

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Rudolf Purge 176275IDAR

**WINDOWS VIRTUAL DESKTOP JA
AMAZON WORKSPACES
VIRTUAALTÖÖLAUA LAHENDUSTE
TOOTESTAMISE ANALÜÜS ETTEVÖTTES
MAX 123 AS**
diplomitöö

Juhendaja: Siim Vene
MSc

Tallinn 2020

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Rudolf Purge

13.01.2020

Annotatsioon

Käesoleva diplomitöö eesmärkideks on IT-teenusepakkuja vaatenurgast tutvuda virtuaaltöölaua lahenduse kontseptsiooniga, tuua välja selle eelised-puudused ja kasutuslood, vaadelda tuluolukorda ning valida välja vastavalt mõistlikule skoobile mõned tooted nende võrdlevaks analüüsiks. Nimetatud detailsem analüüs teostatakse Windows Virtual Desktop (WVD) ja Amazon WorkSpaces (AWS) lahenduste kohta ettevõtte MAX 123 AS teenusportfelli sobivuse vaatevinklist ning sellele järgneb WVD lahenduse tootestamine, mille kohta antakse ka lühituvustus. Lisaks on eesmärgiks saada ka tehnilist ja teoreetilist kompetentsi ettevõttesse.

Töö lõpuosas juurutatakse näidislahendus reaalsete klientide peal ning seatakse süsteemile ootused ja eesmärgid, mis saavad ka vastuse. Lisatud on ka tasuvusarvutused näitamaks, milline oleks potentsiaalne virtualiseeritud töölaua lahenduse maksumus kliendile WVD-platvormil ning MAX 123 enda MAX Cloud IaaS-platvormil.

Diplomitöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 41 leheküljel, kuus peatükki, neli joonist, viis tabelit.

Abstract

Analysis of Adding Windows Virtual Desktop and Amazon WorkSpaces DaaS Solutions into the Service Portfolio at MAX 123 AS

The goal of this diploma thesis is to analyze Desktop-as-a-Service solutions from an MSP standpoint. Firstly, the overview of the general DaaS-concept is given alongside its comparison to traditional VDI solutions. Use cases are identified. Following is an overview of the current market status of DaaS vendors and the selection of two products for further analysis – Windows Virtual Desktop (WVD) by Microsoft and Amazon WorkSpaces by Amazon Web Services (AWS).

The main part of the thesis focuses on identifying whether WVD or AWS would be better suited to fit into the service portfolio at MAX 123 AS, an Estonian MSP. The products are dissected by functionality, pricing, licensing, etc. Also, user experience and system benchmarking tests are conducted. It is identified that WVD is a better fit and therefore it is chosen to be packaged into a product in the second part of the thesis.

Finally, a real-life test-implementation of a WVD infrastructure is carried out on two users. Goals, expectations and hypotheses are first set and later answered. Also, calculations are made, comparing the price of the potential WVD-implementation and a hypothetical virtualized desktop solution using the company's own MAX Cloud IaaS platform.

The thesis is in Estonian and contains 41 pages of text, 6 chapters, 4 figures, 5 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

asur	ing k „ <i>tenant</i> “. Halduslik üksus, mille kasutajad jagavad neile eraldatud ressursse, teenuseid, tarkvara jm.
DaaS	ing k „ <i>Desktop-as-a-Service</i> “. Virtualiseeritud töölauakeskkonna teenus pilveplatvormil.
host	virtuaalmasin, mis teenindab lõppkasutajaid mingi funktsionaalsusega (antud töö kontekstis virtuaaltöölaua sessioonidega).
IaaS	ing k „ <i>Infrastructure-as-a-Service</i> “. Pilveplatvormil pakutav taristu teenusena virtuaalmasinate, -võrkude, salvestusruumi, turvalahenduste jms provioneerimiseks ja käitamiseks.
puul	kogum identse konfiguratsiooniga hoste, mis on mõeldud vastavale kasutajagrupile kasutamiseks.
VDI	ing k „ <i>Virtualized Desktop Infrastructure</i> “. Virtualiseeritud töölauakeskkondade käitamiseks loodud taristu, mis ei asi pilveplatvormil, vaid tarbija enda välja ostetud või renditud serverites.

Sisukord

Jooniste loetelu	8
Tabelite loetelu	9
1 Sissejuhatus	10
2 Virtuaaltöölaud kui kontseptsioon.....	11
2.1 <i>Desktop-as-a-Service</i> (DaaS) kui kontseptsioon	12
2.2 VDI ja DaaS erinevusanalüüs.....	12
2.3 Potentsiaalsed DaaS-kasutusjuhud	14
3 Turuolukord ja teenusepakkujad	17
4 MAX 123 kui teenusepakkuja (MSP)	19
4.1 Ettevõttest	19
4.2 Olemasolev kliendiportfell ja DaaS-potentsiaal	19
5 Windows Virtual Desktop vs Amazon WorkSpaces analüüs.....	22
5.1 Microsoft Virtual Desktop.....	22
5.1.1 Eeldused	22
5.1.2 Ülesehitus	23
5.1.3 Sessioonihostid	25
5.1.4 Hinnastamine	27
5.1.5 Turvalisus	28
5.2 Amazon WorkSpaces	30
5.2.1 Eeldused ja ülesehitus.....	31
5.2.2 Virtuaaltöökeskkonnad.....	32
5.2.3 Hinnastamine	33
5.2.4 Turvalisus	34
5.3 WVD vs AWS virtuaalmasinate jõudlus	34
5.4 WVD ja AWS sobivusanalüüs teenusportfelli	37
6 Windows Virtual Desktop tootestamine.....	39
6.1 Toote põhiandmed	39
6.1.1 Toote nimetus ja lühikirjeldus, põhiandmed	39

6.1.2 Eeldused	39
6.1.3 Vajadused	40
6.1.4 Müügiargumendid. Kiiduväärt omadused	41
6.2 Toote jutustav kirjeldus	42
6.3 Tellimisinfo ja müügikorraldus, hinnainfo, tugiinfo	42
6.3.1 Toote hinnaskeem.....	43
6.3.2 Teenindus ja rikked	44
7 Näidislahenduse juurutamine	45
7.1 Tasuvusarvutus	47
8 Kokkuvõte	49
Kasutatud kirjandus	51

Jooniste loetelu

Joonis 1. Gartner IaaS-teenuste "maagiline kvadrant" 2019.	18
Joonis 2. Windows Virtual Desktop ülesehitus.	24
Joonis 3. Jagatud vastutuse mudel pilveteenustes.	29
Joonis 4. WorkSpaces taristu ülesehitus.	31

Tabelite loetelu

Tabel 1. DaaS teenusepakkujad (2018).	17
Tabel 2. WVD litsentseerimine.	22
Tabel 3. Jõudlustestide tulemused.	36
Tabel 4. Toote "Virtuaaltöölaua lahendus Windows Virtual Desktop platvormil" põhiandmed.	39
Tabel 5. TCO-arvutus.	47

1 Sissejuhatus

Käesoleva diplomitöö eesmärk on võrdlevalt analüüsida kaasaegsete virtuaaltöölaua lahenduste tootestamise potentsiaali MAX 123 AS kui teenusepakkuja positsioonist. Et olla turul konkurentsivõimeline, on mõistlik tooteportfelli kaasata kaasaegseid ja innovatiivseid tehnoloogiaid, mille alusel pakkuda kvaliteetset teenust oma klientidele ning lahendada nende jaoks aktuaalseid probleeme. Selleks tuleb end aga uute lahendustega kurssi viia ning valida neist välja enda jaoks atraktiivseimad.

Migratsioon IT-s pilveteenuste suunal on olnud viimasel kümnendil üks märkimisväärsemaid trende. Suuremad pilveteenuste pakkujad on nüüdseks välja tulnud ka pilvepõhiste virtuaaltöölaua lahendustega, mis selle trendi jätkumist potentsiaalselt veelgi suurendavad. Antud töös uuritaksegi, millised neist lahendustest sobiks ka MAX 123 AS tooteportfelli.

Töö esimeses pooles antakse ülevaade virtuaaltöölaua keskkondadest kui kontseptsioonist, et saada võimalikult terviklik pilt selle olemusest enne konkreetsete toodete analüüsimist. Järgneb lühem turuülevaade ja analüüsiks huvipakkuvate toodete väljavahimine, arvestades ka töö skoopi. Töö teises pooles analüüsitakse kahte konkreetset lahendust, võrreldakse neid omavahel, tootestatakse neist üks ning juurutatakse ka näidislahendus reaalsete klientide peal. Lisaks on toodud ka tasuvusarvutus, kui palju maksaks kliendile süsteemi kasutuselevõtt võrreldes VDI-lahendusega.

2 Virtuaaltöölaud kui kontseptsioon

Virtuaaltöölaudade all mõistetakse selliseid tarkvara-põhiseid või virtuaalseid töölauakeskkondi, mis eksisteerivad eraldi lõppkasutaja klientseadmest. See lahusus võimaldab kasutajatel oma töölauale ligi pääseda mis tahes (toetatud) seadmest. Samuti võib virtuaaltöölaudade juurutamine ettevõttes omada teisigi eeliseid [1]:

- keskne süsteemide administreerimine: virtualiseeritud töökeskkondade puhul ei pea IT-administraatorid keskenduma paljudele lõppkasutaja seadmetele ja nende haldamisele, vaid looma tsentraliseeritud keskkonnas vajalikud ressursid ja vahendid töötajatele. See võib hoida kokku aega ja raha;
- turvalisus: kuna kasutaja töökeskkond ja andmed ei asu lõppseadmest, omab ettevõtte paremat kontrolli süsteemi turvameetmete ja sisu üle, samas võimaldades lõppkasutajal hoida töö- ja erakeskkonnad lahus;
- mobiilne töötamine: olukorras, kus kasutaja andmed ja töölaud asuvad samas andmekeskuses või üksteisele lähedal, on potentsiaalne eelis kiiruses – töölaua ja andmete vahelise madala latentsuse tõttu võib näha vahet kasutajakogemuses, võrreldes näiteks olukorraga, kus halva kvaliteediga internetiühendust kasutav töötaja peab ettevõtte andmekeskusest VPN-ühenduse kaudu alla laadima tööks vajalikke potentsiaalselt suuri andmemahte [2].

Peamine riskikoht virtuaaltöölaudade kasutamisel on nende sõltuvus võrguühendusest – lahendus ei sobi tõenäolisemalt neile, kelle kasutusjuhtude eripärade tõttu toimub kas või väiksem osa nende tööst võrguühenduseta. Igapäevakasutuses peab aga tähelepanu pöörama ka piisavale ühenduse kvaliteedile, töökatkestuste vältimiseks ka varuühenduste olemasolule. Riskikohti vaadeldakse käesoleva töö järgnevatel osades veelgi.

2.1 Desktop-as-a-Service (DaaS) kui kontseptsioon

Ajalooliselt võib pidada DaaS-i järeltulijaks traditsioonilistele VDI-lahendustele. Mõlema puhul on tegemist virtualiseeritud töölaua lahendustega. Nende peamine põhimõtteline erinevus seisneb selles, missuguste taristu osade omamise ja haldamisega milline osapool tegeleb:

- VDI puhul vastutab kogu teenuspinu (*stack*'i) eest teenuse tarbija, hõlmates kõike selle tööks vajalikku – serverid, võrk, kogu nende riistvara ning tarkvaraline konfiguratsioon lõppkasutaja töölauani välja. Sealjuures võib vajalik taristu asuda osaliselt või täielikult kliendi enda andmekeskuses või ka mõne teenusepakkuja andmekeskuses.
- DaaS puhul vastutab virtuaalse töökeskkonna toimimise jaoks vajaliku alustaristu eest pilveteenusepakkuja – tarbija vastutab kasutatavate operatsioonisüsteemi tõmmiste, virtuaalvõrkude haldamise, virtuaalmasinate provioneerimise, mahuplaneerimise, konfigureerimise, ligipääsude haldamise jmt eest [3]. DaaS kui teenus võib koosneda ka komponentidest, mille eri osi tarnivad eri teenusepakkujad (nt pilveressursse pakub üks, aga virtualiseerimis- ja haldustehnoloogiat teine) [4].

Mõlemal mudelil on oma eripärad, millega nende juurutamisel ja käitamisel arvestama peab. Järgnevas peatükis vaadeldakse peamisi võtmekohti, mis selgitavad DaaS olemust, lähtudes erinevustest VDI-ga.

2.2 VDI ja DaaS erinevusanalüüs

Üks VDI ja DaaS erinevus puudutab kulumudelit – kui investeeringud esimesse on üldjuhul kapitalikulu alla kuuluvad (CapEx ehk capital expenditure), siis DaaS mudeli käitamine toob ettevõttele kaasa osaliselt või täielikult jooksvate tegevuskuludega kuluarvestuse (OpEx ehk operational expenditure). Viimast peetakse ka üheks DaaS eeliseks – kaob vajadus suuremateks ühekordseteks investeeringuteks IT-taristusse, kuna DaaS võimaldab väga paindlikku „jooksvat“ kulumudelit (pay-as-you-go). Üleminek jooksvatele kuludele IT-taristu vaates võib aga esitada väljakutseid sellistes ettevõtetes, mille finantsmudel on üles ehitatud kapitalikulu-põhiseks. DaaS-lahenduste implementeerimisel on samuti oluline ressursside efektiivse käigushoidmise haldamine

(nt üleliigsete virtuaalmasinate väljalülitamine töövälisel ajal) maksimaalseks kulude kokkuhoiduks [2] [3].

Eelmise punktiga on tugevalt seotud veel üks DaaS eelis VDI ees – paindlikkus ja kiire skaleeritavus. Kui VDI lahenduste planeerimisel on mahuplaneerimine üks olulisemaid võtmekohti, siis DaaS puhul on see küsimus marginaalne – ressursse ja litsentse teenusele saab eraldada või ära võtta väga lihtsalt, samas kui VDI mudelis tuleb algse lahenduse hankimise käigus ressursid ja litsentsid enamasti suures osas ette soetada. See võib aga osutuda keeruliseks ettevõtetes, mille töötajate arv ja seega töölaudade vajadus on ajas muutuv. Mida stabiilsem ja ettearvatavam on ettevõtte töötajate arv ja kasutatavate töölaudade hulk, seda väiksemad on siin ohud valearvestusteks. Eelkõige soovitatakse aga DaaS-lahendusi kaaluda neil ettevõtetel, kelle jaoks mahtude kasvud võivad olla raskesti ennustatavad, ning DaaS-lahendused saavad siin abiks olla, vältimaks olukordi, kus üleliigse jõude seisva ressursi näol ebamõistlikult raha on kulutatud [3].

Kui rääkida veel majanduslikest teguritest, siis on hoiatatud, et DaaS ega VDI pole tõenäoliselt kumbki traditsioonilistest PC-töölaudadest kogukulu vaates odavamad, välja arvatud üksikutel äärmuslikematel juhtudel. Virtuaalsetele töölaudadele üleminek peaks olema põhjendatud muude kontseptuaalsete eeliste kaudu (turvalisus, kaugtöö, agiilsus), aga mitte lootuses säästa raha traditsiooniliste töölaudade kasutamisega võrreldes [3]. Ohtu maksta tarbetult üle kasutusmudelites, kus VDI või DaaS implementeerimine pole tegelikult põhjendatud, saab pidada oluliseks riskiks IT-infrastruktuuri lahenduse väljavalimisel.

2019. aastaks on DaaS-lahendused saavutanud VDI lahendustega funktsionaalsuselt sama taseme ning on juba tänaseks toonud turule ise uusi virtuaaltöölaudade tehnoloogiaid, olles varasemalt olnud tagaajaja rollis VDI järel. Edaspidi jääb tagaajajaks VDI oma traditsiooniliste toodete elutsüklilisuse ja uute versioonide perioodiliste väljalaskmiste tõttu [2].

Siiski on veel aspekte, kus VDI omab DaaS ees potentsiaalseid eeliseid. Üheks selliseks võib olla kasutuskogemus kohtvõrkudes, kus lõppkasutaja klientseade asub füüsilises võrgutopoloogias lihtsalt andmekeskusele lähedal ning latentsus VDI-süsteemis on alati väiksem kui mis tahes pilveteenusepakkuja DaaS-lahendusega. DaaS-topoloogias võib

võrgu kvaliteet (ja seega kasutuskogemus/latentsus) olla küll etteennustatav, kuid soovituslik on läbi viia põhjalikud testimised kõikides kasutusjuhtudes, et veenduda probleemivabas implementatsioonis [2].

Teame juba varasemast, et on põhimõtteline vahe, kes milliseid taristu osi omab ja haldab nii VDI- kui DaaS-mudelites. Sellest vaatest võib pidada VDI puhul eeliseks tarbija täielikku kontrolli taristu üle ning paljud ettevõtted võivad olla pelglikud seda kontrolli teenusepakkujale loovutama [2].

Veel üks tegur, mis võib rääkida VDI pealt DaaS ülemineku kasuks, on Microsofti litsentseerimine. VDI peal Windowsi töölaudade käitamine on ajalooliselt tähendanud lõppseadmete litsentseerimist Windows SA (Software Assurance) või Windows VDA (Virtual Desktop Access) mudelite alusel, sealjuures võimaldamata multiasurlust (multi-tenancy). Tänapäevaks on Microsofti QMTH-programmi alusel olukord paranenud ning Windows 10 multiasurlus pilveplatvormidel võimalik. Kuigi viimane pole küll põhimõtteline eeldus DaaS kasutuselevõtuks, on see võimaliku kuluoptimeerimise seisukohalt oluline, et muuta DaaS atraktiivsemaks [4].

2.3 Potentsiaalsed DaaS-kasutusjuhud

Kui leitakse, et virtuaaltöölaua kontseptuaalsed omadused on ettevõttele intrigeerivad ja kulumudel sobiv, tuleks hinnata, kas ja millised organisatsiooni-sisesed kasutusjuhud sobiks üleviimiseks DaaS-mudelile. Selleks peaks leidma vastused alljärgnevatele küsimustele [2]:

- kuidas käituvad kasutatavad rakendused pilves?
- kus asuvad kasutaja poolt manipuleeritavad andmed?
- kus asub kasutaja ja milline on tema ressursitarbimise muster?

Antud küsimustele võib leida mitmeid vastuseid, mis DaaS-implementatsiooni kas täielikult välistavad või seavad sellele ülemineku väärtuse küsimuse alla. Nii võib näiteks selguda, et kasutatavad rakendused ja/või lisaseadmed ei tule toime süsteemile iseloomuliku kõrgema latentsusega. Taoliste probleemide vältimiseks tuleks testkeskkondade abiga kõik rakendused ja kasutusjuhud enne üleminekut DaaS-mudelile põhjalikult läbi katsetada [2].

Parima kasutuskogemuse saavutamiseks peaks kasutajate töölaud asuma manipuleeritavatele andmetele võimalikult lähedal. DaaS-lahendustele üleminek on seda atraktiivsem organisatsioonides ja ettevõtetes, kes on juba oma andmed ja/või teenused migreerinud mõne sellise teenusepakkuja pilve, kes pakub ka DaaS-lahendust. Selline käitumismall on tänapäeval kahtlemata trend ning paljud ettevõtted liiguvad oma töövoogudega pilveteenuste peale, sealjuures on hea näide Office 365 teenuspaketi kasutuselevõtt. Kes hoiab veel andmeid oma andmekeskuses või failiserveris, pole sellest vaatest DaaS-migratsiooniks kõige ideaalsem kandidaat [2] [4]. Samuti on potentsiaalselt välistatud sellised kasutusjuhud, kus seadusandlusest tulenevalt ei tohi rakendada andmete töötlemiseks pilveteenuseid.

Üks võimalikke kasutuslugusid, kus DaaS saab pakkuda mõeldavat alternatiivi VDI'le, on mobiilsed töötajad. Kui organisatsioon kasutab DaaS/VDI hübriidinfrastruktuuri, kus mõlemad on kasutusel paralleelselt, võib sõltuvalt konkreetse töötaja füüsiliselt asukohast olla tema kasutuskogemus parem DaaS-andmekeskusega ühendudes, samal ajal kui tema latentsus olemasoleva VDI-taristuga on kõrgem. DaaS teenust peetakse tänapäeval piisavalt küpseks, et teenindada kasutajaid üle kogu maailma, samas kui VDI sama paindlikkust ei paku (või pakub oluliselt kallimalt) [2].

Nii DaaS kui VDI puhul on organisatsioonidel oht kõrgemateks kuludeks, kui on nende töötajate reaalne vajadus taristule ja töövahenditele. Nii ongi oluliseks võtmekohaks DaaS juurutamisel ja planeerimisel kasutusmahtude ja -mustrite mõistmine. Kas lõppkliendid utiliseerivad töölaudu 4h, 8h või 12h päevas? Jooksvate kuludega arveldusplaane kasutades, kus pilveressursside hinnastamine käib minutipõhiselt, võivad kuarved eri juhtudel erineda mitmekordselt. Samuti on oluline mõista, millist jõudlust kasutajad vajavad – kas on vajalik graafiline (vGPU) võimekus ning millised on nõuded mälu- ja protsessorikasutusele? Kuna võimsam virtuaalne töölaud võib maksta minuti kohta keskpärasest kontoritöötajale mõeldud ressursist kordi rohkem, tuleb jagada ka kasutajad vastavalt õigetesse ressursigruppidesse. Võib kasutada jällegi ka hübriidset lähenemist – statsionaarsed ja arvuliselt vähe muutuvad lõppkasutajad määrata VDI peale, mobiilsed ja hooajatöötajad DaaS peale [2]. Eraldi saab välja tuua olukorrad, kus DaaS võib pakkuda organisatsioonile väärtust oma paindlikkusest ja kiirest skaleeritavusest tulenevalt – ühinemised teiste ettevõtetega või ülevõtmisstsenaariumid ning uute harukontorite provioneerimine minimaalse aja ja vaevaga [4].

DaaS-implementeerimine hübriidlahendusena VDI kõrval omab teisigi eeliseid. Üheks selliseks on varulahenduse olemasolu hädaolukorras – kui organisatsiooni VDI-taristu ressursid on täielikult või osaliselt dubleerimata, saab DaaS-taristut hoida võrdlemisi odava tagavarana juhuks, kui peamise andmekeskuse ressursid pole mõne ulatusliku intsidendi tõttu kasutatavad. Samuti aitab DaaS ettevõtete pilve kolimise strateegiat teostada järk-järgult – kui manipuleeritavad andmed liigutatakse pilve osade kaupa, on loogiline samasugust astmelist migreerimist rakendada ka kasutajate töölaudade puhul. Ka täiesti uute virtuaaltöölaudade kontseptsioonide testimisel on DaaS abiks – on potentsiaalselt odavam proovikeskkondi juurutada pilveressursse kasutades, kui selleks hakata provioneerima uusi VDI-ressursse [2].

Ühe omapärase pakkumisega, millega Microsoft on välja tulnud, on Windows 7 turvauuenduste jätkuv väljalaskmine aastani 2023, kui selle käitamiseks kasutatakse Microsofti Windows Virtual Desktop platvormi [5]. See võib olla huvipakkuv sellistele organisatsioonidele, kes Windows 7 platvormilt 10 peale migreerimisega mingil põhjusel hiljaks on jäänud ning kes vajavad rohkem aega selle teostuseks (nt mõne missioonikriitilise ärirakenduse tõttu, mis Windows 10 peal ei tööta).

Kokkuvõtteks soovitusi [4]:

- iga organisatsioon peab leidma enda jaoks parimad DaaS-kasutusjuhud vastavalt eeltoodud kasutusmallidele ning jälgima hindade liikumist turul, mis võib ajas oluliselt muutuda, muutes samas ajutisemad rakendusjuhud potentsiaalselt püsivamateks;
- teenusepakkuja valikul tuleks lähtuda spetsiifilistest tehnilistest vajadustest ja nõuetest (sh tehniline olemasolev kompetents), ka sellest, kas mõne pilveteenuseid juba kasutatakse nt andmete ja teiste teenuste majutamiseks;
- kasutuskogemusele ja jõudlusele keskendumine peaks olema esikohal DaaS-mudelile ülemineku kaalumisel – kui kasutajad tunnetavad igapäevatoos kvaliteedi langust, ei saa pidada üleminekut edulooks;
- tasub analüüsida DaaS-lahenduste sobivust olemasolevate VDI-süsteemide parendamiseks või sellisteks juhtudeks, kus VDI on osutunud ebasobivaks.

3 Turuolukord ja teenusepakkujad

Avalike allikate alusel selgub, et 2019. aasta lõpuks on olukord turul suhteliselt killustunud ning lahendusi pakuvad nii väiksemad kui suuremad ettevõtted. Pea igäihel on oma erisused, seda nii funktsionaalsuselt, pakutava teenuse skoobilt kui ka hinnastusmudelilt ja lepingutingimustelt. Gartneri ülevaatlik tabel aastast 2018 annab mõningast aimu nendest erisustest ja nende iseloomust, kuid alltoodud tingimused võivad ajas muutuda ning seetõttu ei tohiks seda tabelit kasutada referentsina DaaS-teenusepakkuja väljavalikuks tulevikus – igal ajahetkel pakutavad lahendused ja info tuleks alati üle kontrollida teenusepakkuja enda kodulehe kaudu [4].

Tabel 1. DaaS teenusepakkujad (2018).

Vendor	Core SLA	Public Cloud Compatible			Cloud Office Integration		Minimum Term (months)	Minimum Seats	Toolset		
		AWS	Azure	GCP	Microsoft	Google			Citrix	VMware	Other
Amazon Web Services	99.99*	Yes	No	No	Yes	Yes	<1	1	No	No	Yes
Citrix	N/A	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes			Yes	No	No
Cloudalize	N/A	No	No	No	No	No	1	1	Yes	No	Proprietary
dinCloud	99.90	No	No	No	Yes	Yes	1	5	Yes	No	Microsoft RDS
Dizzion	99.99	No	No	No	Yes	Yes	12	30	Yes	Yes	No
Evolve IP	99.99	No	No	No	Yes	Yes	12	25	Yes	Yes	No
MTM Technologies	99.99	Yes	Yes	No	Yes	Yes	12	50	Yes	Yes	No
OVH	99.90	No	No	No	Yes	No	1	1	No	Yes	No
Paperspace	99.99	No	No	No	No	No	<1	1	No	No	Proprietary
VMware	99.90	No	Yes	No	No	No	1	50	No	Yes	No

* See [Amazon Compute Service Level Agreement](#) for a full description of AWS SLA and penalties; RDS = Remote Desktop Services

Antud tabelist puudub Microsoft oma Windows Virtual Desktop *DaaS*-lahendusega. Kui vaadata Gartneri 2019.a. „maagilist kvadranti“ *IaaS* ehk avaliku pilvetaristu teenuste küpsuse ja turupositsiooni osas, siis selgub, et just Microsoft ja Amazon on siin konkurentidest selgelt ees [6].



Joonis 1. Gartner IaaS-teenuste "maagiline kvadrant" 2019.

Kuna käesoleva töö skooopi ei mahuks kõikide turul olevate toodetega tutvumine ja nende sobivusanalüüs MAX 123 tooteportfelli, seab autor eesmärgiks tutvuda kvadranti alusel hüpoteetiliselt kahe kõige tõsiseltvõetavama tootja lahendustega – Amazon Web Services poolt pakutava Amazon WorkSpacesi ning Microsofti Windows Virtual Desktopiga.

4 MAX 123 kui teenusepakkuja (MSP)

4.1 Ettevõttest

MAX 123 AS on Eesti turul tegutsenud IT-ettevõttena aastast 1991. 2019. aastal töötas ettevõttes 34 töötajat, 2018.a. kogukäive oli 6,9 miljonit eurot. 2020. aasta alguses ühinetakse Võrguvara OÜ-ga, seeläbi sünnib suurim Eesti kapitalil põhinev IT-infra ettevõtte, töötajate arv kasvab 53ni (koos praktikantidega).

MAX 123 pakub oma klientidele täna:

- lõppkasutajate seadmeid;
- IT-haldusteenust;
- IT-juhtimis- ja nõustamisteenuseid;
- pilveteenuseid (sh MAX Cloud pilveplatvormil);
- IT-infrastruktuuri teenuseid;
- IT-turbeteenuseid;
- IT-auditeerimist;
- eriprojektide teostusi.

Pärast Võrguvaraga ühinemist laieneb portfelli eeskätt infrastruktuuril, võrgu- ja turbetehnoloogiatel põhinevate teenustega (nt võrk teenusena, SIEM teenusena jne).

4.2 Olemasolev kliendiportfell ja DaaS-potentsiaal

DaaS-potentsiaali hindamise seisukohast on alljärgnevalt vaatluse alla võetud MAX 123 IT-haldusteenuse lepingulised kliendid (detsembrikuu seisuga 50 ettevõtet), vastandades neid varasemas analüüsis välja toodud võtmekohtadega, mis DaaS-implementeerimist

peaks soodustama.

- DaaS kui VDI-taristu täiendus või varulahendus – selliseid kliente, kes kasutaks VDI-d, MAX 123 portfellis käesoleva uurimuse kirjutamise hetkel pole. Üksikud kliendid kasutavad virtuaalmasinates küll terminalserverlahendusi, kuid seda spetsiifilisteks tööülesanneteks, mitte täisfunktsionaalse töölauakeskkonnana antud uurimustöö mõistes. Juba pelgalt selle tõdemuse pinnalt saab öelda, et enamike klientide jaoks pole tegu potentsiaalselt huvipakkuva tootega, kuna kliendid on harjunud kasutama traditsioonilisi töökeskkondi otse lõppkasutaja seadme riistvaral ning pole minevikus leidnud põhjusi VDI-taristule üleminekuks.
- Ettevõtte töötajate arvu suured kõikumised – autor saab siin subjektiivselt, kuid üsna hea tunnetusega ajalooliselt teenindatud pöördumiste põhjal hinnata, et väikese ja keskmise suurusega ettevõtetes, mis MAX 123 portfellis on, ei leia aset suuri töötajate arvu muutusi lühikese aja jooksul. Ärimaastikul võivad küll asjad muutuda liitumiste ja ülevõtmiste käigus, kuid IT-partner saab neiks ainult valmis olla, mitte neid ette ennustada.
- Vajaliku arvutusvõimsuse, sh graafikajõudluse ajaliselt väike või harv kasutus – töö autori kui teenusepakkuja subjektiivne hinnang on, et arvutusressursside vajadus olemasolevate klientide seas on suhteliselt ühtlane. Üldjuhul soetatakse kõrgemat arvutusvõimsust vajavatele töötajatele vastavad arvutid ning töö käib nendega sisuliselt 40h nädalas.
- Potentsiaalselt paremini turvatud ja hallatud töökeskkond (lahusus lõppkasutaja seadme) – antud punkt võiks huvi pakkuda ettevõtetele, kelle andmed ja tööprotsess nõuavad kõrgemat ettevõtte äri- ja kliendiandmete kaitstust. Saab seada hüpoteesi, et kliendiportfellis olevale kahele advokaadibüroole võiks lahendus selles vaates huvi pakkuda, juhul kui kasutuskogemus ja sõltuvus võrguühenduse olemasolust on neile vastuvõetavad.
- Töölaua ja selle abil manipuleeritavate andmete lähedus – kuna MAX 123 klientide seas on levinud Office 365 pilveplatvormi kasutus, võib seada hüpoteesi, et need kliendid võiks sobida Windows Virtual Desktop platvormi

kasutamiseks Azure'i pilveplatvormil, juhul kui ka reaalne kasutuskogemus ja õigustatud kasutusmustrid seda soodustavad.

Nagu näha, pole olemasolevas kliendiportfellis potentsiaal DaaS kasutuselevõtuks väga suur. Varasemast analüüsist tulenevalt pole see aga üllatav – DaaS on täna ja jääb ilmselt ka lähitulevikus tooteks, mille rakendamist õigustavad võrdlemisi spetsiifilised kasutuslood. Ka kliendi lõppseadmete pakkujana on MAX 123 eelistus pigem müüa klientidele potentsiaalselt kõrgema marginaaliga „traditsioonilisi“ seadmeid – äriklassi süle- ja lauaarvuteid. Kuna MAX 123 on aga seadnud eesmärgiks olla paindlik ja laiahaardeline IT-partner oma praegustele ja tulevastele klientidele, hindab töö autor siiski mõistlikuks DaaS-lahendus tooteportfelli kaasata, juhul kui leidub selleks ettevõtte kompetentsiga haakuv toode ning mida suudetakse hinnastada kliendi jaoks läbipaistvalt.

5 Windows Virtual Desktop vs Amazon WorkSpaces analüüs

5.1 Microsoft Virtual Desktop

Microsoft Virtual Desktop (WVD) on Microsofti DaaS-lahendus, mis on olnud üldiseks kasutamiseks kättesaadav alates 2019.a. 30. septembrist. Teenus põhineb Microsofti Azure pilveplatvormil ning pakub muuhulgas [7]:

- skaleeritavate multisessioonsete Windows 10 virtuaaltöökeskkondade provioneerimist koos virtualiseeritud Office 365 ProPlusi optimeeringutega;
- personaalseid virtuaaltöölaudu (üks virtuaalmasin kasutaja kohta);
- Windows 7 virtuaaltöölaudade provioneerimist koos jätkuvate turvauuendustega 2023 jaanuarini;
- mitte ainult töölaudade, vaid ka rakenduste virtualiseerimist;
- võimalust ressursse hallata ja ehitada lõpplahendus üles ka Citrix'i või VMware Horizon Cloud töövahendeid kasutades. Azure Marketplace'i kaudu pakutakse teisigi kolmandate osapoolte välja arendatud vahendeid lisafunktsionaalsuste kasutuselevõtuks, nagu printimine, monitooring jms.

5.1.1 Eeldused

Litsentseerimise poolelt on vastavalt valitud operatsioonisüsteemile WVD-keskkonda ligipääsuks vajalikud kasutajapoolsed litsentsid, mis kajastuvad järgnevas tabelis [5].

Tabel 2. WVD litsentseerimine.

Operatsioonisüsteem	Nõutud litsents
Windows 10 Enterprise multi-session või Windows 10 Enterprise (mõlemad toetatud alates versioonist 1809)	Microsoft 365 E3, E5, A3, A5, F1, Business Windows E3, E5, A3, A5
Windows 7 Enterprise	Microsoft 365 E3, E5, A3, A5, F1, Business Windows E3, E5, A3, A5

Operatsioonisüsteem	Nõutud litsents
Windows Server 2012 R2, 2016, 2019	RDS Client Access License (CAL) with Software Assurance

Virtuaalmasinate litsentseerimiseks saab rakendada nii olemasolevaid litsentse (BYOL-mudel ehk „*bring your own licence*“) kui ka maksta nende eest koos riistvaraliste ressurssidega.

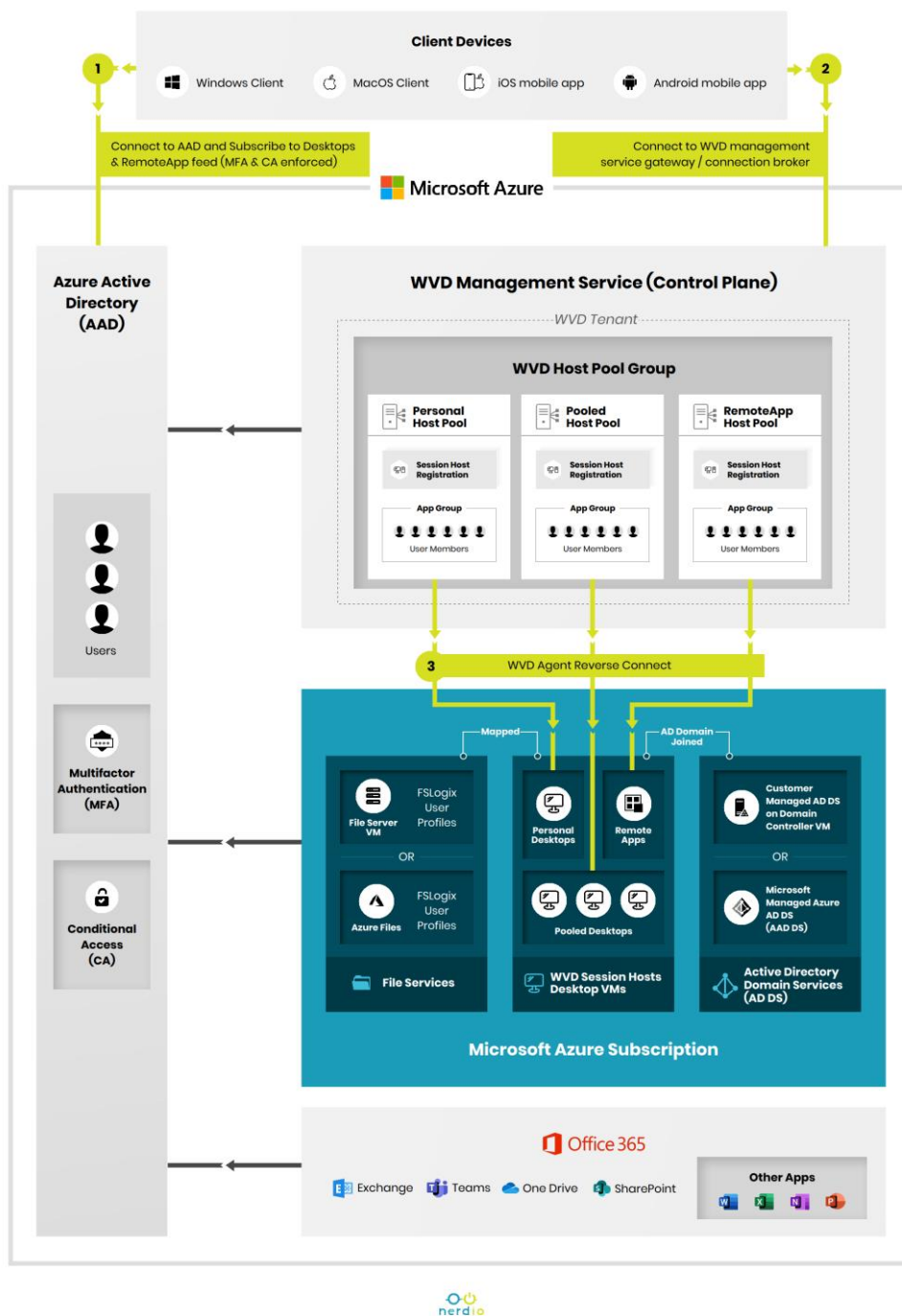
Nõuded pilvetaristule [5]:

- Office 365 asuri olemasolu;
- Azure Active Directory (AAD) olemasolu;
- Windows Server Active Directory (AD) olemasolu, sh peab toimuma selle sünkroniseerimine AAD-ga (teostatav Azure AD Connectiga või Azure AD Domain Services teenust kasutades);
- kehtiv Azure teenustellimus (*subscription*) vähemalt ühe loodud virtuaalvõrguga, milles asub või millel on ühendus AD-ga.

Microsoft on sõnastanud, et WVD-keskkondades kasutatavaid virtuaalmasinaid (VM-e) võib paigutada mis tahes Azure'i regiooni. Azure'i-poolne haldusteenus asub sealjuures USA-s, seeläbi soovitatakse võrguliikluse optimeerimise seisukohalt hoida ka VM-e samas regioonis. Teisalt tuleb tähelepanu pöörata ka kliendi latentsusele kasutatava regiooni suhtes, mis soovituslikult peaks jääma alla 150ms [5].

5.1.2 Ülesehitus

Hea ettekujutuse WVD loogilisest struktuurist annab järgnev skeem [8].



Joonis 2. Windows Virtual Desktop ülesehitus.

Ühe konkreetse WVD-keskkonna haldamine käib vastava Windows Virtual Desktopi asuri kaudu (mitte segi ajada Office 365 asuriga!), mis on seotud AAD-ga. Asureid saab jagada ka asurgruppidesse, mida võib vaja minna teenuse- või majutusepakkuja stsenaariumites. Asuri alla saab luua hostidest puule, mis sisaldavadki virtuaaltöölaua käitavaid virtuaalmasinaid. Puulid võivad olla kas personaalsed (kus iga virtuaalmasin

määratakse ühele kindlale kasutajale) või „puulitud“ ehk jagatavad (kus ühe virtuaalmasina külge võib ühendatud olla mitu kasutajat) [9].

Et kasutajad saaks ligi WVD-ressurssidele (virtuaaltöölaudadele või kaugäppidele), tuleb nad määrata äpigruppidesse. Äpigruppe saab olla kahte tüüpi: töölauaäpigrupp ja kaugäpigrupp. Esimene võimaldab kasutada virtuaaltöölaudu, teine publitseeritud rakendusi, mida majutavad sessioonihostid (virtuaalmasinad). Üks kasutaja ei saa korraga kuuluda ühes hostipuulis asuvasse töölauaäpi- ja kaugäpigruppi. Kui peaks olema vajadus kuuluda ühel kasutajal üht teatud tüüpi töölauaäpigruppi ja ka kaugäpigruppi, tuleb kasutusele võtta vähemalt kaks hostipuuli. Ühes hostipuulis ühe kasutaja kuulumine mitmesse kaugäpigruppi on aga võimalik [9].

Kui kasutaja asub AAD-s, on vastavalt litsentseeritud, määratud vastavasse äpigruppi ja saanud ligipääsu oma (Azure'i) domeenikontole pilves, saab ressursse kasutama hakata erinevaid lõppkasutaja klientprogramme kasutades – nii on toetatud tuntumad HTML5-võimekusega veebilehitsejad, Windows ning Mac OS operatsioonisüsteemid aga vastavate rakenduste kaudu. Ka mobiilsetele operatsioonisüsteemidele on olemas klientrakendused (Android, iOS). Potentsiaalselt parimat kasutuskogemust pakub Remote Desktop Windowsi-rakendus, mis omab teiste operatsioonisüsteemide rakendustega võrreldes kõige rohkem ümbersuunamisvõimekust ühenduva klientoperatsioonisüsteemi suhtes [10].

WVD-ressursside haldamiseks on valida mitme töövahendi vahel. Tehniliselt on pea kõik teostatav Powershelli kaudu, mille täielik referents on ka väga ülevaatlikult Microsofti tootelehel välja toodud. Saab kasutada ka *Windows Virtual Desktop Management Web App*'i, mis võimaldab mh asurite muutmist ja kustutamist, hostipuulide manipuleerimist, uute virtuaalmasinate lisamist puulidesse, äpigruppide ja nende liikmesuse haldust, ühendatud kasutajatele sõnumite saatmist jm. [11] Lihtsamaid tegevusi, nagu algne hostipuulide provioneerimine, olemasolevate hostmasinate seiskamine vmt, saab teostada ka läbi Azure'i portaali.

5.1.3 Sessioonihostid

Hostipuulidesse kuuluvad virtuaalmasinad on oma jõudlusnäitajate poolest identsed – vastavad valikud tehakse hostipuuli loomise käigus. Saadaval on väga erinevate näitajatega virtuaalmasinaid – kõik virtuaalmasinate tüübid, mis on Azure'i

pilveplatvormil saadaval, on kasutatavad ka WVD sessioonihostidena [12] [13]. Valiku tegemisel saab järgida Microsofti ette antud soovitusi, kuid tõenäoliselt on mõistlik testimise käigus veenduda, missugust jõudlust iga kasutusjuht tegelikult vajab.

Hostipuule saab seadistada ressursside kasutamise ja balansseerimise põhimõttelt kahte moodi [14]:

- *breadth-first* – uued hostipuulidesse ühenduvad kasutajad jaotatakse saadaolevate sessioonihostide vahel ära tasakaalustatult, st kasutaja ühendatakse sellise hostipuuli külge, millel on kõige vähem kasutajaid. Selle mudeli kasutamine tagab potentsiaalselt parema kasutuskogemuse;
- *depth-first* – hostipuulidesse ühenduvad kasutajad suunatakse nii kaua ühe sessioonihosti külge, kuniks selle limiit täitub, alles seejärel võetakse kasutusele järgmine sessioonihost. Selle mudeli kasutamine aitab potentsiaalselt raha kokku hoida (kuna töös hoitakse vähem virtuaalmasinaid korraga).

Käesoleva analüüsi kirjutamise hetkel ei paku WVD-taristu automaatseid sisseehitatud optimeerimisvõimalusi virtuaalmasinate sisse- ja väljalülitamiseks vastavalt süsteemi üldisele koormusele või määratud tööaegadele. Pakutakse aga võimalust see funktsionaalsus rakendada skriptide abil ajastatud tegevustena (*scheduled tasks*) eraldiseisvas virtuaalmasinas. Kolmandasse virtuaalmasinasse, mis peab olema pidevalt töös, et hostipuule jälgida, tuleb luua ajastatud tegevus iga hostipuuli kohta ning seadistada Microsofti vastavad skriptid oma taristule ja nõuetele sobivateks [15].

Ühe hostipuuli hostid peaksid kõik baseeruma identsel operatsioonisüsteemi tõmmisel, et kasutuskogemus oleks erinevate hostide külge ühendudes samaväärne [9]. Tõmmistena saab kasutada olemasolevaid Azure Gallery's asuvaid Windows 10 *multisession*-tõmmiseid, kuid iga kasutajate grupi/organisatsiooni jaoks on mõistlik luua selline rakenduste ja seadistustega tõmmis nagu vaja. Selleks võib galeriist pärit tõmmise enda arvutisse alla laadida, paigaldada HyperV-virtualiseerimise abiga sellesse vajalikud rakendused ja teha seadistused, seejärel teha operatsioonisüsteemile *sysprep/generalize* ning laadida VHD-formaadis tõmmis Azure'i pilve tagasi. Uue hostipuuli provioneerimisel saab seda tõmmist siis juba kasutada. Edasiseks hostide haldamiseks (operatsioonisüsteemi tasandil) pärast hostipuulide provioneerimist

soovitab Microsoft kasutada System Center Configuration Manageri, Intune'i võimekus on väljatöötamisel [16].

5.1.4 Hinnastamine

Ettekujutuse, kui palju võib maksma minna WVD-taristu käitamine pilves, annab Microsofti Azure-teenuste hinnakalkulaator. Peab aga silmas pidama, et antud hinnad on indikatiivsed ja võivad erineda vastavalt kasutatavale valuutale, regioonile, olemasolevale partnerlussuhtele Microsoftiga jne.

Hinnakalkulaatoriga saab valida, kas kuluarvestus on jooksev (minutipõhine) või soovitakse kasutada ühe- või kolmeaastast ressursireserveeringut (indikatiivne sääst vastavalt ~34% ja ~57%). Määrata tuleks eelistatud Azure'i regioon, kus teenust soovitakse kasutada (eelistatult nii lähedane kui võimalik), indikatiivne kasutajate arv (miinimum 100 – kalkulaatori eripära) ning puulitüüp. Saab ka arvesse võtta kasutusmustrit iseloomustavaid tegureid: kasutustundide arv kuus, kasutajate suurusjärgud tippkasutusajal ja muul kasutusajal, töökoormuse tüüp [17].

Vastavalt sisestatud andmetele pakub kalkulaator välja, mitu instantsi (hosti) virtuaalmasinaid antud tarbimise juures oleks mõistlik provisioneerida. Virtuaalmasina konfiguratsiooni saab sealjuures ka ise muuta. Valida tuleb ka, millist manageeritud kõvaketast virtuaalmasina operatsioonisüsteemi jaoks kasutatakse [17].

Mõned näidisarvutused:

- Põhja-Euroopa regioon, multi-sessioon-puulitud hostid, 100 kasutajat, keskmine töökoormus (neli kasutajat virtuaalse protsessori kohta), 220 kasutustundi kuus, jooksev hinnastusmudel – soovituslik hostide arv 6 (D4s virtuaalmasinad) x 220 tundi = \$282,48, üks host 510h = \$109,14, „Premium SSD“ operatsioonisüsteemi kõvaketas 128GiB x 6 = \$118,26. Kokku \$509,88 e \$5,10 kasutaja kohta kuus (ilma kasutajalitsentsi kuluta).
- Põhja-Euroopa regioon, multi-sessioon-puulitud hostid, 100 kasutajat, suurim töökoormus („power“, üks vCPU kasutaja kohta), jooksev hinnastusmudel - soovituslik hostide arv 23 (D4s virtuaalmasinad, 4 vCPU, 16GB RAM) x 220 tundi = \$1082,84, kaks hosti 510h = \$218,28, „Premium SSD“

operatsioonisüsteemi kõvaketas 256GiB x 23 = \$874,28. Kokku \$2175,40 e \$21,75 kasutaja kohta kuus (ilma kasutajalitsentsi kuluta).

- Põhja-Euroopa regioon, personaalsed hostid, 100 kasutajat, D2s virtuaalmasinad (2 vCPU, 8GB RAM), jooksev hinnastusmudel, 128GB „Premium SSD“ x 100, 220 töötundi – kokku \$4325 e \$43,25 kasutaja kohta kuus (ilma kasutajalitsentsi kuluta).
- Põhja-Euroopa regioon, personaalsed hostid, 100 kasutajat, D2s virtuaalmasinad (2 vCPU, 8GB RAM), kolmeaastane reserveering (510h kuus), 128GB „Premium SSD“ x 100 – kokku \$5345 e \$53,45 kasutaja kohta kuus (ilma kasutajalitsentsi kuluta).

Antud arvutused ei näita aga, kui palju võib potentsiaalselt maksma minna kogu WVD jaoks vajaliku taristu käitamine Azure'i pilves. Juurde tuleb arvestada kasutajalitsentside kulu, eraldiseisva salvestusruumi kulu (kui on kasutusel nt profiilikonteinerite hoiustamiseks) ning kataloogiteenuse käitamise hind, mis vastavalt ülesehitusele erineb:

- Azure Active Directory Domain Services teenuse rakendamisel ~\$109,50 kuus (kuni 25000 objekti kataloogis, Põhja-Euroopa regioon) [18];
- virtuaalmasinas standardse Active Directory teenuse rakendamisel vastavalt valitud virtuaalmasina jõudlusele (nt A2 v2 virtuaalmasin, 4GB RAM, 32GiB „Standard“ SSD ~\$97.50 kuus) [17];
- Azure'ist väljaspool asuva AD pilvekeskkonnaga liidestamisel vajaliku VPN Gateway teenuse jooksumisel ~\$26 kuus (730 kasutustundi, Põhja-Euroopa regioon, „Basic“ pakett) [17].

Kui kasutada Azure NetApp Files teenust profiilide hoiustamiseks, on näidiskulu 500GB mahu ja 730h kasutustunni juures Põhja-Euroopa regioonis \$73,73, odavamimat Storage Account varianti kasutades aga \$30 [17].

5.1.5 Turvalisus

Mis tahes pilveteenuse juurutamisel on oluline mõista, missugune vastutus turvalisuse eest on teenusepakkujal ja milline tarbijal. DaaS kui IaaS teenuse puhul annab

ettekujutuse vastutuse jagunemisest järgnev tabel (2. tulp). Kokkuvõtvalt vastutab klient täielikult andmete klassifitseerimise ja käitlemisreeglite rakendamise, klientseadmete kaitse, identiteedi- ja ligipääsu halduse ning rakenduskihi kontrolli eest. Vastutus on jagatud võrguelementide ja host-taristu puhul. Vaid füüsiline turvalisus on täielikult pilveteenusepakkuja vastutusalas [19].

Responsibility	On-Prem	IaaS	PaaS	SaaS
Data classification & accountability	Cloud Customer	Cloud Customer	Cloud Customer	Cloud Customer
Client & end-point protection	Cloud Customer	Cloud Customer	Cloud Customer	Cloud Customer / Cloud Provider
Identity & access management	Cloud Customer	Cloud Customer	Cloud Customer / Cloud Provider	Cloud Customer / Cloud Provider
Application level controls	Cloud Customer	Cloud Customer	Cloud Customer / Cloud Provider	Cloud Provider
Network controls	Cloud Customer	Cloud Customer / Cloud Provider	Cloud Provider	Cloud Provider
Host infrastructure	Cloud Customer	Cloud Customer / Cloud Provider	Cloud Provider	Cloud Provider
Physical security	Cloud Customer	Cloud Provider	Cloud Provider	Cloud Provider

Legend: Cloud Customer (blue square), Cloud Provider (grey square)

Joonis 3. Jagatud vastutuse mudel pilveteenustes.

On öeldud, et kuna Windows Virtual Desktop on osa Microsoft 365 tooteperekonnast, laieneb sellele kogu Microsoft 365'le arendatav halduslik turvalisus. Kasutajate autentimiseks kasutatakse teatavasti Azure Active Directory't, mis tähendab, et seeläbi on võimalik juurutada mitmeastmelise autentimise nõuet (MFA) ning piirata kasutaja-, seadme-, IP-, aja- vmt põhiselt ligipääsu kogu süsteemile (*conditional access*) [20].

Fundamentaalselt traditsioonilisest viisist, kuidas kaugressurssidega ühendusi luuakse, erineb ka WVD-taristus kasutatav lõppklientide ühendusviis süsteemiga. Kui tüüpiliselt

avatakse mõnele ressursile kaugelt ligipääsuks võrgus mõni port (halvemal juhul avalikule internetile), mis „kuulab“ sisenevaid ühendusi, siis WVD puhul midagi sellist tegema ei pea. Kasutaja jaoks on ühenduspunktiks Azure Active Directory üle turvalise SSL-ühenduse, eduka autentimise korral alustab süsteemist väljuval suunal virtuaaltöölauaühenduse loomist aga juba virtuaalmasin (seda põhimõtet nimetatakse „*reverse connect*’iks“ – tagurpidiühendus) [20].

Et Windows Virtual Desktop virtuaaltöölauade näol on tegemist Azure’i virtuaalmasinatega, saab nende turvalisuse tagamisel järgida mitmeid samu põhimõtteid, mida on sõnastatud virtuaalmasinate turvaliseks käitamiseks Azure’i pilves [21]:

- virtuaalmasinad (sh nende tõmmised) tuleks hoida ajakohastena (eelkõige turvauuenduste aspektist);
- Azure Backup kasutamine varundamiseks;
- Azure Disk Encryption kasutamine andmete krüpteerimiseks;
- viiruse- ja pahavaratõrje lahenduste kasutamine;
- keskne võtmehaldus Azure Key Vault lahendusega.

5.2 Amazon WorkSpaces

Amazon WorkSpaces on Amazon Web Services poolt pakutav DaaS-lahendus. Funktsionaalsuselt võimaldab teenus [22]:

- Windowsi või Amazon Linux operatsioonisüsteemidel põhinevate püsilike (*persistent*) virtuaaltöökeskkondade (*workspaces*) loomist;
- kuu- või tunnipõhist hinnastamismudelit;
- Windows töökeskkondade rakenduste haldust Amazon WorkSpaces Application Manager haldusvahendi abil;
- olemasolevate Windowsi litsentside kasutamist teenuse käitamisel kulude kokkuhoiuks;

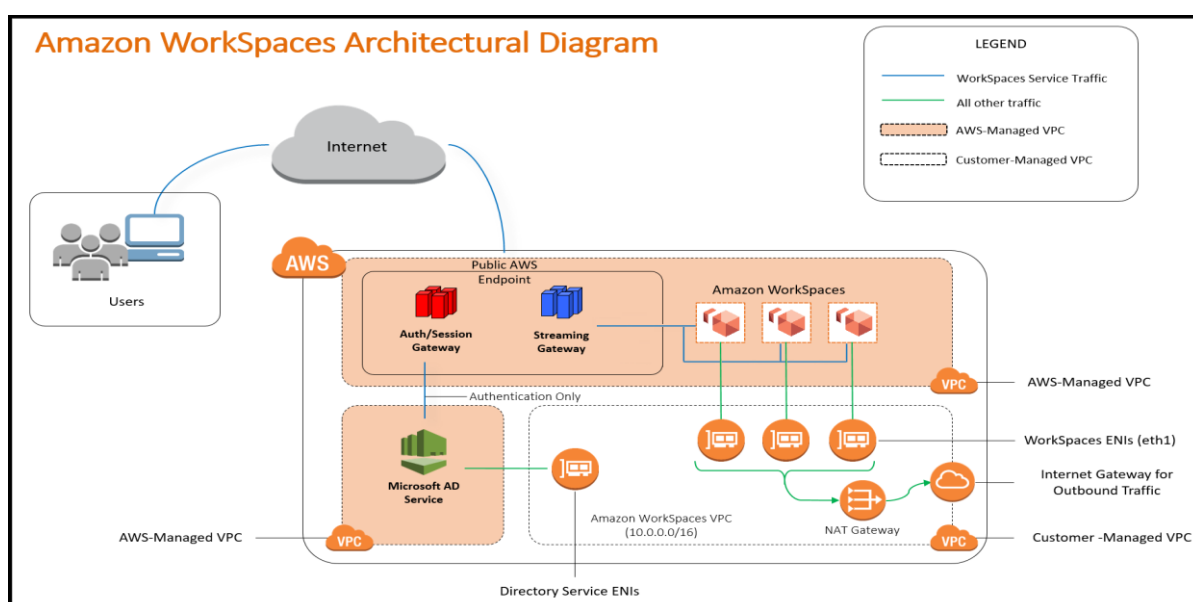
- kataloogiteenuseid kasutajate haldamiseks, sh liidestusvõimalust olemasolevate kataloogiteenustega.

5.2.1 Eeldused ja ülesehitus

Töökeskondade loomiseks ja haldamiseks on vajalik AWS konto, mille loomine on tasuta. Kasutajad ei pea AWS kontot töökeskondade kasutamiseks omama. Haldus toimub läbi veebipõhise WorkSpaces konsooli. Töökeskondade provioneerimiseks tuleb valida regioon (soovitavalt geograafiliselt võimalikult lähedane) ning kui võimalik, pakub esimese tööruumi ülesseadmisel süsteem võimalust kiirseadistuseks, mis mitmed vajalikud sammud taristu loomiseks ise ära teeb [22]:

- IAM-rolli (*Identify and Access Management*) loomine, mida WorkSpaces-teenus kasutab võrguliideste loomiseks kataloogiteenustele ligipääsuks;
- virtuaalse privaatlilvekeskkonna loomine;
- *Simple AD* kataloogiteenuse loomine loodud virtuaalses privaatlilves, kus hoitakse informatsiooni kasutajate ja töökeskondade kohta;
- kasutajakontode ja töökeskonnainstantside loomine vastavalt sisendile (kasutajanimed ja e-maili aadressid; töökeskonnad vastavalt valitud pakatile).

Süsteemi ülesehitus on kujutatud alljärgneval skeemil [22].



Joonis 4. WorkSpaces taristu ülesehitus.

Skeemilt on hästi näha, kuivõrd suure osa eest on vastutav teenusepakkuja, mis DaaS-lahenduse puhul on ootuspärane. Tarbija ülesanne on vastutada virtuaalprivaatpilve võrguseadistuse eest, et tööruumidel oleks ühenduvus nii haldusteenusega kui välise internetiga (selleks soovitatakse kasutada kahte alamvõrku, millest vähemalt üks omab NAT-värava kaudu ühendust ka välismaailmaga). „*Quick Setup*“ funktsionaalsust kasutades luuakse VPC ja selle vajalik võrguseadistus automaatselt [22].

Ka kataloogiteenuse haldamise eest vastutab klient. Võimalik on kasutada eelnimetatud Simple AD lahendust AWS-pilves, aga ka AD Connector lahendust (liidestus olemasoleva „maapealse“ Microsofti AD’ga), Microsofti AD provisioneerimist AWS-pilves ning ka usaldusühenduse loomist pilve- ja maapealsete AD’de vahel [22].

Lõppkasutajad saavad oma töökeskkondadele ligi klientprogramme kasutades, mille puhul on toetatud Windows, Mac OS ja Ubuntu Linux 18.04 arvutid; Chromebookid, iPadid, Android ja Fire tahvelarvutid; ka nn „*zero-client*“ seadmed. Windowsi, Mac OS’i ja Linuxi peal on toetatud ka Chrome ja Firefox veebilehitsejate kasutamine klientliidestena (ainult Windows-virtuaaltöökeskkondadele ligipääsuks). Soovituslikult peaks kliendi võrgust latentsus AWS-regiooni, kus tööruume kasutatakse, jääma alla 100ms [22].

5.2.2 Virtuaaltöökeskkonnad

Virtuaaltöökeskkonna (*workspace*) loomisel saab valida mitmete olemasolevate „pakettide“ (*bundle*) vahel. Pakett koosneb virtuaalmasinast, operatsioonisüsteemist (Windows 10 „*desktop experience*“ Windows Server 2016 baasil või Amazon Linux), salvestusruumist, utiliitidest (ainult Windowsi puhul; Firefox, 7zip) ja soovi korral lisatarkvarakomplektist (ainult Windowsi puhul; Microsoft Office, Trend Micro Worry-Free Business Security Services). Kasutada on võimalik ka paketi sisalduva operatsioonisüsteemi tõmmise muutmist ja kohendamist vastavalt vajadusele ning selle hilisemat rakendust uute tööruumide provisioneerimisel. Iga loodud virtuaaltöökeskkond on mõeldud kasutamiseks ühele kasutajale ning instantsid pole mõeldud kasutajate vahel jagamiseks. Samuti ei saa ühel kasutajal olla mitu tööruumi [22].

Olemasolevate töökeskkondade haldamiseks on soovitatud haldus koondada ühe Amazon EC2 instantsi peale, mis on käitatava kataloogiga liidestatud. Selle instantsi

peale tuleks paigaldada Active Directory Administration Tools tööriistad kataloogihaldustegevusteks ning grupipoliitikate haldustempliit Windows-instantside halduseks grupipoliitikate kaudu. Linux'i tööruumide puhul saab rakendada AWS Opworks for Chef Automate'i, AWS Opworks for Puppet Enterprise'i või Ansible't [22].

Töökeskkondade optimaalseks käitamiseks saab valida nende tööshoidmise režiimi [22]:

- „*AlwaysOn*“ – seda režiimi soovitatakse kasutada, kui rakendatakse kuupõhist kuluarvestust. Töölauainstantsid hoitakse pidevalt töös.
- „*AutoStop*“ – selles režiimis jälgib süsteem instantside kasutust ning kui need jäävad määratud ajaks kasutuseta, lülitatakse need automaatselt välja. Soovitatakse kasutada tunnipõhise kuluarvestuse kasutamisel. Kui võimalik, salvestab süsteem poolelioleva töölaua seisu instantsi enda salvestuspinnale, kasutaja uuesti ühendumise korral lubatakse töö jätkumist 90 sekundi jooksul.

Olemasolevate instantside konfiguratsiooni on võimalik muuta. Salvestusruum on laiendatav nii operatsioonisüsteemi kui kasutaja kettapinnal 2000GB-ni. Laiendust saab teostada ühe korra kuue tunni jooksul. Samamoodi saab vahetada pakette – võimsama paketi peale saab instantsi viia ühe korra kuue tunni jooksul, madalama jõudlusega paketi peale aga üks kord iga 30 päeva tagant. On võimalik määrata, kas tööruumide lõppkasutajad saavad neid muudatusi ise tellida või mitte (samuti seda, kas neil on oma tööruumis administratiivsed õigused nt programmide paigaldamiseks) [22].

5.2.3 Hinnastamine

WorkSpaces töökeskkondade puhul pakutakse võimalust tunni- või kuupõhiseks hinnaarvestuseks. Hinnaindikatsiooni saamiseks on saadaval avalik hinnakiri ning ka kalkulaator. Mõned näidisarvutused (sarnaste näitajatega, mis eelmises osas Azure'i puhul) [23]:

- EU (Iirimaa) regioon, 100 kasutajat, „Standard“ virtuaalmasina pakett Windowsi litsentsiga (2vCPU, 4GB mälu, 80GB+50GB kettapinda), 220 kasutustundi kuus, jooksev hinnastusmudel – kokku \$8954 e \$89,54 kasutaja kohta (sisaldab AWS toetust \$814);

- EU (Iirimaa) regioon, 100 kasutajat, „Standard“ virtuaalmasina pakett Windowsi litsentsiga (2vCPU, 4GB mälu, 80GB+50GB kettapinda), kuupõhine hinnastusmudel – kokku \$4070 e \$40,70 kasutaja kohta (sisaldab AWS toetust \$370);
- EU (Iirimaa) regioon, 100 kasutajat, „Performance“ virtuaalmasina pakett Windowsi litsentsiga (2vCPU, 7,5GB mälu, 80GB+50GB kettapinda), kuupõhine hinnastusmudel – kokku \$5500 e \$55 kasutaja kohta (sisaldab AWS toetust \$500).

Lisatasu eest on saadaval „Plus-paketid“, kus sisalduvad MS Office ja Trend Micro turvatarkvara (\$15 kuus instantsi kohta kuupõhisel hinnastamisel). Kõikidele kasutajatele on hinna sees kasutamiseks 50GB Amazon WorkDocs pilveruumi. Samuti sisaldub hinnas Simple AD ja AD Connector kataloogilahenduste kasutamine [22] [24].

5.2.4 Turvalisus

Nagu WVD puhul, nii saab ka AWSi puhul turvalisuse tagamisel rääkida jagatud vastutusest. Kliendile soovitatakse turvalisuse tagamiseks AWS pilves järgmist [22]:

- mitmeastmelise autentimise rakendamine igale kasutajakontole;
- kasutajategevuste logimine AWS CloudTrail lahenduse abil;
- krüpteerimislahenduste kasutamine;
- Amazon Macie manageritud turvateenuste kasutamine.

Töölauakeskkondadele eraldatud kettapindade krüpteerimiseks on võimalik kasutada CMK-võtmehaldust AWS KMS (*Key Management Service*) lahenduse baasil. Andmete liigutamisel on kasutusel TLS 1.2 krüpteering SigV4 allkirjastamisega. Pildiedastusel kasutatakse UDP-l põhinevat PCOIP protokoll, mis omakorda krüpteeritakse AES-iga [22].

5.3 WVD vs AWS virtuaalmasinate jõudlus

Ettekujutuse saamiseks, kummas keskkonnas on kasutuskogemus potentsiaalselt parem, võrreldakse alljärgnevalt tüüpilisi kasutajatoiminguid sarnaste näitajatega sülearvutis,

Azure'i virtuaalmasinas ja AWS WorkSpaces virtuaaltöölaua keskkonnas. Mõõdetakse kulunud aega stopperit kasutades. Iga testi korratakse kaks korda, kirja läheb mõlema katse keskmine. Algse plaani kohaselt pidi testis olema ka Eesti ID-kaardi test (kui kiiresti klientprogrammi käivitades info maha loetakse), kuid WorkSpaces antud funktsionaalsust ei toeta (muuhulgas saab seda lugeda potentsiaalselt oluliseks puuduseks Eesti kasutajaid silmas pidades).

Azure virtuaalmasina konfiguratsioon: Standard DS2 v2 (2 vCPU, 7GB RAM, 128GB „Premium SSD“ kettapind).

AWS WorkSpaces virtuaalmasina konfiguratsioon: „Performance“ pakett (2 vCPU, 7,5GB RAM, 80GB + 100GB kettapind), Windows.

Sülearvuti konfiguratsioon: i5-6300U 2,4GHz, 8GB RAM, 128GB SSD, Windows 10 Pro.

Tegevused ja nende sisu:

- Office 365 ProPlus paigaldus – mõõdetud .exe käivitusfailile loa andmisest teha muudatusi kuni valmisoleku teateni;
- Chrome paigaldus – mõõdetud .exe käivitusfailile loa andmisest teha muudatusi kuni programmi avanemiseni (automaatne);
- OneDrive sisu sünkroniseerimine ja allalaadimine – 7,8GB kaust 115 failiga;
- failide kopeerimine – OneDrive kaustast Desktopile failikausta kopeerimine (7,75GB, 91 faili);
- arhiivi lahtipakkimine: 7,65GB arhiivifail;
- programmide käivitamine – skriptifaili abiga seitsme programmi järjestikune käivitamine – Word, Excel, Powerpoint, Chrome, Firefox, Foxit Reader, kalkulaator;
- Fast.com võrgukiirustest teistes testides kasutatud võrgus.

Tabel 3. Jõudlustestide tulemused.

Tegevus	Sülearvuti (aeg mm:ss)	Azure VM (aeg mm:ss)	AWS VM (aeg mm:ss)
O365 Proplus paigaldus	03:52	06:19	02:53
Chrome paigaldus	00:17	00:27	00:25
OneDrive sync	13:37	02:19	02:33
Failide kopeerimine	00:25	03:50	01:29
Arhiivi lahtipakkimine	00:47	03:45	01:57
Programmide käivitamine	00:06	00:09	00:10
Fast.com	130Mbps	1Gbps	370Mbps

Subjektiiivselt saab hinnata ka veebilehitsemise kogemust kõigi kolme konfiguratsiooni puhul, selleks teostati viieminutiline uudiste sirvimine-lugemine Eesti portaalides Delfi ja Postimees, kasutades Chrome veebilehitsejat. Sülearvutis oli kogemus igapäevasele PC-kasutajale ootuspärane – kiire ja sujuv ilma märgatava latentsuse või aegluseta. Azure'i virtuaalmasina peal oli kogemus märgatavama latentsuse ja viidetega lehtede kerimisel ja avamisel, kuid sellega harjus võrdlemisi kiiresti. WorkSpaces virtuaalmasinas oli aga tunnetuslikult lehtedel liikumine kõige aeglasem neist kolmest kasutusjuhust.

Testide tulemusi vaadeldes saab teha järelduse, et kuigi näitajate poolest olid konfiguratsioonid sarnased, erines erinevate tegevuste kasutuskogemus siiski eri töökeskkondades tuntavalt. Selge on see, et virtuaalsed töökeskkonnad ei paku täna lõppkasutajale tõenäoliselt samaväärset kasutuskogemust kui traditsiooniline PC, seda eriti failitoimingute, veebilehitsemise ning programmide käivitamise kiiruse vaatest. Seda ei tohiks siiski võtta virtuaaltöökeskkondade kasutamist täielikult välistava

tegurina – iga potentsiaalset kasutuslugu tuleb vaadelda ja testida klientide peal eraldi ning lõplik otsus süsteemi sobivuse kohta vastu võtta nende tulemusi arvestades.

5.4 WVD ja AWS sobivusanalüüs teenusportfelli

Senise analüüsi käigus saadud ülevaate kaudu saab hinnata, kumb lahendustest – WVD või AWS – sobiks paremini MAX 123 teenusportfelli.

- Funktsionaalsus – WVD puhul saab luua multisessioonseid Windows 10 Enterprise virtuaaltöölauakeskkondi, AWS puhul aga kindla kasutaja põhiseid töömasinaid, kus kasutatakse Windows Server 2016-l põhinevat Windows 10 „kogemust“ või Linuxit. MAX 123 eelistus on pakkuda pigem Microsoft Windowsi haldust ning tunnetuslikult pole Linux organisatsioonides täna eelistatud lõppkasutaja operatsioonisüsteemina. Samuti on rakenduste ühilduvuse pinnalt eelistatum „päris“ Windows 10 operatsioonisüsteem Windows Server 2016-l põhineva ees.
- Hinnastamine ja ressursside paindlikkus – kumb lahendus vastavalt kliendi nõudmistele paremat hinda pakub, oleneb konkreetsest kasutusloost ja ka sellest, kas Azure'i puhul ollakse valmis kasutama hinnasoodustuse saamiseks ühe- või kolmeaastast ressursireserveeringut. Siiski pakub WVD oluliselt paindlikumat lahendust tänu multisessioonsete virtuaalmasinatele. Kui AWS puhul on süsteemis jäigalt vastavuses kasutaja ja virtuaaltöölauakeskkond, saab WVD puhul hostide käigushoidmist planeerida vastavalt üldisele kasutuskooormusele. Lisaks on WVD ressursside konfiguratsiooni muutmine paindlikum – AWS puhul saab võimsama tööruumi peale liikuda kord kuue tunni jooksul, nõrgema peale kord 30 päeva jooksul; WVD puhul siin piiranguid pole – kui virtuaalmasin seisma panna, saab tema konfiguratsiooni muuta minutitega ja piiranguteta.
- Süsteemi sobivuse testimise kuluefektiivsus lõppkliendile – iga virtuaaltöölaua keskkonna juurutamine eeldab põhjalikku testimist, et süsteem vastaks kliendi nõuetele. Oluline on ka, et testimine oleks kuluefektiivne, kuna lõpptulemus võib olla negatiivne ning seeläbi kulutatud raha justkui raisatud. AWS puhul saab testimiseks tasuta kasutada kahte „Standard“ paketi virtuaalmasinat esimese

kahe kuu jooksul pärast teenuse esmakordset kasutamist kombineeritult 40 tunni eest [24]. WVD puhul saab kasutada testimiseks \$200 eest Azure'i krediiti, mis iga tasuta Microsofti konto loomisega kaasa antakse, esimese 30 päeva jooksul pärast konto loomist [25]. Võrreldes AWS-iga, on seega piiranguid ressursside tasuta kasutatavuse osas vähem ja WVD ses osas eelistatav.

- Olemasolev kompetents ettevõttes – et olla edukas teenusepakkuja, peab kasutatavaid tehnoloogiaid ja süsteeme tundma nii hästi kui võimalik. Töö autori näol on ettevõttes edaspidi olemas kompetents teostada virtuaaltöölaua lahenduste näidisjuurutusi nii AWS kui Azure'i keskkonnas. Siiski pole siinkohal oluline vaid WVD ja WorkSpaces kontseptsioonide kompetents, vaid teadmised AWS ja Azure'i pilveplatvormidest laiemalt – kuidas tagada nende teenuste puhul turvalisus, virtuaalvõrgu taristu ülesehitus, virtuaalmasinate haldamine, kasutaja- ja ligipääsuhaldus jne – sellealased teadmised on MAX 123-s selgelt kõrgemad Azure'i pilveplatvormil (hinnanguliselt vähemalt keskmiste teadmistega on selles vallas ettevõttes viis spetsialisti, samas kui AWS-i veidi laiemalt tunneb vaid üks – pilvearhitekt).
- Klientide lähedus töödeldavatele andmetele – MAX 123 fookuses on tugevalt olnud ning on ka tulevikus Office 365 teenuspaketi müük, juurutus ja haldus oma klientidele. On loogiline laiendada seda pakkumist virtuaaltöölaua lahenduse võimekusega WVD näol, kuna Office 365 Sharepointis ja OneDrive'is hoitavad andmed asuksid seeläbi töölaudadega samal pilveplatvormil, pakkudes virtualiseeritud töökeskkonna mõistes potentsiaalselt paremat võimalikku kasutuskogemust andmete manipuleerimisel.
- Olemasolevad partnerlussuhted – MAX 123 on Microsofti hõbepartner, sellest tulenevalt teenib ettevõtte Azure'i platvormi teenuste müügist lisaboonuseid ja ka turundusraha.
- Kasutuskogemus – eelmises peatükis läbitud testide tulemusel saab öelda, et olenevalt funktsionaalsuse ja kiiruse vajadustest võib lõppkliendile sobida paremini ühel juhul WVD, teisel WorkSpaces.

Eelolevaid kõiki punkte arvesse võttes otsustab autor tootestamiseks valida Microsofti Windows Virtual Desktop platvormil põhineva teenuse.

6 Windows Virtual Desktop tootestamine

Käesolevas peatükis tootestatakse WVD platvormil teenus vastavalt MAX 123-s kasutatavale kokku lepitud vormile. Materjal on mõeldud eeskätt müügipersonalile potentsiaalsete klientide leidmiseks ja neile toote olemuse tutvustamiseks, samuti selgitamiseks, kuidas toimub toote hinnastamine, juurutamine ja edasine haldus.

6.1 Toote põhiandmed

6.1.1 Toote nimetus ja lühikirjeldus, põhiandmed

Toote nimetus eesti keeles: „Virtuaaltöölaua lahendus Windows Virtual Desktop platvormil“.

Kaasaegne, paindlik ja turvaline virtuaaltöölaua teenus Microsoft Azure'i pilves. Võimalus luua soovitud konfiguratsioonis ja õigetele inimestele ligipääs neile vajalikele ressurssidele sisuliselt minutitega.

Tabel 4. Toote "Virtuaaltöölaua lahendus Windows Virtual Desktop platvormil" põhiandmed.

Ärivaldkond:	IT-taristu teenused	Toote olek:	Kinnitamisel
Tootegrupp:	Pilveteenused	Piirkond:	Kogu Eesti, vajadusel ka välisriigis)
Tootejuht:	Rudolf Purge	Müügikanalid:	otse
Segment:	Ärisegment	Teenuste tugi:	tugi@max.ee 6990 690 (10/5) 5349 4133 (24/7)
Sihtgrupp:	Kesk- ja suuretevõtted	Hind:	Vt pt 5.3.1 hinnainfo

6.1.2 Eeldused

Millised tingimused peavad olema täidetud toote saamiseks ja kasutamiseks:

- kasutajatoe keel eesti või inglise;

- süsteemi ei saa kasutada ettevõtte, kes seadusandlusest tulenevalt ei tohi töödelda andmeid pilvekeskkonnas või eeldavad offline-funktsionaalsust töökohtadel;
- kasutajate litsentseeritus – Microsoft 365 E3, E5, A3, A5, F1, Business, Windows E3, E5, A3, A5;
- ettevõtte peaks teadma, milline on kasutajate töölauakeskkondade funktsionaalne vajadus (tavaliselt jaotatakse kasutajad gruppidesse) ning milline on tarbimismuster;
- võrguühendus;
- lõppkliendi seade kasutamiseks.

6.1.3 Vajadused

Mida toode võimaldab, milleks peaks klient selle toote valima, miks tal seda vaja oleks:

- kui olemasolev virtuaaltöölaua lahendus on amortiseerunud, ei paku piisavat paindlikkust või vajab odavat varulahendust laiahaardelisema intsidendi korral;
- paremini hallatavad ja kaitstud töökeskkonnad – enam ei pea keskenduma lõppkasutaja seadmete turvalisuse pärast muretsemisele (mis saab siis, kui töötaja sülearvuti kaotab? Mis juhtub andmetega? Kas suudame turvata piisavalt hästi tööarvuteid, mida kasutatakse potentsiaalselt ka eraelulistel eesmärkidel? jne). Töö- ja erakeskkonnad seadmetes on lahus. Samas saab kasutada tööressurssidele ligipääsuks pea mis tahes seadet (Windows, Linux, Mac OS, iOS, Android);
- BYOD e *Bring Your Own Device* poliitika võimaldamine ettevõttes – püsitöötajad, aga ka hooajalised ja nt koostööpartnerid saavad võimaluse ettevõtte ressurssidele ligi pääseda samade põhimõtete alusel, kasutades selleks oma olemasolevaid seadmeid. Ka liitumisolukordades, kus ettevõtte töötajate arv kasvab hüppeliselt, saavad uued töötajad ühelt töökeskkonnalt teisele üle minna võimalikult kiiresti. Uute kaugtöötajate pardalevõtt ettevõttesse on lihtsam kui kunagi varem;

- hooajatöötajad + ebakorrapärane, aga mahult potentsiaalselt kõrge arvutusvõimsuse vajadus (sh GPU-jõudlus) – kui erakorralist arvutusvõimsust võimaldavaid töökeskkondi on vaja harva, pole selleks otstarbeks mõistlik soetada kallist riistvara – WVD platvormil saab provisioneerida soovitud võimsusega töölaudu minutitega, tasudes tarbitud ressursi eest minutipõhiselt;
- soodsamad lõppkasutaja seadmed, kui ei vajata võrguühendusega töövõimekust;
- jätkuv vajadus Windows 7 platvormi kasutamise ja selle turvauuenduste järele – WVD-platvormil käitavatele Windows 7 operatsioonisüsteemile on tagatud turvauuendused 2023 jaanuarini.

6.1.4 Müügiargumendid. Kiiduväärt omadused

Toote head omadused ja info, mille poolest on teistest sarnastest toodetest parem:

- enam ei pea virtuaaltöölaudade loomiseks pidama oma serveriparki ega tegema suuri ühekordseid kulutusi riistvara ja litsentside soetamise näol. Samuti jääb ära „arvamismäng“, kui suurt arvutusvõimsust on vaja kõikide praeguste ja tulevaste virtuaaltöölaudade jaoks ettevõttes – tänu pilveplatvormile saab ressursse skaleerida väga hõlpsalt ja kiiresti.
- Microsoft Azure platvormi turvameetmed, töökeskkondade hallatus/standardiseeritus, Office 365 integratsioonid ja optimeeringud (sh potentsiaalne andmete lähedus WVD ↔ Sharepoint/OneDrive);
- ülipaindlik ressursside konfiguratsiooni muutmine ja hinnastamine – töökeskkondade jõudluse tõstmine või langetamine on minutite küsimus, hinnastamine sealjuures minutipõhine. Kokkuhoiuvõimalused seda suuremad, mida püsivam ja etteennustatavam on vajadus – märkimisväärsed hinnaalandused ühe- ja kolmeaastastele ressursi reserveeringutele;
- minimaalsed töökatkestused kasutajate lõppseadmete rikete korral – kui lõppseadmega midagi juhtub, saab uue või asendusseadme kasutusele võtta minutitega ning töö jätkub täpselt sealt, kus see pooleli jäi – sisuliselt ei kulu mingisugust aega uue seadme seadistamiseks vastavalt kasutaja soovidele ja

eelistustele. Kõrgkäideldavad pilvelahendused minimeerivad potentsiaalseid tööseisakuid ja ulatuslike intsidentide esinemise tõenäosust, sh andmekadu;

- odavam haldusteenus kasutajatöökoha kohta – kui IT ei pea enam tegelema lõppkasutaja riistvara-põhise töökoha haldamisega, vaid ainult virtuaaltöökeskkonna haldusega, on halduskulu töötaja kohta odavam kohapealsete visiitide, riistvarariketega tegelemise, üksikute töökohtade seadistamise jmt arvelt;
- Microsoft kui üks IaaS-turuliidreid – pidevad investeeringud tootearendusse ja turvalisuse tõstmise.

6.2 Toote jutustav kirjeldus

Teenus võimaldab ettevõtte töötajatele luua virtuaalseid töölauakeskkondi, mis pakuvad ühelaadset kasutuskogemust seadmest olenemata. Kasutaja virtuaalne töölaud koos kõigi vajalike rakendustega asub pilvekeskkonnas ning on tsentraalselt hallatav ja seadistatav vastavalt funktsionaalsuse ja jõudluse vajadusele. Kasutajal piisab vaid kaugtöörakenduse käivitamisest mis tahes maailma nurgas, kus on võrguühendus, ning tal on turvaline ligipääs kõikidele vajalikele ettevõtte ressursidele. Windows 10 operatsioonisüsteem pakub juba tuttavat töökeskkonna ülesehitust, võrreldes traditsioonilise PC-arvutitöökohaga. Virtuaaltöölaua keskkondi saab lisada ja eemaldada vastavalt hetkevajadusele, võimaldades seeläbi maksimaalset kulude optimeerimist. Koos kliendiga selgitatakse välja ressurside kasutusmustrid ja teenuse maht viiakse sellega vastavusse. Kogu süsteemi haldusliku poolega tegeleb MAX 123 Võrguvara (kasutajate haldus, litsentsihaldus, ressurside haldus, virtuaaltöölaudade tarkvaraline konfiguratsioon, jõudlus ja turvalisus), võimaldades kliendil keskenduda oma äritegevusele.

6.3 Tellimisinfo ja müügikorraldus, hinnainfo, tugiinfo

Toode on loetletud ettevõtte kodulehel IT-taristu teenusena. Peamine müügikanal on otsemüük. Müügi- ja tarneahel:

1. kui kliendihaldur on loonud kliendis huvi toote vastu ja seda soovitakse tellida, selgitab kliendihaldur (vajadusel koostöös haldusmeeskonna juhiga) välja kliendi nõuded, tehnilise teostuse vajaduse ja skoobi;
2. üldisele juurutusele peab alati eelnema testperiood valitud kasutajatega (min kestus üks nädal) kliendi lõpplahendusega ette nähtud nii sarnases konfiguratsioonis kui võimalik. Testlahenduse tarne eest vastutab haldusmeeskonna juht, juhhib tehnilise teostuse läbiviimist koostöös taristu- ja haldusmeeskonnaga;
3. kliendihaldur on testperioodi vältel mõistlikult tihedas kontaktis kliendiga, et saada lahenduse sobivuse kohta tagasisidet. Kui see on testperioodi lõpuks positiivne, jätkub protsess lõpplahenduse tarne planeerimise ja tarnega.

6.3.1 Toote hinnaskeem

Toote hind koosneb kolmest komponendist:

- 1) liitumistasu - sisaldab teenuse kasutamiseks vajaliku taristu ülesehitust pilveplatvormil – liidestus olemasoleva kataloogiteenusega või selle ülesehitus; kasutajate litsentseerimine; virtuaaltöölaua kasutajate gruppide loomine vastavalt ressursinõuetele ja kasutusprofiilidele; virtuaaltöölaua keskkondade (virtuaalmasinate) provisioneerimine, seadistamine; haldus- ja monitooringulahenduse juurutamine; lõppkasutaja juhendite koostamine; lõppkasutajate koolitamine.
- 2) kuutasu - fikseeritud kuutasu kasutaja kohta kuus (litsentsikulu + halduskulu). AADDS teenuse tasu (kui on kasutusel). Maapealse AD'ga liidestuseks vajaliku Azure VPN kuutasu (kui on kasutusel). Pilves käitatava virtuaalmasina põhise AD kui teenuse haldustasu (kui on kasutusel).
- 3) teenuste kasutamise tasu - käitatavate virtuaalmasinate ressursid pilveplatvormil (tüüp e võimsus korda kasutatud aeg, võib olla minutipõhine või ühe- kuni kolmeaastase reserveeringuga – viimasel juhul läheb fikseeritud kuutasu alla).

6.3.2 Teenindus ja rikked

Küsimuste, teenindussoovide ja rikete korral pöördub klient MAX 123 kasutajatoe poole endale meelepärast kanalit kasutades:

- kasutajatoe portaal <https://tugi.max.ee>;
- e-mail tugi@max.ee;
- telefon 6990 690 (E-R 08:00-18:00);
- 24/7 valvetelefon (kui on kliendiga sõlmitud vastav leping).

Kliendi pilvekeskkonna tööd monitooritakse Azure'i enda vahenditega ning riketele reageeritakse võimalusel proaktiivselt.

7 Näidislahenduse juurutamine

Windows Virtual Desktop platvormil näidislahenduse juurutamises ja kasutuskogemuse testis nõustus olemasolevast kliendiportfellist osalema advokaadibüroo Glikman Alvin LEVIN OÜ kaks vandeadvokaati. Enne testi algust sai sõnastatud mitu hüpoteesi, millele test pidi vastused andma ning mille vastustest kujunema seisukoht lahenduse potentsiaalsest sobivusest igapäevatööks:

- talutav latentsus – operatsioonisüsteemi/töölaua kasutuskogemus peaks olema traditsioonilise PC-töökohaga võrreldes nii ligilähedane kui võimalik;
- süsteemi kasutamise lihtsus – süsteemi kasutamine ei tohiks lõppkasutajalt nõuda millegi uue ja keerulise äraõppimist, harjumatu autentimisviisi kasutamist vmt;
- OneDrive/Sharepoint andmete kiire manipuleerimine ja sünkroniseerimine töölaua ja pilveandmehoidlate vahel.

Viimane hüpotees tulenes ettevõtte murekohast, et ettevõtte Sharepointis asuvate andmete sünkroniseerimine kasutajate arvutitega ei toimu nii kiiresti, kui nad sooviks. Andmehulk pole suur mahuliselt (kogu hoidla alla 300GB), vaid failide arvu poolest (PC-töökohtade ja pilve vahel sünkroniseeritavate failide hulk olenevalt kasutajast 100 000 kuni 300 000). Test pidi andma vastuse küsimusele, kas virtuaaltöölaua lähedus Azure'i pilves andmetele kiirendab seda protsessi.

Näidislahenduse ülespanekul ja käitamisel kasutati MAX 123 koostööpartneri TVG Eesti poolt võimaldatud krediiti Azure'i pilves.

Töö autor teostas järgnevad tegevused:

- MAX 123 enda Office 365 asuris kahe uue kasutaja loomine, Azure portaalis vajaminevate lubade ja ligipääsude andmine Windows Virtual Desktop teenuse ressurssidele;
- Azure portaalis virtuaalvõrgu loomine;

- Azure Active Directory Services teenuse provisioneerimine virtuaalmasinate domeeniga liitmiseks;
- multisessioonse hostipuuli loomine (üks B4MS virtuaalmasin, 4 vCPU, 16GB RAM, 128GB Premium SSD);
- lisavirtuaalmasina loomine virtuaaltöölaua keskkonna GPO/SCCM halduseks;
- operatsioonisüsteemi seadistamine vastavalt ettevõttes kokkulepitud seadistustele rakenduste ja eelistatud sätete osas;
- FSlogix profiilikonteinersüsteemi seadistamine;
- kasutajakontodele MFA rakendamine, kasutajate juhendamine ligipääsude ja kasutuspõhimõtete osas.

Testperiood kestis kokku ühe nädala, mille jooksul saadud tagasiside ja järeldused olid alljärgnevad:

- süsteemi kasutamine ja põhimõte lihtne ja arusaadav, samuti selle potentsiaalsed eelised traditsioonilise PC-töölauamudeli ees;
- latentsuserinevus PC-ga siiski antud kasutajate jaoks märgatav, harjumatu ning vastuvõetamatu;
- Sharepoint/Onedrive andmete sünkroniseerimiskiirus ligilähedane personaalarvutis kogetule (viimasest võib järeldada, et süsteemi nõrgimaks lüliks on ilmselt sünkroniseerimise agentprogramm, mitte võrguühendus või töökoha jõudlus).

Läbi viidud katselahendus ilmestab varasemas analüüsis välja toodud riskikohti, et virtuaaltöölaua keskkonnad ei pruugigi kõikidele kasutajatele ja kasutuslugudele sobida ning seda erinevatel põhjustel. Sai kinnitust tõsiasi, et lõppkasutajate peal testimise läbiviimine on ülioluline, kuna just nemad peavad lahendusega igapäevaselt tööd tegema ning sellega ka rahul olema, olenemata sellest, kui heaks ja funktsionaalseks võivad süsteemi pidada IT-spetsialistid.

7.1 Tasuvusarvutus

Näitlikustamiseks, milliseks oleks kujunenud kogu lahenduse maksumus kliendile, võrreldes virtualiseerimise lahendusega MAX 123 enda renditud andmekeskuses käitaval MAX Cloud platvormil, on teostatud järgnev näidisarvutus spekulatiivselt kolme- ja viieaastase perioodi peale, kasutades Azure'i pilveteenuste kalkulaatorit ja ettevõttesiseseid kokku lepitud hinnakirju [17]. Algandmed WVD-keskkonnale:

- kasutustundide arv 200h kuus, 25 kasutajat;
- multisessioonsed D2s v3 virtuaalmasinad, 2vCPU, 8GB RAM, 128GB Premium SSD, 6 masinat x 200h ning 1 masin x 530h (tööajaväliseks kasutamiseks);
- olemasoleva domeenikontrolleri kasutamine (VPN-ühenduse vajadus pilvekeskkonnaga).

MAX Cloud algandmed:

- 25 kasutajat, 24/7 töötavad isikulised virtuaalmasinad (2 vCore, 8GB RAM, 128GB SSD, Windows);
- Lahenduse juurutuskulu projekti raames hinnanguliselt 5000€.

Tabel 5. TCO-arvutus.

	WVD	VDI
ühe kuu kulu kasutaja kohta	<ul style="list-style-type: none"> • Virtuaalmasinate kulu 48€ (24/7 masin) + 108€ (200h masinad) + 100€ (SSD kettad) = 11€/kasutaja; • M365 E3 litsentsikulu 18€; • Pilvekasutaja halduskulu 5€; 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtuaalmasinate kulu $1672€ / 25 = \sim 67€$ kasutaja (sh Windowsi litsents); • O365 Business Premium litsentsikulu 12€; • VDI-kasutaja halduskulu 10€; • Lahenduse soetusmaksumus 3a

	<ul style="list-style-type: none"> • VPN-teenus 24€/25=1€; • Lahenduse soetusmaksumus 3a kasutuse korral: 1000/36=28€; • Lahenduse soetusmaksumus 5a kasutuse korral: 1000/60=17€ • KOKKU 3a/5a/kuus: 63€/52€ 	<ul style="list-style-type: none"> kasutuse korral: 5000/36=139€; • Lahenduse soetusmaksumus 5a kasutuse korral: 5000/60=83€; • KOKKU 3a/5a/kuus: 228€/172€
3a kulu	63*36=2268€	228*36=8208€
5a kulu	52*60=3120€	172*60=10 320€

Nagu näha, pole MAX 123-l mõtet kliendile pakkuda virtuaalset töölaua keskkonda oma andmekeskuses, kuna WVD kasutamine tuleks tõenäoliselt lõppkliendile odavam. Näidisarvutus VDI lahenduse vaatest on küll koostatud pigem tunnetuslike algandmetega ning ei pretendeeri kindlasti absoluutsele tõe, kuid just maapealsed VDI-lahendused on ülesehituselt keerulised ning nii ongi autor hinnanud mitmete erinevate VDI-lahendusi kirjeldavate tehniliste kirjelduste ja kokkuvõtete põhjal lahenduse maksumuse käesolevas tabelis väljatooduks. Kokkuvõttes tuleb ka MAX 123-le endale odavam pakkuda teenust WVD-platvormil, kuna nii pole tarvis teha investeeringuid infrastruktuuri, litsentsidesse ja süsteemadministraatorite koolitusse, et täielikult oma platvormil VDI-täislahendust pakkuma hakata.

8 Kokkuvõte

Käesoleva diplomitöö eesmärk oli analüüsida virtuaaltöölaua lahendusi MAX 123 AS kui IT-teenusepakkuja seisukohast ning võimalusel täiendada tooteportfelli uue innovatiivse lahendusega, mis ka õnnestus. DaaS-i kui kontseptsiooni, kasutusjuhte ja näidislahenduse hinnaarvutust analüüsides selgus, et tegu pole tõenäoliselt lahendusega, mis kuidagi laialdaselt hakkaks ohustama traditsioonilist arvutitöökoha mudelit, kus operatsioonisüsteem töötab otse klientseadme riistvaral. Kuigi turuolukorda vaadates võib tunduda, et tegu on väga kiirelt kasvava ja areneva lähenemisega, on siiski väga selged stsenaariumid, kus selle tehnoloogia rakendamine on potentsiaalselt õigustatud ja mõistlik: järeltulija või hübriidlahendus VDI-le, mobiilsed ja ajutised töötajad, liitumisstsenaariumid, ajas muutuv arvutusvõimsusvajadus, *BYOD* võimaldamine ning halduse ja turvamise eraldamine lõppkasutaja seadmest.

Võrreldes Windows Virtual Desktop ja Amazon WorkSpaces lahendusi, selgus, et erinevusi on nii funktsionaalsuses, jõudluses kui ka hinnastamises. Eelkõige olemasoleva kompetentsi, Microsofti partnerstaatuse, lahenduse paindlikkuse ning multisessioonse Windows 10 keskkonna funktsionaalsuse tõttu otsustati tootestada lahendus just WVD platvormil. Kui mõni eelmises lõigus välja toodud kasutusjuhtudest on mõne ärikliendi jaoks aktuaalne, saab MAX 123 AS kui teenusepakkuja tänu käesoleva töö teises pooles teostatud tootestamisele pakkuda kliendile sobivat teenust.

Näidislahenduse juurutamine tõi selgelt välja kinnituse vajadusest iga potentsiaalset virtuaaltöölaua keskkonna juurutust testgrupi peal katsetada enne selle laialdasemat kasutuselevõttu. Selgus, et antud kasutajatele polnud kogemus piisavalt positiivne ning süsteemi potentsiaalsed eelised ei kaalunud üles tajutud puudusi, samuti poleks lahenduse hind tõenäoliselt olnud kliendi jaoks atraktiivne. Siiski omandas autor protsessi käigus väärtuslikku tehnilist kompetentsi lahenduse ülespanekul, haldamisel ja kasutajatele vahendamisel. Tasuvusarvutusest selgus, et ettevõttele ja ka lõppkliendile oleks odavam virtuaaltöölaua lahendus WVD-platvormil kui MAX Cloud keskkonnas.

Käesoleva töö praktiliseks väärtuseks saab pidada uue toote lisandumist MAX 123 AS tooteportfelli, samuti töö autori teoreetilise ja praktilise oskusteabe lisandumist ettevõttesse. Järgmiste sammudena näeb siinkirjutaja ette MAX 123 müügimeeskonna kurssi viimist antud töö tulemuste ning uue tootega portfellis. Tulevikus tuleb aga pidevalt jälgida hinnamuutusi pilveressursside puhul, mis võib kasutuslugusid veelgi laiendada.

Kasutatud kirjandus

- [1] IBM Cloud Education, „Desktop Virtualization,“ 30 09 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/learn/desktop-virtualization>. [Kasutatud 07 12 2019].
- [2] M. Lockwood, „Is DaaS Ready to Become Your Default Virtual Desktop,“ Gartner, 2018.
- [3] M. Lockwood, „Choosing Between VDI and DaaS for Your Virtual Desktop Solution,“ Gartner, 2017.
- [4] M. A. S. F. T. D. G. Nathan Hill, „Market Guide for Desktop as a Service,“ Gartner, 2018.
- [5] Gartner, Inc., „Gartner Report: Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide (2019),“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://pages.awscloud.com/Gartner-Magic-Quadrant-for-Infrastructure-as-a-Service-Worldwide.html>. [Kasutatud 24 12 2019].
- [6] Microsoft, „Windows Virtual Desktop is now generally available worldwide,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2019/09/30/windows-virtual-desktop-generally-available-worldwide/>. [Kasutatud 09 12 2019].
- [7] Microsoft, „What is Windows Virtual Desktop?,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/overview>. [Kasutatud 09 12 2019].
- [8] Nerdio, „WVD-Architecture-V2.1,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://getnerdio.com/wp-content/uploads/2019/05/WVD-Architecture-V2.1.pdf>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [9] Microsoft, „Windows Virtual Desktop environment,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/environment-setup>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [10] Microsoft, „Compare the client apps,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/remote/remote-desktop-services/clients/remote-desktop-app-compare>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [11] R. Mangan, „Windows Virtual Desktop – Management Web App (UX),“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://ryanmangansitblog.com/2019/11/12/windows-virtual-desktop-management-web-app-ux/>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [12] Microsoft, „Tutorial: Create a host pool by using the Azure Marketplace,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/create-host-pools-azure-marketplace>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [13] Microsoft, „Virtual Machine series,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/virtual-machines/series/>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [14] Microsoft, „Host pool load-balancing methods,“ [Võrgumaterjal]. Available:

-] <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/host-pool-load-balancing>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [15 Microsoft, „Scale session hosts dynamically,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/set-up-scaling-script>. [Kasutatud 15 12 2019].
- [16 Microsoft, „Windows 10 Enterprise multi-session FAQ,“ [Võrgumaterjal].
] Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-desktop/windows-10-multisession-faq>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [17 Microsoft, „Pricing calculator,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [18 Microsoft, „Azure Active Directory Domain Services pricing,“ [Võrgumaterjal].
] Available: <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/active-directory-ds/>. [Kasutatud 12 12 2019].
- [19 Microsoft, „Shared Responsibility for Cloud Computing,“ 10 2019.
] [Võrgumaterjal]. Available: <https://gallery.technet.microsoft.com/Shared-Responsibilities-81d0ff91/file/225366/1/Shared%20Responsibility%20for%20Cloud%20Computing-2019-10-25.pdf>. [Kasutatud 22 12 2019].
- [20 Mary Branscombe, „Windows Virtual Desktop doesn't limit enterprises to
] Microsoft for VDI,“ TechRepublic, [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.techrepublic.com/article/windows-virtual-desktop-doesnt-limit-enterprises-to-microsoft-for-vdi/>. [Kasutatud 15 12 2019].
- [21 Microsoft, „Security recommendations for Windows virtual machines in Azure,“
] [Võrgumaterjal]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/virtual-machines/windows/security-recommendations>. [Kasutatud 15 12 2019].
- [22 Amazon Web Services, „Amazon WorkSpaces Administration Guide,“
] [Võrgumaterjal]. Available:
<https://docs.aws.amazon.com/workspaces/latest/adminguide/workspaces-ag.pdf>. [Kasutatud 13 12 2019].
- [23 Amazon Web Services, „Simple Monthly Calculator,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://calculator.s3.amazonaws.com/index.html>. [Kasutatud 23 12 2019].
- [24 Amazon Web Services, „Amazon WorkSpaces Pricing,“ [Võrgumaterjal].
] Available: <https://aws.amazon.com/workspaces/pricing/>. [Kasutatud 14 12 2019].
- [25 Microsoft, „Create you Azure free account today,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://azure.microsoft.com/en-us/free/>. [Kasutatud 24 12 2019].

