

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Infotehnoloogia teaduskond

Arvutitehnika instituut

IAG40LT

Taavi Kappak 123519IASB

**MICROSOFT AZURE'I KASUTAMINE
AVALIKU SEKTORI PILVE LOOMISEL
EESTI NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Vladimir Viies

PhD

Dotsent

Tallinn 2015

Autorideklaratsioon

Olen koostanud antud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Käesolevat tööd ei ole varem esitatud kaitsmisele kusagil mujal.

Autor: Taavi Kappak

Kuupäev: 18.05.2015

Annotatsioon

Antud töö uurib pilvenduse mõistet ja annab ülevaate Eestis pakutavatest ja kasutatavatest pilvteenustest ning võimalustest luua avaliku sektori pilv rahvusvahelise teenuse Microsoft Azure'i abil. Töö lõpus on toodud ka vajalikud etapid pilvenduse kasutusele võtmiseks ja vajalik riigipoolne toetus. Töö kirjutamisel on lähtunud ka Microsofti, Justiitsministeeriumi, RIK'i ja MKM'i koostöös toimunud uurimistööst.

Töö esimeses osas tuuakse ülevaade pilvendusest, selle erinevatest mudelitest ja võimalustest ning maksumusest ja ohtudest. Teises osas on toodud läbilõige Eesti pilvendusest, infrastruktuurilistest võimalustest ja vajadusest. Viimane peatükk loob ülevaate Microsoft Azure'i kasutamise võimalikkusest Eesti avaliku sektori pilve loomisel. Samuti on välja toodud vajalik riigipoolne tegutsemine ning etapid, mis tuleks läbida enne pilvenduse kasutusele võtmist.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 40 leheküljel, 3 peatükki, 13 joonist, 4 tabelit.

Abstract

Development of Estonian public sector cloud using Microsoft Azure

Nowadays it has become essential to have easy and fast access to our data. Using cloud services allows to store information in servers owned by cloud vendors, which ensures data continuity and access to stored data regardless of location. Cloud computing is more common in the United States but less common in Europe because lack of trust on cloud security. Most of the biggest cloud vendors, like Google, Microsoft and Amazon, are situated in America, where Patriot Act obligates local businesses to grant access to the government when needed. Typically when there is threat to national security or terrorism. This legislation extends to servers outside USA too.

In September 2012 the European Commission adopted strategy to increase the use of cloud computing, to create 2.5 million new European jobs and an annual boost of 160 billion to the European Union GDP. To achieve this goal the European Cloud Partnership Steering Board was formed and Toomas Hendrik Ilves, President of Estonia, was set to lead it.

In 2013 a research was conducted in Estonia in which concluded that existing ministry and public offices servers need to be consolidated into more efficient and secure data centres. MKM was tasked to compose an overall concept of Government Cloud. The result was to migrate public services to international public sector cloud and services with sensitive information to data embassies.

The purpose of this thesis is to research if Microsoft's cloud computing platform is suitable for hosting Estonian Government Cloud public services. These include web environments or "monuments", which hold public information and are accessible for everyone. President.ee, the official website of Estonian President, and Riigiteataja.ee, the electronic State Gazette.

The thesis is in Estonian and contains 40 pages of text, 3 chapters, 13 figures, 4 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

| | |
|-------------|---|
| Patriot Act | USA seadus, mis loodi peale 11. septembrit toimunud terroriakti ning mis võimaldab riigil võidelda terrorismi vastu. |
| IaaS | Infrastruktuur teenusena (<i>Infrastructure-as-a-Service</i>) |
| PaaS | Platvorm teenusena (<i>Platform-as-a-Service</i>) |
| SaaS | Tarkvara teenusena (<i>Software-as-a-Service</i>) |
| FTP | Failiedastusprotokoll (<i>File Transfer Protocol</i>) |
| AWS | Amazon Web Services |
| GCP | Google Cloud Platform |
| Big Data | Ülisuur andmete hulk, mida tavapärase meetoditega käsitleda ega töödelda ei saa. Defineeriv suurus muutub pidevalt, 2012. aastal oli selleks vahemikuks mõni tosin terabaiti kuni mitu petabaiti. |
| MKM | Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium |
| RIK | Registrite ja Infosüsteemide Keskus |
| RIKS | Riigi Infokommunikatsiooni Sihtasutus |

Sisukord

| | |
|--|----|
| Sissejuhatus | 9 |
| 1. Pilvtöötlus..... | 10 |
| 1.1. Erinevad mudelid | 12 |
| 1.2. Turvalisus..... | 14 |
| 1.3. Pilvtöötluste teenused | 15 |
| 1.3.1. Microsoft Azure | 16 |
| 1.3.2. Alternatiivid | 17 |
| 1.4. Maksumus | 19 |
| 1.5. Arendamise võimalused..... | 20 |
| 2. Pilvandmetöötlus Eestis | 22 |
| 2.1. Infrastruktuurilised võimalused | 24 |
| 2.2. Pilvandmetöötluste vajadus Eestis | 24 |
| 3. Microsoft Azure'i kasutamine Eesti avaliku sektori pilve loomisel | 26 |
| 3.1. Vajalik riigi toetus avaliku sektori pilve koostamiseks | 27 |
| 3.2. Vajalikud etapid pilvtöötluste kasutusele võtmiseks | 28 |
| Kokkuvõte | 31 |
| Kasutatud kirjandus | 33 |
| Lisa 1 – Kasutaja-spetsiifilised turvanõuded..... | 35 |
| Lisa 2 – Microsoft Azure kasutamine..... | 37 |
| LISA 3 – TTÜ Azure'i kasutamine | 40 |

Jooniste nimekiri

| | |
|---|----|
| Joonis 1. Hübridipilv | 11 |
| Joonis 2 Pilvtöötuse mudelite ülesehitus [3] | 12 |
| Joonis 3 Microsoft Azure'i keskkond..... | 17 |
| Joonis 4 Amazon Web Service keskkond | 18 |
| Joonis 5 Google Cloud Platform keskkond | 18 |
| Joonis 6 Andmevahetuskiht X-tee [18] | 22 |
| Joonis 7 Euroopa Parlamendi e-valimiste aktiivsus 2014. aastal (häälte arv ühes tunnis) [22] | 25 |
| Joonis 8 Etapid pilvtöötuse kasutuselevõtu hõlbustamiseks | 28 |
| Joonis 9 Vajalikud etapid pilvtöötuse kasutusele võtmiseks..... | 30 |
| Joonis 10 Erinevaid Microsoft Azure'i pakette vastavalt jõudlusele..... | 37 |
| Joonis 11 Virtuaalmasina loomine Microsoft Azure's..... | 38 |
| Joonis 12 Virtuaalmasina seire Microsoft Azure's | 38 |
| Joonis 13 Veebirakenduse sätete muutmise võimalused Microsoft Azure's | 39 |

Tabelite nimekiri

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Pilvemudelite võrdlustabel | 14 |
| Tabel 2 Azure'i, GCP'i ja AWS'i võrdlus | 19 |
| Tabel 3 Andmete hoiustamise teenuste võrdlus | 23 |
| Tabel 4 Kasutaja-spetsiifilised turvanõuded [16]..... | 35 |

Sissejuhatus

Tänapäeval on järjest olulisemaks muutunud andmete kiire ja lihtne kättesaadavus. Pilvendus võimaldab informatsiooni hoiustada teenusepakkuja serverites, tagades sellega andmete püsivuse ja kättesaadavuse asukohast olenemata. Pilvendus on enam levinud Ameerika Ühendriikides, kuid vähem Euroopas, kus takistuseks on kujunenud usaldamatus pilvenduse turvalisuse üle. Enamik suurematest pilvandmetöötluse teenusepakkujatest asuvad Ameerikas, mille seadus Patriot Act on peamiseks põhjuseks, miks ei taheta näiteks Microsofti, Google'i või Amazoni teenuseid tellida. Patriot Act nimelt kohustab kõiki Ameerika ettevõtteid võimaldama valitsusele ligipääsu vajalikele andmetele. See kehtib ka siis, kui ettevõtte serverid asuvad väljaspool Ameerika riigipiire. [27]

2012. aasta septembris võttis Euroopa Komisjon vastu strateegia, millega kavandatakse edendada pilvtöötluse kasutamist Euroopas, luua 2,5 miljonit uut töökohta ning suurendada Euroopa Liidu SKT-d 160 miljardi euro võrra. Eesmärgi saavutamiseks loodi pilvandmetöötluse nõukoda, mille eestvedajaks sai Eesti Vabariigi President Toomas Hendrik Ilves. [26]

2013. aastal viidi ka Eestis läbi uuring, milles järeldati, et praegused ministeeriumite ja riigiasutuste serverid tuleks konsolideerida ühtsetesse ja efektiivsematesse andmekeskustesse, mis vastavad seatud turvanõuetele. Antud ülesanne, koostada üldine Riigipilve kontseptsioon, anti MKM-le ning tulemuseks oli panna avalikud teenused rahvusvahelisse avaliku sektori pilve ja tundlike andmete jaoks luua andmete saatkonnad. [22]

Antud lõputöö eesmärgiks oli uurida, kas Microsofti pilvtöötluse keskkond Azure sobiks Eesti Riigipilve avalike teenuste majutamiseks. Avalike teenuste hulka kuuluvad veebikeskkonnad või n-ö „monumendid“, mis sisaldavad avalikke andmeid ja on kõigile kättesaadavad, näiteks Riigiteataja.ee ja President.ee.

1. Pilvtöötlus

Aastakümneid on arvutitööstus töötanud lokaalselt. Andmed salvestati kohalikesse arvutitesse või serveritesse, kus neid sai vastavalt vajadusele kasutada. Sellisel lahendusel on aga mitu probleemi. Esiteks, et andmeid kätte saada, pidi olema serveriga ühenduses, kuid takistatud oli ligipääs väljastpoolt. Ühest küljest on see positiivne, server on turvalisem, aga teisalt andmetele ligipääs oli limiteeritud. Teiseks suureks probleemiks on füüsiline turvalisus. Kui serveriga peaks midagi füüsiliselt juhtuma, näiteks tulekahju või maavärin, siis suure tõenäosusega on andmed kadunud ja nende taastamine väga raske. Kohalikke servereid kasutatakse laialdaselt ka tänapäeval, aga kui andmete püsivus on prioriteediks ja nendele on vaja alati ligi saada, on vaja uut lahendust.

Pilvendusega saab elimineerida eelnimetatud probleemid. Pilves olevatele andmetele saab olenemata asukohast alati ligi. Ainsaks eelduseks on interneti olemasolu ja seade, mis võimaldab andmeid vaadata. Selleks on sobilikud ka näiteks mobiiltelefon ja tahvelarvuti. Mis puutub andmete püsivusse, siis igal pilvtöötluse teenuse pakkujal on mitmeid andmekeskuseid üle maailma, kus andmed on dubleeritud. Näiteks Microsoftil on üle 100 andmekeskuse, milledes üle miljoni serveri, Amazonil hinnanguliselt üle 28 andmekeskuse 1.5 ... 2+ miljoni serveriga ja Rackspace'il kuus andmekeskust 100 000 serveriga. [1], [2] Mitmete andmekeskuste olemasolu tagab andmete turvalisuse ja püsivuse, sest kui toimub õnnetus (nt tulekahju, loodusõnnetus) ja server läheb rivist välja, siis on varasemalt salvestatud teave olemas ning teenuseid on võimalik edasi kasutada.

Pilvtöötlusel on teisigi eeliseid. Kuna pilvandmetöötlus põhineb sarnaselt elektrivõrguga ressursside jagamisel, on pilvtöötlus säästlikum. Iga vaba ressurss on töös ja neid liigutatakse vastavalt vajadusele. [3] Pilvenduse positiivseteks külgedeks on ka [4]:

- Mitmekesisus – olenevalt vajadusele saavad lõppkasutajad ressursse kasutada erimahulisteks töödeks;
- Elastsus – Töötlemiseks vajalikku ressursi on võimalik jooksvalt juurde lisada ja ka eemaldada;

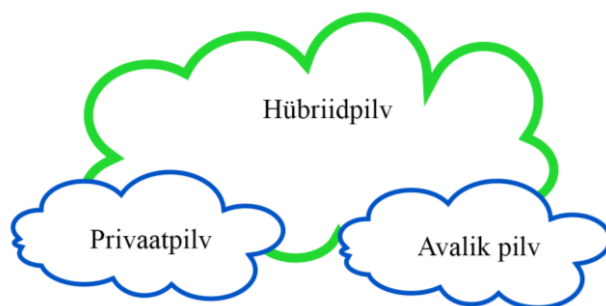
- Hind – Teenuse kasutaja maksab ainult selle eest, mida kasutab.

Pilvel on neli peamist liigitust: avalik-, privaat-, komuuni- ja hübriidpilv [5]. Avalik pilv on mõeldud kasutamiseks üldisele avalikkusele – teenuseid saavad kasutada mitmed organisatsioonid ning kõikidele rakendustele saab ligi läbi avaliku võrgu. Ressursside jagamisega tegeleb teenuse pakkuja. Peamised eelised avaliku pilve puhul on lihtsus ja odavus (riistvara, rakenduste ja andmete edastushulga eest ei pea kasutaja maksma), skaleeritavus (vastavalt vajadusele saab tellitava teenuse suurust muuta) ning ressursi säästlikkus (makstakse ainult selle ressursi eest, mida kasutatakse) [3], [6].

Erinevus privaatpilve ja avaliku pilve vahel on minimaalne. Suurimad erinevused seisnevad turvalisuses ja ressursside jagamises. Kui avaliku pilve ressurss on mõeldud mitme organisatsiooni vahel jagamiseks, siis privaatpilv on suunatud ühele ettevõttele. Ligipääs on tagatud kindlale hulgale inimestele, mistõttu on efektiivsemalt tagatud andmete turvalisus. Samuti on kliendil otsene kontroll oma andmete ja rakenduste üle. Privaatpilve saab luua kahel viisil: teenusepakkuja juures ja ettevõtte territooriumil. Viimase puhul ei ole pilvenduse eelised nii suured, kuna riistvara tuleb ise muretseda ning see võtab palju ruumi. [3], [7]

Kommuunipilves on infrastruktuur jagatud mitme organisatsiooni vahel, kellel on ühised huvid (nt turvalisus, legaalsus). Omanikuks võib olla üks või mitu kommuunipilves olevat organisatsiooni või kolmas osapool. [5]

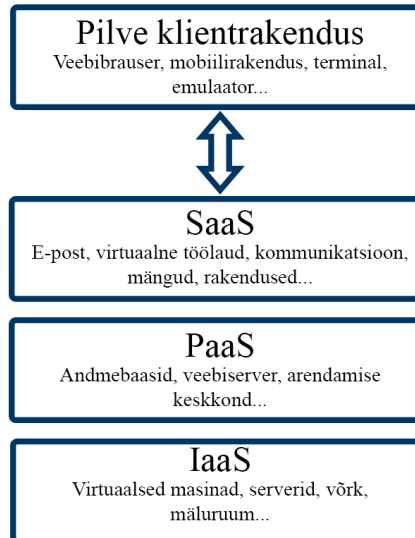
Hübriidpilve puhul on tegemist pilve tüübiga, kus kokku on liidetud mitu erinevat pilveliiki (avalik-, komuuni- või privaatpilv) [5]. Kokku liidetud pilved jäävad iseseisvateks üksusteks, kuid on omavahel seotud hübriidpilve kaudu ja kasutatavad on kõigi pilvetüüpide eelised. Näiteks võib ettevõtte hoida tundlikke andmeid privaatpilve rakenduses ning vajadusel liita see avalikus pilves oleva rakendusega. [3]



Joonis 1. Hübriidpilv

1.1. Erinevad mudelid

Vastavalt teenuse kasutaja vajadustele on moodustatud kolm peamist mudelit: IaaS, PaaS ja SaaS. [5]



Joonis 2 Pilvtöötuse mudelite ülesehitus [3]

Kõige fundamentaalsem mudel on IaaS, mis sisaldab endas peamiselt riistvara, mida kasutaja saab oma nägemuse järgi kasutada, näiteks (virtuaalsed) arvutid, mäluruum, võrgud ja teised vajalikud ressursid. IaaS kujutab väikest osakest andmekeskuses, mida rendib ja mille infrastruktuuri üle on kontroll vaid teenusepakkujal. Kasutaja saab hallata aga süsteemi ja muud tarkvara. Enne pilveteenuse kasutamiseks on vajalik paigaldada operatsioonisüsteem ja tarkvara, mis võimaldaks arendada rakendusi, kuid kasutajal on kohustus nii süsteemi kui ka rakendusi ise hooldada. Tasumine toimub kasutatavate ressursside kaudu: makstakse ainult kasutatud ressursside eest (protsessori tööaeg, mälu kasutus, andmete hulk). [3], [5], [8]

Järgmine mudeli aste on PaaS. Võrreldes IaaS'ga, saab kasutaja peale tühja riistvara ka operatsioonisüsteemi, arendamise keskkonna ja –raamistikud, vajalikud teegid jm [5]. PaaS on mõeldud rakenduste kiireks ja mugavaks arendamiseks. Kasutaja saab pilvele ligi kasutades veebibrauserit, kus tal on võimalus ka seirata selle tegevust. Infrastruktuuri ja rakenduste eest hoolitseb teenusepakkuja ning neid uuendatakse ja täiendatakse pidevalt. PaaS'il on mitmeid häid omadusi:

- Kogu riistvara renditakse teenusepakkujalt, mistõttu kasutaja ei pea muretsema infrastruktuuri haldamise üle.

- Lihtsasti kasutatav asjatundmatutele arendajatele, kuna pilve hallatakse läbi veebibrauseri, kus on võimalik luua erinevaid rakendusi üksiku hiireklikiga.
- Kasutajal on kontroll kõikide tööriistade üle, mis võimaldab tal seada keskkond oma nägemuse järgi ja kasutada vastavalt vajadusele.
- Nimetatud mudeli kasutamine aitab säästa aega ja edendada koostööd, kuna see võimaldab ligipääsu vajalikele andmetele olenemata kasutajate asukohast.
- Kasutaja ei pea muretsema andmete turvalisuse üle, kuna turvasüsteemid on tagatud teenusepakkuja poolt.

PaaS sobib ideaalselt uute veebi- ja mobiilirakenduste arendamiseks ning testimiseks. [3], [5], [9]

Mudel SaaS (Software-as-a-Service) sisaldab endas üksnes tarkvara ja on mõeldud peamiselt organisatsioonide töö hõlbustamiseks. Kasutaja saab vastavalt vajadusele rentida tarkvara ning selle kasutamise eest maksta igakuist tasu. Võrreldes IaaS'i ja PaaS'ga, ei ole SaaS'il suuri arendamise võimalusi ning see ei nõua tarkvara paigaldamist kohalikele arvutitele – kõik aplikatsioonid töötavad otse veebibrauserist. [8] Samuti ei pea kasutaja muretsema tarkvara ja riistvara hoolduse üle – see on tagatud teenusepakkuja poolt. Põhjused, miks pilvandmetöötluse mudel SaaS on eriti sobilik organisatsioonidele ja üksikisikutele kasutamiseks, on järgnevad: [10]:

- Puudub maksmine riistvara eest, makstakse ainult tarkvara renditasu.
- Peale liitumist on kõik vajalikud rakendused kohe kasutamiskvalmis.
- Ligipääs on võimalik kõigilt internetiga ühendatud seadmelt.

Kontoritarkvara on SaaS'i puhul parim näide, sest sellel on palju kasutajaid. Poest ostetud tarkvaral on limiit, mitu kasutajat saab antud toodet kasutada ning see tuleb igale arvutitele eraldi paigaldada. SaaS mudeli kasutamise puhul on tagatud tarkvara olemasolu ning kasutajate juurde liitmine on kergesti teostatav. [5], [8]

Võrdlus kolme pilvetöötluse mudeli vahel on välja toodud järgnevas tabelis (vt Tabel 1).

Tabel 1. Pilvemudelite võrdlustabel

| Mudel Omadus | IaaS | PaaS | SaaS |
|-------------------------------|---|---|--|
| Infrastruktuur | Tulenevalt pilvenduse alustalast, tuleb kõigi mudelitega kaasa töötav, skaleeritav ja funktsioneeritav infrastruktuur, mille suurust saab muuta vastavalt vajadusele. | | |
| Tarkvara | - | Operatsioonisüsteem, arendamise keskkond, teegid ja raamistikud | Operatsioonisüsteem, vajalikud rakendused ettevõtte töö hõlbustamiseks |
| Arendamise võimalused | Peale operatsioonisüsteemi ja arenduskeskkonna paigaldamist, saab arendamisega tegeleda | Kõik vajalikud teegid ja raamistikud on kohe olemas | Arendamine on võimalik, aga eelkõige on mõeldud olemasoleva tarkvara kasutamiseks |
| Tasumine | Tasu makstakse kasutatud riistvara ressursside eest (protsessori tööaeg, mälukasutus jne) | Tasu makstakse kasutatud teenuste eest kuumaksu baasil. | Tasu, mis oleneb kasutajate arvust, makstakse kasutatud tarkvara eest kuumaksu baasil. |
| Kontroll ja seire | Kontroll opsüsteemi, mäluruumi ja rakenduste üle. | Riistvara kasutamine, kasutatavad tarkvarateenused | Kasutatav tarkvara |

1.2. Turvalisus

Pilvenduse laialdasemat kasutus seni on takistanud teenuse vähene turvalisus. Google, Twitter, eBay ja Rackspace on vaid mõned üksikud ettevõtted, kelle kliendid kannatasid 2009. aastal pilvendusega seotud seisakute tõttu [11]. Parima turvalisuse tagamiseks peavad teenusepakkujad tagama oma infrastruktuuri ja klientide andmete turvalisuse ning kliendid peavad oma rakendusi turvalisena hoidma ja kasutama tugevaid paroole ning autentimist.

Cloud Security Alliance 2013. aasta koostatud raportis on välja toodud üheksa peamist ohtu pilvtöötlemisele [12]. Kõige suurema ohuna on välja toodud andmete võimalik tahtmatu edasilevik. Halvasti disainitud andmebaasi ja vigaste rakenduste kasutamise tulemusena võivad ettevõtte salajased andmed sattuda võõrastesse kätte (nt konkurentidele), mis oleks antud ettevõttele suureks kahjuks.

Suure ohuna nähakse ka andmete võimalikku kadumist. Juhul, kui tarvitusele ei ole võetud õiget andmete varundamise meetodit, võivad klientide andmed kaduda erinevate asjaolude tõttu. Näiteks võib seda põhjustada häkkerite tegutsemine, teenusepakkuja poolne viga (nt juhuslik andmete kustutamine) või serverite füüsiline hävimine. Oluline on ka kliendi hoolikus: kui peale andmete krüptimist kaotatakse krüptimise võti, on andmed samuti kadunud. [12]

Konto või teenuse ärandamine on samuti üks kolmest suurimast ohust pilvtöötuses. Kui kasutaja mandaadid on kättesaadavad mõnele võõrale (nt häkkerile), on seeläbi näiteks võimalik jälgida isiku toiminguid pilves, vajadusel muuta, võltsida liikuvaid andmeid jpm. Nimetatud probleem on käesoleval ajal üldlevinud, kuid mandaatide ja paroolide korduvate kasutamiste tõttu on oht muutunud suuremaks. [12]

Pilvenduse laialdasemat kasutuselevõttu võib takistada ka teenusepakkujate infrastruktuuri vähene valmisolek suurenevale kasutajaskonnale. Enam kasutajaid tähendab rohkemal määral hoiustatud informatsiooni ning selle vastu võivad huvi tundma hakata häkkerid. Samuti on küsitav pilvenduse infrastruktuuri turvalisus tundlike andmete hoiustamiseks. Andmete krüpteerimine ei ole alati lahenduseks, sest see võib samuti olla ohuks andmete hoiustamisele. Krüptimine oleneb väga palju protsessorist ja kui krüptimise ajal toimub väiksema anomaalia, võib see muuta andmed kasutuskõlbmatuks [13].

Pilvtöötusel esineb veel teisigi probleeme (vt. Lisa 1), mida tuleb pilvenduse kasutusele võtmisel arvestada. Lõppotsuse puhul on siiski peamiseks argumendiks, kas klient usaldab teenusepakkujat või mitte.

1.3. Pilvtöötuse teenused

Pilvtöötuse teenuseid on võimalik tellida mitmetelt suurfirmadelt nagu Microsoft, Google, Amazon. Kõikidel ettevõtetel on eesmärk sama: pakkuda parimat pilvtöötuse teenust parima hinna eest. Käesolev lõputöö keskendub eelkõige Microsoft Azure'i uurimisele, mistõttu leiab järgnevates alapeatükkides enam käsitlust antud pilvtöötusteenus. Alternatiividena on välja toodud Google'i ja Amazon'i analoogsed võimalused.

1.3.1. Microsoft Azure

Azure on Microsofti poolt 2010. aastal loodud PaaS'i ja IaaS'i mudelitel põhinev pilvtöötamise teenus, kus on võimalik juurutada kõike alates virtuaalmasinatest kuni veebirakendusteni. Azure'i kasutamine on mugav - haldamisportaali sisenedes on võimalik hallata kõiki kasutatavaid teenuseid.

Microsoft Azure's on võimalik kasutada peaaegu kõiki operatsioonisüsteeme (Windowsi ja Linuxi baasil) ning toetatud on ka kõik arendamiskeeled ja –raamistikud. Lihtsate toimingutega on võimalik luua veebileht ja virtuaalmasin (vt. Lisa 2), panna püsti virtuaalne võrk jne.

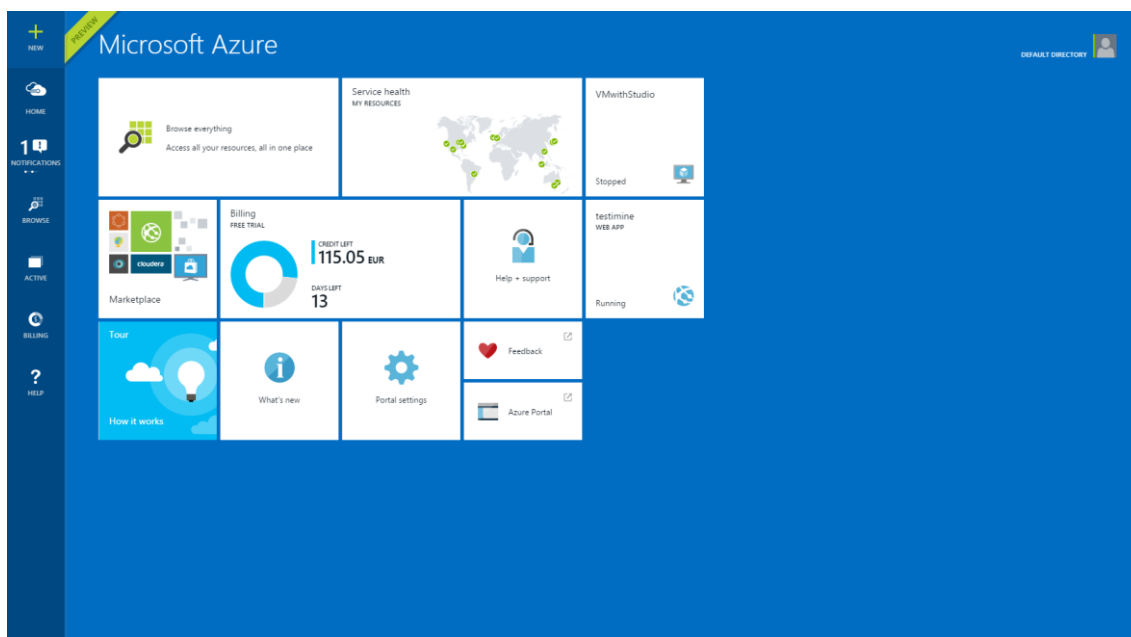
Veebirakenduste integreerimine Azure'i keskkonda on lihtne. Visual Studiot kasutades saab luua ühenduse Azure'i keskkonnaga, peale mida on Visual Studios kättesaadavad kõik pilves olevad andmed. Rakenduse üleslaadimiseks piisab mõnest lihtsast toimingust, peale mida saadetakse kogu rakendus pilve. Alternatiivina saab faile pilve laadida ka FTP programmi abil.

Samuti on virtuaalmasinate loomine, haldamine ning seire Azure'is mugav. Operatsioonisüsteemid on peamiselt Windowsi ja Linuxi baasil ning erinevaid versioone ja variatsioone on mitmeid. Windowsi baasil virtuaalmasinate loomiseks on võimalik kasutada Windows Server 2012 (koos Visual Studioga ning ilma), SQL server, Sharepoint Server, Oracle Server jm. Linuxi baasil on valikus Ubuntu, CoreOS, Centos, Suse jm. Samuti on võimalik luua Linuxi baasil tuntud mängu Minecrafti server.

Olenevalt andmete tüübist on nende hoiustamiseks kõik võimalused olemas: *blob* suuremate failide (pildid, videod, muusika), *tables* suuremahulise *metadata* (nt. info kasutajate kohta) ning *queue* sõnumite salvestamiseks. Andmete salvestamise teenuse kasutamisel on võimalik määrata ka andmete dubleerimise viis ehk kus andmete duplikaadid asuvad. Vaikimisi on selleks *geo-redundancy* ehk andmed dubleeritakse teises andmekeskuses, mis on peamisest keskusest eemal. Võimalik on andmeid dubleerida ka lokaalselt ehk originaalandmetega samas andmekeskuses. Erinevus nende kahe viisi vahel seisneb maksumuses (lokaalne dubleerimine on 23% ... 34% odavam [15]) ja riistvaralises võimekuses (lokaalse puhul on andmete liikumiskiirus suurem).

Kuigi Microsoftil on vaikumisi kõik vajalik olemas, saab lisaprogramme osta Azure'i sisesest poest. Juurde on võimalik osta erinevaid virtuaalmasinaid (nt Windows Server 2012 koos Visual Studioga), abivahendeid erinevate teenuste tööks ja viirustõrjet virtuaalmasinatele. Tasu makstakse teenuste eest, mida kasutatakse.

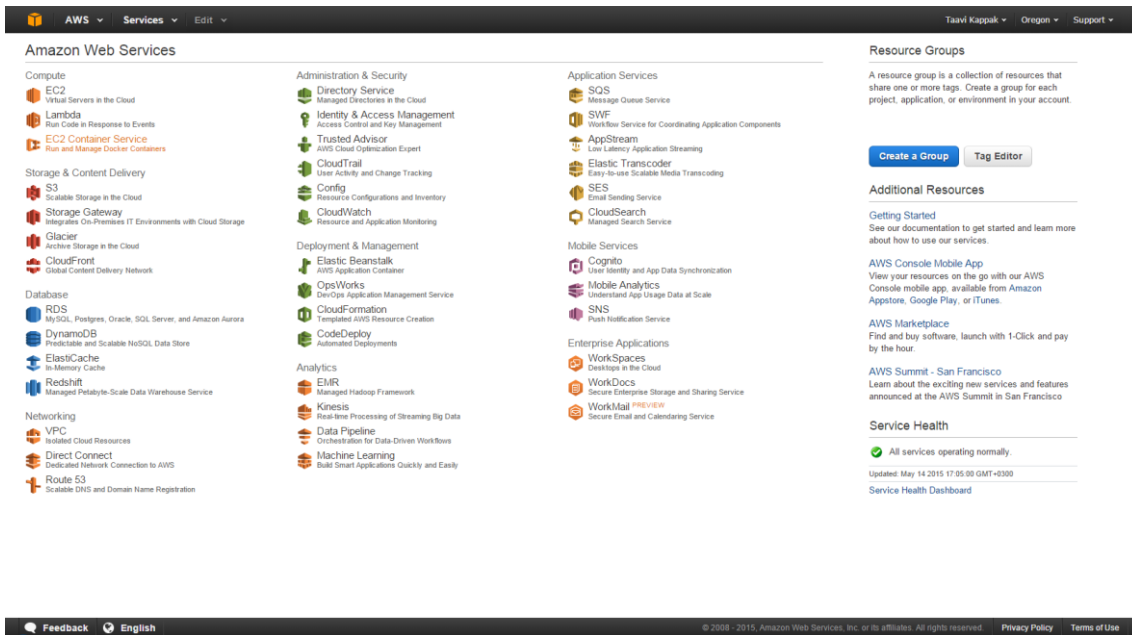
Esialgel kasutamisel võib tekkida palju küsimusi seoses erinevate teenuste rakendamisega. Sellele on Microsoft mõelnud ja olemas on väga palju abimaterjale nii videode kui ka artiklite näol ning iga valiku juures on juhiseid andev tekst.



Joonis 3 Microsoft Azure'i keskkond

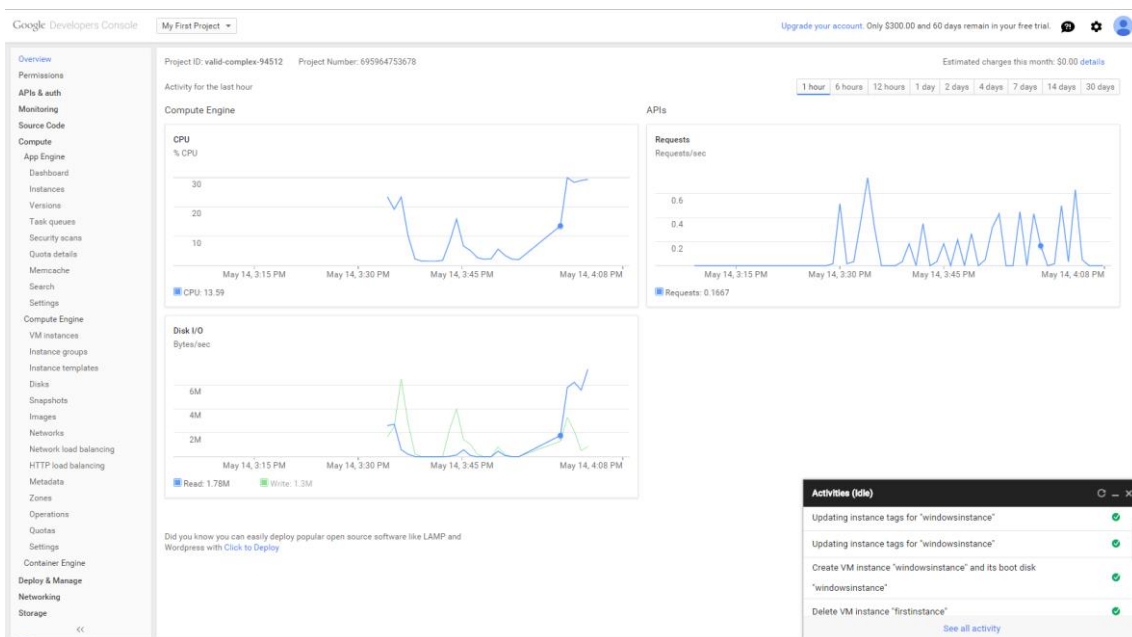
1.3.2. Alternatiivid

Põhinedes statistikal, oli suurim pilvetööstusteenu turuosa 2014. aastal organisatsioonil Amazon, kelle pilvetööstusteenus (Web Services) oli üks esimesi [15]. Ettevõtte on jaganud oma serverid 11 geograafilise regiooni vahel (Microsoftil on 17 regiooni). Kuna Amazon oli üks esimesi, kes pilvtööstusteenust pakkuma hakkas, siis on tal ka suur edu, kuid viimastel aastatel on konkurents tõusnud. Nagu Azure, on ka AWS peamiselt PaaS'i ja IaaS'i pakkuja ning kolmandate osapoolte kaudu on võimalik tellida SaaS teenust. Mõlemad toetavad ka hübriidpilve loomist (näiteks juba olemasoleva kohaliku andmekeskusega). Suuri erinevusi võrreldes Azure'ga ei ole.



Joonis 4 Amazon Web Service keskkond

Google Cloud Platform on Google poolt pakutav pilvtööstusteenus, mis on suunatud nii veebi- kui mobiilirakenduste arendamiseks ja hostimiseks. GCP pakub ainult PaaS mudelit ning võrreldes Azure'i ja AWS'ga, on toetatud vähem arendamiskeeli ning raamistikke. Pakutavad teenused on siiski samad: andmetööstlusvõimsust vastavalt vajadusele, andmete hoiustamist, võrguteenuseid, seiret ning *Big Data* tuge. Nimetatud teenusepakujatest on GCP kõige uuem, avalikkusele sai see kättesaadavaks alles 2013. aasta lõpus, mistõttu pakub ka vähem võimalusi.



Joonis 5 Google Cloud Platform keskkond

Tabel 2 Azure'i, GCP'i ja AWS'i võrdlus

| | Microsoft Azure | AWS | GCP |
|------------------------------------|---|--|--|
| Pilvtöötamise mudelid | IaaS, PaaS, kolmandate osapoolte SaaS | IaaS, PaaS, kolmandate osapoolte SaaS | PaaS, IaaS |
| Regioonid ja tsoonid | 17 regiooni, eraldi tsoone ei ole | 11 regiooni 28 tsooniga | 3 regiooni 10 tsooniga |
| Virtuaalmasinate konfiguratsioonid | 38 konfiguratsiooni 4 grupis | 32 konfiguratsiooni 5 grupis | 18 konfiguratsiooni 4 grupis |
| Hübriidpilve tugi | Jah | Jah | Ei |
| Virtuaalvõrk | VNet | VPC | alamvõrgud |
| Toetatud arendamiskeeled | .NET, Node.js, Java, iOS, Android, Windows mobiilirakendused, PHP, Python, Ruby | Java, .NET, PHP, Node.js, Python, Ruby, Go | Java, Python, PHP, Go |
| Hinnasüsteem | Kasutamine ümardatud minuti täpsusega | Kasutamine ümardatud tunni täpsusega | Kasutamine ümardatud minuti täpsusega |
| Maksemudelid | Nõudmisel, lühiajaline leping (ettemaksega või kuupõhine) | Nõudmisel, pikaajaline reserveerimine, panustamine | Nii nõudmisel kui ka pideval kasutamisel |
| Prooviperiood | 30 päeva ja 150€ kasutamiseks | 12 kuud | 60 päeva ja 300\$ kasutamiseks |

Sisuliselt pakuvad kõik kolm teenusepakkujat sama teenust, kuid seda väikeste erinevustega. Pilvandmetöötlus on kiirelt arenev tööstus ning samuti uueneb pidevalt tehnoloogia. Amazoni pakutav teenus on populaarseim põhjusel, et see oli üks esimesi pilvteenuseid. Organisatsioonid Microsoft ja Google on aga lühikese ajaperioodi vältel jõudnud arengus järele. Teenusepakkuja valik sõltub siiski aga kliendist ehk sellest, missuguseid teenuseid ta vajab ja keda usaldab enam.

1.4. Maksumus

Pilvandmetöötluse peamiseks eelisteks on andmetöötlusvõimsuse olemasolu siis, kui seda vaja (nn *on-demand computing*) ning võimalus maksta üksnes selle teenuse eest,

mida kasutatakse. Näiteks, kui ühe nädalase perioodi jooksul kasutatakse virtuaalmasinat ainult 20 tundi, siis tasutakse ainult selle eest.

Azure'i puhul jäävad virtuaalmasina hinnad ~10 eurost kuni ~2500 euronni kuus, millele lisanduvad andmemahuga seotud tasud. Lõplik hind oleneb konfiguratsioonist, regioonist, kus virtuaalmasin paikneb, operatsioonisüsteemist ning kasutamisest [17]. Microsofti, Justiitsministeeriumi, RIK'i ja MKM'i koostöös toimunud uurimistöökäigus, kus Azure'i keskkonnas majutati President.ee veebilehte, kasutatud riistvaralise konfiguratsiooni maksumus oleks ~390€ kuus. Uuringus kasutati 6+1 virtuaalmasinat (1 CPU tuum, 1.75GB RAM, 50GB HDD) [18], kuid võib eeldada, et kasutamisel need muutuvad ja sellest tulenevalt tõuseb või langeb teenuse maksumus. Ühe sellise virtuaalmasina kuumakse on ligikaudu 55€. [17]

Amazoni pakutavas pilvtöötlusteenuses Web Services oleks eelnimetatud konfiguratsiooniga virtuaalmasin maksnud ~50% vähem (andmetöötluse hind 0,02€/h, Azure'l 0,0351€/h) kuid see ei sisalda kindla suurusega kõvakettamahtu, vaid kasutuses on paindlikud blokid, mille suurust saab vastavalt vajadusele muuta. Google Cloud Platformi puhul oleksid hind vastavalt 70% odavam (andmetöötluse hind 0,01€/h, Azure'l 0,0351€/h). Küll aga tuleb siin silmas pidada lisanduvaid kulusi, mis igal ettevõttel on erinev. Azure'i hind sisaldab aga kõiki vajalikke kulusi.

1.5. Arendamise võimalused

Microsoft Azure'i lai toetus operatsioonisüsteemidele ja erinevatele arendusraamistikele muudab selle sobivaks keskkonnaks paljudele arendajatele. Miinuseks on Red Hat Enterprise Linux'i toetuse puudumine, mille kasutamine on laialdaselt levinud näiteks Ameerika Ühendriikides. Veebirakendusi saab koostada ASP.NET, Java, Node.js, PHP ja Django raamistikel ning mobiilirakenduste arendamisel on toetatud Android, Windows ja iOS. Azure'i keskkond võimaldab ka üles seada veebirakendusi, kasutades Wordpressi, Drupalit, Joomla, Apache Tomcati ja teisi tarkvaralahendusi. [19]

Kaks veebikeskkonda, riigiteataja.ee ja president.ee, mida plaanitakse Eesti Riigipilve raames avaliku sektori pilve viia, on üles ehitatud vabavaralisel tarkvaral:

- Riigiteataja.ee - operatsioonisüsteem: CentOS, rakendustekihid: Apache, Java ja PostgreSQL

- President.ee – operatsioonisüsteem: FreeBSD, rakendustekihid: PHP ja MariaDB

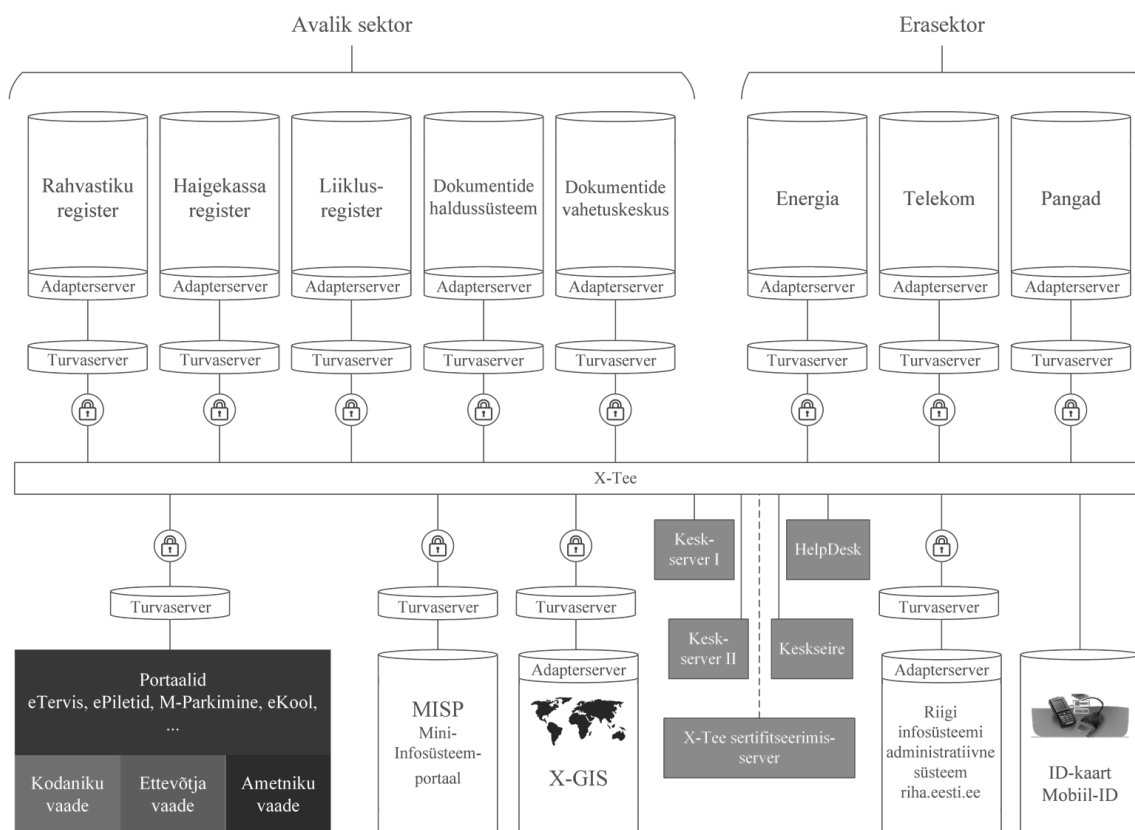
2015. aasta alguses avaldatud uurimistöö tulemused näitasid, et antud veebisait on ilma uuesti üles ehitamata võimalik üle viia Azure'i keskkonda. Eeldusel, et ka teised teenused, mida tahetakse avalikku pilve viia, on üles ehitatud sarnastel alustel, ei tohiks üleminek esile tuua mingeid suuremaid probleeme. [18]

Alternatiividena pakutavad teenused, AWS ja GCP, toetavad samuti antud näites kasutatavaid tarkvaralisi lahendusi ning lisaks ka Red Hat Enterprise Linux'i tuge. Google pakub teistest teenustest vähem erinevaid arendamise keskkondi ja raamistikke, kuid arvestades eelnevat näidet, siis kasutatav vabavara on toetatud.

2. Pilvandmetöötlus Eestis

Eesti on Euroopas, ja ka mujal maailmas, tuntud oma IT lahenduste poolest: digitaalne dokumentide allkirjastamine, tuludeklaratsiooni esitamine, firmade loomine, e-valimised, digiresept ja palju muud. Nimetatud teenustest mitmed on olenemata asukohast interneti vahendusel kättesaadavad ning ühendatud üksteisega läbi andmevahetuskihi X-tee.

Eesti e-valitsus on üles ehitatud kolmele kihile: teenused, X-tee ja andmebaasid. Teenuseid (veebisaite ja –rakendusi) kasutavad kodanikud ja ametnikud. Asutused on omavahel seotud andmevahetuskihiga X-tee, mille jagatud ühenduse platvorm kõrvaldab rikete tekkimise võimalused ja toetab mitmeid erinevaid andmeprotokolle (nt. SOAP, XML-RPC, LDAP jm). Andmebaaside kiht sisaldab erinevate tootjate vabavaral töötavaid andmebaase (nt. Oracle, MySQL, ja PostgreSQL). [18]



Joonis 6 Andmevahetuskiht X-tee [18]

Riigi infosüsteemide andmevahetuskiht X-tee on tehniline ja organisatsiooniline keskkond, mis võimaldab korraldada turvalist internetipõhist andmevahetust riigi infosüsteemide vahel. X-tee võimaldab asutustel/inimestel turvaliselt andmeid vahetada, samuti korraldada isikute juurdepääsu riigi andmekogudes säilitatavatele ja töödeldavatele andmetele. X-teega ühenduses olevad asutused ja ettevõtted on omavahel ühendatud ja pääsevad vajalikele andmetele ligi, mis kõrvaldab vajaduse korduvalt kodanikult samu andmeid küsida. Andmete omanikuks jääb siiski kodanik ise, kellel on võimalus näha, kes ja kuidas tema andmeid on kasutanud. [20]

Sarnast teenust, nagu pakuvad Microsoft Azure, AWS jt, pakub Eestis Elion oma teenusega OneSpot. See on mõeldud äriklientidele, kes soovivad oma rakendusi (veebiteenuseid, veebiservereid, andmebaase, arendusplatvorme) majutada pilveserverites ning serverite omamise asemel neid rentida. Platvormid on paindlikud ja konfigureeritavad ning sobivad hästi äridele, kellel on vaja hooajast olenevalt erinevat serveri jõudlust. [21] Võrreldes pilvtöötlusteenuse Azure'i hinnaga, on tegemist konkurentsivõimelise teenusega. Kuna Eesti riik tahab avalikku pilve viia n-ö „monumendid“, mille eesmärk oleks teenuste kättesaadavus igas olukorras (olgu selleks looduskatastroofid või territooriumi kaotamine), siis see eeldab serverite paiknemist väljapool Eesti territooriumi.

Andmete hoiustamise teenust, sarnaselt Dropboxile, pakuvad ZoneCloud ja Suhtlus Pilv. Pilves hoitavaid andmeid saab sünkroniseerida erinevate seadmete vahel (arvuti, mobiil, tahvelarvuti), mis tagab andmete säilimise, kui seadmetega peaks midagi juhtuma.

Tabel 3 Andmete hoiustamise teenuste võrdlus

| | Tasuta teenus | 100Gb | 500Gb | Tarkvara |
|---------------------|----------------------|--------------|--------------|----------------------------|
| ZoneCloud | 5Gb | 3€/kuu | - | Android, iOS, Windows, OSX |
| Suhtlus Pilv | 2Gb | 2€/kuu | 7€/kuus | Android, iOS, Windows |

Tallinna Tehnikaülikoolil ei olnud neli aastat tagasi ühtset e-posti süsteemi, mistõttu hoidsid erinevad instituudid oma servereid iseseisvalt töös. Rahul ei oldud IT

teaduskonna pakutava süsteemiga ja see ajendas otsima uusi võimalikke kasutatavaid lahendusi. Erinevate teenuste seast valiti välja Microsoft Office 365 (endise nimega Microsoft Live@Edu), mis sisaldas juba töötavat ärioloogikat ning samuti oli süsteemi pilveteenus Office365 tasuta haridusasutustele. Sel aastal on ülikoolil plaanis ka esimesi virtuaalservereid Azure'i keskkonnas dubleerima hakata. [Lisa 3]

2.1. Infrastruktuurilised võimalused

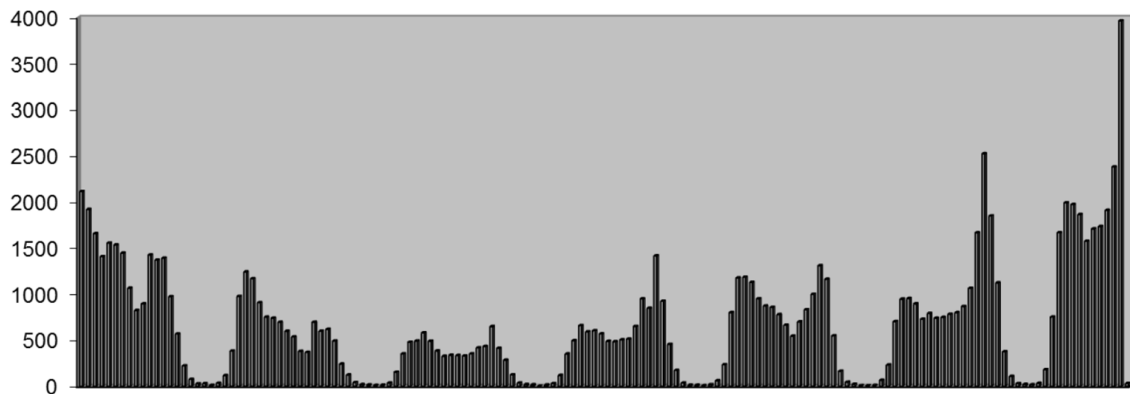
Alates 2003. aastast on RIKS majutanud riiklike asutuste servereid ja 2013. aastal olid 50% asutuste serveritest antud ettevõtte andmekeskustes. Suuremate klientide hulgas on ka Rahandusministeerium ja Siseministeeriumi infotehnoloogia- ja arenduskeskus. Hetkel majutab RIKS riigiasutuste servereid olemasolevates andmekeskustes (~900m² põrandapinda 2013. aasta seisuga), kuid tulevikus on plaan ehitada spetsiaalsed riiklikud andmekeskused, kuhu koondataks kõigi ministeeriumite ja riigiasutuste serverid ning kus saaksid serveriruumi rentida ka erasektoris tegutsevad ettevõtted. Samuti hakkaks seal olema ka Eesti riigipilve üks haru. [22]

Suurim serverimajutuse pakkuja on Elion, kellel on viis andmekeskust Tallinnas ja üks Tartus, netopinnaga 1500m². 2014. aastal sõlmis SEB serverimajutuse lepingu Elioniga, et hoida kokku IKT kuludelt. Kuna arvutus- ja salvestusmahud on aastatega kasvanud ning sellega seoses ka elektrienergia kasutamine, otsustati enamus servereid anda Elioni haldusalasse, mis tagab ka süsteemide kõrgema töökindluse. 2011. aastal sõlmis Elion sarnase serverimajutuse lepingu Swedbank AS-i ning 2013. aastal Eesti Energiaga. [22], [23]

2.2. Pilvandmetöötluse vajadus Eestis

Eesti on maailmas tuntud infotehnoloogia arengu poolest, kus sünnivad paljud IT idufirmad ja kus enamikke riigiga seotud tehinguid on võimalik teostada interneti vahendusel. Digitaalallkirja andmine, e-hääletamine ning tuludeklaratsiooni tegemine käib Eestis läbi interneti ja nende teenuste sujuvaks toimimiseks on vaja kindlalt töötavat süsteemi. 98% pankadevahelistest tehingutest tehakse interneti teel ning enamus neist kasutab allkirjastamiseks ID-kaarti või Mobiil-ID'd. Oluline on, et ka kriisiolukorras toimiks digitaalne autentimine ja sellega seotud teenused.

Paljude rakenduste puhul ei ole vaja kogu ressursi pidevalt kinni hoida. See peaks olema paindlik ja vahendite ümberpaigutamine peaks käima lihtsalt ja automaatselt. 95% tuludeklaratsioonidest esitati 2014. aastal läbi interneti ning ning ligikaudu kolmandik tehingutest viidi läbi esimese päeval [24]. Joonis 22 näitab e-valimiste aktiivsust Euroopa Parlamendi valimiste ajal 2014. aastal ning sellest selgub, et suurenenud pilveressurssi läheb vaja ainult teatud hetkedel.



Joonis 7 Euroopa Parlamendi e-valimiste aktiivsus 2014. aastal (hääle arv ühes tunnis) [22]

Pilvenduse laialdasem kasutuselevõtt kindlustaks ka andmete säilimise looduskatastroofi korral või sõjaolukorras. 2011. aastal toimunud Fukushima maavärin ja sellele järgnenud tsunami oli näide sellest, mis võib juhtuda, kui lokaalsed serverikeskused hävivad. Infrastruktuuri kadumise tõttu puudus ülevaade varjupaikade olukordadest ja ei teatud, milline abi oli enam vajalik ehk informatsiooni liikumine oli raskendatud. [25] Pilvendus võib andmete säilitamisel olla vajalik ka näiteks sõjaliste eriolukordade ilmnemisel. Võõrvõimude sissetungi korral peaksid kõik vajalikud teenused olema töökorras ja tundlikud andmed kaitstud. Näiteks eksisteerib e-kinnisturaamat, kuhu on kantud kõik Eesti kinnistud, üksnes digitaalsel kujul, mistõttu tuleks selle hävimisel või korrumppeerumisel korraldada uus maareform.

Eelnimetatud probleemid on mõned näited, mis ilmestavad, miks Eestil on vaja andmebaase, mis on täielikult valitsuse kontrolli all, kuid asuvad väljaspool riigi territooriumi. 2013. aastal anti MKM'le ülesanne koostada Riigipilve kontseptsioon, mille tulemusena pakuti välja luua avaliku sektori pilv avalike teenuste jaoks, kasutades pilvtöötlemise teenusepakkujaid nagu Google, Microsoft ja Amazon, ja tundlike andmete jaoks luua nn andmekeskuste saatkonnad. Taavi Kotka käsitleb oma magistritöös täpsemalt andmesaatkondade loomise vajalikkusest. [22]

3. Microsoft Azure'i kasutamine Eesti avaliku sektori pilve loomisel

MKM-i koostatud riigipilve kontseptisooni põhjal soovitakse Eestis luua ühtset süsteemi, kuhu oleks koondatud kõik vajalikud teenused ja andmed, mis jätkaksid eksisteerimist nii peale looduskatastroofi kui ka sõjaolukorda. Parim viis selleks oleks luua ühtne pilvesüsteem, kuhu oleks koondatud kõik ministriumid ja riigiasutused ning nende andmed. Kuigi kodumaistel teenusepakkujatel on ruume ja tehnilisi võimalusi piisavalt, ei ole andmete püsivus katastroofide korral tagatud.

Enamik riiklikest teenustest sisaldab tundlikku informatsiooni. Teenused nagu digiresept ja Haigekassa registrid sisaldavad Eesti kodanike isiklike andmeid ning nende lekkimine ei ole aktsepteeritav. Seepärast tuleb neid andmeid hoida Eesti territooriumil, olgu selleks siis Eesti riik või vastavad saatkonnad. Avalikud teenused tundlike andmeid üldjuhul ei sisalda ja nende hoiustamine Azure's on kergem.

Avalikku infot sisaldavate teenuste üleviimine rahvusvahelisse avalikku pilve, võimaldab tõhustada käideldavust ja kaitset küberrünnakute vastu (nt DDoS). 2007. aastal toimunud küberrünnak erinevate ametkondade vastu (nt ministriumid, pangad, uudiste saidid) näitas, et Eesti on võimeline kriitilistes olukordades kiiresti reageerima. Ühe turvameetmena keelati kõik väljastpoolt riiki tulevad päringud, mistõttu jäid mitmed teenused pikaks ajaks riigivälistele inimestele suletuks. [28] Microsoftiga koostöös tehtud uurimistööst selgus ka, et Azure on DDoS'i rünnaku vastu ja erineva võrguliikluse korral hästi kaitstud, sest koormuse tasakaalustamise funktsiooniga jagatakse sissetulev liiklus mitme virtuaalmasina vahel ning rakenduse töö jääb häirimata.

Riigiga seotud rakenduste majutamisel Azure serverites tuleb arvestada nõudmistega, et teenused peavad olema töökorras 24/7 ja seda aastaringselt. Küll aga tuli antud töö autoril Azure'i prooviperioodi kasutades ette juhtum, kus lõpetati kehtiv leping ette teatamata ning kõik töös olnud veebilehed ja rakendused suleti. Tegemist oli tasuta versiooniga, kus kontol oleva krediidi või prooviperioodi lõppedes leping automaatselt lõpeb, kuid need ei olnud välja toodud probleemi põhjustajateks. Pikemal uurimisel selgus, et autori konto oli ülevaatamisel *Account Research Team*'i poolt, mistõttu esines

katkestus. Eelnimetatud probleem riiklike avalike teenustega oleks mõeldamatu ning seda tuleks vältida.

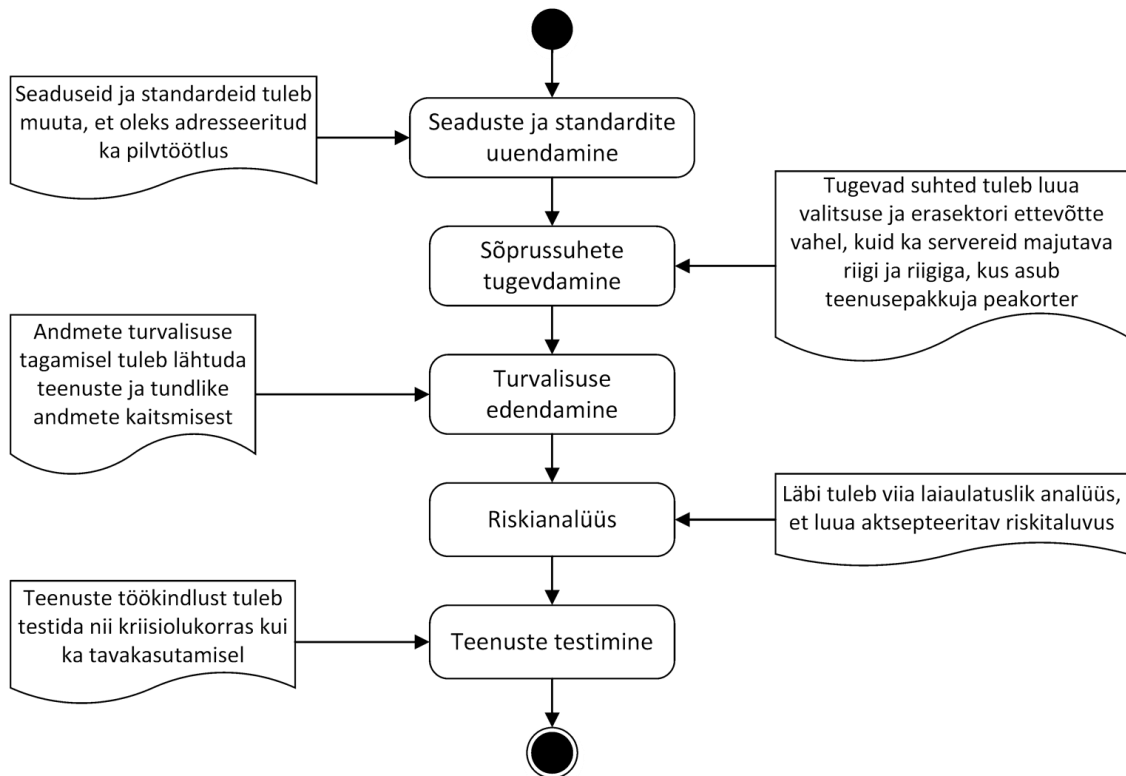
Tehnilise poole pealt on Azure võimeline hoiustama ja rünnakute eest kaitsma Eesti riigi avalikke teenuseid. Eeldusel, et avaliku teenuse rakendus on üles ehitatud Linuxi või Windowsi baasil, ei teki integreerimisel probleeme. Microsoftiga koostöös tehtud uurimistöös kasutati Riigiteataja.ee rakenduste integreerimiseks kohandatud sünkronimise protokoll. Sarnastel alustel on võimalik ka teisi avaliku sektori teenuseid pilve viia.

3.1. Vajalik riigi toetus avaliku sektori pilve koostamiseks

Avaliku sektori pilve loomiseks on vajalik riigipoolne tugi seaduste ja standardite loomisel. Pilvenduse kasutamine ..muudab andmete liikumist erinevate platvormide, seadmete ja riigipiiride vahel, mistõttu on vaja vajalik olemasolevaid raamistikke ja seaduseid kaasajastada (nt isikuandmete kaitse seadus, Hädaolukorra seadus) Näiteks Hädaolukorra seadust täiendada paragrahvidega, mis puudutavad kriitilisi andmeid ja nende kaitset kriisiolukorras. Samuti tuleb seadustikes defineerida andmete püsivus. Eestis puudub hetkel pilvandmetöötlust käsitlevad seadused ja määrused, kuid pilvtöötuse laialdaseks kasutuselevõtuks on vaja raamistikku, mis määraks üheselt informatsiooni hoiustamisega seotud õigused ja kohustused. Tundlike andmete migratsiooni edendamiseks on vajalik sõprusriikide koostöö, et koostada seadustik, mis võimaldaks suurendada kaitset diplomaatiliste ja rahvusvaheliste seaduste vastu. [18]

Kaasajastamist ja täiendusi vajavad ka infoturbe seotud standardid nagu näiteks ISKE (Infosüsteemide kolmeastmeline etalonturbe süsteem). Kuigi ISKE baseerub Saksamaa standardil IT-Grundschutz, sisaldab see Eestile omapäraseid sisuelemente, mis on seotud X-tee ja ID-kaartidega. Infoturbe standardite uuendamisel tuleks aluseks võtta vastavad rahvusvahelised standardid, et adresseerida ka pilvandmetöötlust.

Tugevad sõprussidemed valitsuse ja erasektori ettevõtte vahel on esmatähtsad, et pilvtöötuse kasutuselevõtt edeneks probleemideta. Samuti tuleb suhteid tugevdada riikidega, kus asuvad serverid ja teenusepakkuja peakorter, et tagada teenuste ja andmete püsivus (nt kriisiolukorras).



Joonis 8 Etapid pilvtöötluse kasutuselevõtu hõlbustamiseks

3.2. Vajalikud etapid pilvtöötluse kasutusele võtmiseks

Enne pilvtöötluse kasutamisele võtmist tuleb analüüsida, kas ja mis mahu on teenust vaja ning panna paika eesmärgid. Arvesse tuleb võtta hoiustavate andmete tüüpi, kas tegemist on avaliku või tundliku informatsiooniga. Microsoft on Ameerika Ühendriikides tegutsev ettevõtte, mistõttu on oluline pöörata tähelepanu asjaolule, et tulenevalt nimetatud riigi seadusest Patriot Act, on seasel valitsusel õigus ettevõtte poolt hallatavaid andmeid vaadata.

Maksumuse hindamisel tuleks võrrelda hetke kulutusi serverite kasutamisel prognoositavate kuludega pilvtöötlusel. Arvesse tuleks võtta tunnimaksumus, statsionaarsete serverite hooldustasud, prognoositavad lisakulud üleminekul pilvtöötlusele ja ka eeldatav võimalik teenuse vajaduse suurenemine tulevikus.

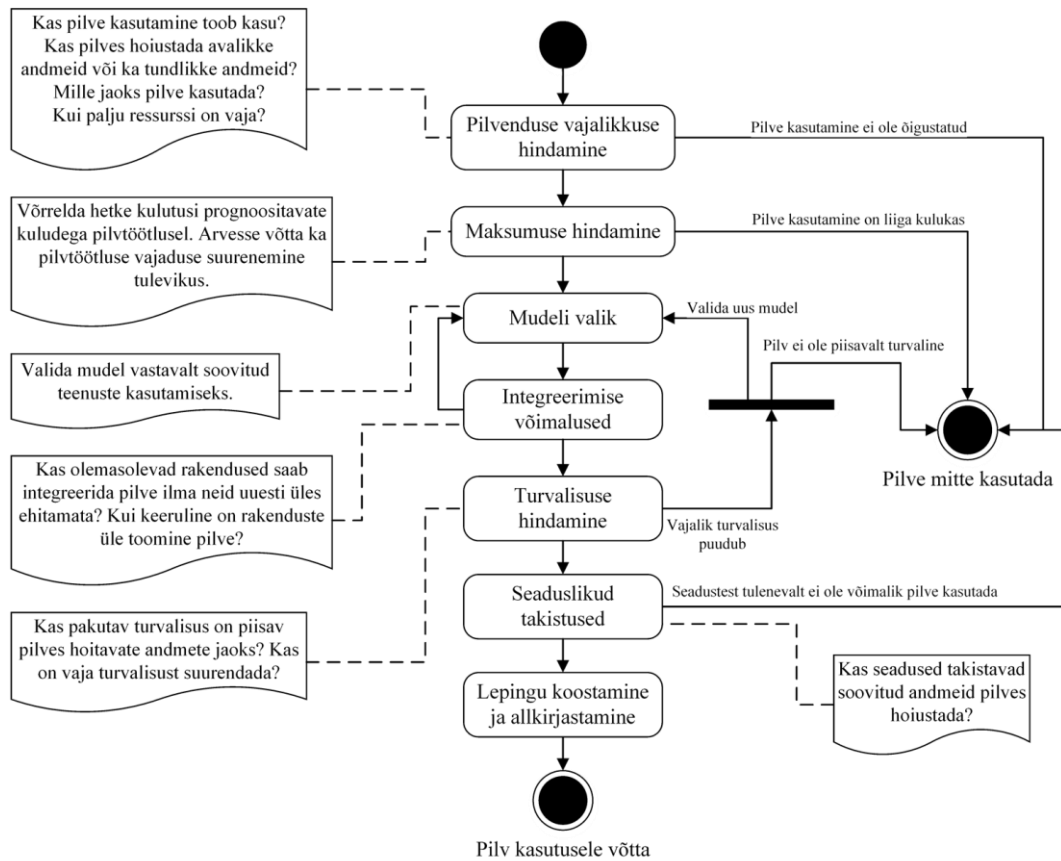
Mudeli valikul on tähtis, et toetatud oleksid teenused, mida soovitakse pilves rakendama hakata. Mudel tuleb valida hoolikalt, kuna sellest sõltub osaliselt pilvteenuse turvalisus. Vastavalt valikule tuleks arvestada integreerimise võimalusi. Kas olemasolevate rakenduste ja süsteemide viimine pilve on piisavalt lihtne ja ei tekita vajadust kõike

uuesti üles ehitada. Lähtuvalt riigipilve kontseptsioonist, on ministriumitel ja omavalitsustel kasulik otsustada PaaS mudeli kasuks. Teenuste integreerimine nimetatud mudelile on lihtsam ja turvalisem, kui luua uus keskkond IaaS'i kasutades.

Andmaks hinnangut turvalisusele, on oluline viia läbi põhjalik taustauuring ning seda eriti tundlike andmete hoiustamisel. Näiteks tuleb tähelepanu pöörata soovitava teenuse võimalustele informatsiooni turvaliselt autendita ja võimalikele rakendatavatele vastumeetmetele, kui hallatav informatsioon satub rünnakut alla (nt DDoS või häkkerid). Valitud mudel määrab osaliselt ära, kes erinevate turvalisuse aspektide eest vastutab. Kaaluda tuleb ka tundlike andmete hoiustamist kodumaistes serverites, mis on rahvusvahelistest pilvedest turvalisem variant, ning vajadusel luua hübriidpilv Azure's asuva rakendusega.

Pilve kasutamisele võtmine ei tohi olla vastuolus nii Eesti ega Euroopa seadustega. Oluline oleks lähtuda näiteks Eesti isikuandmete kaitse seadusest, Euroopa andmekaitseseadus („European Data Protection Directive“) ja Euroopa infoühiskonna direktiiv („European Information Society Directive“) [29]. Kui andmeid hakatakse hoiustama teise riigi territooriumil asuvates serverites, tuleb arvestada ka nimetatud piirkonna seadustega.

Sobiva mudeli ja teenuse leidmisel tuleb koostada põhjalik leping, mis hõlmaks mõlema poole kohustusi ja õiguseid ning selgesõnalisi tingimusi.



Joonis 9 Vajalikud etapid pilvtöötuse kasutusele võtmiseks

Kokkuvõte

Pilvandmetöötlus on kiiresti arenev ja kasvav tööstus, mille eelisteks on näiteks pilvetöötluseks vajaliku paindliku ressursi olemasolu vastavalt vajadusele, andmete varundamise võimalus sõltumata kasutaja geograafilisest asukohast ning valik erinevate arendamisvõimaluste ning platvormide vahel. Pilvtöötlus on enam levinud Ameerika Ühendriikides, kuid vähem Euroopas, kus on takistuseks kujunenud kasutajate usaldamatus andmeid sel viisil hoiustada. Võrreldes informatsiooni säilitamise ja töötlemisega kolmandate osapoolte serverites, on kohalike serverite kasutamine osutunud seni turvalisemaks (nt väiksem andmete lekkimise oht). Lokaalsete serverite kasutamine võimaldab ka terviklikumat ülevaadet hallatavatest andmetest.

Edendamaks pilvtöötluse Euroopas, loodi 2012. aastal Euroopa Pilvtöötluse Strateegia. Tegevuskava eesmärkideks on ka luua uusi töökohti ning suurenda Euroopa Liidu sisemajanduse kogutoodangu väärtust. Antud strateegia nõukogu eestvedajaks valiti Eesti President Toomas Hendrik Ilves, kes hakkas ka Eesti siseselt pilvenduse kasutamist edendama. Eesti riigipilve kontseptsioon näeb ette viia avaliku sektori teenused üle rahvusvahelisse pilve, tagamaks seeläbi teenuste ja andmete olemasolu ka eriolukordades (nt kui riigi territooriumil on toimunud looduskatastroof või kui on välja kuulutatud sõjaline olukord).

Microsofti poolt pakutav pilvtöötlusteenus Azure sisaldab laialdast valikut erinevaid arendamiskeskondi ja raamistikke, mistõttu on nimetatud teenus sobilik avalike teenuste majutamiseks. Andmete püsivuse tagamiseks on Microsoftil üle saja erineva andmekeskuse, kus on võimalik andmeid dubleerida ning erinevate süsteemidega virtuaalmasinate loomise võimalus on suureks plussiks. President.ee ja Riigiteataja.ee näitel loodud uurimistööst selgus, et Azure on võimeline käsitlema erinevates suurustes koormusi ja vastu pidama ka DDoS rünnakutele, mida Eesti koges 2007. aastal [28], [18].

Pilvtöötluse laialdasema kasutuselevõtu puhul on oluline arvestada erinevaid ohte. Näiteks on pilves hoitavad andmed muutunud huviobjektiks häkkeritele, mistõttu on informatsiooni levik tõenäoline, kui turvameetmed on ebapiisavad. Eesti seadused hakkavad kehtima hetkest, kui nad on avaldatud Riigiteataja.ee lehel. Lihtsa ligipääsu

korral tekib oht, et seal olevaid seaduseid muudetakse. Samuti e-kinnisturaamatu andmed, mis eksisteerivad ainult digitaalsel kujul, on ohus.

Kuigi Eestis ei ole hetkel ühtegi seadust, mis takistaks pilvtöötuse laiema kasutamise, siis tuleks olemasolevaid seaduseid muuta vastavalt, et need tagaksid ka andmekaitse pilvtöötuse korral. Samuti tuleks luua kindlad standardid, millele kõik pilvedes olevad avaliku sektori teenused vastaksid. Muudatused tuleks kooskõlastada rahvusvaheliste seaduste ja standarditega.

Tehniliselt on Microsoft Azure võimeline pakkuma riigipilve koostamiseks vajalikku teenust, ressursi ja tuge. Valiku erinevate teenusepakkujate vahel teeb siiski kasutaja (nt ministeerium või teenusehaldaja ise), kes lähtub hallatavate andmete tundlikkusest ja pilvtöötuse vajadusest.

Amazon ja Google pakuvad samuti sarnast teenust, kuid arvestades eelnevaid koostöid Eesti ja Microsofti vahel (nt allahindlus Microsofti tarkvaralt haridusasutustele), siis on vastastikune usaldus olemas. Microsoftiga koostöös tehtud uurimistöö põhjal on juba esimesed testimised tehtud ning Azure'i kasutusele võtmine oleks sujuvam.

Kasutatud kirjandus

- [1] Microsoft Datacenters [Online] <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/cloud-os/global-datacenters.aspx> (27.04.2015)
- [2] 5 Numbers That Illustrate the Mind-Bending Size of Amazon's Cloud [WWW] <http://www.bloomberg.com/news/2014-11-14/5-numbers-that-illustrate-the-mind-bending-size-of-amazon-s-cloud.html> (27.04.2015)
- [3] Cloud computing [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing (27.04.2015)
- [4] What is cloud computing? [Online] <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-computing> (27.04.2015)
- [5] Mell, P., Grance, T., The NIST Definition of Cloud Computing [Online] <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (27.04.2015)
- [6] What is publik cloud? [Online] <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/public-cloud> (27.04.2015)
- [7] What is private cloud? [Online] <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/private-cloud> (27.04.2015)
- [8] IaaS, PaaS, SaaS (Explained and Compared) [WWW] <http://apprenda.com/library/paas/iaas-paas-saas-explained-compared/> (28.04.2015)
- [9] What is PaaS? [WWW] <http://www.interoute.com/what-paas> (28.04.2015)
- [10] What is SaaS? [WWW] <http://www.interoute.com/what-saas> (28.04.2015)
- [11] From Sidekick to Gmail: A short history of cloud computing outages [WWW] <http://www.networkworld.com/article/2251068/wireless/from-sidekick-to-gmail--a-short-history-of-cloud-computing-outages.html> (8.05.2015)
- [12] The Notorious Nine – Cloud Computing Top Threats in 2013 [WWW] https://downloads.cloudsecurityalliance.org/initiatives/top_threats/The_Notorious_Nine_Cloud_Computing_Top_Threats_in_2013.pdf (8.05.2015)
- [13] Cloud Computing Security [Online] <http://scisweb.ulster.ac.uk/~kevin/ijacivol3no1.pdf> (8.05.2015)
- [14] Windows Azure Storage Redundancy Options and Read Access Geo Redundant Storage [WWW] <http://blogs.msdn.com/b/windowsazurestorage/archive/2013/12/04/introducing-read-access-geo-replicated-storage-ra-grs-for-windows-azure-storage.aspx> (13.05.2015)
- [15] With Amazon Atop the Cloud, Big Tech Rivals Are Giving Chase [WWW] http://www.nytimes.com/2015/04/24/technology/amazon-reports-big-profits-in-its-cloud-computing-business.html?_r=0 (14.05.2015)
- [16] Addressing cloud computing security issues [Online] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X10002554> (8.05.2015)
- [17] Virtual Machines Pricing [Online] <http://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/?scenario=full> (16.05.2015)

- [18] Implementation of the Virtual Data Embassy Solution [WWW] https://www.mkm.ee/sites/default/files/implementation_of_the_virtual_data_embassy_solution_summary_repo_rt.pdf (16.05.2015)
- [19] Microsoft Azure Marketplace [WWW] <http://azure.microsoft.com/en-us/marketplace/> (18.05.2015)
- [20] Andmevahetuskiht X-tee [WWW] <https://www.ria.ee/x-tee/> (20.05.2015)
- [21] Pilveserver [WWW] <https://www.elion.ee/ariklient/it-teenused/pilveteenused/pilveserver> (20.05.2015)
- [22] Kotkas, T. Concept of Estonian Government cloud and data embassies : magistrtritöö. Tallinn, Tallinna Tehnikaülikool, 2014
- [23] SEB kolis serverid Elioni haldusalasse [WWW] <https://www.elion.ee/infoportaal/uudised/26608/SEB+kolis+serverid+Elioni+haldusalasse> (21.05.2015)
- [24] 2013. a füüsiliste isikute tuludeklaratsioonide kokkuvõte [WWW] <http://www.emta.ee/doc.php?35750> (21.05.2015)
- [25] The role of e-infrastructures in natural-disaster response [WWW] <http://www.isgtw.org/feature/role-e-infrastructures-natural-disaster-response> (21.05.2015)
- [26] European Cloud Computing Strategy <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/european-cloud-computing-strategy> (21.05.2015)
- [27] Microsoft: European cloud data may not be immune to the Patriot Act [WWW] <http://www.engadget.com/2011/06/30/microsoft-european-cloud-data-may-not-be-immune-to-the-patriot/> (25.05.2015)
- [28] Russia accused of unleashing cyberwar to disable Estonia [Online] <http://www.theguardian.com/world/2007/may/17/topstories3.russia> (25.05.2015)
- [29] Andmekaitse juriidilised alused [WWW] http://www.e-uni.ee/e-kursused/itturvalisus/125_andmekaitse_juriidilised_alused.html (28.05.2015)

Lisa 1 – Kasutaja-spetsiifilised turvanõuded

Tabel 4 Kasutaja-spetsiifilised turvanõuded [16]

| Level | Service level | Users | Security requirements | Threats |
|-------------------|------------------------------------|---|--|---|
| Application level | Software as a service (SaaS) | End client – applies to a person or organization who subscribes to a service offered by cloud provider and is accountable for its use | Privacy in multitenant environment | Interception |
| | | | Data protection from exposure | Modification of data at rest and in transit |
| | | | Access control | Data interruption (deletion) |
| | | | Communication protection | Privacy breach |
| | | | Software security | Impersonation |
| | | | Service availability | Session hijacking |
| | | | | Traffic flow analysis |
| | | | | Exposure in network |
| Virtual level | Platform as a service (PaaS) | Developers and moderators – applies to a person or organisation that deploys software on a cloud infrastructure | Access control | Programming flaws |
| | | | Application security | Software modification |
| | | | Data security (data in transit, data at rest, remanence) | Software interruption (deletion) |
| | | | Cloud management control security | Impersonation |
| | Infrastructure as a Service (IaaS) | | Secure images | Session hijacking |
| | | | Virtual cloud protection | Traffic flow analysis |
| | | | Communication security | Exposure in Network |
| | | | | Defacement |

Tabel 2 Kasutaja-spetsiifilised turvanõuded [16]

| Level | Service level | Users | Security requirements | Threats |
|----------------|---------------------|--|--|---------------------------|
| | | | | Connection flooding |
| | | | | DDOS |
| | | | | Disrupting communications |
| Physical level | Physical datacenter | Owner – applies to a person or organization that owns the infrastructure upon which clouds are deployed. | Legal not abusive use of cloud computing | Network attacks |
| | | | Hardware security | Connection flooding |
| | | | Hardware reliability | DDOS |
| | | | Network protection | Hardware interruption |
| | | | Network resources protection | Hardware theft |
| | | | | Hardware modification |
| | | | | Misuse of infrastructure |
| | | | | Natural disasters |

Lisa 2 – Microsoft Azure kasutamine

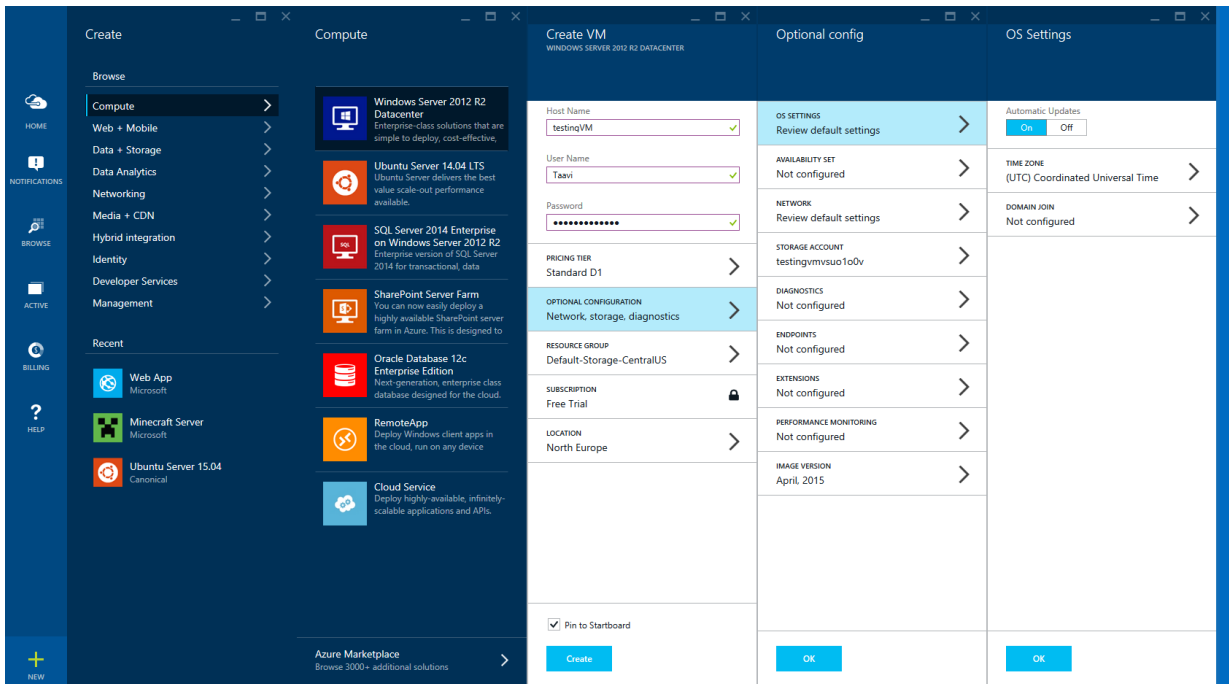
Choose your pricing tier
BROWSE THE AVAILABLE PLANS AND THEIR FEATURES

App Service Environments are now available in Preview. They offer even greater scale options, private access, and more. [Learn more](#)

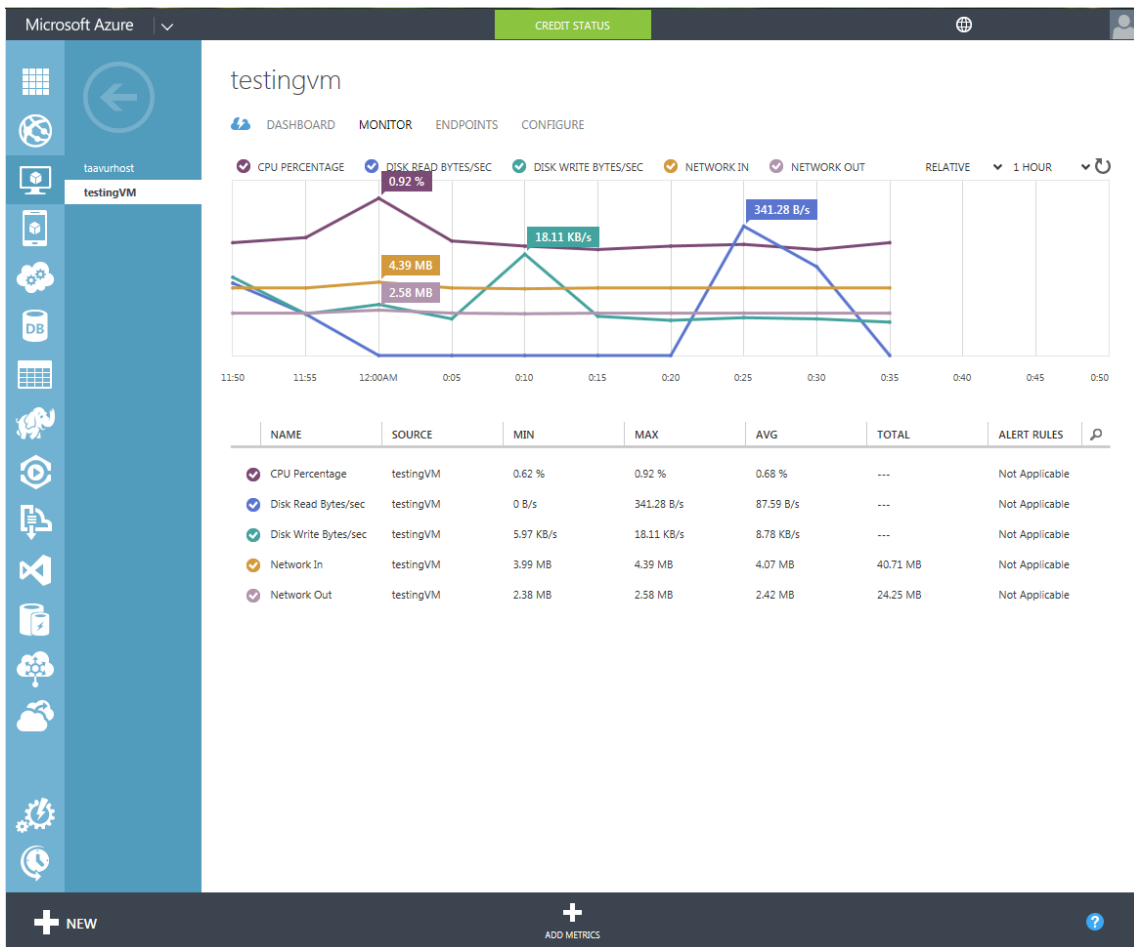
★ Recommended | View all

| P1 Premium (Preview) | | P2 Premium (Preview) ★ | | P3 Premium (Preview) | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|---|--------|
| 1 | Core | 2 | Core | 4 | Core |
| 1.75 | GB RAM | 3.5 | GB RAM | 7 | GB RAM |
| BizTalk Services 250 GB Storage Up to 20 instances* <small>Subject to availability</small> 20 slots <small>Web app staging</small> 50 times daily Backup Traffic Manager <small>Geo availability</small> | | BizTalk Services 250 GB Storage Up to 20 instances* <small>Subject to availability</small> 20 slots <small>Web app staging</small> 50 times daily Backup Traffic Manager <small>Geo availability</small> | | BizTalk Services 250 GB Storage Up to 20 instances* <small>Subject to availability</small> 20 slots <small>Web app staging</small> 50 times daily Backup Traffic Manager <small>Geo availability</small> | |
| 55.41 | | 110.81 | | 221.62 | |
| EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED) | |
| S1 Standard ★ | | S2 Standard | | S3 Standard | |
| 1 | Core | 2 | Core | 4 | Core |
| 1.75 | GB RAM | 3.5 | GB RAM | 7 | GB RAM |
| 50 GB Storage 5 SNI, 1 IP <small>Custom domains / SSL</small> Up to 10 instances <small>Auto scale</small> Daily Backup 5 slots <small>Web app staging</small> Traffic Manager <small>Geo availability</small> | | 50 GB Storage 5 SNI, 1 IP <small>Custom domains / SSL</small> Up to 10 instances <small>Auto scale</small> Daily Backup 5 slots <small>Web app staging</small> Traffic Manager <small>Geo availability</small> | | 50 GB Storage 5 SNI, 1 IP <small>Custom domains / SSL</small> Up to 10 instances <small>Auto scale</small> Daily Backup 5 slots <small>Web app staging</small> Traffic Manager <small>Geo availability</small> | |
| 55.41 | | 110.81 | | 221.62 | |
| EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED) | |
| B1 Basic ★ | | B2 Basic | | B3 Basic | |
| 1 | Core | 2 | Core | 4 | Core |
| 1.75 | GB RAM | 3.5 | GB RAM | 7 | GB RAM |
| 10 GB Storage Custom domains Up to 3 instances <small>Manual scale</small> | | 10 GB Storage Custom domains Up to 3 instances <small>Manual scale</small> | | 10 GB Storage Custom domains Up to 3 instances <small>Manual scale</small> | |
| 41.55 | | 83.11 | | 166.22 | |
| EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED) | |
| F1 Free | | D1 Shared* | | | |
| - | Shared infrastructure | - | Shared infrastructure | | |
| 1 GB Storage | | 1 GB Storage Custom domains | | | |
| 0.00 | | 7.20 | | | |
| EUR/MONTH (ESTIMATED) | | EUR/MONTH (ESTIMATED, *PER APP) | | | |

Joonis 10 Erinevaid Microsoft Azure'i pakette vastavalt jõudlusele



Joonis 11 Virtuaalmasina loomine Microsoft Azure's



Joonis 12 Virtuaalmasina seire Microsoft Azure's

The screenshot displays the Azure portal interface for configuring a Web App. The left sidebar contains navigation options like HOME, NOTIFICATIONS, BROWSE, ACTIVE, BILLING, HELP, and NEW. The main content area is split into three panes:

- Essentials:** Shows the app's status as 'Running'. Key details include:
 - Resource group: Default-Web-NorthEurope
 - URL: http://testimine.azurewebsites.net
 - App Service plan/pricing tier: Default1 (Free)
 - Location: North Europe
 - Subscription name: Free Trial
 - Subscription id: e51a444d-35c7-426c-b52b-41b228310942
- Monitoring:** Features a 'Requests and errors' graph. A significant spike is visible at 09:30. Summary statistics show 83 requests and 10 HTTP server errors.
- Settings (Web app settings):** A comprehensive list of configuration options:
 - General settings: Includes a note about 64-bit and Always On options. .NET Framework version is set to v4.5. PHP version is 5.4. Java version is 1.7_0_51. Web container is Tomcat 7.0.50 | Jetty 9.1.0.20131115. Python version is 2.7. Platform is 64-bit. Web sockets are On. Always On is Off. Managed Pipeline Version is Integrated. Auto swap is Off. Auto Swap Slot is empty.
 - Application settings, Scale, Authentication / Authorization, Custom domains and SSL, Deployment credentials, Deployment slots, Zend Z-Ray, WebJobs, Backups, Diagnostics logs, Traffic Routing, and Extensions are also listed as settings categories.

Joonis 13 Veebirakenduse sätete muutmise võimalused Microsoft Azure's

LISA 3 – TTÜ Azure'i kasutamine

From: Taavi Kappak
Sent: Wednesday, May 20, 2015 2:00 PM
To: Simar Tuula
Subject: TTÜ Azure'i kasutamine

Tere

Olen õpilane TTÜst ning kirjutan hetkel lõputööd Azure'i teemal. Nagu ma teada sain, siis TTÜ kasutab oma meilisüsteemi haldamiseks Microsoft Azure'i. Küsiks mõned küsimused sellega seoses, mida saaksin oma lõputöös kasutada.

Mis ajendas Azure'i kasutama?
Kuidas on üleminek Azure'le muutnud meilisüsteemi haldamist võrreldes vana süsteemiga?
Kuidas kasuks tulnud?
Mis süsteeme/teenuseid Azure'st kasutatakse?
Teisi positiivseid/negatiivseid kogemusi Azure'ga.

Vastust ootama jäädes
Taavi Kappak

From: Simar Tuula
Sent: Wednesday, May 20, 2015 5:15 PM
To: Taavi Kappak
Subject: RE: TTÜ Azure'i kasutamine

Tere Taavi,

Põhiline ajend oli loomulikult see, et Microsofti Office365 pilveteenus on haridusasutustele kättesaadav tasuta. Liitumise hetkel, umbes 4 aastat tagasi, puudus ülikoolil ühtne e-posti süsteem ja erinevad instituudid hoidsid töös oma e-posti servereid. Infotehnoloogia osakond pakkus sel ajal vaid väga piiratud mahu ja ligipääsuga postkaste, millega kasutajad rahulolematud olid. Vajadus uue keskkonna järele juhtiski meid MSi live@eduni(office365 eelkäija), mis sisaldas juba töötavat ärioloogikat. Integreerimisvahendid töötasid rahuldavalt ja suuremaid intsidente postkastide migreerimisel ette ei tulnud.

Sel aastal on plaanis ka esimesi virtuaalserverid MS Azure keskkonnas dubleerima hakata. Pakun, et suurema huvi korral võiksime IT osakonna ruumides kohtuda ja täpsemalt arutada.

Parimate soovidega,

Simar Tuula
Tallinna Tehnikaülikool: Infotehnoloogia osakond
Akadeemia tee 3-128

TTÜ IT HelpDesk - tõhus IT-abi teenus. Helista (620) 3333 või kirjuta helpdesk@ttu.ee.
Aitame kaugabi korras või tuleme kohale!