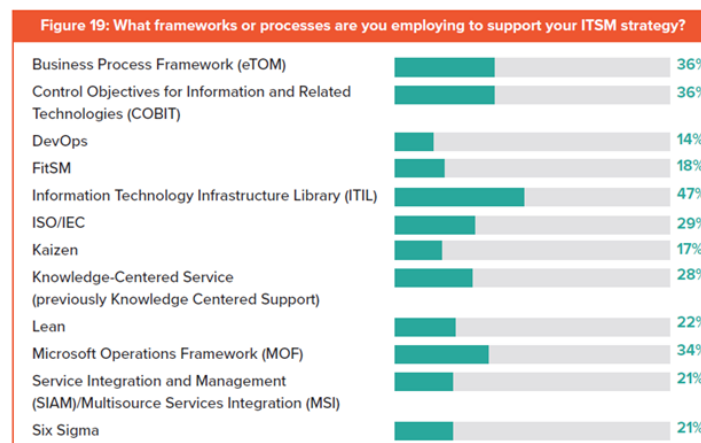
COBIT ja ITIL jälgivad pisut erinevaid aspekte (joonis 6) – kuid nende kahe koosmõjul võib hästi ettevõtete IT efektiivsemale toimimisele kaasa aidata.

Kokkuvõtteks raamistikest on oluline öelda et sõltuvalt situatsioonist, ärimudelist, tegevusvaldkonnast ning kaasnevatest riskidest on mõistlik valik olla erinev. Ning tihti võib mõistlik olla kasutada eri raamistikke ka korraga (joonis 7).



Joonis 7. Erinevate raamistike võrdlus [76]

Joonis 8 kirjeldab erinevate Forber Insights 2017a uuringu tulemustel raamistike kasutamist ja demonstreerib kui paljudel juhtudel kasutatakse erinevaid raamistikke korraga.



Joonis 8. Forbes Insights uuring IT halduse raamistike kasutamise kohta 2017a [48]

## 2.6 Olulisemad trendid IT halduses

Oluline on mõista, et üleüldiselt on maailmas keerukus kasvanud. Suurem hulk infot ning vajadus seda infot üha kiiremini töödelda – on muutnud maailma äärmiselt kiiresti muutuvaks ning liikuvaks. Ehk et vanal viisil IT-d teha – pikad investeeringutsüklid, tugev standardiseerimine ja pikad arendusprojektid – ei ole enam uues olukorras piisav. Pidevalt muutuv keskkond esitab nõudeid uutele teadmistele (ja oskusele neid kiirelt omandada), arhitektuursetele otsustele (halb infosüsteemi disain ja lõppkasutaja rakendus võivad terve ettevõtte olemasolule saatuslikuks saada) ning võimele piisavalt ettevõtte andmevara kaitsta (Euroopa Liidu andmekaitseadusest tulenevad väga suured trahvid). Selles alampeatükis vaadeldakse olulisemaid trende (nii tehnoloogilisi kui globaalseid) mis mõjutavad IT haldust. Kolmandas peatükis keskendutakse kõige olulisemale muutuste allikale – pilveraalandusele.

### 2.6.1 DevOps

*Devops* on viimasel kümnel aastal pidevalt populaarsust kogunud kontseptsioon mille eesmärgiks on ühendada tarkvaraarendus (inglise keeles *development* ehk *dev*) ja IT haldus (inglise keeles *operations* ehk *ops*) – kiirendamiseks ja lühendamaks süsteemide arendamise elutsüklit ning samal ajal tarnides uuendusi, parandusi ja uusi funktsioone pidevalt koos muutuvate äri vajadustega [77]. Devops mudeliga soovitakse vältida tüüpilist IT arenduse ja IT halduse eraldatust ning erinevates rütmides tegutsemist. Võib öelda et devops põhineb agiilsete tarkvaraarendusmetoodikate ning infrastruktuuritasandil pilvetehnoloogiate ning -tööriistade kombineerimisel [16].

Eestis on devops praktikaid oma tegevustesse lisanud paljud suuretegevõtted – näiteks Telia [37]. CV.ee tööpakkumiste lehel tehtud märksõna „devops“ peale leidis 34 seda sõna kasutavat tööpakkumist [38]. Võttes arvesse tol hetkel kokku 417 IT valdkonna tööpakkumist – siis on devopsi sisaldavaid otsinguid üsna arvestatav hulk.

Devops Agile Skills Association (DASA) on defineerinud 6 devops põhiprintsiipi [33]:

- Klientide ja kasutajate soovidele keskendumine (tegevuse mõte on klientide tagasiside saada ja selle kaudu lahendusi täiustada)
- Lõpptoode on eesmärk (reaalne asi mille eest kliendid raha maksta sooviksid)

- Algusest lõpuni vastutus (toote kogu elutsükkel on meeskonna vastutada – nii loomine kui hilisem käitamine)
- Täisfunktsionaalsed sõltumatud meeskonnad (meeskonnas on lai oskuste baas, kõik selleks et toode või teenus otsast lõpuni valmis teha ja seda käitada)
- Pidev täiustamine (kuna sama meeskond haldab ka valmis tehtud esimest versiooni)
- Automatiseerida kõike mis võimalik (kasutades näiteks infrastruktuuris konteinerite tehnoloogiaid)

Devops puhul on keeruline algne kultuuri- ja organisatsiooni muudatuse läbiviimine – hiljem arendusprojektide kiiruse kasv ning tiimiliikmete rahulolu kasv annavad kasu kuigi seda rahaliselt mõõta on keeruline [33]. Devops taolist mudelit kasutavad ka enamik start-upe – soovides sellega saavutada neid samu kasusid – kiirus, parem kvaliteet. Paljud tehnoloogilised arengud soodustavad ka devops kasutamise levikut – mikroarhitektuurid, infrastruktuuri automatiseerimine, pilvetehnoloogiad jne.

## 2.6.2 BYOD

**BYOD** (inglise keeles *Bring Your Own Device*) on ka „halli IT“ all mõeldud kontseptsioon, kus kasutajad soovivad ettevõtte IT lahendusi kasutada endale tuttavate seadmetega (näiteks isiklikud nutiseadmed) ning leiavad viise kuidas ametlikest töövahenditest mööda hiilida või siis survestada IT organisatsiooni tagama neile vajalik IT võimaluste hulk ka isiklike mobiiliseadmete jaoks. Eriti nutitelefonide lai valik tähendab, et kasutajad kasutavad oma isiklike seadmeid ning soovivad nendega ka ettevõtte IT lahendusi kasutada. Kui alguses IT organisatsioonid soovisid ja proovisid piirata isiklike seadmete kasutamist (turvakaalutlustel, andmete kontrolli kaalutlustel) siis praegu pigem leitakse et inimestele on kasulik anda võimalus tööd teha oma harjumuspäraste töövahenditega ning proovida pigem siis ehitada lahendusi, mis neid toetavad. Vaieldav on kas pidev võimalus töösjadega tegeleda on ikka nii kasulik – kuid vähemalt praegusel hetkel eeldatakse taolise võimaluse olemasolu.

Mida BYOD veel IT organisatsioonidele kaasa tõi – on arhitektuurilised muudatused – veebi ja internetipõhised rakendused ning ka organisatsioonis endas äppide kasutamine muutus üha laiemaks. SaaS teenused muutusid tihti mõistlikumaks lahenduseks kui

rakenduse ise arendamine ja oma andmekeskuses hostimine. Samuti oli BYOD üks põhjuseid miks näiteks pilvepõhised kettaruumi teenused (Dropbox, Google Drive) levisid esialgu eraisikutele ning siis IT osakonnad olid sunnitud neid lahendusi keskse kontrolli alla võtma [22].

BYOD tõttu on raske vahel ka eristada milliseid pilveteenuseid kasutab inimene oma ettevõtte kaudu või millised eraisikuna – tihti on paljud eraisikute seas levinud teenused just kasutajate harjumuste tõttu jõudnud. Näiteks pilve kettapinna (Dropbox jne) teenus muutus just kodukasutajae kaudu ettevõtete jaoks levinumaks [59].

### 2.6.3 Andmete töötlemine

Võib öelda et kogu IT põhineb tegelikult andmetel (kõige lihtsamal kujul bitid ja baidid). Andmete plahvatusliku kasvu ning erinevate tehnoloogiate tekkimisel neid koguda (*Internet of Things* ehk IoT), seostada (*Big Data*), programme neid töötlemata ja neist ise õppima panna (*Machine Learning* ehk ML, *Artificial Intelligence* ehk AI) – see kõik loob vajaduse esiteks uut tüüpi IT inimeste tekkimiseks (leida siia mingi viide andmeanalüütiku soovitusliku tausta ja oskuste kohta) kuid samas esitab uued tehnilised ootused ka taoliste andmete salvestamise ning analüüsi tehnoloogilisele platvormile.

Enamus neist uutest valdkondadest sõltuvad tugevalt andmesalvestusest ja andmete töötlemise kiirusest – ning tihti on arvutusressurssi ning kettapinda vaja kiirelt üles ja alla skaleerida [120]. IBM on pilvepõhise Watson platvormiga suutnud pakkuda juba väga laiapõhjalist AI, analüütika ning Big Data platvormi [43]. Pilved on tihti tehnoloogiliselt taoliseks kasutuseks rohkem sobivad kui paljud traditsioonilised ärirakendused – tegemist on uute tehnoloogiatega, paljudel juhtudel vabavaraliselt (Hadoop) ning palju distributeeritud loogikast on pilveplatvormide enda tehnoloogilise lahenduse osaks [120].

Kuigi antud trendid on olnud olulised IT halduse jaoks – ei ole ükski neist nii suure mõjuga ning potentsiaalselt täielikult IT halduse olemust mõjutav kui see on **pilveraalindus**.

### 3. PILVERAALINDUS

Pilveraalindus (cloud computing) on iseenesest viis erinevaid arvutiressursse (arvutusvõimsus, kettapind jne) tarbida teenusmudeli kaudu.

USA Rahvusliku Standardite ja Tehnoloogia Instituut (NIST – National Institute of Standards and Technology) defineerib pilveraalist järgnevalt [108]:

„Pilveraalindus on mudel võimaldamaks üldkasutatavat, mugavat ja ise tellitavat võrgu ligipääsu jagatud arvutusressursile (näiteks võrgud, serverid, kettapind, rakendused ja teenused) mida saab kiiresti provisioneerida ning kasutusele võtta minimaalse haldusvajadusega või teenusepakkujaga suhtlemisega“.

Viimased kümme-viisteist aastat on pilv olnud pea kõikide oluliste IT teemade sisuks, IT juhtide üheks olulisemaks aruteluobjektiks ning enamike suurte IT firmade oluliseks turundussõnumiks.

#### 3.1 Ajalugu

Pilve arhitektuuriline taust meenutab 1970ndate *mainframe*-de loogikat – kogu arvutusvõimsus ja analüüs leidis aset keskses suurarvutis – ning kõik kasutajad pöördusid selle keskse ressursi poole [27]. Ehk et selle printsiibi mõttes ei ole pilv uus asi. Kuid interneti mõjul on muutuse mastaapsus midagi mida varem pole nähtud. Pilve eelduseks oli interneti levik. 2019 aasta seisuga on juba 57% maailma elanikkonnast internetile ligipääs [60]. Seega on pilve fenomeni leviku jaoks soodne pind loodud ning kasvuruumi ka edasiseks.

Pilveraalinduse ajalooliseks alguseks loetakse ka 1960ndatel DARPA (Defence Advanced Research Projects agency) koostööd MIT (Massachusetts Institute of Technology) tegelemaks projektiga MAC – mille eesmärgiks oli „arvutit võimaldada kasutada kahel või enamal inimesel ühel ja samal ajal“. 1969 seoses Arpaneti (Advanced

Research Projects Agency Network) projektiga loodi moosa interneti eelkäia – võimaldades üle võrgu ressurssidele ligi pääseda [4]. Interneti laiemale levikule 1990ndatel eelnesid siiski mõned olulised tehnoloogilised sammud – nagu IBMi 1970 aastal virtuaalmasinate loogika välja töötamine ning 1980 aastatel mõistliku hinnaga kodukasutajate arvuti turule toomine (millele Microsoft siis ka operatsioonisüsteemi tarnis)[80].

Pilveraalindus (*cloud computing*) mõiste tänapäevaseks alguseks võib lugeda 2006 aastal esimesi IT ettevõtteid kes hakkasid seda kasutama peamiselt turunduslikel eesmärkidel. Sellega prooviti kirjeldada uut teenuse kontseptsiooni mis võimaldas pakkuda skaleeruvat ning interneti kaudu ligipääsetavat ressursi. Amazoni Elastic Computer Cloud (EC2) ja Simple Storage Service (S3) olid esimesed äriliselt kättesaadavad pilve infrastruktuuri teenused ning nende tutvustamisel kasutati cloud computing mõistet [10].

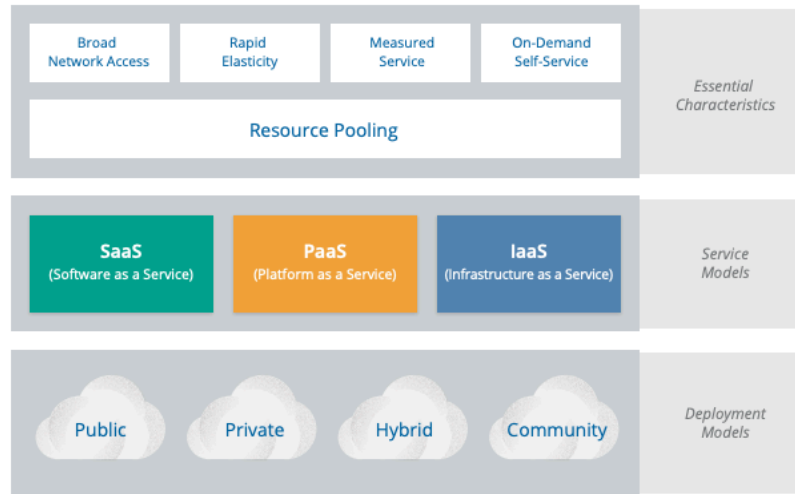
Interneti kaudu teenuste, meelelahutuse jne tarbimise kontseptsioon levis 1990ndatel koos laiema interneti levikuga ettevõtete ja kodutarbijateni. Pilve all mõeldi siis seda abstraktset „tühjust“ mis oli kasutaja ja teenusepakkuja (näiteks internetilehekülg) vahel. Pilv kasvas oma populaarsuselt ja ettevõtted õppisid teda paremini ära kasutama. 1999 alustas Salesforce.com kes suutis tuua laiemasse levikusse idee et internet on hea viis kuidas tarkvara teenusena pakkuda. Taolise teenuse kasutamiseks ei olnud enam vaja oma serveriruumi mingeid servereid püsti panna, sinna tarkvara installeerida jne – vaid piisas vaid internetist ja võimest selle teenuse eest tasuda [80].

Teaduskirjanduses on palju pilve võimalusi analüüsitud tehnoloogia külje pealt ning turvalisuse vaatepunktist. Pilve tarbimise uuringuid hakkab samuti tekkima - teatud teenusepakkujate pakkumuste standardiseeritus võimaldab neid juba võrdlema eri aspektide tasandil hakata.

### **3.2 Pilve ülesehitus**

NIST defineerib pilveraalindust viie põhiomaduse, 3 teenusemodeli ning 4 kasutusmodeli kaudu (joonis 9, lk 33) [108].





Joonis 9. Pilve arhitektuur [98]

### 3.2.1 Põhiomadused

NIST defineerib pilveraalandust viie (5) põhiomaduse kaudu [108]:

Iseteenindus (*on-demand self-service*) – ressursi lisamine või eemaldamine on kasutaja enda poolt tehtav ilma teenusepakkuja poolse inimese sekkumiseta;

Võrgu ligipääs (*broad network access*) – pilveteenus on kättesaadav internetiühenduse kaudu ning erinevate seadmete abil (arvutid, brauserid, mobiilseadmed).

Ressursside jagamine (*resource pooling*) – teenusepakkuja ressursid on jagatud platvormil – pakkudes füüsilisi ja virtuaalseid arvutusressursse erinevatele klientidele vastavalt nõudlusele. Kliendil ei pruugi olla täpset infot kus see ressurss füüsiliselt andmekeskuses asub (siiski tavaliselt on andmekeskuse enda asukoht siiski teada).

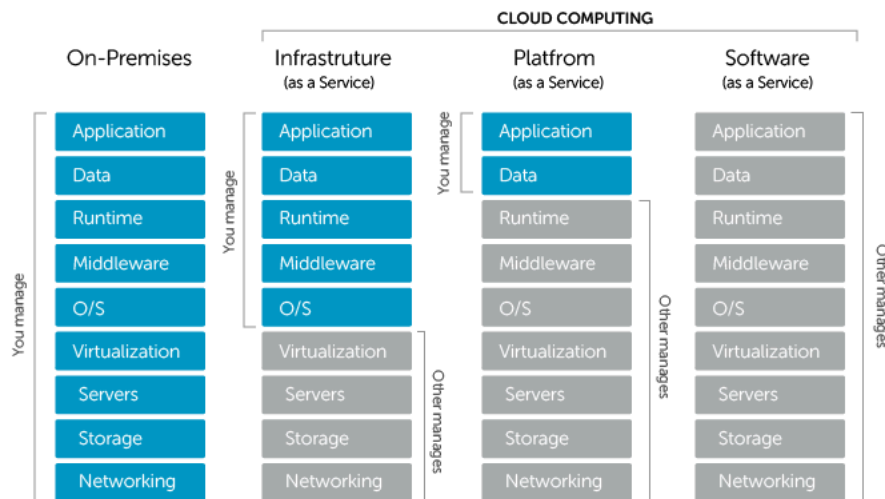
Elastsus (*rapid elasticity*) – pilveteenuseid on võimalik elastselt kasutusele võtta ning ka nende kasutamist lõpetada (tihti täiesti automaatselt) – tagades võimaluse teenuse kasutajatel vajadusel oma kasutamist nii kasvatada kui kahandada.

Mõõdetav teenus (*measured service*) – pilveteenuste pakkujad mõõdavad ressursside kasutamist automaatselt – võimaldades ressursside kasutamist jälgida, kontrollida ning selle kohta aru anda- tagades selle kaudu läbipaistvuse teenuse kasutaja ning pakkuja jaoks.

Samas on võimalik et mõned teenused on näiteks ressursside jagamise asemel ühele kliendile eraldi platvormi peal – kuid jagatakse näiteks andmekeskust ning võrguühendusi.

### 3.2.2 Teenuse mudelid

Teenuse mudelite all mõistetakse seda, millise tasemeni omab teenuse platvormi üle kontrolli pilveteenuse pakkuja ning klient (joonis 10).



Joonis 10. Vastutuse jagamine pilveteenuse mudelite lõikes. [26].

NIST eristab kolme erinevat pilveteenuse mudelit [108] – SaaS, IaaS, PaaS

**Software-as-a-Service (SaaS)** – selle teenusega antakse kliendile pilveteenuse pakkuja poolt ainult võimalus pakkuja rakendust kasutada kuid rakendus ise asub pakkuja pilveplatvormil ning kasutajal selle üle rohkem kontrolli ei ole. Rakendusele pääseb ligi erinevate kliendiseadmete abil interneti kaudu (näiteks veebirakendus) või siis arvutis asuva rakenduse kaudu. Klient ei halda ega kontrolli rakenduse all olevat infrastruktuuri ega ka enamikke rakendusega seonduvaid seadistusi.

SaaS-i valdkonnas on palju näiteid ilma milleta oleks paljudel oma elu raske ette kujutada – nii e-post (Office365, Gmail), veebipõhised ärirakendused (SAP, Salesforce), kontoritööriistad (Office365, Google Apps) [114]. Eestist pärit ettevõtetest on tuntumad SaaS teenuse pakkujad Pipedrive CRM lahendus [5], ERPLY kassatarkvara [97] ning GrabCAD 3D disainitarkvara [46].

SaaS teenusmudelil on mitmeid häid külgi. Tarkvaraga kaasneb alati kaasnevaid kulusid – nii riistvarale selle majutamiseks, inimeste koolitamiseks, konfigureerimiseks ning ka tarkvara toele kogu elutsükli vältel – seda kõike aitab SaaS mudel vältida [113]. Maksma peab ainult selle eest, kui palju kasutate, kui rakendust läheb vaja ainult lühikeseks perioodiks siis saab alati tellimuse ära lõpetada. Kasutamine on skaleeritav, näiteks kui kasutajal läheb vaja rohkem andmemahu või lisa teenuseid siis on need vajadusepõhiselt kättesaadavad. SaaS teenusepakkujatel on ka tehnoloogilisi võimalusi oma teenuste töökindlust tagada (mitme geograafiliselt eraldi asuva andmekeskuse abil), automatiseeritud andmete varundamine, uuenduste lisamine jne. Sisuliselt on teenuse kasutamise takistuseks vaid internetiühenduse puudumine. Juhul kui SaaS mudeli vähene paindlikkus ei sega kasutajat – on tegemist väga mõistliku valikuga [113].

Puudused on seotud kontrolliga – antud mudel eeldab enamvähem standardse lahenduse kasutamist kõikide klientide poolt – ning eriti väikeste klientide erisoove või integratsiooni ei pruugi olla võimalik teostada [113]. Rakenduse ja andmete asumine geograafiliselt eemal – tihti ka teises riigis võib tuua probleeme andmete liigutamise kiiruse osas. Värske temaatika on Euroopa Liidu andmekaitseadustega seonduv, kus isikuandmeid töötlevad rakendused asetuvad tõsiste seadusandlike nõuete ette [54].

***Platform as a Service (PaaS)*** – selle teenusemudeli korral annab teenusepakkuja kliendile ligipääsu pilveplatvormile kuhu klient saab installeerida oma rakenduse. Kontroll all oleva infrastruktuuri (serverid, võrk, kettapind, operatsioonisüsteemid, virtuaalmasinad) üle jääb teenusepakkujale – kliendile jääb võimalus rakenduse osas muudatusi teha ning vahel ka seadistada rakenduse keskkonda (näiteks operatsioonisüsteemi parameetreid).

PaaS-i võlu on kasutajate jaoks võimalus keskenduda rakenduste arendamisele ning platvormi standardiseerituse kaudu mõelda vähem selle haldamisele ning kasutada teda puhtalt ressursside kogumina. Tuntumad osalised on AWS Beanstalk, Microsoft Azure, IBM Cloud Platform, Google AppEngine, Heroku [78]. Eestis on PaaS platvormidest tuntumad näited Levira PaaS [82] ja Riigipilv [88]. PaaS-i äri eripära on jätkuvalt eksisteeriv suur hulk väiksemaid turuosalisi ning lahenduste suur varieeruvus, mille

põhjuseks on arendusvahendite ja -platvormide tehnoloogiliselt selgelt laiem ja mitmekesisem valik kui näiteks IaaS puhul [121].

PaaS-i kasu tuleneb võimalusest keskenduda arendamisele – kogu infrastruktuuri muu kiht jääb kasutaja vastutuse alt välja ning seetõttu tuleb pühenduda vaid tarkvara kvaliteetsele arendamisele. Arendusmeeskondadele lubab PaaS arenduse kiirust, mugavamalt koostööd ning tagab kindlatele reeglitele vastava infrastruktuurikihi. Kuna tegeleda tuleb ainult rakendusega – siis lihtsustab see ka hilisemat uuenduste tarnimist, uute versioonide kiirelt kasutajateni viimist jne. Tehniliselt on paljud PaaS platvormid ka oma tehnoloogiaid arendajatele saadavaks teinud – võimaldades veel rohkem ära kasutada PaaS platvormi infrastruktuuri automatiseerimist ning selle kaudu rakenduste suuremat sidumist platvormiga [121].

PaaS-i nõrkusteks võib lugeda tugevat seotust vastava PaaS teenuse platvormi ning pakkujaga – tegemist ei ole standardiseeritud teenustega – nii et ühe teenusepakkuja juurest teise juurde kolimine on üsna keeruline ja võib endast kujutada kogu rakenduse uuesti arendamist. Tehnoloogiline areng on kiire ning ka PaaS platvormid võtavad ette tehnilisi muudatusi – mida tuleb aga ka kasutajate rakendustes sisse viia. Kontrolli probleem on sarnane SaaS platvormiga – andmete säilitamise ja turvalisuse osas tuleb usaldada teenusepakkuja professionaalsust ja meetodikaid. Kokkuvõttes ei ole PaaS platvorm nii paindlik kui IaaS [121].

***Infrastructure as a Service (IaaS)*** – antud teenusemudel võimaldab kliendil ise provisioneerida pilveteenuse pakkuja platvormil arvutusvõimust, kettapinda, võrguühendust ja muid arvutusressursse, mille peale saab omakorda installeerida virtuaalmasinaid (VMid) koos operatsioonisüsteemi, andmebaaside ja rakendustega. Klient ei kontrolli all olevaid infrastruktuuri komponente, kuid haldab operatsioonisüsteeme ning installeeritud rakendusi (vahel ka võrgukomponente – näiteks tule müüri). See teenusemudel on edasiarendus juba pikemalt eksisteerinud *hostingu* teenusest – muutes nüüd ressursi asukoha abstraktsemaks, kuid oma iseloomult samalaadseks arvutusvõimsuse pakkumiseks kasutajatele.

Tüüpilist IaaS mudelit iseloomustab [20]:

- Skaleeruvus: ressusse saab lisada jooksvalt ning need on sisuliselt kohe kasutatavad
- Klient maksab teenuse eest vastavalt kasutusele teenusemudeli hinnastuse alusel
- Teenusepakkuja on automatiseerinud enamuse kliendisuunalistest tegevustest (nagu ressursside tellimine, nende eest arvete esitamine)
- Teenused on selge skoobiga, kokkulepitud SLAga.
- Teenuse tarbimiseks on vajalik internetiühenduse olemasolu
- Enamus ressursse antakse kasutajatele virtuaalmasinate kujul

Tuntumad IaaS teenuse pakkujad on Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Alibaba, Oracle, IBM [vt joonis 11]. Eesti tuntumad on Zone.ee [87] ja Telia [86].



Joonis 11. Gartner magic quadrant IaaS teenusepakkujate osas 2018 aastal [51]

Eksisteerib veel terve hulk erinevaid ...-as-a-Service teenuseid: *Backup-as-a-Service* (BaaS); *Desktop-as-a-Service* (DaaS) jne. Samas on need teenused enamuses ühe või teise põhilise teenusemudeli turunduslikud alamteenused – olles samas vajalikud kliendi

ja teenusepakkujate vahel teenuse skoobi kokkuleppimiseks ning sobiva teenusemudeli kujundamiseks – olenevalt situatsioonist võib klient mõne alamteenuse osas soovida suuremat kontrolli kui mõne teise teenuse puhul.

Samas tegeletakse juba ka järgmiste tehnoloogiatega – mis peaksid olema IaaS ja PaaS edasiarendusteks. **Serverless computing** ideeks on eemaldada serveri mõiste täielikult arendaja fookusest – ning lasta rakendusi arendada ilma et platvormi alumisi kihte arvesse oleks vaja võtta [19]. Seda tuntakse ka **FaaS** (function as a service) nime all ning mille tuntuim esindaja on praegu AWS Lambda [23]. FaaS ideeks on asendada rakendus väikeste funktsioonidega ning pilveplatvormil võimaldada nende toimimise ressursi vajadusel üles ja alla skaleerima (mitte lisama tervet serveriressurssi – vaid ainult ressursi funktsioonide toimimiseks). Põhiliseks eesmärgiks on tagada skaleeruvus – funktsioonide loogika kirjutamine rakendusse on selles osas palju lihtsam kui infrastruktuuri tasandil serveriressurssi lisama hakata [13].

### 3.2.3 Kasutusmudelid

NIST eristatab 3 olulisemat pilveteenuste provioneerimise ja kasutamise mudelit [108].

**Privaatpilv** (*private cloud*) – antud juhul provioneeritakse kogu pilveteenus ühe organisatsiooni erinevate äriüksuste jaoks. Platvorm ise võib kuuluda, olla hallatud nii organisatsiooni enda kui ka kolmanda osapoole poolt. Privaatpilv võib asuda kas organisatsiooni territooriumil (*on-premise*) või kuskil mujal (*off-premise*). Privaatpilv on valdkond millega enamuse IT infrastruktuurivaldkonna tehnoloogiaettevõtteid ühel või teisel kujul tegelevad – tihti küll tugevalt turundusliku maiguga. Oma olemuselt üritab privaatpilv tagada kõiki pilveraallinduse aspekte – välja arvatud see et see teenus on ettevõttest väljaspoolt sisse ostetud ning kontroll on minimaalne.

**Avalik pilv** (*public cloud*) – pilve infrastruktuur on provioneeritud üldiseks kasutamiseks. Asub füüsiliselt pilveteenuse pakkuja andmekeskustes. Avalik pilv võib kuuluda ja olla hallatud nii organisatsiooni, eraettevõtte kui mingi kombinatsiooni poolt. Avaliku pilve suurimad osalised on AWS, Microsoft Azure, Google, Alibaba [18].

**Hübriidpilv** (*hybrid cloud*) – siin koosneb kasutusel olev pilve arhitektuur kahe erineva (avaliku ja erapilve) lahendustest mis on omavahel seotud tehnoloogiliste lahendustega –

võimaldades andmetel ja rakendustele kasutada mõlemat pilve platvormi. Tavaliselt on privaatpilve ja avaliku pilve ühendamiseks kas teatud ressursi kasutamine avalikust pilvest (näiteks privaatpilvest välja varukoopiate tegemine avaliku pilve odavale salvestuspinnale) või automatiseerida virtuaalmasinate liigutamist eri pilveplatvormide vahel.

Lisaks sellele on kasutatud ka mõistet **ühispilv** (*community cloud*) – kirjeldamaks ühiselt hallatavat ja kasutatavat erinevate kasutajate pilve – ehk et tegemist on tehnoloogiliselt avaliku pilvega kuid mis on ligipääsetav ainult teatud tüüpi kasutajatele. Näitena võib tuua IBM Softlayer platvormi Ameerika Ühendriikide riigiasutustele [30] ja Eesti Riigipilve [94]. Ühispilve kasutamise põhjuseks võivad olla spetsiifilised seadusandlikud, turva või organisatoorsed põhjused. Üks huvitavaid näiteid ühispilvest on ka **SETI** (Search of Extraterrestrial Intelligence) [99] projekt – mille üks osa oli tarkvara, mis võimaldas soovi avaldanud isikute isiklike arvuteid kasutada arvutustöödeks, et leida maaväliseid signaale. Võib eeldada et teatud eritingimuste vajadus võib tähendada eri tüüpi community cloudide tekkimist [70].

Äriettevõtete jaoks on riskide maandamise seisukohalt oluline ka veel üks mudel – nimelt **multi-cloud** [47] – mis kirjeldab lähenemist kus eesmärgiks on rakendused ja tehnoloogia toimima saada mitme pilveteenuse pakkuja juures üheaegselt, vältides või vähendades selle kaudu ühe teenusepakkuja teenuse katkestuse mõju ettevõtte IT teenuste toimimisele. Multi-cloud on eriti hästi sobiv alljärgnevate stsenaariumite korral [71]:

- Kasutajad on geograafiliselt hajutatud – olles sellega mitme erineva andmekeskuse läheduses;
- Seaduslik regulatsioon limiteerib andmete hoidmist teatud andmekeskuses (näiteks EU reeglid nõuavad andmete hoidmist EU territooriumil)
- Situatsioon kus avalikku pilve kasutatakse koos ettevõtte enda infrastruktuuriga
- Pilvepõhised rakendused peavad üle elama ühe andmekeskuse töökatkestuse

Tuleb arvestada ka seda, et erinevad rakendused mõjutavad ka üksteist – kui teenuse üheks komponendiks olev väline teenus on mõjutatud mõne avaliku pilve probleemist – avaldab see ka taolise seose olemasolu korral ringiga mõju ka teise pilveteenuse pakkuja klientidele. Ehk et pilvede omavaheline integratsioon on üha olulisem ka ilma konkreetse kasutaja multi-cloud lahendusega [47].

### 3.3 Pilveraalanduse eelised ja puudused

Tüüpiliselt loetakse pilve eelisteks alljärgnevaid aspekte.

**Kulude kokkuhoid** on esimene lubadus mida pilveteenuse pakkujad rõhutavad. Argumenti toetab mastaabiefekt – sest kõik olulisemad avaliku pilve teenuse pakkujad on maailma suurimate tehnoloogiaettevõtete hulgas (Microsoft, Google, Amazon). Paljudele klientidele lahendusi pakkudes on võimalik riistvara osta palju soodsamalt ning samas seda ka palju soodsamalt hallata.

Muutub ka kulude iseloom – investeerimise asemel (kapitalikulud) saavad ettevõtted kasutada hoopis paindlikumat teenusmudelit (tegevuskulud) – palju väiksemad sisenemiskulud, võimalus paindlikult vajalikke mahtusid kasvatada ja kahandada – kõik see annab ettevõtetele ka finantsiliselt paindlikkust [83].

**Paindlikkus** – ehk võime ressursse vajadusel kasvatada ja kahandada on üha kiiremini liikuv maailmas väga oluline. Samuti on uue teenuse loomiseks sisenemisbarjäär väga madal – erinevalt traditsioonilisest viisist, kus tuli pikalt investeringuid planeerida [91].

Ligipääs tehnilistele lahendustele ja **uuele tehnoloogiale** – eriti avaliku pilve pakkujad on maailma suurimad ja innovaativsemad tehnoloogiaettevõtted – kes pidevalt toovad oma klientideni uusi tehnilisi lahendusi. Paljud neist lahendustest olid varasemalt kättesaadavad ainult väga suurtele ettevõtetele – näiteks paljud andmeanalüütika vahendid [91].

Pilveplatvormidesse on arhitektuuriliselt sisse ehitatud palju **töökindluse** tagamise vahendeid – ning paljud neist on minimaalsete kuludega kättesaadavad ka väikestele klientidele. Näiteks kahe andmekeskuse omamine ise või ressursi ostmine kahest erinevast AWSi lokatsioonist on kulude ning keerukuse mõttes väga erinevad [8].

Pilv on ka **strateegiliselt** oluline – andes läbi oma paindlikkuse, tehnoloogiliste eeliste ning kulude kokkuhoiu ettevõtetele selge põhjuse oma IT vajadusi vähemalt osaliselt pilveteenuste kaudu katta [8].



Pilveraalindusel on ka arusaadavaid puudusi. Berkley ülikooli teadlased on esile tõstnud 10 põhilist takistust, puudust ja kasutajate muret pilveraalinduse juures [17]:

- Teenuse kättesaadavus – ehk situatsioon kus pilveteenuse platvorm on tehnilise probleemi tõttu töövõimetu (on olnud ka piisavalt näiteid kus väga olulised teenused on üsna pikalt kasutajatele kättesaamatud olnud - )
- Lock-in – nii andmete kui rakenduste ühe teenusepakkuja juurest teise juurde viimine ei ole lihtne ning võib eeldada täiesti uue infosüsteemi arendamist
- Andmete konfidentsiaalsus ja auditeerimisvõimalus – andmete teenusepakkuja juurde viimisel on nii muret turvakaalutlustel kui ka auditeerimise osa (seadusandluse osas nii HIPAA kui GDPR näitena tuues)
- Suure hulga andmete edastamine – pilveteenuste osutajad ei küsi raha mitte ainult andmete salvestamise pinna ees – vaid ka andmemahu pealt mida pilveplatvormile kirjutatakse või maha loetakse (muutes pidevalt suurte andmemahtude liigutamise nii kalliks kui ka aeglaseks).
- Jõudlusprobleemid – kuna pilveteenuse pakkuja juures jagavad sama riistvaralist platvormi paljud kliendid – ei ole alati lihtne tagada neile suure koormuse juures teatud kindlal tasemel jõudlust.
- Kettapinna skaleeruvus – mitmed kettapinna tüübid ei ole kõige paindlikumad pidevalt kasvama ja kahanema (kuigi selles vallas on näiteks S3 kettasalvestustüüp juba parem)
- Tarkvaravead – kuna enamus teenusepakkujate tehnilistest platvormidest on enda arendatud ning mõeldud väga suurtele distributeeritud süsteemidele – siis ei ole seal teatud vea leidmine ja parandamine alati kõige lihtsam.
- Skaleerumine – ka siin on veel tehnilisi lahendusi vaja leida et koormuse kasvades skaleeruvus automaatselt paraneks.
- Ühe kasutaja halb käitumine võib mõjutada tervet pilveplatvormi ja teisi kasutajaid (näiteks teatud IPde blacklistimine mõjutab ka teisi IP kasutajaid)
- Tarkvara litsentseerimine – üsna suur hulk kommertstarkvara ei ole võimalik sama paindlikult pilveplatvormil kasutamiseks litsentseerida nagu on pilve arvutusressursi hankimine (eriti Oracle on selles osas halva kuulsusega).

Unustada ei maksa ka seda, et tõenäoliselt ei ole pilv sobiv kõikide situatsioonide ja kasutajate jaoks – on alati valdkondi kus nõutakse kõrgemat turvalisust või suuremat

kontrolli. Kuid mõelda tasub kindlasti kõigil kasutajal – sest teatud otstarbel on pilve eelised väärtuslikud kõigile.

### 3.4 Pilveäri areng

Pilv on käesolevaks hetkeks juba väga suureks äriks muutunud. Pilveteenuseid on harjunud kasutama nii ettevõtted kui ka eraisikud, ning teenusmudelid muutuvad mõlema sihtrühma jaoks üha olulisemaks.

2018 oli suuremate pilveäri osaliste käive on toodud tabelis 1. 2019a pilveäri kasvuks hinnatakse 20% [52].

Cloud vendor	Annual revenue run rate
Microsoft commercial cloud	\$21.2 billion
Amazon Web Services	\$20.4 billion
IBM	\$10.3 billion
Oracle	\$6.08 billion
Google Cloud Platform/G Suite	\$4 billion
Alibaba	\$2.2 billion

*Source: Company filings, earnings reports*

Tabel 1. 2018 suurimate pilveteenusettevõtete pilveteenuste käive [111]

Samuti sõltuvad paljud tuntud teenused pilveplatvormide toimimisest. Apple kulutab väidetavalt 30M USD iga kuu AWSi ressurssidele [14], olles samas ka Google kliendiks. Samuti kasutavad erinevaid pilveressursse paljud tuntud teenused nagu Netflix, Adobe, Slack [110].

Äriliselt on pilveraialindus üks tehnoloogiasektori olulisematest temadest. On tekkinud palju erinevaid pakkujaid ning pea iga osaline tehnoloogiasektoris omab tooteid pilve jaoks – või minimaalselt kasutab cloudi oma turundussõnumi oluliseima osana [59].

## **4. PILVERAALINDUSE VÕIMALUSED JA VÄLJAKUTSED IT HALDUSE SEISUKOHALT**

Kui pilv pakub IT arendusele selgelt positiivseid külgi oma paindlikkuse, ressursside lisamise kiiruse ja erinevate tehniliste platvormide (PaaS, IaaS) kaudu, siis IT halduse suhe pilvega on pisut erinev. Ühest küljest on kontrolli kadumine töökorralduslikult keeruline väljakutse. On ju IT haldus oma olemuselt pühendunud asjade töös hoidmisele ning seda saab teha hästi vaid kõige üle kontrolli omades. Andes mingi osa oma tavapäraestest töövahenditest pilveteenuse pakkujale – tekib õigustatud mure vastutuse jagamise osas. Samuti on vastuolusid tekkinud IT arenduse pilveteenuste kasutamise otsustest, mille üle ei tehta analüüsi ja kokkuleppeid IT haldusega. Samas mõistab ka IT haldus, et pilv on tulnud selleks et jääda ning pakub ka IT halduse valdkonnas palju positiivset.

Antud peatükis vaadeldakse pilve võimalusi ja väljakutseid IT halduse seisukohalt. Selleks kasutatakse SWOT analüüsi meetodikat – kirjeldades pilve tugevusi, nõrkusi, võimalusi ja ohte IT halduse seisukohalt. SWOT analüüsi eeliseks on ka kasutajatele selge millistele teemadele on oluline tähelepanu pöörata. Teaduskirjanduses võib leida terve hulga erinevaid SWOT analüüse pilve suunal:

- Konkreetse sihtrühma vaates (väikesed ja keskmised ettevõtted [56]; meditsiin [21, 72, 24]; haridus [100])
- Turvalisus ([122, 50, 24])
- Pilveraallinduse osas üldiselt ([85, 7])

Autor kasutas neid eelpooltoodud SWOT analüüse teemade tõstatamiseks, kuid IT halduse vaatenurk tuli ise lisada.

IT haldust puudutavad teemad on nendes SWOT analüüsides üks alamosa ning tavaliselt keskendutakse põhiteemale. Järgnevad alapeatükid vaatavad siis SWOT analüüsil

objektina pilve IT halduse kontekstis – peamiselt organisatsiooni, protsesside, inimeste kuid kaudselt ka tehnoloogia, turvalisuse kontekstis.

Antud SWOT ei vaatle erinevate kasutusmudelite (IaaS, PaaS, SaaS) ning erinevate teenusepakkujate valiku temaatikat – kuid on sellega kaudselt seotud. Nii mõnigi neist ohtudest või nõrkustest on ühe või teise mudeli või teenusepakkuja puhul vähemoluline. Samuti ei vaatle analüüs spetsiifiliselt ühe või teise pilve kasutusmudeli (avalik, hübriid, privaat) eeliseid. Jällegi võimaldab ühe või teise mudeli valik mõnda neist ohtudest vähendada kuid võib teisest küljest jälle tähendada mõne võimaluse minetamist.

#### **4.1 SWOT: Tugevused**

Pilve tugevused IT halduse jaoks tulenevad paljuski samadest valdkondadest, mida üldiselt pilve tugevuseks peetakse. IT haldus toob juurde lihtsalt oma valdkonna spetsiifilise vaatenurga – keskendudes pilve sobitamisele IT halduse protsessidesse, töövahenditesse ning eesmärkidele.

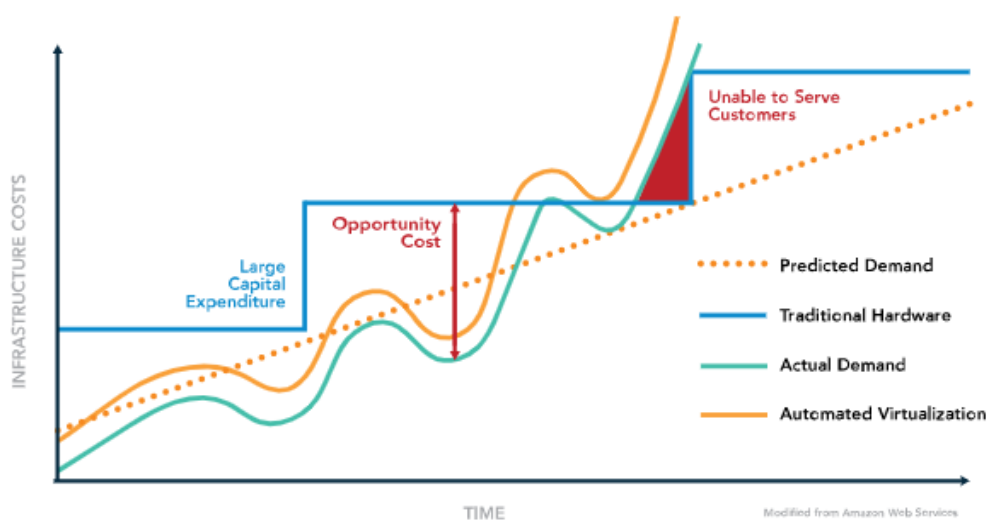
**Paindlikkus ja kiirus.** Pilve üldine eelis olla kiirelt kättesaadav, ressursse kasvatada ja kahandada vastavalt vajadusele – on oluline tugevus ka IT halduse seisukohalt. Eriti just uue ressursi sisuliselt kohe saadaval olek on tavapärase IT taristu investeerimis- ja kasutuselevõtu tsükli juures (kus mitme kuulise protsessi käigus investeerimisotsused kinnitatakse, sisseost teostab hankeprotsessi, seadmed tarnitakse ja võetakse kasutusele) väga erinev ning võimaldab ka IT haldusele kiirelt uutele situatsioonidele reageerida.

**Standardiseeritus.** Pilveplatvormid on oma kindla spetsifikatsiooniga nii tehniliselt kui teenuse osutamise seisukohalt. See standardiseeritus lihtsustab automatiseerimise laiemat kasutuselevõttu (mis on eelduseks devops põhimõtete sügavale juurutamisele) [55]. IT halduse üks eesmärke on vähendada erinevate tuge vajavate platvormide hulka ning vältida võimalusel erilahenduste kasutuselevõttu (näiteks mittetüüpiline andmebaasimootor). IT arenduse iga uus komponent seab IT halduse väljakutse ette seda komponenti kokkulepitud kujul toetada (mis võib tähendada nii koolitusvajadust, investeringuid uude riist-ja tarkvarasse jne). See on ka põhjus miks IT haldust vaadatakse tihti kui konservatiive ja takistust tõelise innovatsiooni ees – kuid samas

unustatakse et kõiki neid uusi edevaid asju peab keegi hiljem kogu teenuse/infosüsteemi elutsükli jooksul ka toetama.

Platvormi sisse ehitatud **töökindlus**. Pilveplatvormidesse on arhitektuuriliselt juba sisse ehitatud palju vahendeid töökindluse tagamiseks – olgu siis tegemist kõrgkäideldavuse (*high availability* ehk HA), talitluspidevuse (*disaster recovery* ehk DR) või andmete säilitamise lahendustega. Tavaliselt on *on-premise* IT taristu puhul neid kõiki teemasid vaja eraldi lahendada ning tihti seostuvad sellega suured investeeringud: HA vajab tihti varuks riistvara ning investeeringuid tarkvaralitsentsidesse, samas kui DR eeldab füüsiliselt eemal asuva andmekeskuse ning ootel oleva IT taristu olemasolu. Seda kõike võimaldab pilv teha esiteks mugavamalt ning samas ka odavamalt. Pilve tehnoloogiad tagavad sisuliselt selle, et teenus ei saa ressursi mõttes kunagi katkestust kogema [7].

**Kulude kokkuhoid.** Kulude kokkuhoiu põhjuseks ei ole ainult suurte pilveteenuse pakkujate mastaabiefektist tekkiv kulude eelis IT taristu ressursside hankimisel. Kulude kokkuhoid avaldub ka paindlikkuses neid ressursse juurde hankida ning kasutusele võtta [56]. Joonis 12 demonstreerib erinevusi traditsioonilise investeerimise (CAPEX ehk kapitaliinvesteeringud) ning pilve teenuse (OPEX and tegevuskulud) paindliku skaleeruvuse vahel. Tähelepanu tuleb pöörata just sellele et traditsioonilise investeeringu puhul on teatud situatsioonides ressursi kasutus madal ning teatud situatsioonis pole nõudluse rahuldamiseks jälle vaba ressursi.



Joonis 12. Investeeringute ja teenuse sisseostu mudeli võrdlus.[28]

Oluline on ka kulude parem läbinähtavus – enamus pilveplatvorme võimaldavad kulusid jagada erinevate teenuste vahel ning näidata ärifunktsioonidele palju on iga konkreetse teenuse kulu. Tihti äripool sellest igapäevaselt ei mõtle ning seetõttu ei oska ka oma otsuste võimalikke reaalseid kulusid analüüsida.

Eraldi **litsentseerimiskulud** tavaliselt puuduvad. Tarkvaralitsentsid on üks oluline osa IT halduse ja spetsiifiliselt IT taristu kuludest. Tegemist on nii ärirakenduste litsentsidega, andmebaaside litsentsidega – sisuliselt kõigega mis ei ole vabavaraline. Pilveteenused pakuvad tavaliselt oma põhiteenuseid juba koos litsentside kasutamisega või siis ehitavad lahendused vabavaralistele komponentidele. Väga spetsiifilisi litsentseerimiskulusid (näiteks Oracle andmebaasitarkvara kasutamine maksab ka pilves, seal isegi rohkem) muidugi vältida ei ole võimalik. Kuid pilveplatvormid arendavad pidevalt edasi teenuseid ja lahendusi mis võimaldaksid asendada litsentsikuludega tarkvara hoopis teenusemudeli järgi käituvat tarkvaraga. Oracle relatsioonilise andmebaasi asendamiseks pakub AWS näiteks Amazon RDS [12] and Amazon Aurora [11] teenuseid.

**Haldusvahendid.** Kuna pilveplatvormide kliendid haldavad vahel tuhandeid virtuaalmasinaid korraga ning ehitavad automaatseid ressursside lisamise ning kahandamise vahendeid – omavad suured pilveplatvormid ka häid haldusvahendeid nii ühe kui tuhande teenuse objekti haldamiseks. Toetatakse suures mahus automatiseerimist – ning võimaldatakse kasutada erinevaid protokolle – REST, APIid jne. Tüüpilises IT halduse on-premise keskkonnas on kasutusel kümneid erinevaid haldusvahendeid – kuna meeskonna väiksus ning keskkonna vähene standardiseeritus muudavad iga komponendi haldamise tema enda haldusvahenditega kõige mugavamaks lahenduseks. Samuti on automatiseerimine tüüpilises IT tartistu keskkonnas keeruline väljakutse vähese standardiseerituse tõttu.

**Arenduskeskkonnad.** Pilveplatvormid pakuvad võimalusi distributeeritud meeskondadele sama projekti kallal tööd teha – pakkudes arenduskeskkondade ning arendusprojektide jaoks mugavat keskkonda. Taoliste keskkondade loomise automatiseerimine vähendab IT halduse koormust arendajatele töökeskkondade ettevalmistamiseks kuid samas annab võimaluse arendada samal platvormil kus lõpuks rakendus toimima hakkab. Arvestades et traditsiooniliselt tehakse arendusi hoopis

erineva platvormi peal kui mille peal igapäevane toimimine on – siis on tegemist olulise sammuga arenduskvaliteedi tõstmisel.

**Tarkvarauuendused ja veaparandused.** Tarkvaraparandused on üks suur osa IT halduse tööst – ning võimalus seda tööd vähendada 1) esiteks pilveplatvormide standardiseerituse ja 2) teatud platvormi kihtide teenusepakkuja kontrolli all hoidmise, on teretulnud.

**Turvalisus.** Turvalisus on selline vastuoluline punkt. Ühest küljest kontroll kliendi jaoks väheneb – ja usaldada tuleb teenusepakkuja võimet oma platvormi kaitsta. Teisest küljest on pilveteenuse pakkujate puhul tegemist väga suurte ettevõtetega, kel on palju kliente ning äriiline huvi ja vajadus turvalisust tagada. Seega on kasutusel üksiku ettevõttega võrreldes tunduvalt suurem ressurss platvormide turvalisuse tõstmiseks ja jälgimiseks ning lisaks tehnoloogiline arendus mida pilveteenuse pakkujad ise igapäevaselt teevad. Ehk et võib väita et pilve turvalisus on parem kui eraldivõetuna üha ettevõtte oma.

**Ressursid teadmiste arendamiseks.** Kuna pilv on kasvav äri kus on ka karm konkurents – siis pakuvad kõik suuremad pilveplatvormid palju tasuta koolitusmaterjale, seminare ning isegi tasuta ressursside kasutamise võimalust. Kuna iga pilveplatvorm omab hetkel palju unikaalset – siis on neil selge majanduslik huvi leida kasutajaid kes just nimelt neid unikaalseid aspekte teenuse juures kasutaksid. IT halduse jaoks on see oluline kasu – kuna pilve teadmisi tuleb arendada ning ressursside tasuta kasutamise võimalus tekitab eri platvormide testimiseks hea olukorra. Traditsiooniliselt olid paljud IT taristu tehnoloogiakomponendid seotud väga kalliste koolitustega ning minimaalselt kättesaadavate koolitusmaterjalidega.

## 4.2 SWOT: Nõrkused

Inimesed ja **oskused.** Seoses pilveraallinduse ülikiire arenguga on probleeme selle tehnoloogiatega kursis olevate tehnilise spetsialistide leidmisega. Tegemist on globaalselt otsitud tehniliste inimestega ning isegi pidev inimeste koolitamine ei suuda vajadustega kaasa liikuda. Puudujääk on nii inimestest kes tunnevad pilveteenuste platvormide tehnilisi võimalusi, kui ka inimesi kes suudaksin privaatpilve ja avaliku pilve toimivaks

hübriidpilveks muuta. Kas pilve turvalisus on teema kus töötajatelt teadmisi oodatakse [109]. SaaS mudel on antud nõrkuse osas ehk kõige leebem – kuid nii IaaS kui PaaS eeldavad siiski üsna spetsiifilisi teadmisi. Võin ennustada ka väliste konsultantide palkamist, kes projekti põhiselt aitavad läbi oma spetsiifiliste teadmiste pilve kasutamist alustada ning algset teadmiste ja kogemuste puudust leevendada.

**Kontrolli limiteeritus[56].** Pilve eripära on, et ostetakse kindla spetsifikatsiooniga teenust ilma et konkreetne riist- või tarkvara ettevõttele kuuluks. See tekitab psühholoogiliselt muret oma andmete turvalisuse pärast kui üldiselt pilveteenuse pakkuja kui partneri suhtes. Teine aspekt on, et asudes pilveplatvormi kasutama kaotab kasutaja kontrolli teenuse, platvormi, teenuse osutamise ja tehnilise lahenduse detailide üle. Klassikaline näide on reaalne teadmus kus kasutaja andmed täpselt teenusepakkuja andmekeskustes asetsevad [85].

**Legacy.** *Legacy* on sisuliselt oma elutsükli lõppu jõudnud infosüsteem või rakendus, mida mingil põhjusel ei ole võimalik kasutuselt maha võtta. Tihti on siin põhjuseks mingi kaasneva rakenduse kasutamise vajadus. Ja nii leidubki väga tihti IT taristus veidraid riista ja tarkvara komponente mille ainus ülesanne on *legacy* infosüsteemi majutada. Pilve seisukohalt on enamasti võimatu seda ka pilve migreerida – seda kas arhitektuurilistel põhjustel või tehnilistel põhjustel (nõuab nii vana operatsioonisüsteemi versiooni mis pole enam toetatud pilveteenuse juures). Vahel on ka legacy rakenduse litsentseerimistingimused takistuseks *on-premise* majutamisest loobumiseks. Samuti ei ole alati lihtne pilvega siduda on-premise andmekeskuse erinevaid komponente.

**Ärirakendusi** ei ole alati võimalik pilves kasutada **litsentseerimisreeglite** tõttu. See puudutab eriti väga suuri tarkvarasüsteemide pakkujaid nagu SAP, Oracle jne. Neil ei ole otsest huvi vähendada oma sissetulekuid tarkvaralitsentsidest ja perioodilisest tugiteenusest – seetõttu on litsentsitingimused tihti väga ebamugavad või muudavad pilve liiga kalliks. Uueks arenguks on taoliste tarkvaratootjate poolne klientide suunamine oma pilvelahenduste suunal – SAP näiteks liigub SaaS mudeli [95] suunas ning Oracle pakub Oracle Cloud kaudu nii traditsioonilisi SaaS, PaaS ja IaaS teenust – kui ka Oracle andmebaasi pilves kasutamise võimalust [6].



**Vendor lock-in.** Kuna pilveplatvormid kasutavad palju unikaalseid omadusi ja tehnilist funktsionaalsust – siis ei ole ühe teenusepakkuja juurest teise juurde kolimine kasutaja jaoks üldse lihtne. Võibolla ainult mõned IaaS lahendused on piisavalt standardsed, et pilvede vahel ressursse liigutada. Kuid SaaS ja PaaS on enamasti nii unikaalsed, et pilveteenuse vahetamisel tuleb väga suur osa lahendustest täiesti ümber teha. Tehnoloogia poole pealt on see eri pilvede liitmine tekitanud täiesti eraldi kategooria tehnoloogiaettevõtteid – kelle tooted peaksid kas pilvede vahel migratsiooni või lihtsalt ressursside liigutamise mugavamaks tegema.

**Standardite puudumine** [56] – ühe pilve lahendus on teise omaga mitte alati kokku sobiv. See võib ka tähendada et teatud standardi reaalsel lahendusel on erinevusi mis omakorda võivad probleeme tekitada kasutajatele tehnilise lahenduse kasutuselevõtuks. Standardeid küll püütakse luua, kuid praegusel hetkel on erinevate teenusepakkujate lahenduste omavaheline liidestamine tihti keeruline ning võib eeldada eraldi tasulise tarkvarakihi kasutamist mis loob ühise abstraktsioonikihi platvormide vahel.

**Paindlikkuse puudumine.** Pilveplatvormid luuakse teatud kindla tehnilise spetsifikatsiooniga ning teenusepakkujate teenused on tavaliselt ka kindlate reeglitega. See aga pole alati kasutajate jaoks kõige sobivam. Kuid isegi kõige väiksema erandi või erilahenduse tegemine on pilveteenuse pakkujate suure skaala tõttu võimatu. Ehk et tõenäoliselt saavad erilise kohtlemise osaliseks vaid hiiglaslikud kliendid – nagu näiteks Netflix AWSi puhul [85]. Ainult väga suurte klientide puhul on erikokkulepped pilveteenuse pakkujate jaoks mõistlikud.

**Pilveplatvormide mitmekesisus ning lai teenuste portfell.** Suurimate pilveteenuse pakkujate teenuste portfell on väga lai ning samuti võib keeruline olla ressursi mõistlik tellimine. See tähendab, et lisaks tehnilisi detaile teadvatele inimestele on väljakutse leida ka inimesi kes tunnevad teenuste tellimise majanduslikku poolt ning oskaksid leida soodsaima ressursside kasutamise ja tellimise mudeli. Jääb oht ressursi raiskamiseks ning mitte-optimaalsete lahenduste valimiseks. Ressursside raiskamine ja vale kasutamine (näiteks tellides ressursse pilveteenuse pakkujalt mis enamuse aja ei tee mitte midagi) tekitab juba eri hinnangutel suuri kulutusi [29].

Kõik sõltub **võrguühenduse** olemasolust [85]. Ka kõige parem ja kiirem pilves asuv ressurss on kasutu kui internetiühendus puudub. Seega võivad pilveteenuse saadaval oleku probleemid täiesti selgelt ettevõtte äriprotsesside toimimist mõjutada. Kuigi selle vastu on lahenduseks kas sama või mitme teenusepakkuja juures eri andmekeskuste kasutamine paralleelselt – on see siiski oluline risk. Ning pilveplatvormide sõltuvus tarkvaralahendustest teevad neist kerge märklaua mõne tarkvarapea probleemi kiirele laienemisele paljude klientide juurde.

### 4.3 SWOT: Võimalused

**Ligipääs tehnoloogiale.** [56] Pilveteenuste äri kiire kasv, tugev konkurents ning liidrirollis olevad tugevad tehnoloogiafirmad on muutmas pilve atraktiivseks mitte ainult kulude kokkuhoiu jaoks. Pigem on juba jõudmas kätte ajahetk kus pilveteenuste tehnilised võimalused on laialdased ning konkurents sunnib suuri turuosalisi (Google, Amazon, Microsoft) pidevalt innovatsiooni investeerima. Juba praegu võib hinnata, et eriti väikeste ja keskmise suurusega ettevõtete jaoks annab pilv ligipääsu tehnoloogiale mis muidu oleks liiga kallis ja keeruline kasutada. Võimalik, et tulevikus on üks oluline põhjus pilveteenusega liitumiseks teatud tehnoloogia kasutamise võimalus, mida mitte kuskilt mujalt ei leia. Juba praegu on taoline näide Microsoft Azure Face API näol olemas [44].

**Strateegiline võimalus** IT muutmiseks ja äriprotsesside kiirendamiseks. Paljud pilvetehnoloogia eelised aja jooksul ainult süvenevad – ning varem nende võimaluste kasutamisega alustada on strateegilises plaanis eelis. Muutes ettevõtte kiiremaks ning paindlikumaks – on võimalik selle kaudu tekitada konkurentsieelist ning samas tagada ka kulude läbinähtavus ning paindlikkus.

**Ettevõtte IT moderniseerimine.** Pilve liikumise üks eeldusi on ka teatud muudatuste läbiviimine ettevõtte IT juures. Kasvõi IT lähenemine muuta teenuste põhiseks, võtta kasutusele teenuste elutsükli järgimine, võibolla liita IT arendus ja IT haldus üheks *devops* meeskonnaks- kõik need võimaldavad ettevõtte ITd paremini toimima saada isegi enne kui pilveteenuseid aktiivselt kasutama hakata. Läbi mõelda, mis üldse on see millega ettevõtte peab ise tegelema – ja mis on need valdkonnad, kus on mõistlik väliseid

teenusepakkujaid kasutada. Pilv pakub suurepärasest võimalust osa igapäevasest IT tegevusest teenusena sisse osta.

**Madalad sisenemiskulud.** Teatud tehnoloogiate kasutamiseks oli *on-premise* lahenduste puhul tihti suureks probleemiks sisenemisbarjäär – minimaalse toimiva lahenduse ülespanek või kasutamine oli seotud suurte kulutustega. Tuli hankida riistvara, osta tarkvaralitsentsid, kogu lahendus toimima panna ning leida ka inimesed kes sellega midagi peale hakata oskavad. Pilve puhul on sisenemine palju lihtsam ning võimalik on alustada väga väikeste ressurssidega. Samuti on osa tehnoloogilistest küsimustest juba teenusepakkuja poolt ära lahendatud – ehk et paljudel juhtudel on vaja ainult leida inimene kes siis saadud tulemusega midagi peale hakata oskab. Näiteks masinõpe, andmete analüüs on valdkonnad kus pilv annab andmeteadlasele sisuliselt kõik võimalused ilma suuri algseid investeeringuid teostamata.

**Töökindluse parandamine.** Pilv pakub võimalusi lahenduste töökindlust parandada, kasutada erinevaid andmekeskusi ning seda kõike just sellisel määral nagu vaja. Ise andmekeskusi hallates ja riistvara omades oli töökindlusega tihti seotud jõudu seisva IT taristu kuludega. Ehk et vajalik oli alati leida tasakaal kulude ning paranenud töökindluse vahel. Seda võimaldab pilv palju odavamalt ning ka palju granulaarsemalt teostada.

#### 4.4 SWOT: Ohud

**Sõltuvus teenusepakkujast.** Avaliku pilve turg kontsentreerub 3-4 suure teenusepakkuja kätte. Mis mõju see klientide valikuvõimalustele jätab on hetkel selgusetu. Samuti on võimalik, et unikaalse platvormi teenusepakkuja kas pankrotistub või lõpetab ühel hetkel teenuse pakkumise [121]. Kuna väga spetsiifilise platvormi asendamine koheselt teise teenusepakkujaga ei pruugi võimalik olla – on üleval jätkuv risk. Samuti jääb üles küsimus kui läbinähtav on teenusepakkuja oma protsesside osas, kui selged on lepingulised kohustused ja vastutus, mis on teenuse tellija enda kohustused, milliseid seadusest tulenevaid kohustusi mõlemad pooled peavad täitma jne.

**Seadusandlikud ja järelvalve (*compliance*) nõuded.** Eksisteerivad erinevad andmete kaitsmise ja töötlemise reeglid – Euroopa Liidu andmekaitseseadus GDPR [104], USA

HIPAA [57] ning on erinevaid seadusi, mis võivad sundida kas ettevõtet või isegi pilveteenuse pakkujaid teatud andmeid ametivõimudele edastama. Need seadused võivad dikteerida andmesalvestuspoliitika reegleid, näiteks kui kaua teavet tuleb säilitada, protsess, mida kasutatakse andmete kustutamiseks ja isegi teatud andmete taastamise juhiseid. Maailma digitaliseerumise taustal võib taoliste reeglite ja seaduste lisandumist väga võimalikuks tulevikustsenaariumiks pidada. Riigid või riikide ühendused võivad nõuda teatud tähtsamate andmete riigi territooriumil hoidmist. Aspekt mida peab seadusandluse (eriti GDPRi valguses) arvestama – et kontroll andmete ja rakenduste üle ei ole enam 100% ettevõtte enda käes – vaid osa sellest vastutusest antakse üle pilveteenuse pakkujale. Samuti on oluline tagada et pilveteenuse pakkuja teenuseid kasutades on võimalik vastata seadusandlikele nõuetel (HIPAA, Sarbanes-Oxley jne). Erinevate pakkujate lepingute, SLA (*service level agreement*) analüüs on seetõttu pilveteenuse pakkuja valikut tehes väga oluline [101].

Omaette väljakutse on seotud pilveteenustes asuvate andmete asukohaga – kuna tehnoloogiliselt võib teenusepakkuja andmete koopiaid hoida ka mõnes teises oma andmekeskuses. Ning sellisest käitumisest võib tekkida küsimus et millise riigi jurisdiktsiooni alla antud andmed jäävad. Milliseks kujuneb andmete omaniku (kliendi) ning töötaja (pilveteenuse pakkuja) vastutus ning kohustused seadusandja silmis.

**Andmete kaitse ja üldine turvalisus.** Pilveteenustes andmeid säilitades ja töödeldes on teatavad riskid nii andmete kadumise osas, kui ka pilveteenuse pakkuja ligipääsule neile andmetele. Pilveplatvormid on oma standardsuse tõttu ka huvitavaks rünnakuobjektiks küberkriminaalidele – kuna väiksemagi turvaprobleemi avastamine võib anda ligipääsu tuhandetele objektidele. Turvalisust nimetatakse tihti kõige suurema prioriteedi ja murekohana pilveraalanduses [25]. Üheks probleemiks ka standardite puudumine – seega on pilveplatvormide turvalisus, andmete kaitse ja turvalisus iga pilveplatvormi pakkuja enda otsustada ning muudab nende võrdlemise keeruliseks [59].

Ning ei maksa unustada ka vajadust andmeid varundada, pikaajalist arhiveerimist teostada – pilveteenuste puhul tuleb hoolega kontrollida millist tüüpi teenust ja SLAd antud teenusepakkuja varundusteenusele pakub. Ja unustada ei maksa et jätkuvalt on suurimaks turvariskiks ettevõtete oma töötajad.

**Võrgu kiirus.** Kuna pilveteenuses oleva ressursi ligipääsuks on vajalik internetiühendus – siis on teenuse kasutamine tundlik ühenduse kiiruse probleemidele – näiteks suuremahuliste failide edastamisel või liigutamisel. Internetipõhised teenused on ka tundlikud DDoS tüüpi rünnakutele. Võrguga on seotud ka üks pilveteenuste varjatud kuluallikas – nimelt on üheks teenuse hinnastamise osaks andmemahu hind mida kasutaja pilveplatvormile edastab ning sealt ka alla laeb. Võrgu kiirus võib muutuda ka probleemiks kui pilveteenusest pärinevad andmed on sisendiks kuskil geograafiliselt eemal asuva rakenduse jaoks – ning seal võib võrgulatentsus tekitada rakenduse töös tõsiseid probleeme.

**Teenuse kättesaadavus.** Tehnilisi probleeme tuleb ikka ette – kuid pilvest tugevalt sõltudes on oht neist tugevalt mõjutatud saada. Kuidas eri riskide vastu end kaitsta saab olema üks pilverakenduste disaini põhilisi küsimusi.

**Varjatud kulud ja ressursside raiskamine.** Pilveteenuste puhul on ka mitmeid varjatud kulusid – mainitud juba oli pilveteenuse andmekeskuse suunalise andmemahu tasustamine. Teine tõsiasi on seotud faktiga, et nagu *on-premise* IT taristus oli osa ressursist jõudu – siis nii on ka pilveteenuste kasutamisel. Uuringufirma Rightscale andmetel on ca 30-45% pilvede kuludest seotud raiskamise (*cloud waste*) [118].

Kokkuvõtlik SWOT on toodud tabelis 2 (lk 54). Mitmed teemad on erineva nurga alt nii tugevusteks kui nõrkusteks, nii ohtudeks kui võimalusteks.

Lisaks SWOT-is väljatoodud aspektidele tasub arvestada ka reaalsust – kus harva õnnestub sisse viia 100% muudatusi – pigem on loomulik etapiviisiline ning samm-sammult muudatuste tegemine. Seetõttu on pilve kasutusele võtmine pigem järjest ühe kaupa teenuste ja teenuse komponentide sinna viimine (ehk evolutsioon) – mitte korruga suur muudatus (ehk revolutsioon). See võib tähendada ettevõtte jaoks alguses ekstra ressursivajadust (nii rahalist kui inimressursi osas) – kuna vaatamata sellele, et pilve on juba kasutama hakatud – ei ole võimalik olemasolevat oma andmekeskuses asuvat IT taristut ning -teenuseid tuntaval määral esialgu vähendada. Seega tekib momente kus uus juba toimib aga vana ei ole veel võimalik vähendatud määral kasutusele võtta. Kasutusmudelite loogika toetab taolist samm-sammult liikumist – võimaldab privaatpilve loogika kasutuselevõtt esimeses etapis korrastada infrastruktuuri ja teenuseid, sisse viia

pilvele iseloomulikke protsesse – ning avaliku pilvega eksperimenteerides tekitada teadmisi tuleviku tarbeks. Jõudes küpsuse osas edasi – on juba võimalik leida optimaalne tasakaal avaliku ja privaatpilve vahel – tihti leides optimaalse tasakaalu vähemalt ettevõtete jaoks just hübriidpilve näol.

TUGEVUSED	NÕRKUSED
Paindlikkus Standardiseeritus Töökindlus Kulude kokkuhoid Litsentseerimiskulude vältimine Haldusvahendid Arenduskeskkonnad Tarkvarauuendused Turvalisus Lihtne teadmisi arendada	Oskustega inimressurss Vähene kontroll Legacy Ärirakenduste kolimine Vendor lock-in Standardite puudumine Vähene paindlikkus Platvormide ja teenuste rohkus Võrguühendustest sõltuvus
VÕIMALUSED	OHUD
Ligipääs tehnoloogiale Strateegiline eelis IT moderniseerimine Madalad sisenemiskulud Töökindluse parandamine	Sõltuvus teenusepakkujast Seadusandluse nõuded Andmete kaitse ja turvalisus Võrgu kiirus Teenuse kättesaadavus Varjatud kulud ja raiskamine

Tabel 2. Pilve SWOT IT halduse seisukohast.

Üks huvitab erinevus IT arenduse ja IT halduse vahel on seotud sellega et tihti ostetakse arendus sisse kuid IT haldus pigem jääb ettevõtte enda inimeste teha. Tihti isegi ei konsulteerita IT haldusega tõsiselt arendusi tellides (äripool on tellija rollis) – ning seetõttu jõuavad IT haldusesse arendused kus pole mõeldud teatud andmete kaitsmise või turvalisuse küsimustest ning IT haldus seisab fakti ees et oma vastutusalasse on tekkinud mingi uus ja võõras element.

## 5. ETTEPANEKUD PILVERAALINDUSE KASUTUSELEVÕTU RAAMISTIKU RAKENDAMISEKS

Lihtsustamaks selles laias pilve valdkonnas orienteerumist – on IT halduse meeskonna juhtidel, IT juhtidel ning kõigil teistel, kelle ülesandeks on pilve võimalusi uurida ning ettevõttes pilveraallinduse valmisolekut tekitada, mõistlik kasutada raamistike abi.

**Raamistiku** (inglise keeles *framework*) all mõistetakse reeglite, uskumuste ja ideede kogumit mille abil teha otsuseid või tegeleda probleemidega [35]. Raamistikke kasutatakse tihti mingi valdkonna oluliste seoste kujutamiseks, lihtsustatud mudeli kujundamiseks ning teema põhiliste märksõnade visualiseerimiseks. Autori hinnangul on pilveraallindus üks neid valdkondi, kus on kasu raamistikest. Tihti ei oska ettevõtte pilveteekonna alustamist kuskilt algatada ning tihti tundub see väljakutse liiga suur või vastupidi antakse paari töötaja isiklikuks projektiks. Pilv on aga potentsiaalilt väga strateegiline võimalus enamikele ettevõtetele ning hea tulemuse eelduseks on ressursside eraldamine pilvevalmiduse tõstmiseks.

Autori eesmärk on välja pakkuda raamistik:

- IT halduse pilvevalmiduse (*cloud readiness*) hindamiseks
- Kirjeldada olulised ressursid, sisemised ja välised mõjurid
- Kirjeldada sammud pilve küpsuse (*cloud maturity*) tõstmiseks

Raamistik ei esita otseseid soovitusi kasutusmudeli ja teenusemudeli valikuks – kuid teatavad loogilised sammud on tuletatavad ning mõistlikud. Raamistik ei paku ka otseseid soovitusi avaliku pilve teenusepakkujate valikul ega tehnoloogiliste lahenduste osas –

kuid sellest on võimalik tuletada nõudeid nende valdkondade valikute teostamiseks. Raamistikud on ka abstraktsioonid – ehk et reaalsuse lihtsustatud mudelina ei kata need kõiki mõeldavaid olukordi. Sarnaselt ITIL-iga – on tegemist terve nimekirja soovitustega, kuid igapähe on võimalus sellest valida endale sobiv ja olukorra suhtes mõistlik alamosa mida rakendada.

Uurimistöö antud peatükis esitatud raamistik põhineb:

- ITILi protsessidel (eriti teenuse disaini põhimõtetel)
- SWOT analüüsi olulisematel tähelepanekutel
- Uurimistöö autori isiklikel kogemustel
- Kolme eelneva sünteesil

Autori eesmärk oli võimalusel kasutada IT halduse tuttavaid kontseptsioone, protsesse ning teisi raamistikke – lihtsustamaks valdkonna spetsialistidel raamistiku kasutamist paralleelselt eksisteerivate printsiipidega.

## **5.1 Pilvevalmiduse raamistik (Cloud Readiness Framework)**

### **5.1.1 Pilveraallinduse kasutuselevõtu vajadus**

Esimene samm pilve rakendamisel on ettevõtete jaoks mõista põhjuseid, **miks** nad pilveraallinduse võimalusi kasutama hakata. Mis on väärtus mida sellelt oodatakse, milliseid riske ollakse valmis taluma, ning milliseid ressursse sellesse valdkonda investeerima. Kui sellele küsimusele on vastuseks, et „kõik teevad ju nii“ – siis on reaalselt tulemuseks pettumus. Ilma korralikult läbi mõtlemata on oht jääda pilve rakendamisel tegelema nn „hobiprojektidega“ või kasutada pilve täpselt sama moodi edasi nagu seni on oma IT taristut kasutatud.

Küsimusele **MIKS?** on tavaliselt kaks põhjust: kas ettevõtte **äristrateegiast** sõltuv või pigem **IT osakonna** sisemisest uuenemisvajadusest. Äristrateegiast tulenev on potentsiaalselt kindlasti tähtsam põhjus pilvega tegelemiseks, kuid teatud juhtudel võib täiesti mõistetav olla ka puhtalt IT enda moderniseerimise ja efektiivsuse kasvatamise



argument. Mõlemal juhul on tagatud ka ressursside eraldamine – jällegi äristrateegiast tulenevalt on nii kasu kui ka investeeringud reeglina suuremad.

Äristrateegia tasandil on võimalik hinnata pilvetechnoloogiate strateegilist tähtsust kasutades skaalaid (vt Tabel 3):

- Kõrge ja madal sobivus pilvetechnoloogiate kasutamisele (näiteks kui äriprotsess on internetipõhine ning globaalne)
- Kõrge ja madal pilvetechnoloogiate mõju (eelmise skaala näide oleks ka siin kõrge potentsiaalse mõjuga)

Selle tulemusena tekivad neli sektorit mis võivad anda abi otsustamisele kas tegemist on ettevõtte terviku seisukohalt strateegilise suunaga.

Kõrge sobivus	Pilv on mõistlik valik	Pilv on oluline ja strateegiline valik
Madal sobivus	Pilve kasutamiseks strateegilist vajadust ei ole	Pilv on mõistlik valik
	Madal mõju	Kõrge mõju

Tabel 3. Pilveraallinduse mõju ja sobivus ettevõtte äristrateegiaga.

Sisuliselt on nendel skaaladel oma ettevõtet hinnates võimalik selgelt hinnata, milline on pilvetechnoloogiate mõju ning millise strateegilise tähtsuse pilve kasutamine sisuliselt omandab. Pilve kirjeldatakse vahel ka kui tehnoloogilist ning IT-l põhinevate teenuste tarnimise evolutsiooni [70]. Pilveraallinduse abil on võimalik ettevõtte tehnoloogia (rakendused, süsteemid) muuta globaalseks teenuse-keskseks mudeliks. Seetõttu ei ole pilveraallinduse suurema kasutamise otsus mitte tehnoloogiline, vaid pigem ärivõimaluste ning selle kaudu otseselt ettevõtte strateegiaga seotud.

Pilve strateegia (*cloud strategy*) on rühm otsuseid, mis on vajalikud, et luua ja ehitada internetil põhinev IT teenuste tarnimise strateegia, mille tulemuseks on nii kulude kokkuhoid kui ka ettevõtte paindlikkuse ja kiiruse kasv. Pilve strateegia loomisel on olulised järgmiste teemade hindamine [70]:

- 1) Kulud – pilve kasutuselevõtt nõuab investeringuid nii tehnoloogiasse, protsessidesse, inimestesse.
- 2) Teenustele suunatud mõtlemine – pilve võimaluste kasutamiseks on oluline vaadelda infosüsteeme erinevate teenustena ning seostada erinevate teenuste omavahelised seosed ja mõjud. See on hiljem ka oluline infrastruktuurikihi muudatuste planeerimiseks.
- 3) Kui teenused on selged – siis tuleb hinnata kus ettevõtte oma valmisolekuga hetkel asub. Ehk et kuhu vaja jõuda (*to-be* staatus) ja kus hetkel ollakse (*as-is* staatus) erinevuse hindamine on üks strateegia osa.

Pilveteenustest tulenevat innovatsioonipotentsiaali on tihti alahinnatud ning samuti ei mõelda tihti kõikide võimaluste peale mida taolised platvormid pakuvad. Autori hinnangul on andmeanalüüsiks ning andmetest väärtuse leidmiseks pilveplatvormid väga sobivad ning võimaldavad keskenduda andmete ja seoste analüüsile – mitte tehnoloogilise platvormi arendamisele ning disainimisele.

Samas on ka situatsioone, kus ühel või teisel põhjusel ei ole strateegiliselt ettevõtete jaoks pilveraalindus oluline. See ei tähenda, et pilv ei võiks IT osakonna jaoks samas oluline olla. Erinevuseks ehk saabki tuua strateegilise tähtsuse puhul IT kõrval ka teiste organisatsiooni üksuste aktiivse osaluse pilveteenustest maksimaalse kasu leidmiseks ning strateegiliselt olulise valdkonna jaoks suuremate ressursside eraldamise.

Kõik need põhjused tähendavad, et pilv on IT organisatsiooni jaoks oluline ning selleks on võimalik eraldada ressursse. Ressursid võivad siis olla nii finantsinvesteeringud, inimeste juurde palkamine, inimeste koolitamine, protsesside ja tööriistade täiendamiseks.

### 5.1.2 IT teenuse neli aspekti

IT teenuse neli aspekti tulenevad ITILi teenuse 4st komponendist (nn „4 P’s of ITIL“) [1]:

- Inimesed (*people*) – inimesed on kesksed IT teenuse arendamisel ning töös hoidmisel.
- protsessid (*processes*) – sisaldab rolle, vastutust ja tööriistu IT teenuse osutamiseks
- tehnoloogia (*products*) – õige tehnoloogia valik nii funktsionaalsuse kui hinna osas
- partnerid (*partners*) – on eriti oluliseks pilve puhul, kuid sisaldavad kõiki partnereid kes toetavad organisatsiooni võimet IT teenust osutada

Kontseptuaalselt on väga oluline mõista, et eduka IT teenuse jaoks on oluline nende nelja aspekti tasakaal väga oluline. Ühe alaarendamine võib kokkuvõttes tähendada terve IT teenuse jaoks probleeme ning kasutajatele rahuolematust.

Uurimistöö autor kasutab samu nelja aspekti kirjeldamiseks pilveraallinduse kasutuselevõtu IT organisatsioonisiseseid valdkondi.

**Inimesed** on aluseks uute valdkondade kasutuselevõtul – ning eriti pilvetechnoloogiatega kasutuselevõtt seab uusi nõudeid IT organisatsiooni liikmete teadmiste, oskuste ja ka profiilile. Tihti ei ole olemasolevate meeskonna liikmete koolitamine nende huvide erinevuse tõttu võimalik ning leida tuleb tööturult uusi ja pilvetechnoloogiatega seotud oskusi. Samas on need oskused haruldased ning kallid – muutes vastavate oskuste arendamise perspektiivis väga oluliseks. Võimalik leevendus saab tulla ka partnerite aspektist – kasutamata ei ole mõistlik jätta võimalust vajalikke oskusi kas projekti raames või kasvõi pikemaajalise teenuse raames ka sisse osta. See võib anda piisavalt aega oma organisatsioonis vastavate teadmiste tekitamiseks.

IT organisatsiooni sees seab pilv ka väljakutse traditsioonilisele IT arenduse ja IT halduse tööjaotusele – sundides mõlemad pooli vastutust ja otsuste tegemist jagama. Ka IT arenduse jaoks tähendab pilv uute oskuste omandamise vajadust. Tabelis 4 (lk 60) on

toodud inimeste aspekti olulisemad arutelupunktid. Nende küsimuste hulk ei ole lõplik ning erinevates situatsioonides võib olla oluline hinnata hoopis teistsuguseid aspekte.

IT organisatsiooni suurus
Pilvetehnoloogiate tundmise tase organisatsioonis
Tööjõuturul vajalike oskustega inimeste olemasolu
Arendusmeeskonna või -partneri pilveteadmiste tase
IT meeskonna huvi uusi teadmisi omandada
Koolitusvõimaluste olemasolu

Tabel 4. Inimeste aspekti olulised teemad.

Ilma **protsessideta** ei saa toimida teenuse kvaliteetset osutamist. Pilv esitab väljakutse protsessile kontrolli vähenemise, teenusepakkuja teenusetingimuste arvestamise vajaduse ning uute tööriistade vajaduse kaudu.

Pilve rakendamisel on oluline eeldus ka asendada tüüpiline riistvara vaade ITs teenuste vaatega: ehk et IT taristu on vaid üks komponent IT teenuse juures (IT teenus omakorda on tark samastada ettevõtte põhiliste infosüsteemidega). Taoline IT teenuse komponentide kombinatsioonina vaatlemine lihtsustab ka protsessides vastavaid muudatusi sisse viia. Paljud IT halduse funktsioonid – näiteks monitooring jne vajavad pilveplatvormide puhul kas vastavate lahenduste ümbertegemist või lausa asendamist.

Autori hinnangul ei saa mööda ka IT teenuse halduse raamistiku kasutamiseta – levinumaks saab siin kindlasti ITILit pidada. Positiivne on, et ITILi kogemuse ja teadmistega inimesi on võimalik leida nii tööjõuturult kui ka suhteliselt mõistliku vaevaga koolitada. Tabelis 5 (lk 61) on toodud protsesside aspekti olulisemad arutelupunktid.

IT teenuste halduse protsesside kasutamine ja küpsus
Teadmised organisatsioonis pilveteenuste pakkujate sidumisest IT teenuse protsessidesse
Protsesside dokumenteerituse tase
Teenuse monitooringu küpsus
IT teenuse elutsükli järgimine
IT halduse ja IT arenduse vastutuse ja ülesannete jaotus

Tabel 5. Protsesside aspekti olulised teemad.

**Tehnoloogia** on IT halduse jaoks olnud kõige aluseks – sobiva tehnoloogilise otsuse tegemine on traditsiooniliselt üks vastava osakonna olulisematest ülesannetest olnud. Pilve puhul muutub tehnoloogia üheks osaks pilvearhitektuuri valiku tegemisel ning ei sisalda enam puhtalt IT taristu otsuseid (mis tootja serverid, võrguseadmed, andmesalvestusseadmed hankida) – vaid asenduvad platvormi otsustega. Näiteks millist tüüpi arendust soovib arendusmeeskond teha, millist funktsionaalsust ootab pilveteenuselt jne.

Samuti muutuvad paljud igapäevased töövahendid automatiseeritumaks ning standardiseeritumaks – pilves ei ole võimalik enam erinevaid komponente väga unikaalselt konfigurereida. Pilv võib tähendada jätkuvalt ka investeeringuid – nii andmete kaitsmisesse, haldusvahenditesse, orkestreerimistööriistadesse (*orchestration tools*). Ei saa unustada ka olemasolevat IT taristut – tihti jääb organisatsioon ka seda paralleelselt kasutama. Tabelis 6 on toodud tehnoloogia aspekti olulisemad arutelupunktid.

Olemasolev tehnoloogiline baas ja kogemused
Legacy olemasolu ning kriitilisus
Integratsioon pilve ja ettevõtte IT taristu vahel
Turvalisuse kaalutlused
Arendusmeeskonna eelistused ja kogemused arendusplatvormide osas
Ärirakenduste nõuded

Tabel 6. Tehnoloogia aspekti olulised teemad.

**Partnerid** on pilvest rääkides üks olulisemaid aspekte – eriti situatsioonis kus suuri pilveteenuste pakkujaid on jäänud alles suhteliselt vähe, kus teenusepakkujate omavaheline võrdlemine on keeruline ning eriti väikeste klientide jaoks teenusepakkujatega erikokkulepete saavutamine pigem keeruline. Selle tõttu on õige valiku tegemine, teenusepakkuja tingimustest arusaamine ning lepinguliste kokkulepete analüüs väga olulised. Tabelis 7 on toodud partnerite aspekti olulisemad arutelupunktid.

SLA ja lepingutingimused
Pilveteenuse pakkuja tehnoloogiate koolitusvõimalused
Pilveteenuse konsultantide ökosüsteemi suurus ja kvaliteet
IT erinevate protsesside või funktsioonide outsourcimine võimalused
Lock-in vältimise võimalused
Kulud ja paindlikkus

Tabel 7. Partnerite aspekti olulised teemad.

### 5.1.3 Sisemised ja välised mõjurid

Kõik pilveteenuse kasutamise otsuse aspektid ning kriteeriumid samas ei ole IT organisatsiooni mõjutada. On terve hulk nii organisatsiooni väliseid kui ka sisemisi mõjureid, millel võib olla tähtis osa otsuste tegemisel.

**Sisemisteks** mõjuriteks saab lugeda organisatsioonist endast tulenevaid riske, piiranguid ning nõudeid. Üks kõige tähtsam neist on turvalisus. Kuigi turvalisus on ka IT halduse jaoks üks olulisi detaile igapäevatöö korraldamisel – on antud kontekstis mõeldud ettevõtte terviklikku turvapoliitikat kui olulist sisemist mõjurit pilveraallinduse kasutamisele. Tabel 8 (lk 63) sisaldab olulisi sisemisi mõjureid. Lisaks turvapoliitikale avaldavad mõju *governance* printsiibid, andmearhitektuur ning ettevõtte äriprotsessid ning äritegevuse olemus.

Ettevõtte turvapoliitika
Ettevõtte järelvalvepoliitika (governance)
Andmearhitektuur
Ettevõtte äriprotsessid

Tabel 8. Sisemised mõjurid.

**Välimesteks** mõjuriteks saab organisatsiooni väliskeskkonnast tulenevaid riske, piiranguid ja nõudeid. Maailma muutumisel digitaalseks on tekkinud järjest juurde seadusandlikke reegleid ning nõudeid andmete säilitamise, töötlemise ning hoidmise osas. Need nõuded võivad põhjustada erinevaid piiranguid ning lisakulutusi pilveraalanduse kasutuselevõtuks. Tabelis 9 on toodud olulisemad välised mõjurid.

Äripartnerite ja klientide surve
Ärivaldkonna trendid
Seadusandlikud nõuded
Eri riikide õigussüsteemid

Tabel 9. Välised mõjurid.

Mõjurid on tihti aspektid, mida ei ole võimalik organisatsioonil 100% mõjutada ja vältida, kuid on võimalik nende mõju vähendada ja isegi enda kasuks pöörata. Oluline on olla nendega kursis ning kaasata vastavate poliitikate (näiteks turvapoliitika) kujundamisesse ka pilveraalanduse võimalusi ning piiranguid.

#### 5.1.4 Küpsuse etapid

On selge, et ettevõtted on oma valmisolekult pilve kasutamisele erinevates etappides. Mõned teevad alles esimesi samme ning teised omavad juba kogemusi nii erinevate arhitektuuriliste mudelitega kui ka erinevate pilveteenuse pakkujatega.

Pilve küpsuse etappide käsitlemise aluseks on osaliselt ITILi **Capability Maturity Model**, mis kirjeldab viis (5) küpsuse taset IT teenuse osutamiseks [66]:

- Algne (initial) – protsessid sisuliselt puuduvad, probleeme lahendatakse ad hoc
- Korratav (repeatable) – on esimesed protsessi alged, asju üritatakse teha sarnaselt, kuid ametlikult ei jälgita kindlalt määratud protsesse
- Defineeritud (defined) – protsessid on defineeritud ja dokumenteeritud, kuid kontroll puudub ning ei saa garanteerida, et kõik protsessi osalised neid korrektselt järgivad
- Juhitud (managed) – protsessid on defineeritud, neil on eesmärgid ning neid juhitakse ja jälgitakse aktiivselt.
- Optimeeriv (optimizing) – protsessid on defineeritud ja võimalusel automatiseeritud, IT teenused on ettevõtte äriprotsessidega seotud ning nende optimeerimine on igapäevaselt IT teenust osutava organisatsiooni fookus.

Autor kasutab lihtsustatult 3-etapilist pilve küpsuse mudelit – mis kaudselt võiksid sobida ITILi küpsusmudeli 3 viimase etapi juurde (defineeritud, juhitud, optimeeriv). Kahe esimese etapi juures tuleb arvestada, et IT teenuse osutamise küpsus on madal ning selle juures ei ole võimalik tagada korralikult pilveteenuste kasutamist. Pilveraallinduse põhjaliku integratsiooni eelduseks on siiski IT teenuse osutamise teatav küpsus – millest tulenevalt sobitub antud raamistik just ITILi küpsuse mudeli kolme viimase etapiga.

Raamistiku küpsusmudel koosneb kolmest tasemest:

- Planeeriv ehk **esimene küpsuse tase**
- Opereeriv ehk **teine küpsuse tase**
- Optimeeriv ehk **kolmas küpsuse tase**

**Esimesest tasemest** alustavad kõik ettevõtted kes pilveraallindusega põhjalikult tegeleda soovivad – hinnatakse hetkeseisu, luuakse valmisolek pilveteenuste kasutamiseks, hinnatakse organisatsiooni valmisolekut ning oskuste taset. Tabel 10 demonstreerib tüüpilist situatsiooni antud küpsuse tasemel.

Strateegiline surve	Ettevõtte strateegia ja/või IT organisatsioon ise on sõnastanud pilveteenuste olulisuse ning eraldanud ressursi võimekuse tekitamiseks või arendamiseks
---------------------	---



IT teenuse neli aspekti	<p>Inimesed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinnatakse organisatsiooni oskuste taset ning vajadust uusi inimese värvata või olemasolevaid koolitada</li> <li>- Kaardistatakse esimesed valdkonnad mille teadmisi on organisatsiooni vaja tekitada</li> </ul> <p>Protsessid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ettevõtte IT teenuste osutamise protsessi korrastamine</li> <li>- Pilveteenuste kaasamise võimaluste analüüs IT halduse protsessidesse ning töövahendite otsimine</li> </ul> <p>Tehnoloogia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hetkel IT taristus kasutusel olevate tehnoloogiate analüüs pilvega integratsioonivõimaluste osas</li> <li>- IT arenduse eelistatud arendusplatvormide analüüs</li> </ul> <p>Partnerid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilveteenuste pakkujate teenuseportfellis orienteerumine ning teenusetingimuste analüüs</li> </ul>
Sisemised ja välised mõjurid	<p>Analüüsi teostamine erinevate mõjurite osas.</p> <p>Ettevõtte turvapoliitika analüüs pilveraallinduse kasutamise osas.</p>
Taktikalised sammud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teenusepakkujate juures testide teostamine (PoC põhimõttel) nii tehnoloogia kui teenuse kvaliteedi hindamiseks</li> <li>- Ressursside eraldamine koolitusteks, inimeste värbamiseks</li> </ul>

Tabel 10. Pilve küpsuse esimese etapi tüüpilised sammud ja tegevused.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et esimese etapi oluline osa on lõppeesmärgi selgus – pilve soovitakse kasutada ning käima lükatakse protsessid, et selle võimekust kasvatada. Kaasnevalt tuleb tegeleda ka erinevate väliste mõjurite analüüsiga.

**Teine tase** iseloomustab juba küpsemat pilveraallinduse kasutajat – on tekkinud arusaam piirangutest, kasutatakse aktiivselt võimalusi, koostöömudel vähemalt mõne pilveteenuse pakkujaga on toimiv. Tabel 11 demonstreerib tüüpilist situatsiooni antud küpsuse tasemel.

Strateegiline surve	Strateegiliselt või IT organisatsiooni tasandil on näha kasusid pilveraallinduse kasutamisest ning seda arvestatakse äriarenduse planeerimisel.
IT teenuse neli aspekti	<p>Inimesed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meeskond on vähemalt aktiivsemas kasutuses olevate pilveteenuste ja -tehnoloogiate kasutamisel kogunud</li> <li>- Pilveteadmised on elementaarne osa IT organisatsiooni teadmistest</li> </ul> <p>Protsessid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kasutusel olevad protsessid katavad IT teenuse komponente olenemata sellest kas selleks kasutatakse pilveteenuseid või mitte</li> <li>- IT haldus ja IT arendus on ühendatud ühte protsessi</li> </ul> <p>Tehnoloogia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilv ja on-premise tehnoloogiad on osaliselt integreeritud</li> <li>- Kasutusel on vahendid automatiseerimiseks ning pilve kasutatakse aktiivselt IT teenuste töökindluse tõstmiseks.</li> </ul> <p>Partnerid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Omatakse kogemust vähemalt mõne pilveteenuse pakkuja teenuste kasutamisel ning ollakse kursis võimalike riskidega.</li> </ul>

	- Eksisteerib aktiivne koostöö vähemalt mõne pilveteenuse pakkujaga (enamasti ei ole võimalik kõikide suuremate teenusepakkujatega sama sügavat koostööd ressursi piiratuse tõttu arendada)
Sisemised ja välised mõjurid	Sisemised ja välised mõjurid on teatud määral analüüsitud ning nende mõjusid on erinevate meetmetega üritatud vähendada. Samas puudub ühtne protsess nende pidevaks hindamiseks ning riskide pööramiseks võimalusteks.
Taktikalised sammud	IT halduse ja IT arenduse protsessid peaksid olema ühendatud

Tabel 11. Pilve küpsuse teise etapi tüüpilised sammud ja tegevused.

Kokkuvõtvalt on teise etapi iseloomustuseks pilve kasutamise süstemaatilisus ning pilve kasutamine on osa igapäevategevustest. Organisatsiooni oskused pilveteenuste kasutamisel on arenemas ning protsesse on ühendatud. Mis vajab arendamist on pilve innovatsioonivõimaluste ära kasutamine ning jätkuvalt on vaja lahendada esilekerkivaid probleeme seoses väliste mõjuritega.

**Kolmandal tasemel** on organisatsioon jõudnud IT-teenuste ja pilveraallinduse kasutamisel süstemaatilise valmisoleku etappi. Pilv on üks võimalus IT-teenuseid tarbida, IT-teenuseid osutada ning paigas on protsessid, kuidas IT saab toetada ettevõtte äriliste eesmärkide saavutamist. Tabel 12 demonstreerib tüüpilist situatsiooni antud küpsuse tasemel.

Strateegiline surve	Pilveraallindust kasutatakse ära äristrateegia teostamisel ning spetsiifiliselt ei pöörata enam tähelepanu pilvele kui eraldi kategooriale. Pilv ei ole enam eesmärk omaette.
IT teenuse neli aspekti	Inimesed:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisatsioon on võimeline erinevaid pilveplatvorme kasutama ning neid ka integreerima</li> <li>- IT ülesanne on ärilist väärtust pakkuda</li> </ul> Protsessid: <ul style="list-style-type: none"> <li>- DevOps põhimõtted on organisatsioonis rakendatud</li> </ul> Tehnoloogia: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multi-cloud ja automatiseerimine on põhimõtted mida jälgitakse</li> </ul> Partnerid: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erinevate platvormide ühendamine ning läbimõeldud koostöö</li> </ul>
Sisemised ja välised mõjurid	Väliste mõjurite hindamiseks ning juhtimiseks on eraldi toimivad protsessid.
Taktikalised sammud	Aktiivselt otsitakse pilveplatvormidelt võimalusi innovatsiooniks ning olemasolevate IT teenuste väärtuse tõstmiseks (näiteks andmeanalüüsi kaudu)

Tabel 12. Pilve küpsuse kolmanda etapi tüüpilised sammud ja tegevused.

Kokkuvõtvalt on jõutud situatsiooni kus pilv ei ole enam eesmärk omaette, vaid lihtsalt üks viis IT teenuseid osutada ja tarbida. Koostöömudelid pilveteenuse pakkujatega on jõudnud stabiilsesse seisu ning olenevalt situatsioonist on organisatsioon võimeline ressursse erinevate teenuste vahel ümber tõstma. Mõjurite analüüs on pidev ning nende taga on omakorda protsessid. IT on osa ettevõtte äristrateegia teostusest. IT organisatsioon omab häid oskusi erinevate pilvetehnoloogiate osas.

Taoline etappideks jagamise abstraktsioon on muidugi ilmne lihtsustus, kuid annab ettevõtetele ja IT organisatsioonile hea võimaluse kasutada seda raamistikku orientiirina oma küpsuse hindamiseks.

### 5.1.5 Valikuvõimaluste hindamine

Sobiva pilveteenuse pakkuja ja pilveteenuse arhitektuuri valik ei ole antud raamistiku põhifookus – kuid valikuvõimaluste vahel orienteerumine on siiski oluline teema, mida sellesse kaasata.

Valikuvõimalused ei ole ainult seotud pilvearhitektuuriga – tõenäoline on ka *on-premise* IT taristu kasutamine ning integratsioon pilvega. Samuti outsourcing mudeli kasutamine – jällegi võimalik, et seoses pilveteenustega. Reaalne situatsioon (vähemalt pilve kasutamise esimeste sammude juures) saab enamike ettevõtete jaoks olema kõikide nende võimaluste kombinatsioon. Arvestama peab ka legacy rakenduste eksisteerimisega ning nende migratsiooni keerukusega.

Tabelis 13 on toodu põhimõttelised valikuvõimalused IT-teenuste komponentide arhitektuuriks.

Pilve teenusemudel: IaaS, PaaS, SaaS
Pilve kasutusmudel: privaat-, avalik ja hübriidpilv
On-premise vs hosting
Outsourcing

Tabel 13. IT-teenuse komponentide võimalikud arhitektuurivõimalused.

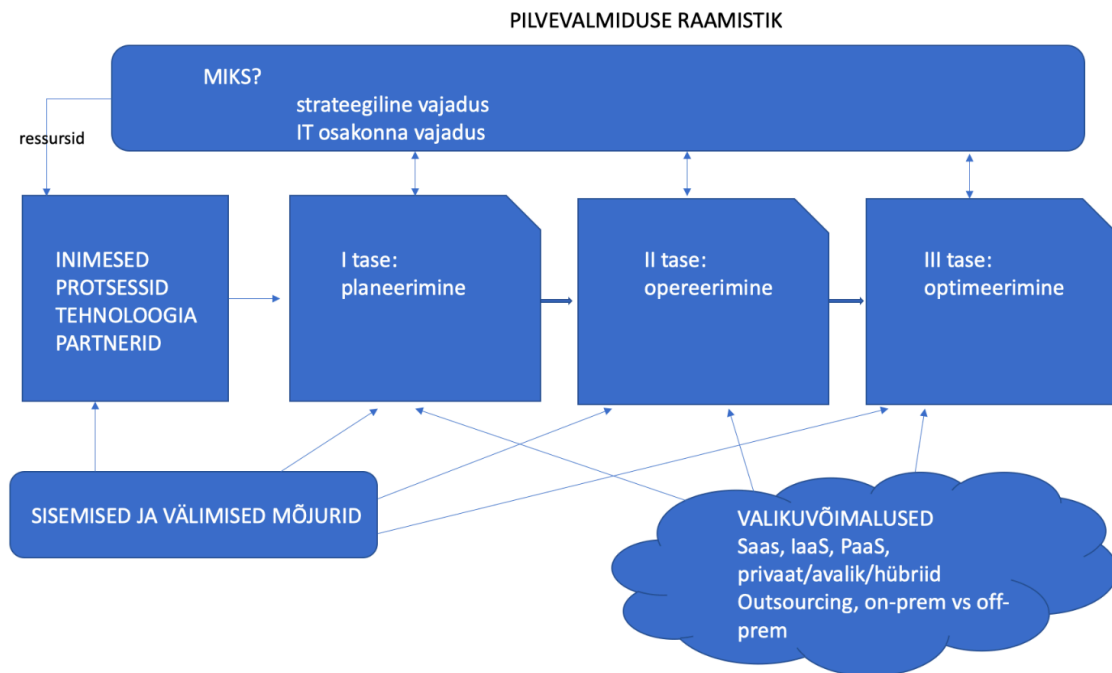
Hetkel on kinnistumas juba tõdemus, et avalikul pilvel on vähemalt praegu paljude ettevõtete jaoks liiga palju riske ning takistusi. Samas privaatpilv tihti ei võimalda kõiki pilveraalanduse eeliseid kasutada. Sellega seoses on hübriidpilv muutunud üheks eelistatumaks lahenduseks – võimaldades säilitada teatud IT aspektide üle kontrolli (privaatpilv) ja samas kasutada pilve kõiki võimalusi teiste aspektide juures (avalik pilv). Autori hinnangul on see lähenemine väga mõistlik ning võimaldab eriti alguses liigutada avalikku pilve vähemkriitilisi ressursse ning selle kaudu kogemusi ja teadmisi omandada.

### 5.1.6 Raamistiku ülevaade.

Joonisel 13 (lk 70) on toodud Pilvevalmiduse raamistik. Raamistiku komponentideks on:

- Vajadus (kas strateegiline või IT organisatsioonist tulenev)

- Kvaliteetse IT-teenuse neli aspekti (inimesed, protsessid, tehnoloogia ja partnerid)
- Sisemised ja välimised mõjurid
- Kolmetasemeline IT-teenuse osutamise ja pilveaalinduse kasutamise küpsuse hindamine
- Valikuvõimalused arhitektuuri osas (SaaS, PaaS, IaaS, privaatpilv, avalik pilv, hübriidpilv jne)



Joonis 13. Pilvevalmiduse raamistik.

Antud raamistik ei anna soovitusi millist konkreetset pilveteenuse pakkujat või arhitektuuri mudelit valida. Autori eesmärk oli pakkuda mudelit IT halduse ja IT organisatsiooni terviku valmisoleku hindamiseks. Samuti kirjeldab raamistik olulisemaid väljakutseid millega pilvetechnoloogiate rakendamisel arvestada.

Autor soovib ka rõhutada, et iga ettevõtte ning iga tegevusvaldkonna jaoks ei ole pilv vajalik. Samuti ei ole antud raamistiku küpsuse tasemetel edasi liikumine alati vajalik. On täiesti mõistetav sisuliselt esimesele tasemele jääda ning kasutada ainult üksikuid pilveteenuseid (näiteks Microsofti Office365 kasutajapõhine kuutasuga kontoritarkvara pilveteenus).

## 5.2 Teemad edasiseks

Autor näeb vajaliku edasiarendusena raamistiku testimist intervjuude vormis ning vajadusel tegema raamistikus muudatusi. Võimalik üks suund on võtta ettevõtete suurus ja keerukus aluseks väikestele ning suurematele ettevõtetele kohandatud raamistiku kujundamisel.

Oluline oleks ka IT arenduse seisukohalt taolist valmidust hinnata ning seotud valdkondi kirjeldada. Eriti arvestades DevOps temaatika olulisust ning suurt tähelepanu praktilise rakendamise vallas.

# KOKKUVÕTE

Antud magistritöö analüüsis pilveraallinduse väljakutseid IT halduse seisukohalt.

Töö kirjutamisel seati kaks eesmärki. Esimeseks oli teostada pilve tugevuste, nõrkuste, võimaluste ja ohtude analüüs SWOT vormis IT haldusele. Selle analüüsi käigus tuvastati ka olulisemad teemad ja valdkonnad mis mõjutavad IT haldust pilve võimaluste parema ärakasutamise nimel ning pilve väljakutsete vähendamiseks.

Töö teine eesmärk oli analüüsi, autori praktiliste teadmiste ning enamlevinud IT teenuste halduse raamistike kaudu luua lihtne pilvevalmiduse raamistik. Raamistiku teiseks eesmärgiks oli kirjeldada vajalikud aspektid organisatsioonidele pilvevalmiduse taseme tõstmiseks. Mõlemad eesmärgid said täidetud. Töö tulemusena jõuti ka järeldusele, et ettevõtte strateegiline fookus pilvetehnoloogiatele on hilisema edu jaoks oluline ning võimaldab maksimaalselt kogu antud mudeli võimalusi kasutada.

Töö tulemusena kirjeldas autor erinevatest komponentidest koosneva raamistiku, mida on võimalik ettevõtetele pilvevaldkonna eneseanalüüsiks kasutada ning siduda seda ka näiteks ITIL IT-teenuste haldamise raamistiku põhimõtetega.

Antud magistritöö temaatikat on vajalik edasi arendada. Eesti tarkvaraettevõtted on aktiivselt Eestist väljapoole liikumas ning SaaS mudel pakub häid võimalusi ka Eesti suhteliselt väikesest turust väljapoole vaadata. Samuti on pilveteenuste pakkujad hetkel suurimate tehnoloogiaettevõtete hulgas – ning tiheda konkurentsi tõttu toimub selles valdkonnas väga kiire innovatsioon ning tehnoloogiline areng. Võib ette näha, et teatud hetkel hakkavad pilveteenused pakkuma väga unikaalseid ning kasulikke eeliseid. Seega on õige aeg analüüsi ning valdkonnaga tutvumiseks.



## SUMMARY

The thesis with topic „Cloud computing adoption challenges for IT operations “ analyzed the challenges cloud computing is bringing to IT operations.

The author set two goals for the paper. First to analyze the strengths, weaknesses, opportunities and threats by cloud computing to the IT operations. This was performed in the form of SWOT analysis. During the analysis input was gathered for the second goal.

The second goal of the thesis was to propose a framework for cloud readiness evaluation and further to create stages for cloud maturity. The cloud maturity is to help the organizations to evaluate the next steps needed in becoming more adept in using cloud technologies. Both of the goals were met. What is also clear from analysis and creation of the framework – due to the business disruption potential – cloud computing adoption could use strategic support from management and whole company.

The topics discussed in the thesis could use a further analysis and deeper work. Especially for Estonian software companies – the SaaS model offers a relatively simple opportunity to bring the products and services to countries outside of Estonia. There is also the fact that all the largest participants in the cloud business are among the larger tech companies in the world – bringing innovation as the mean to differentiate and fight the competition. This could mean that soon there will be very little reasons for not using cloud services.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- 1 4 P's of ITIL Service Design/Management [WWW]  
<https://www.bmc.com/blogs/four-ps-til-service-design/> (1.05.2019)
- 2 5 success factors of scalable online platforms like Uber and Airbnb [WWW]  
<https://magazine.seats2meet.com/5-success-factors-scalable-online-platforms-like-uber-airbnb/> (10.02.2019)
- 3 A Brief History of AWS. [WWW] <https://mediatemple.net/blog/news/brief-history-aws/> (17.03.2019)
- 4 A Brief History of Cloud Computing. [WWW] <https://www.dataversity.net/brief-history-cloud-computing/#%5D>. (2.03.2019)
- 5 ABOUT PIPEDRIVE. [WWW] <https://www.pipedrive.com/en/about> (5.03.2019)
- 6 Accelerating Business Transformation. [WWW] <https://cloud.oracle.com/home> (1.05.2019)
- 7 Adamthe, Amol & D. Salunkhe, Vikram & Patil, Seema & Thampi, Gopakumaran. (2015). Cloud Computing – A market Perspective and Research Directions. *International Journal of Information Technology and Computer Science*. 7. 42-53. 10.5815/ijitcs.2015.10.06.
- 8 Advantages and Disadvantages of Cloud Computing. [WWW]  
<https://www.levelcloud.net/why-levelcloud/cloud-education-center/advantages-and-disadvantages-of-cloud-computing/> (1.03.2019)
- 9 Agutter, C., England, R., Van Hove, S., D., Steinberg, R. VeriSM – A service management approach for the digital age. Van Haren Publishing 2017.
- 10 Ahmady, G. A., Mehrpour, M.; Nikooravesh, A. (2016). Organizational Structure. *3rd International Conference on New Challenges in Management and Organization: Organization and Leadership, 2 May 2016, Dubai, UAE*  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.057>
- 11 Amazon Aurora. [WWW] [https://aws.amazon.com/rds/aurora/?nc2=h\\_m1](https://aws.amazon.com/rds/aurora/?nc2=h_m1) (12.04.2019)
- 12 Amazon Relational Database Service (RDS) [WWW]  
[https://aws.amazon.com/rds/?nc2=h\\_m1](https://aws.amazon.com/rds/?nc2=h_m1) (12.03.2019)
- 13 An Introduction to Serverless and FaaS (Functions as a Service) [WWW]  
<https://medium.com/@Boweihan/an-introduction-to-serverless-and-faas-functions-as-a-service-fb5cec0417b2> (23.02.2019)
- 14 Apple spends more than \$30 million on Amazon's cloud every month, making it one of the biggest AWS customers. [WWW]

<https://www.cnbc.com/2019/04/22/apple-spends-more-than-30-million-on-amazon-web-services-a-month.html> (1.05.2019)

- 15 Application. [WWW] <https://techterms.com/definition/application> (27.04.2019)
- 16 Arentoft Nielsen, P., Winkler, T. J., Nørbjerg, J. (2017). Closing the IT Development-operations Gap: The DevOps Knowledge Sharing Framework. In B. Johansson (Ed.), Joint Proceedings of the BIR 2017 pre-BIR Forum, Workshops and Doctoral Consortium Aachen: CEUR. CEUR Workshop Proceedings, Vol.1898
- 17 Armbrust, M. et al. (2009) Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. University of California at Berkley. Technical Report No. UCB/EECS-2009-28
- 18 AWS Remains Undefeated As The Leading Public Cloud Provider. [WWW] <https://data-economy.com/aws-remains-undefeated-as-the-leading-public-cloud-provider/> (12.02.2019)
- 19 Baldini I. et al. (2017) Serverless Computing: Current Trends and Open Problems. In: Chaudhary S., Somani G., Buyya R. (eds) Research Advances in Cloud Computing. Springer, Singapore
- 20 Bhardwaj, S., Jain, L., Jain, S. (2010). Cloud computing: a study of Infrastructure As A Service (IAAS). International Journal of Engineering and Information Technology. 2. 60-63.
- 21 Borycki, E., et al (2011). Can cloud computing benefit health services?-A SWOT analysis. Studies in health technology and informatics. 169. 379-83. 10.3233/978-1-60750-806-9-379.
- 22 Can Dropbox go from consumer hit to business success? [WWW] <https://www.cio.com/article/2947902/can-dropbox-go-from-consumer-hit-to-business-success.html> (1.01.2019)
- 23 Castro, P., Ishakian, V., Muthusamy, V., Slominski, A. (2017). Serverless Programming (Function as a Service). 2658-2659. 10.1109/ICDCS.2017.305.
- 24 Chand, Repu & Tripathi, Manish & Mishra, Saroj. (2016). Security Issues in Cloud Computing for Healthcare.
- 25 Chang, V., Ramachandran, M. (2016) Towards achieving Cloud Data Security with Cloud Computing Adoption Framework, IEEE Transactions on Services Computing, forthcoming
- 26 Cloud Computing Models Demystified. [WWW] <https://www.cloudindustry.com/au/cloud-computing-models-demystified/> (5.03.2019)

- 27 Cloud Computing: New Wine or Just a New Bottle? [WWW]  
<https://www.computer.org/csdl/magazine/it/2009/02/mit2009020015/13rRUxly925> (12.04.2019)
- 28 Cloud Economics – Are You Getting the Bigger Picture? [WWW]  
<https://www.cloudtp.com/doppler/cloud-economics-getting-bigger-picture/> (12.03.2019)
- 29 Cloud Waste To Hit Over \$14 Billion in 2019. [WWW]  
<https://devops.com/cloud-waste-to-hit-over-14-billion-in-2019/> (1.05.2019)
- 30 Community Cloud the Answer to the Public vs Private Debate. [WWW]  
<https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2015/09/02/community-cloud-the-answer-to-the-publicprivate-debate> (10.02.2019)
- 31 CONFLICT TO COOPERATION: Aligning IT Ops and DevOps. [WWW]  
<https://www.zenoss.com/sites/default/files/conflict-to-cooperation-aligning-it-ops-and-devops-eb.pdf> (30.04.2019)
- 32 Conger, S., Winniford, M., Erickson-Harris, L., "Service Management in Operations" (2008). Proceedings of the Fourteenth Americas Conference on Information Systems, Toronto, ON, Canada August 14th-17th 2008. 362.
- 33 DASA DEVOPS PRINCIPLES. [WWW]  
<https://www.devopsagileskills.org/dasa-devops-principles/> (1.03.2019)
- 34 Dedahanov, A., T., Rhee, C., Yoon, J., (2017) "Organizational structure and innovation performance: Is employee innovative behavior a missing link?", *Career Development International*, Vol. 22 Issue: 4, lk.334-350, DOI:[doi.org/10.1108/CDI-12-2016-0234](https://doi.org/10.1108/CDI-12-2016-0234)
- 35 Definition of 'framework'. [WWW]  
<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/framework> (1.05.2019)
- 36 Department IT Strategic Goals and Objectives. [WWW]  
<https://www.state.gov/m/irm/itplan/264054.htm> (20.04.2019)
- 37 DEVOPS IN TELIA ESTONIA. [WWW]  
[http://konverents2017.itsmf.ee/program/presentations/greg\\_otsa\\_\\_itsmf\\_estonia\\_2017.pdf](http://konverents2017.itsmf.ee/program/presentations/greg_otsa__itsmf_estonia_2017.pdf) (1.04.2019)
- 38 Devops otsingusõnale vastavad tööpakkumised: otsing. [WWW]  
<https://www.cv.ee/toopakkumised/q-devops> (1.05.2019)
- 39 DON'T FORGET THE SERVICE LIFECYCLE. [WWW]  
<https://blog.itil.org/2012/05/kategorie-liste-home/itil/dont-forget-the-service-lifecycle/> (10.04.2019)
- 40 Edwards, C., Peppard, J., Lambert, R. (2011) Clarifying the Ambiguous Role of the CIO. MIS Quarterly Executive 2011, Issue 10.

- 41 Eesti Entsüklopeedia (1989) Tallinn
- 42 Eikebrokk, T., Iden, J. (2015). Strategizing IT service management through ITIL implementation: model and empirical test. *Total Quality Management and Business Excellence*. DOI: 10.1080/14783363.2015.1075872.
- 43 Enterprise-ready AI. [WWW] <https://www.ibm.com/watson/about> (8.03.2019)
- 44 FACE API. [WWW] <https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/face/> (1.05.2019)
- 45 Farhadi, M., Ismail, R., Fooladi, M. (2012) Information and Communication Technology Use and Economic Growth. *PLoS ONE* 7(11): e48903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048903>
- 46 Features. [WWW] <https://grabcad.com/workbench/features> (2.02.2019)
- 47 Ferry, N. et al "Towards Model-Driven Provisioning, Deployment, Monitoring, and Adaptation of Multi-cloud Systems," 2013 IEEE Sixth International Conference on Cloud Computing, Santa Clara, CA, 2013, pp. 887-894. doi: 10.1109/CLOUD.2013.133
- 48 Forbes Insights: DELIVERING VALUE TO TODAY'S DIGITAL ENTERPRISE. [WWW] <https://www.bmc.com/content/dam/bmc/migration/pdf/Delivering-Value-to-Today%27s-Digital-Enterprise-FINAL.pdf> (27.04.2019)
- 49 Fox, M.S., Barbueceanu, M., Gruninger, M. (1996) An organisation ontology for enterprise modeling: Preliminary concepts for linking structure and behaviour. *Computers in Industry. Volume 29, Issues 1-2, lk 123-134 DOI: doi.org/10.1016/0166-3615(95)00079-8*
- 50 Gallo, T., et al. (2016). Requirements specification of a Cloud Service for Cyber Security Compliance Analysis. 10.1109/CloudTech.2016.7847700.
- 51 Gartner Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service 2018. [WWW] <https://www.bmc.com/blogs/gartner-magic-quadrant-cloud-iaas/> (2.01.2019)
- 52 Gartner says global IT spending will grow 3.2% in 2019, as organisations shift from ownership to services. [WWW] <https://www.information-age.com/global-it-spending-123475636/> (30.04.2019)
- 53 Gatautis, R., Tarute, A. (2013) ICT impact on SMEs performance. The 2-dn International Scientific conference „Contemporary Issues in Business, Management and Education 2013“ <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.968>
- 54 GDPR and the impact on cloud computing. [WWW] <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/risk/articles/cyber-security-privacy-gdpr-update-the-impact-on-cloud-computing.html> (7.03.2019)

- 55 Getting the “Ops” Half of DevOps Right: Automation and Self-Service Infrastructure [WWW] <https://aws.amazon.com/blogs/apn/getting-the-ops-half-of-devops-right-automation-and-self-service-infrastructure/> (1.04.2019)
- 56 Ghaffari, K. et al (2014). Towards Cloud Computing: A Swot Analysis on its Adoption in Smes. International Journal of Information Technology Convergence and Services. 4. 10.5121/ijitcs.2014.4202.
- 57 Health Information Privacy. [WWW] <https://www.hhs.gov/hipaa/index.html> (1.05.2019)
- 58 History of ITIL. [WWW] <https://www.itiltraining.com/blog/2018/11/06/itil-history/> (9.03.2019)
- 59 Hoefler, C.N. and Karagiannis, G. (2010), Taxonomy of cloud computing services. IEEE Globecom 2010 Workshop on Enabling the Future Service-Oriented Internet.
- 60 INTERNET USAGE STATISTICS. [WWW] <https://www.internetworldstats.com/stats.htm> (1.03.2019)
- 61 IT infrastructure. [WWW] <https://www.gartner.com/it-glossary/it-infrastructure/> (12.12.2018)
- 62 IT Organisation Design [WWW] <https://www.leadershipthoughts.com/it-organisation-design/> (20.02.2019)
- 63 ITIL 4 Foundation – Pro. Courseware.(2019) Axelos Ltd.
- 64 ITIL 4 vs ITIL V3. [WWW] [https://yasm.com/wiki/en/index.php/ITIL\\_4\\_vs\\_ITIL\\_V3](https://yasm.com/wiki/en/index.php/ITIL_4_vs_ITIL_V3) (11.01.2019)
- 65 ITIL 4: ITSM gets agile. [WWW] <https://www.cio.com/article/3331909/itil-4-update-itsm.html> (1.05.2019)
- 66 ITIL Maturity Model. [WWW] [https://www.cloud-finder.ch/fileadmin/Dateien/Partner/Glenfis/ITIL\\_Maturity\\_Model\\_v1\\_2W.pdf](https://www.cloud-finder.ch/fileadmin/Dateien/Partner/Glenfis/ITIL_Maturity_Model_v1_2W.pdf) (1.05.2019)
- 67 ITIL V2 vs ITIL V3: What’s the Difference? [WWW] <https://www.bmc.com/blogs/itil-v2-vs-itil-v3-whats-difference/> (22.04.2019)
- 69 ITIL V4: Intro to the 2019 ITIL Update. [WWW] <https://www.bmc.com/blogs/itil-v4/> (12.02.2019)
- 70 Iyer, B., and Henderson, J.C. (2010), Preparing for the future: Understanding the seven capabilities of Cloud Computing. MIS Quarterly Executive Vol. 9, No. 2.

- 71 Jamshidi, P., Pahl, C., Chinenyeze, S., Liu, X. (2014). Cloud Migration Patterns: A Multi-Cloud Architectural Perspective. 10.1007/978-3-319-22885-3\_2.
- 72 Kuo, M.H., Opportunities and Challenges of Cloud Computing to Improve Health Care Services, *J Med Internet Res* 2011;13(3):e67 DOI: 10.2196/jmir.1867
- 73 Lacity, M., C., Khan, S., A., Willcocks, L., P., (2009) A review of the IT outsourcing literature: Insights for practice. *The Journal of Strategic Information Systems*, Volume 18, Issue 3, 2009, Pages 130-146,ISSN 0963-8687, <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2009.06.002>
- 74 Lankford, W., M., Parsa, F. (1999) "Outsourcing: a primer", *Management Decision*, Vol. 37 Issue: 4, pp.310-316, <https://doi.org/10.1108/00251749910269357>
- 75 Lim, C., Kim, K.-H., Kim, M.-J., Heo, J.-Y., Kim, K.-J., Maglio, P.P. (2018). From data to value: A nine-factor framework for data-based value creation in information-intensive services. *International Journal of Information Management*, Volume 39, April 2018, lk 121-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.007>
- 76 List of ITSM Standards and Frameworks. [WWW] <https://advisera.com/20000academy/knowledgebase/itsm-standards-and-frameworks/> (2.04.2019)
- 77 Lwakatare, L., E., Kuvaja, P., Oivu, M. (2016) An Exploratory Study of DevOps: Extending the Dimensions of DevOps with Practices. *The Eleventh International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA) 2016/08*. Lk 91-99.
- 78 M. Boniface et al.,(2010) "Platform-as-a-Service Architecture for Real-Time Quality of Service Management in Clouds," 2010 Fifth International Conference on Internet and Web Applications and Services, Barcelona, 2010, pp. 155-160. doi: 10.1109/ICIW.2010.91
- 79 M. Machado et al., "Prototyping a high availability PaaS: Performance analysis and lessons learned," (2017) *IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (IM)*, Lisbon, 2017, pp. 805-808. doi: 10.23919/INM.2017.7987367
- 80 Namasudra S. (2018) Cloud computing: a new era. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2018, 10(2), 113-135
- 81 Netflix Case Study. [WWW] <https://aws.amazon.com/solutions/case-studies/netflix/> (10.04.2019)
- 82 PaaS solution built for everyone. [WWW] <http://www.leviracloud.eu/jelastic/> (3.02.2019)

- 83 Parlinska, M., Petrovska, I. (2017) CLOUD COMPUTING AND ITS BENEFITS. *Information Systems in Management* (2017) Vol. 6 (4) 309–317. DOI: 10.22630/ISIM.2017.6.4.5
- 84 Paschke, A.; Schnappinger-Gerull, E. (2006) A Categorization Scheme for SLA Metrics. *Multi-Conference Information Systems (MKWI06)*, Passau, Germany,
- 85 Penzel, D., et al. (2015). *The Future of Cloud Computing - A SWOT Analysis and Predictions of Development*. 10.1109/FiCloud.2015.102.
- 86 PILVESERVER. [WWW] <https://www.telia.ee/ari/it-teenused/serverid-ja-pilv/pilveserver> (23.03.2019)
- 87 Pilveserverid. [WWW] <https://www.zone.ee/et/pilveserver/> (23.03.2019)
- 88 PLATVORM KUI TEENUS (PAAS). [WWW] <https://riigipilv.ee/teenused/platvorm-kui-teenus> (1.05.2019)
- 89 Porter, M. E., Millar, V.E. (1985) How Information Gives You Competitive Advantage [WWW] <https://hbr.org/1985/07/how-information-gives-you-competitive-advantage> (10.03.2019)
- 90 Qiang, C., Z.-W., Pitt, A. (2004) Contribution of Information and Communication Technologies to Growth. *World Bank Working Paper no 24*. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15059/277160PAPER0wbwp024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 91 R. Marston, S., et al. (2011). *Cloud computing — The business perspective*. *Decision Support Systems*. 51. 176-189. 10.2139/ssrn.1413545.
- 92 Radhakrishnan, R., Mark, K., Powell, B. (2008). *IT service management for high availability*. *IBM Systems Journal*. 47. 549 - 561. DOI:10.1147/SJ.2008.5386521.
- 93 Ravichandran A., Taylor K., Waterhouse P. (2016) *DevOps and Real World ROI*. In: *DevOps for Digital Leaders*. Apress, Berkeley, CA [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1842-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1842-6_9)
- 94 Riigipilvest. [WWW] <https://riigipilv.ee/riigipilvest> (1.03.2019)
- 95 SAP Cloud Platform. [WWW] <https://cloudplatform.sap.com/index.html> (1.2.2019)
- 96 Schneider, S., Sunyaev, A. (2016) Determinant factors of cloud-sourcing decisions: reflecting on the IT outsourcing literature in the era of cloud computing. *Journal of Information Technology*, March 2016, Volume 31, Issue 1, pp 1–31 <https://doi.org/10.1057/jit.2014.25>
- 97 Security & Hosting. [WWW] <https://erply.com/services/security-hosting/> (12.02.2019)



- 98 Security Guidance: For critical areas of Focus in Cloud Computing v4.0 [WWW]  
<https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/security-guidance/security-guidance-v4-FINAL.pdf> (1.04.2019)
- 99 SETI@Home [WWW] <https://setiathome.berkeley.edu/> (1.02.2019)
- 10 Sultana, J. et al.(2017) Factors Affecting Cloud Computing Adoption in Higher  
 0 Education in Bangladesh: A Case of University of Dhaka, Applied and  
 Computational Mathematics. Vol. 6, No. 3, 2017, pp. 129-136. doi:  
 10.11648/j.acm.20170603.11
- 10 Takabi, H., Joshi, J. B., & Ahn, G. J. (2010). Security and privacy challenges in  
 1 cloud computing environments. IEEE Security & Privacy, (6), 24-31.
- 10 Technology budgets: From value preservation to value creation [WWW]  
 2 <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/cio-insider-business-insights/technology-investments-value-creation.html> (23.01.2019)
- 10 The 5 stages of ITIL. [WWW] <https://www.itgovernance.co.uk/blog/the-5-stages-of-til>  
 3 (1.05.2019)
- 10 The EU General Data Protection Regulation (GDPR) is the most important  
 4 change in data privacy regulation in 20 years. [WWW] <https://eugdpr.org/>  
 (1.05.2019)
- 10 The Evolving Role Of The CIO In 2018. [WWW]  
 5 <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/01/09/the-evolving-role-of-the-cio-in-2018/#5e0755471c8e> (11.03.2019)
- 10 The Ideal Structure for an IT Department in a Growing Business. [WWW]  
 6 <https://www.ciosrc.com/single-post/The-Ideal-Structure-for-an-IT-Department-in-a-Growing-Business> (30.03.2019)
- 10 The IT Service Lifecycle. [WWW] [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/tn-archive/cc543217\(v%3dtechnet.10\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/tn-archive/cc543217(v%3dtechnet.10))  
 7 (30.03.2019)
- 10 The NIST Definition of Cloud Computing. [WWW]  
 8 <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>  
 (3.02.2019)
- 10 The top five in-demand cloud skills for 2018. [WWW]  
 9 <https://www.cloudcomputing-news.net/news/2018/may/23/top-five-demand-cloud-skills-2018/> (1.04.2019)
- 11 Top 5 Billion Dollar Companies Using AWS Cloud. [WWW]  
 0 <https://vizteck.com/blog/top-5-billion-dollar-companies-using-aws-cloud/>  
 (1.03.2019)

- 11 Top cloud providers 2018: How AWS, Microsoft, Google, IBM, Oracle, Alibaba  
1 stack up. [WWW] <https://www.zdnet.com/article/top-cloud-providers-2018-how-aws-microsoft-google-ibm-oracle-alibaba-stack-up/> (1.05.2019)
- 11 Varela, M., Zwickl, P., Reichl, P., Xie, M., Schulzrinne, H., "From Service Level  
2 Agreements (SLA) to Experience Level Agreements (ELA): The challenges of  
selling QoE to the user," 2015 IEEE International Conference on Communication  
Workshop (ICCW), London, 2015, lk. 1741-1746.  
doi: 10.1109/ICCW.2015.7247432
- 11 Waters, B. (2005). Software as a service: A look at the customer benefits. Journal  
3 of Digital Asset Management. 1. 32-39. 10.1057/palgrave.dam.3640007.
- 11 What are Cloud Computing Services [IaaS, CaaS, PaaS, FaaS, SaaS]. [WWW]  
4 <https://medium.com/@nnilesh7756/what-are-cloud-computing-services-iaas-caas-paas-faas-saas-ac0f6022d36e> (15.01.2019)
- 11 What is CMMI? A model for optimizing development processes. [WWW]  
5 <https://www.cio.com/article/2437864/process-improvement-capability-maturity-model-integration-cmmi-definition-and-solutions.html> (15.02.2019)
- 11 What is COBIT? A framework for alignment and governance. [WWW]  
6 <https://www.cio.com/article/3243684/what-is-cobit-a-framework-for-alignment-and-governance.html> (10.04.2019)
- 11 What Is the Microsoft Operations Framework? [WWW]  
7 [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/commerce-server/ms959769\(v=cs.70\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/commerce-server/ms959769(v=cs.70)) (20.02.2019)
- 11 Where Is the \$10B in Waste in Public Cloud Costs? [WWW]  
8 <https://www.rightscale.com/blog/cloud-cost-analysis/where-10b-waste-public-cloud-costs> (1.05.2019)
- 11 Why COBIT wins in a showdown with ITIL. [WWW]  
9 <http://www.itskeptic.org/content/why-cobit-wins-showdown-til> (04.05.2019)
- 12 Yang, C. Huang, Q., Li, Z., Liu, K., Hu, F. (2017) Big Data and cloud computing:  
0 innovation opportunities and challenges, International Journal of Digital Earth,  
10:1, 13-53, DOI: 10.1080/17538947.2016.1239771
- 12 Yasrab, Robail. (2015). PaaS Cloud: The Business Perspective.  
1
- 12 S. Khan et al., "Towards an Applicability of Current Network Forensics for  
2 Cloud Networks: A SWOT Analysis," in IEEE Access, vol. 4, pp. 9800-9820,  
2016.  
doi: 10.1109/ACCESS.2016.2631543