



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Seadmete migratsioon kohalikust haldusest  
tsentraliseeritud pilvehaldusesse Microsoft Azure'i ja  
Intune'i baasil**

**Migration of devices from local administration to centralized  
cloud management based on Microsoft Azure and Intune**

ARUKAD SÜSTEEMID JA RAKENDUSINFOTEHNOLOOGIA ÕPPEKAVA  
LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Vitali Savinski

Üliõpilaskood: 207565

Juhendaja: Larissa Joonas, lektor

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneriplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

# **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Vitali Savinski (sünnikuupäev: 29.11.1984)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Seadmete migratsioon kohalikust haldusest tsentraliseeritud pilvehaldusesse Microsoft Azure'i ja Intune'i baasil mille juhendaja on Larissa Joonas,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Vitali Savinski, 207565EDTR

Õppekava, peeriala: EDTR17/18 - Arukad süsteemid ja rakendusinfotehnoloogia

Juhendaja(d): lektor, Larissa Joonas, larissa.joonas@taltech.ee

### Lõputöö teema:

Seadmete migratsioon kohalikust haldusest tsentraliseeritud pilvehaldusesse Microsoft Azure'i ja Intune'i baasil

Migration of devices from local administration to centralized cloud management based on Microsoft Azure and Intune

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Kohaliku võrgu pilve migreerimise protsessi rakendamine õppeasutuse näitel ja Microsoft Azure'i ja Intune'i baasil
2. Migratsioon ja tema eeliste analüüs
3. Migratsiooniprotsessi automatiseerimine

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Tehnoloogia valik. Migratsiooni aktuaalsus ja selle protsessi kirjeldus	10.10.2023
2.	Kasutajaseadmete ja võrgu seadistuse kirjeldus. Seadmestiku seisundi analüüsist	20.10.2023
3.	Migratsiooni etappide praktilise osa kirjeldus	20.11.2023
4.	Kirjaliku vestluse vormistamine	10.12.2023

**Töö keel:** eesti

**Lõputöö esitamise tähtaeg:**

"10" jaanuar 2024a

**Üliõpilane:** .....

"...."..... 20.... a

/allkiri/

**Juhendaja:** .....

"...."..... 20.... a

/allkiri/

**Konsultant:** .....

"...."..... 20.... a

/allkiri/

**Programmijuh:** .....

"...."..... 20.... a

/allkiri/

# SISUKORD

EESSÕNA	8
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	9
SISSEJUHATUS	10
1. TEHNOLOOGIA VALIK JA MIGRATSIOONI PROTSESSI KIRJELDUS	13
1.1. Tehnoloogia valik	13
1.1.1. Microsoft Azure'i tehnoloogia valimise põhjendamine	14
1.1.2. Pilveteenuse pakkujate tugevate ja nõrkade külgede kirjeldus	14
1.1.3. Azure'i tugevate ja nõrkade külgede lühianalüüs	16
1.1.4. Põhjendus Tallinna Linnavalitsuse IT osakonna tehnoloogia valikule	17
1.1.5. Tehnoloogia valiku põhjendused ja kommentaarid Telia AS'i Microsoft'i töökohateenuste osakonna tarneinseneri poolt	18
1.2. Windows Server ja selle evolutsioon pilve	18
1.2.1. Microsoft Azure	20
1.2.2. Microsoft Azure Active Directory (Azure AD)	22
1.2.3. Microsoft Intune	23
1.2.4. Windows AutoPilot	23
1.2.5. PowerShell ja automatiseerimine	24
2. TÖÖJAAMADE MIGRATSIOON MICROSOFT AZURE PILVE „X“ KOOLI NÄITEL	26
2.1. Võrgu infrastruktuur	26
2.1.1. Sisevõrguseadmete kirjeldus	27
2.2. Tehnilised nõuded ja operatsioonisüsteem	28
2.3. Migratsioonieelne töö	29
2.3.1. Migratsiooni eelsete tööde etapid	29
2.4. Realisatsioon ja migratsioonietappide kirjeldus	30
2.4.1. Uue seadme migreerimise protseduur	32
2.4.3. Kasutatud seade, mis ei toeta Windows 11	45
2.4.4. Muude seadmete migratsioon	45
2.5. Pärast migreerimist	46
3. TULEMUS JA EDASIARENDAMINE	47
3.1. Ebamugavused seotud parooli vahetamisega	47
3.2. Rakenduste uuendamine	47
KOKKUVÕTE	48
SUMMARY	50

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	52
LISA 1. PÕHJENDUS TALLINNA LINNAVALITSUSE IT OSAKONNA TEHNOLOOGIA VALIKULE 55	
LISA 2. TEHNOLOOGIA VALIKU PÕHJENDUSED JA KOMMENTAARID TELIA AS'I MICROSOFT'I TÖÖKOHATEENUSTE OSAKONNA TARNEINSENERI POOLT.....	56
LISA 3. ÜLDISTATUD VÕRDLUS KOHALIKU JA PILVEINFRASTRUKTUURI VAHEL....	57
Lokaalne infrastruktuur .....	57
Pilveinfrastruktuur .....	58
Eelised ja puudused.....	59
LISA 4. TALLINNA LINNA INFOTEHNOLOOGIA STIPENDIUMI TUNNISTUS .....	61
LISA 5. JOONISED, PILDID, DIAGRAMMID .....	62

## **EESSÕNA**

See diplomitöö kirjutati kahe praktika käigus organisatsioonis Telia AS. Praktikaperioodil tegeleti Tallinna linnavalitsuse poolt IT osakonnale määratud ülesannetega, mille realiseerimist analüüsitakse ning kirjeldatakse põhjalikult käesolevas töös.

Diplomitöö koostamise kontseptsiooni ja teoreetilise raamistiku kujundamisel osutasid oluliseks minu praktika juhendaja, Telia AS-i IT osakonna juhataja Tõnis Room ja Tallinna Tehnikaülikooli õppejõud Larissa Joonas. Nende asjatundlikkus ning juhendamisoskus andsid olulise panuse töö teadusliku sisu ja metodoloogia arendamisse.

Soovin avaldada sügavat tänu kõigile, kes osalesid käesoleva diplomitöö nõustamises, informatsiooni jagamises ja töö sisulises täiustamises, aidates kaasa selle akadeemilise saavutuse kvaliteedile ja sügavusele.



## LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

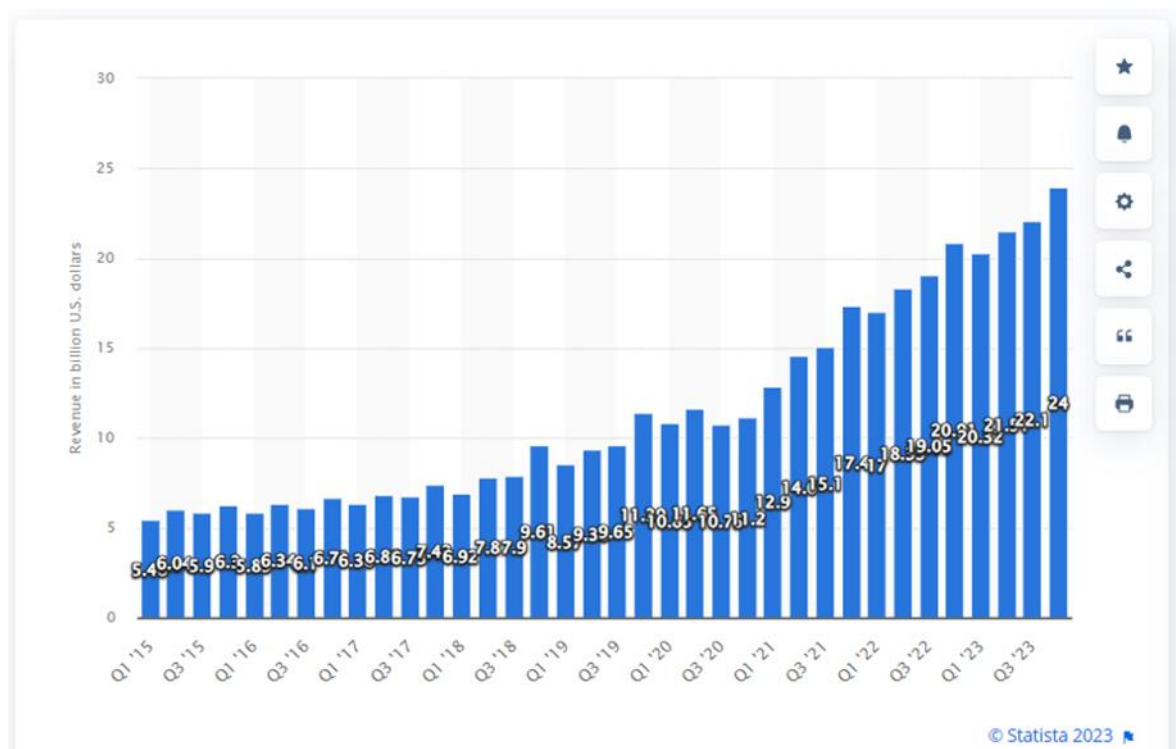
Azure AD	Azure Active Directory
Windows NT Server	Windows New Technology Server
UX	user experience
MS Intune	Microsoft Intune
Server R2	Release 2
VM	Virtual Machines
DevOps	Development & Operations
CI/CD	Continuous Integration / Continuous Delivery
CDN	Content Delivery Network
SaaS	software as a service
PaaS	platform as a service
IaaS	infrastructure as a service
Microsoft 365 E5	Microsoft 365 Enterprise5
MDM	Mobile device management
DAC-kaabel	Direct Attach Cable
SoC	system-on-chip
UEFI	Unified Extensible Firmware Interface
TPM	Trusted Platform Module
WDDM	Windows Display Driver Model
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
Windows Edu	Education
UPS	Uninterruptible Power Supply UPS
SCCM	System Center Configuration Manager
LDAP	The Lightweight Directory Access Protocol
IDS	Intrusion Detection System

## SISSEJUHATUS

Viimase kümnendi jooksul on raske märkamata jätta, et elame digitaalse transformatsiooni ajastul. Isegi kõige tavalisem inimene, kes pole seotud kõrgtehnoloogiaga, märkab, et arvuti, mis varem võttis enda alla terve toa või isegi mitu tuba, mahub nüüd taskusse. Seega on progress ilmne.

Viimase nelja aasta jooksul on transformatsioon kiirenenud ja on selgelt näha, millist rolli selles mängis COVID-19. Pilveteenuste tarbimise kasv on mitmekordistunud. Paljud ettevõtted, asutused ja koolid on pidanud pandeemiaga seotud piirangute tõttu üle minema kaugtööle ja kaugõppele. Pilveteenused on pakkunud vajalikku infrastruktuuri ühiseks tööks, dokumentide vahetamiseks ja suhtlemiseks veebis. Videokonverentsi platvormide ja koostööriistade populaarsus on märkimisväärselt suurenenud. Pilveteenused pakuvad stabiilseid ja skaleeritavaid lahendusi reaajas videokonverentsideks ja ühiseks tööks. uutused kasutajate käitumises ja vajadustes on soodustanud pilveteenuste kasvu ja tugevdanud nende positsiooni kaasaegsete infotehnoloogiate olulise elemendina.

Microsofti korporatsiooni Intelligentsete Pilve teenuste kvartaalne müügitulu aastatel 2015 kuni 2023 tõendab seda kasvu (vt graafikut). Ettevõtte müügituluoli 2019. aasta teises kvartalis 9,38 miljardit USA dollarit ning pärast pandeemia lõppu on müük stabiilselt kasvanud. Praeguseks hetkeks on ettevõtte kvartaalne müügitulu jõudnud 24 miljardi USA dollarini. [1]; (Joonis 0.1)



Joonis 0.1 Statista. Microsofti korporatsiooni pilvesegmendi kvartalitulud aastast 2015 kuni 2023 [1]

Migratsiooni termin käesolevas lõputöös viitab andmete, rakenduste ja serverifunktsioonide üleviimisele kohalikust infrastruktuurist pilvekeskkonda. Järgmine samm on kõigi arvutiseadmete (ja teiste seadmete) migreerimine pilve. Kui see on tehtud, lülitatakse kohalikud serverid välja ja kõik toimingud hakkavad toimuma pilves. Muud seadmed, nagu printerid, videokaamerad, nutiandurid jne, tuleb uuesti ühendada.

Aastal 2022 seadis Tallinna linnavalitsus eesmärgiks viia koolid üle kohalikust võrguhaldusest pilveteenustele. 10. oktoobriks 2023, oli 80% koolidest üle viidud ehk migreeritud Microsoft Azure pilveteenustesse.

Tallinna linn püüab tulevikku kindlustada tehnoloogiliste ressursside ja varude loomisega, arvestades probleeme, millega linn pandeemia ajal kokku puutus. Pilve migreerumise eelised, millele Tallinna linnavalitsus loodab, on järgmised:

- Keskne pilvehaldus lihtsustab suure hulga seadmete ja rakenduste haldamist erinevatel haridustasemetel, vähendades IT-administraatorite tehnilist koormust ja säästes nende aega.
- Pilveteenuste kasutamine võimaldab vähendada riistvara ja serverite hoolduskulusid. Linnad saavad raha säästa, liikudes pilveteenustele, kuna pole tarvis uuendada ega hooldada suurt hulka kohalikke servereid.
- Pilvesüsteemid võimaldavad juurdepääsu andmetele ja rakendustele igast internetiühendusega kohast, hõlbustades õpilaste ja õpetajate õppeprotsessi võimaldades neil töötada ning õppida kaugtöö vormis.
- Pilveteenused pakuvad tavaliselt kõrget turvalisustaset ja pakuvad usaldusväärsemat andmete hoidmist ja kaitset õpilaste ja õpetajate andmetele.
- Pilve liikumine võimaldab koolidel kasutada kaasaegseid tehnoloogiaid, nagu tehisintellekt, andmeanalüütika ja interaktiivne õpe, mis võivad parandada hariduskogemust.
- Füüsiliste serverite kasutamise vähendamine ja ressursside efektiivsem kasutamine võib vähendada haridusasutuste keskkonnamõju.
- Majanduslik efektiivsus.
- Kõigi kasutajate, tarkvara, võrguseadmete ja arvutite keskne juhtimine.

Siiski tuleb arvestada võimalike riskidega, nagu andmete turvalisus, internetiühenduse usaldusväärsus ja personali koolitamine uute pilvetehnoloogiatega töötamiseks.

Migratsioon pilvekeskkonda nõuab põhjalikku ettevalmistust ja kõrget oskuste taset IT-inseneridelt, võrguhaldurilt ja IT-spetsialistidelt. Diplomitöö peamine ülesanne on üksikasjalikult kirjeldada arvutiseadmete migreerimise protsessi pilvepõhiste

rakenduste Microsoft Azure AD, Windows Autopilot ja Intune haldusesse. Tehnilises peatükis kirjeldatakse migreerimisprotsessi automatiseerimist PowerShell'i skriptiga.

Samuti kuuluvad diplomitöö ülesannete hulka:

- kirjeldada pilvetehnoloogiaid kui vajalikku alternatiivi
- migratsiooniprotsessi kirjeldamine haridusasutuse näitel (kool);
- Microsoft Azure'i ja Intune rakendamise eeliste ja puuduste analüüs;
- kohaliku võrgu ja pilve võrdlus

Diplomitöö eesmärk on kohaliku võrgu pilve migreerimise protsessi rakendamine õppeasutuse näitel ja Microsoft Azure'i ja Intune'i baasil. Lisaks pöörata tähelepanu sellele, et praegusel infotehnoloogia arenguetapil võivad pilveteenused lahendada paljusid ülesandeid, lihtsustada inimeste elu, optimeerida kulusid ja pakkuda suurt potentsiaali tulevikuks, olles samal ajal keskkonnasõbralikumad.

Tallinna linn toetas selle lõputöö kirjutamist infotehnoloogia stipendiumiga. (vt Lisa 4)

Võtmesõnad: administreerimine, migratsioon, pilvetehnoloogiad, Microsoft Azure, bakalaureusetöö.

# 1. TEHNOLOOGIA VALIK JA MIGRATSIOONI PROTSESSI KIRJELDUS

Selles peatükis antakse ülevaade Windows Serveri baasil toimunud kohalike võrkude haldamise ajaloost. Tehnoloogia areng ja selle rakendamine Microsoft Azure'i pilveteenustes.

Samuti uuritakse:

- Microsoft Azure'i tehnoloogia asjakohasust;
- tarbimise kasvu;
- konkurentsieeliseid, mugavust;
- majanduslikku otstarbekust;
- miinuseid ja riske.

On loogiline eeldada, et kui turule ilmub uus tehnoloogia, mis vastab paljude klientide ootustele, tekib selle vastu huvi. Kuid kuidas üle minna uuele tehnoloogiale, kui kõik olulised funktsioonid ettevõtte infokeskkonna haldamisel, sealhulgas kohalik võrk, kasutajad ja seadmed, on kindlalt seotud vana tehnoloogiaga? Nendele ja paljudele teistele küsimustele antakse selles peatükis teoreetilised vastused.












Käesolevas töös tähistab termin "migratsioon" ettevõtte (või õppeasutuse) üleviimist ühest infotehnoloogilisest keskkonnast teise, andmete juhtimist ja terviklikkust kaotamata. Samuti kirjeldatakse migratsiooni etappe Tallinna koolide näitel (sh gümnaasium). Antakse ülevaade pilveteenustest nagu Microsoft Azure AD, Windows Autopilot ja Intune.

## 1.1. Tehnoloogia valik

Ilma mõistmiseta, kuidas Windows Serveri tehnoloogia toimib, kuidas see on arenenud ja kuidas selle rakenduse abil tagatakse ettevõtete võrkude haldamine, on migratsioon võimatu.

Korporatiivsete kohalike võrkude haldamise ajalugu algab, nagu see polekski imelik, möödunud aastatuhandest. 1990. aastate alguses olid korporatiivsete võrkude haldamise tehnoloogiad suhteliselt uued ja põhinesid varajastel serveri operatsioonisüsteemide versioonidel, näiteks *Novell NetWare* ja Unix-süsteemid. Ent *Windows NT Server*, mis tuli turule 1993. aastal, oli selles valdkonnas märkimisväärseks edasiminekuks, pakkudes ettevõtetele mugavamaid ja integreeritumaid lahendusi nende võrkude haldamiseks. [2] (Joonis 1.1)

# Complete Guide to Windows Server + Compare Differences

What You Need to Know				
Windows NT Advanced Server 3.1		First version of Windows Server	32-bit system	Supports newer server hardware
Windows NT Server 3.5		Unix connectivity	Novell Netware connectivity	Ability to use with existing networks
Windows NT Server 3.51		Stability improvements	Support for Windows 95	Remote software license management
Windows NT Server 4.0		Microsoft Internet Information Server	Terminal Server Edition	Same look and feel as Windows 95
Windows Server 2000		Support for Extensible Market Language	Active Server Pages	Integration with Active Directory for user authentication
Windows Server 2003		Updated security features	Ability to define server roles	Inclusion of .NET environment
Windows Server 2003 R2		Active Directory Federation Services	Improved data compression	Security Configuration Wizard
Windows Server 2008		Hyper-Virtualization System	Event Viewer	Server Manager
Windows Server 2008 R2		64-bit environment	Improved group policy implementation	Remote Desktop Services
Windows Server 2012		Support for use in the Cloud	Improved Hyper-V functionality	Inclusion of Essentials edition
Windows Server 2012 R2		Updates to PowerShell	Enhanced functionality for storage	Ability to serve software to mobile devices
Windows Server 2016		Inclusion of Nano Server	Network Controller	Support for using containers
Windows Server 2019		Windows Admin Center	Hyper-converged infrastructure	Advanced Threat Protection

Joonis 1.1 Windows Serveri täielik juhend + erinevuste võrdlemine (joonisel puudub Windows Server 2022). [4]

## 1.1.1. Microsoft Azure'i tehnoloogia valimise põhjendamine

Selleks, et mõista juhtivate pilveteenuse pakkujate tugevaid ja nõrku külgi, kasutab autor esmalt 2023. aastal olemasolevaid avatud allikaid. Töös lisatakse veel Tallinna linna administratsiooni vaatenurk. Ülalnimetatud aspekte analüüvides antakse põhjendus Microsoft Azure tehnoloogia valikule.

## 1.1.2. Pilveteenuse pakkujate tugevate ja nõrkade külgede kirjeldus

Allpool olevas tabelites on toodud nelja suurima globaalse pilvetehnoloogia tegija tugevused ja nõrkused 2021 - 2023. aasta perioodil (Tabel 1.1); (Tabel 1.2), (Joonis 1.3), [14]

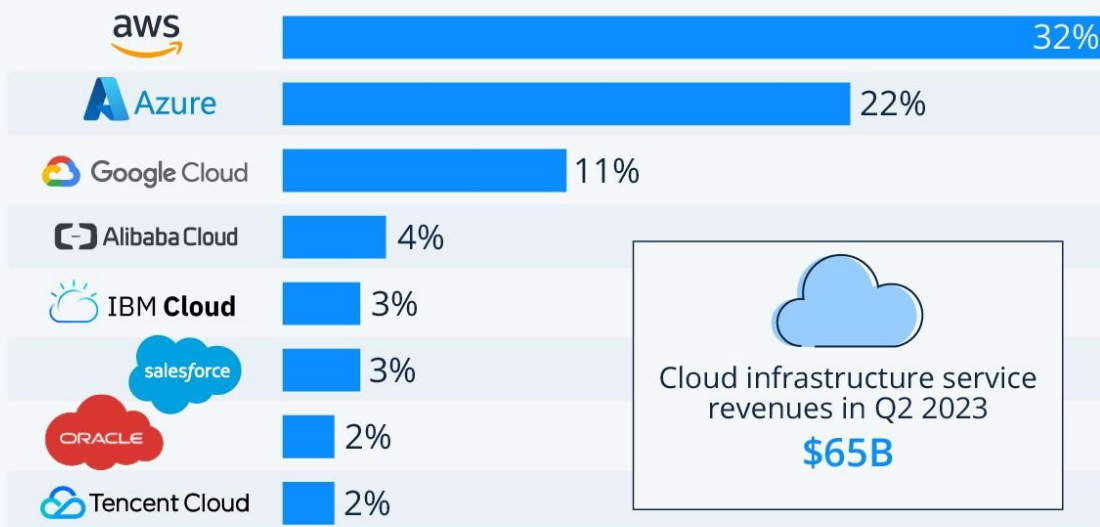
Tabel 1.1 Pilvepakujate tugevate külgede kirjeldus [14]

<b>Amazon</b>	<b>Azure</b>	<b>Google</b>	<b>Alibaba</b>
Suurim globaalne ulatus	Pakub hübriidlahendust	Terviklik konteineripõhine mudel	Domineerib paljudes Aasia piirkondades
Pikk usaldusväärse teenuse rekord	Lihtne esmakordne pilve migratsioon	Veebisaitidele hüperskaalas võrgukeskkonnas	Pakub atraktiivseid hindu
Paindlikkus ja lai teenuste valik	Ideaalne idufirmadele ja arendajatele	Kõige kulutõhusam ja ökoteadlik valik	Pakub andmetöötlust, andmebaase, salvestusruumi, masinõpet ja palju muud
Ideaalne suurematele ettevõtetele ja organisatsioonidele	Suurepärane Windows-põhiste organisatsioonidele	Ideaalne pilvepõhiste rakenduste ja tarkvara loojatele	Alternatiiv globaalsel turul
-	Toetab paljusid rahvusvahelisi turvastandardeid	-	-
-	Toetab paljusid haridusprogramme koolidele ja õpilastele	-	-

Tabel 1.2 Pilveteenuse pakujate nõrkade külgede kirjeldus [14]

<b>Amazon</b>	<b>Azure</b>	<b>Google</b>	<b>Alibaba</b>
Järsk õppimiskõver	Nõuab teadmisi platvormist	Piiratud tugi ettevõtete kasutusjuhtudele	Turuosa on väikseim
Funktsioonide valdav valik	Keerulised hinnamudelid	Kolmanda osapoole rakenduste integreerimise toetuse puudumine	Piiratud hostimisteenused [16]
Hübriidlahenduste sobiva toe puudumine	Andmeedastuse takistused	Kuutasud	Geopoliitilised riskid on olemas [15]
Tehnilise toe tasu	-	UX (user experience, design) vajab täiustamist	Keerukas kohandatud juhtpaneel [16]

## Worldwide market share of leading cloud infrastructure service providers in Q2 2023\*



\* Includes platform as a service (PaaS) and infrastructure as a service (IaaS) as well as hosted private cloud services

Source: Synergy Research Group



statista

Joonis 1.3 Globaalsete pilveteenuse pakkujate turuosa 2023. aastal [18]

### 1.1.3. Azure'i tugevate ja nõrkade külgede lühianalüüs

**Tugevused:** Imselt peamine ja ületamatu põhjus konkurentide jaoks on see, et paljud haridusasutused kasutavad juba Microsofti tooteid ja teenuseid, nagu näiteks Office 365, Microsoft Teams või Windows Server. Azure pakub sujuvat integreerimist nende tööriistadega. Microsoft pakub sageli haridusasutustele litsentsimistingimusi, mis võivad teha Azure'i kulude seisukohast atraktiivsemaks. Lisaks töötab Microsoft aktiivselt haridusasutustega üle kogu maailma, pakkudes tasuta või soodushinnaga haridusprogramme ja ressursse, mis võivad motiveerida haridusasutusi Azure'i valima.

Võrguadministraatoritele ja IT-spetsialistidele on Azure'i konkurentsieelis selles, et integreerimine ja migratsioon toimub väga sujuvalt ja etteaimatavalt. Microsoft on sellele eelnevalt mõelnud ja pakub oma klientidele kõiki vajalikke tööriistu ja juhiseid.

**Nõrkused:** Platvormi tundmine on vajalik, iseseisvalt on raske selles orienteeruda. Tohtu hulk teenuseid, ilma konsultatsioonita on keeruline leida vajalikku toodet. Hinnakujundus (minutipõhine tariif) pole kõige mugavam ja odavam, tuleb hoolikalt



jälgida pilveressursside tarbimist, vastasel juhul võivad kulud oluliselt kasvada. Tugi standardsetele klientidele võib olla aeglane või mitte kõrgeimal tasemel. Andmeside viivitus võib tekkida seetõttu, et andmekeskused on jaotatud erinevatesse maailma piirkondadesse ning Azure'i eriti kõrge turvalisuse ja andmekaitse tõttu.[17]

#### **1.1.4. Põhjendus Tallinna Linnavalitsuse IT osakonna tehnoloogia valikule**

Autor tegi päringu ja sai vastuse Tallinna linnavalitsuse IT-osakonnalt. Selles peatükis on esitatud vastus ainult esimesele küsimusele. Ülejäänud vastused lisatakse jaotisesse [vt Lisa 1].

Küsimus 1. Miks oli valitud migreerimiseks Microsofti Azure. Põhjendus. Eelised?

Vastab Juhataja Andres Vider, IT-tugiteenuste osakond Linna digiteenistus:

- "Tallinn linn ostab koolidele sisse tsentraalselt IT-haldusteenust. Täna on teenusepakkujaks Telia Eesti AS. IT-haldusteenuse osaks on ka seadmete haldus. Seadmete halduseks kasutas senine teenusepakkuja (Telia Eesti AS) kolmanda osapoole tasulist tarkvara, mille kulud sisaldasid teenuse maksumuses.
- 2022 aastal viis Tallinna Strateegiakeskus läbi riigihanke mille raames hangiti Tallinna linna haridusasutuste jaoks Microsofti litsentsid (<https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/4367649/general-info>) – nimetatud litsentside raames on võimalik kasutada seadmete halduseks ka Microsofti keskhaldusvahendeid (sh. nt System Centerit või Intune).
- Kuna Microsofti visioon näeb ette seadmete keskhalduse viimist pilve otsustasime keskhalduse nõ. maapeale versioonile enam mitte keskenduda. Lisaks on üha suurema mobiilsete seadmete hulga juures ja poliitikate juures, mis võimaldaksid ka kaugtööd teostada – seadmete pilvehaldusel mitmeid eeliseid maapeale halduse ees. Selles osas leiad googeldades palju infot.
- 2022 aastal alustas Tallinna Strateegiakeskus koos Telia Eestiga MS Intune katsetamist seadmete keskhalduseks neljas koolis.
- 2023 aasta sügisel laiendasime Intune kasutamist kõikidele Tallinna munitsipaalkoolidele.
- Miks 2023 aasta sügisel? Seetõttu, et 2023 aasta sügisel lõppesid koolides mitmed seadmete rendihanked – välja vahetati üle 4000 lauaarvutit ja 5000 sülearvutit. Nimetatud seadmete vahetusprojekt oli õige aeg Intune ülemineku teostamiseks – seadmed said installimise ajal ettevalmistatud intunega liitmiseks ja ka liidetud."

### **1.1.5. Tehnoloogia valiku põhjendused ja kommentaarid Telia AS'i Microsoft'i töökohateenuste osakonna tarneinseneri poolt**

Autori tegi päringu Telia AS inseneriosakonda Microsoft Azure'i ja Intune'i tehnoloogiate koolidele juurutamise põhjenduste küsimiseks. Vastus on esitatud osaliselt allpool, täisversiooniga saab tutvuda [vt. Lisa 2].

Küsimus: 1. Miks oli valitud migreerimiseks Microsofti tehnoloogia? Põhjendus. Eelised. Vastab Martin-Juhani Saarenkunnas, Tarneinsener | Microsofti ja töökohateenuste osakond:

“Eelkõike valiti Tallinna Koolide puhul MS Intune haldusplatvormi kui selline soodsama hinnaga Education klientidele. Olulised eelised on cross-platform seadmete haldamis võimalus. Koolides on kasutusel nii Windows, Android, iOS kui ka Chrome OS seadmed. Seadmed ei vaja sisevõrgu olemasolu, ega VPN-i et ühenduda haldusplatvormiga. Kõik käib üle tavalise interneti. Rakenduste ja turvapoliitikate rakendamine kõik ühest kohast. Samas on ka kasutuse Windows Autopilot mis lihtsustab seadmete uuesti kasutuselevõttu ja uute seadmete OS Deploymentit kui sellist.

Piilu palun siia ka <https://www.stanfieldit.com/reasons-to-use-microsoft-intune/> Siin pms. enamus argumente kirjas miks MS Intune kasutusele võeti.”

## **1.2. Windows Server ja selle evolutsioon pilve**

Windows Server 2012 keskendus pilvetehnoloogia integreerimisele, parandas Hyper-V'd, salvestussüsteeme, PowerShell'i ja Server Core'i. 2012 R2 tõi kaasa turvalisuse, võrguteenuste ja veebiteenuste parendusi, hõlmates nii sisemisi kui ka pilvepõhiseid teenuseid. Just see Windows Server 2012 versioon väärrib erilist tähelepanu, kuna see lõi aluse integreerimisele pilvetehnoloogiatega. Edasi, aastatest 2012 kuni 2022, ilmus mitmeid järgnevaid versioone. [2] Nimelt:

- Windows Server 2016;
- Windows Server 2019;
- Windows Server 2022.

Kõik eespool loetletud versioonid näitasid kiiret ja stabiilset arengut, mis hõlmas endas:

- turvalisuse parandamist;
- krüpteerimise lisamist;
- ühilduvust Linux'iga;
- graafilisi juhtelemente;

- võimalust hallata mitut serverit korraga, kasutades Windows Admin Center.

Lõputöö kontekstis on oluline, et Windows Serveri versioonid 2016, 2019 ja 2022 pakuvad parendatud võimalusi integreerimiseks ja migreerimiseks Microsoft Azure'i pilveteenustega ja tagavad sujuvama ja efektiivsema töö pilvkeskkondades.

Peamised täiustused ja uued funktsioonid, mis on sisse viidud nendesse versioonidesse migreerimiseks või integreerimiseks Azure'iga:

#### **Windows Server 2016:**

- Azure Active Directory Join: võimaldab lihtsalt ühendada serveri teenusega Azure Active Directory (Azure AD) ja haldada kasutajakontosid ja seadmeid pilvekeskkonnas. [2]
- Azure Site Recovery: pakub vahendeid andmete varundamiseks ja taastamiseks Azure'i pilves ning tagabusaldusväärsema ja paindlikuma varundamise. [2]
- Azure Backup: võimaldab luua varukoopiaid ja salvestada need Azure'i pilveandmete turvalise säilitamise ja taastamisvõimaluse rikete korral. [2]

#### **Windows Server 2019:**

- Azure Network Adapter: võimaldab luua võrguühendusi kohalike serverite ja Azure võrkude vahel otse Windowsi serverist, lihtsustades võrgu seadistamist.
- Azure Blob Storage Direct Access: loob Windows Serveri failisüsteemist otseteed teenuses Azure Blob Storage, lihtsustades andmete hoidmist ja haldamist Azure'is. [2]
- Azure integreerimine Windows Admin Centeriga: Windows Admin Center Windows Server 2019-s on integreeritud Azure'iga ja võimaldab administraatoritel haldada pilveteenuseid ja ressursse otse Windows Admin Centeri graafilisest liidesest. [2]

#### **Windows Server 2022:**

- Azure Arc: võimaldab hallata Azure'i pilves servereid, klastreid ja muid ressursse igast asukohast läbi Azure Arc'i ja tagabtsentraliseeritud ja mugava kontrolli kõigi ressursside üle. [3]
- Azure Automanage: võimaldab automatiseerida ja hallata virtuaalmasinaid Azure'is ning lihtsustab virtuaalmasinate haldamise protsessi pilves. [3]
- Azure Kubernetesi teenuse integreerimine: tagab lihtsuse konteinerite käivitamiseks ja haldamiseks Azure'i pilves kasutades Kubernetesi. [3]

Need täiustused võimaldavad Windows Server'it paindlikumalt integreerida Microsoft

Azure'i pilvetehnoloogiaga ja tagada usaldusväärsema, efektiivsema ja mugavama serverite ja ressursside haldamise pilves. Samuti võimaldavad need hõlpsalt ja kiiresti teostada migratsiooni kohalikest serveritest pilveserveritesse.

### **1.2.1. Microsoft Azure**

Azure'i ajalugu algas 2008. aastal, kui Microsoft teatas oma pilvearvutusteenuse projektist nimega "Red Dog". 2010. aastal käivitati ametlikult teenus nimega Windows Azure. [5]

Üks esimesi rahvusvahelisi konverentse "MICROSOFT TECH ED 2013 EUROPE" toimus Madridis, kus peamise teemana esitleti "...usaldusväärsete ja turvaliste arvutuste organiseerimist tarkvaraarhitektuurides, mis on suunatud pilve kasutamisele..." [6: 46]. "Pilvearvutuste ja pilvepõhise OS-i loomisele orienteerumine viis vajaduseni traditsiooniliste andmetöötluskeskuste evolutsiooni järele, mis uutes tingimustes peavad vastama kõrgematele usaldusväärseuse, paindlikkuse ja tõhususe nõudmistele" [6: 46].

Konverents näitas selgelt, et tulevik kuulub pilvetehnoloogiale ja Microsoft näeb oma peamist arengut selles suunas. Sellel suurimal rahvusvahelisel üritusel esitleti esmakordselt selliseid tooteid ja teenuseid nagu: Microsoft Office 365, Windows Intune, VM (Virtuaalsed masinad), Azure SQL, SharePoint, Windows System Center ja palju muud. Tuleb märkida, et sel hetkel olid IT-gigandid nagu Amazon ja Google ees ning Microsoft pigem järgis neid. Praeguseks, 2023. aastaks on Microsoft pilvetehnoloogiate liider.

Windows Azure sai 2014. aastal nimeks Microsoft Azure [7]. See nimevahetus tehti aprillis 2014 ning oli seotud teenuste ja funktsionaalsuse laiendamisega sellel pilveplatvormil. Platvorm hakkas pakkuma mitte ainult Windows-keskseid teenuseid, vaid ka mitmekesiseid teenuseid ja lahendusi arendajatele ja ettevõtetele erinevatel platvormidel ja operatsioonisüsteemides.

Microsoft Azure on Microsofti poolt pakutav pilveplatvorm, mis pakub erinevaid pilveteenuseid, sealhulgas lahendusi arvutamiseks, andmete salvestamiseks, andmete analüüsiks, võrgulahendusteks ja paljuks muuks. Azure võimaldab arendajatel ja IT-spetsialistidel luua, juurutada ja hallata rakendusi Microsofti globaalses andmetöötluskeskuste võrgustikus.

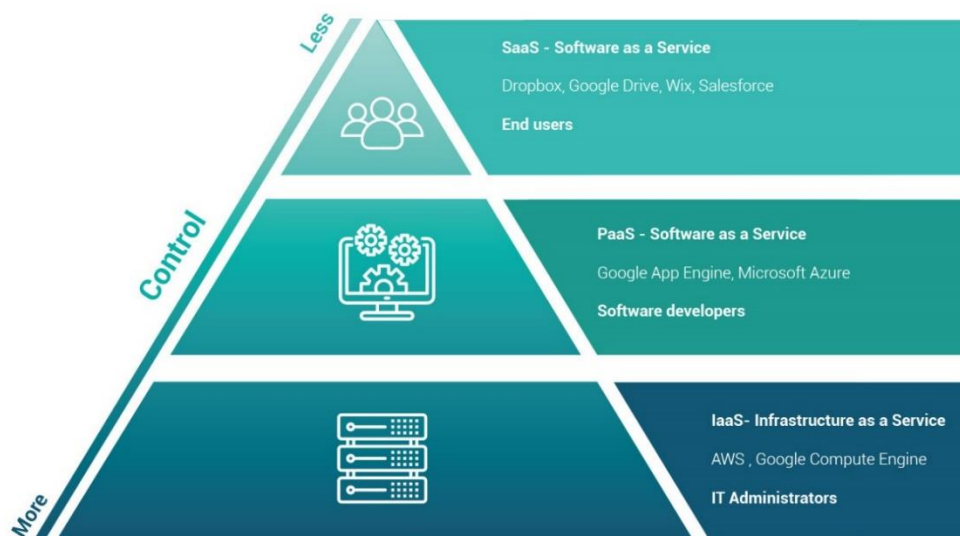
Mõned Microsoft Azure'i peamised teenused ja võimalused:

- Arvutused: Azure pakub virtuaalseid masinaid, Azure'i funktsioone (õmblusteta arvutamiseks), Kubernetes Service'i (konteinerite haldamiseks) ja teisi.
- Andmete salvestamine: Lahendused nagu Azure Blob Storage (struktureerimata

andmetele), Azure Table Storage, Azure SQL Database ja teised.

- Integratsioon ja turvalisus: Azure Active Directory identifitseerimise ja juurdepääsu haldamiseks, Azure Key Vault võtmete ja saladuste haldamiseks ja teised.
- Arendusvahendid: Visual Studio Team Services, DevOps ja teised CI/CD vahendid.
- Andmebaasid: Peale juba mainitud Azure SQL Database on olemas ka Cosmos DB (globaalselt jaotatud andmebaas), Azure Database for MySQL, PostgreSQL ja teised.
- Intelligentised teenused: Azure Cognitive Services (masinõppe teenused, sealhulgas nägemine, kõne, keel jne), Azure Machine Learning ja teised.
- Võrguteenused: Virtual Network, Load Balancer, VPN Gateway jne.
- Andmeanalüüs: Azure Stream Analytics (realtaja andmevoogude töötlemiseks), Azure Data Lake (suurte andmemahtude salvestamiseks), Azure HDInsight (big data).
- Asjade Internet: Azure IoT Hub, Azure IoT Central ja teised.
- Meedia ja CDN: Azure Media Services ja Azure Content Delivery Network.
- Mobiiliteenused: Azure Mobile App Service, Notification Hubs ja teised.

Tänaseks pakub Azure üle 600 teenuse, nende hulgas kõige populaarsemad kombinatsioonid on: tarkvara kui teenus (SaaS), platvorm kui teenus (PaaS) ja infrastruktuur kui teenus (IaaS), mis muudab kliendisuhted sõbralikuks. [5] (Joonis 1.2)



Joonis 1.2 Microsoft Azure'i pilveteenuste peamised liigid [8]

### **1.2.2. Microsoft Azure Active Directory (Azure AD)**

Azure AD on Microsofti pilvepõhine identifitseerimisteenus, mis pakub mitmeid funktsioone, sealhulgas autentimist, autoriseerimist, identifitseerimist ja kataloogitöö teenuseid. Azure AD pakub kasutajatele keskset portaali rakendustesse ja erinevate platvormide ja asukohtade ressursidesse sisenemiseks. Lisaks pakub teenus administraatoritele mitmeid tööriistu identiteediandmete ja juurdepääsu haldamiseks.[9]

#### **Windows Serveri transformatsioon Azure AD-ks**

Windows Server AD (Active Directory) on olnud (ja jääb) populaarseks vahendiks ettevõtete kohalike võrkude identiteediandmete haldamisel. See pakub tööriistu kasutajakontode, rühmade, turvapoliiticate ja muude ettevõtte keskkonna aspektide haldamiseks. [9]

Kuid pilvetehnoloogiate kasvava populaarsuse ja vajadusega pääseda ressursidele juurde kõikjal maailmas tekkis vajadus uue lahenduse järele - ja selleks lahenduseks sai Azure AD. Kui Windows Server AD keskendus kohaliku võrgu ressursside haldamisele, siis Azure AD pakub identifitseerimis- ja haldusfunktsioone pilves. [9]

Ei tasu mõelda, et Azure AD lihtsalt asendas Windows Server AD-d. Pigem on see selle lisandus, mis pakub uusi võimalusi, nagu integreerimine SaaS-rakendustega, turvaline sisenemine igast asukohast ja palju muud.

Ettevõtetele, mis on juba investeerinud Windows Server AD infrastruktuuri ja ei soovi täielikult pilve üle minna, on olemas integreerimisvõimalus Azure AD ja kohaliku AD vahel, mis võimaldab kasutajatel kasutada samu kontosid ja paroole nii kohalike kui ka pilveressursside jaoks.

Need, kes otsustavad täielikult pilve migreerida, otsivad sageli viise pilve võimaluste maksimeerimiseks ja oma kohaliku infrastruktuuri minimeerimiseks. Azure AD pakub tõepoolest paljusid funktsioone, mis on olemas kohalikus Active Directory's (AD), ning võimaldab loobuda kohalikust serverist.

#### **Azure AD ümbernimetamine Microsoft Entra ID-ks**

Microsoft valis Azure Active Directory (Azure AD) uueks nimeks Microsoft Entra ID järgmistel põhjustel:

- mitme pilve ja mitmeplatvormi funktsionaalsuse demonstreerimiseks,
- segaduse vältimiseks Windows Server Active Directory'ga ja
- Microsoft Entra tootevaliku ühendamiseks.

Teenuse plaanide nimetused muudeti 1. oktoobril 2023. Microsoft Entra ID Free,

Microsoft Entra ID P1 ja Microsoft Entra ID P2 on eraldi pakumiste uued nimed ja kõik praegustes Azure AD plaanides sisalduvad võimalused jäävad samaks. Microsoft Entra ID, varem tuntud kui Azure AD, sisaldub endiselt Microsoft 365 litsentsiplaanides, sealhulgas Microsoft 365 E3 ja Microsoft 365 E5. [10]

### **1.2.3. Microsoft Intune**

Microsoft Intune on Microsofti pilvepõhine arvutite, mobiilseadmete ja tahvelarvutite haldusteenus. See võimaldab organisatsioonidel hallata ettevõtte andmeid ja rakendusi oma töötajate seadmetes, rikkumata nende privaatsust. Teenus toetab erinevaid operatsioonisüsteeme nagu iOS, Android, Windows ja macOS.

Intune võimaldab administraatoritel registreerida ja hallata ettevõtte seadmeid. See hõlmab turvapoliitikate rakendamise võimalust, seadmete lukustamist või tehaseseadetele lähtestamist kaotamise või varguse korral. [11]

Microsoft Intune mängib võtmerolli ettevõtte seadmete migreerimisel kohalikest võrkudest Azure pilve. Migratsioonil Azure pilve on kasutajate tuvastamine ja autentimine kriitilise tähtsusega. Intune integreerub Azure AD-ga, pakkudes ühtset lahendust kasutajakontode ja seadmete haldamiseks. [12]

Seega ei ole Intune lihtsalt seadmehaldusvahend; see toimib sillana, ühendades kohalikke ressursse pilvega ning tagades ettevõtte seadmete ja andmete sujuva ja turvalise ülemineku Azure pilve.

Siin tuleks mainida Microsoft Intune konkurentsieeliseid, mis muudavad selle atraktiivseks. See teenus on sügavalt integreeritud teiste Microsofti pilvetoodetega, mis on väga oluline koolide jaoks, kes neid aktiivselt kasutavad (Office 365). Lisaks toetab Intune iOS-i, Androidi, Windowsi muidugi, Linuxi, macOS-i ja isegi IoT-seadmete juhtimist.

Olemas on ka teisi MDM-i pilveteenuseid. Näiteks:

Apple Business Manager (ABM) - hea vahend seadmete haldamiseks, kuid sobib ainult iOS-i, iPadOS-i ja macOS-i operatsioonisüsteemiga seadmete haldamiseks. ABM ei võimalda seadmete haldust, mis töötavad Android või Windows operatsioonisüsteemil.

Google Workspace toetab seadmete haldust kõigi peamiste opsüsteemide puhul, kuid ei integreeru nii mugavalt ja lihtsalt teiste Microsofti pilveteenustega. Näiteks:

Azure Active Directory võib pakkuda lahendusi juurdepääsu haldamiseks, kuid need ei pruugi täielikult suhelda juurdepääsu halduse mehhanismidega Google Workspace'is.

### **1.2.4. Windows AutoPilot**

AutoPilot on teenus Microsoft 365 raames, mis võimaldab ettevõtetel automatiseerida

uute Windows 10 või Windows 11 seadmete käivitamise ja seadistamise protsessi otse pakendist, ilma et oleks vajadust teha esialgset seadistust ettevõtte tasandil, muutes selle protsessi nii IT-administraatoritele kui ka lõppkasutajatele lihtsamaks ja mugavamaks. [13]

Ilma AutoPilotita oleks tulnud iga tööjaama(arvuti) käsitsi seadistada. Nimelt:

- domeeniga liitumine;
- MDM-is registreerimine;
- Administraatoritel oleks olnud vajalik kõik vajalikud rakendused ja värskendused igale seadmele käsitsi installida.
- Turvapoliitikate, nagu BitLocker, tulemüüri ja viirusetõrje seadistusi oleks tulnud teha käsitsi.
- kontode konfigureerimine;
- Wi-Fi ja VPN-i seadeid oleks tulnud käsitsi konfigureerida.
- keele ja regiooni seadistus;
- Administraatoritel oleks sageli tulnud koolitada lõppkasutajaid seadme kasutamise põhitõdedes, sisselogimisprotseduurides ja muudes alustes.
- Protsessi kiirendamiseks oleks administraatoritel olnud vaja luua kohandatud OS- image eelinstallitud rakenduste ja seadistustega.

### **AutoPiloti põhiroll migratsiooniprotsessis**

AutoPilot võimaldab seadmetel automaatselt liituda Azure Active Directory'ga (Azure AD) ja registreerida ettevõtte mobiilseadmete haldusteenuses (MDM), nagu Microsoft Intune. AutoPilot võib jälgida, et seade kasutaks viimast operatsioonisüsteemi versiooni enne, kui kasutaja hakkab sellega töötama. [12]; [13]

### **1.2.5. PowerShell ja automatiseerimine**

PowerShell on automatiseeritud ülesannete käsurea keel ja skriptikeel, mille Microsoft on välja töötanud Windowsi operatsioonisüsteemide administreerimiseks ja automatiseerimiseks. See ühendab käsurea (nagu cmd.exe-s) täisfunktsionaalse skriptikeelega, võimaldades administraatoritel ja arendajatel automatiseerida rutiinseid ja keerukaid ülesandeid.

#### **Migratsiooni automatiseerimise kontekstis saab PowerShell'i kasutada:**

- Ülesannete automatiseerimiseks: näiteks seadmete massiline registreerimine, kasutajate ja rühmade seadistamine Active Directory's või andmete migreerimine.



- Kaugjuhtimiseks: PowerShell võimaldab administraatoritel juhtida kaugel asuvaid süsteeme, mis on väga kasulik süsteemide migreerimisel või uuendamisel erinevates asukohtades.
- Skriptide loomiseks ja rakendamiseks: näiteks programmide automaatseks paigaldamiseks, konfiguratsioonide muutmiseks, failide kopeerimiseks ja muudeks ülesanneteks, mis võivad migratsiooni käigus tekkida.
- Integratsiooniks teiste süsteemide ja tööriistadega: nagu Microsoft Azure, Intune, Active Directory ja paljud teised. See võimaldab luua keerulisi automatiseeritud migratsiooniprotseduure, mis hõlmavad erinevaid tooteid ja teenuseid.

Tänu PowerShell'i paindlikkusele ja võimsusele on see võtmetööriist administraatoritele, kes tegelevad migreerimisega ja otsivad viise selle protsessi paljude aspektide automatiseerimiseks.

## **2. TÖÖJAAMADE MIGRATSIOON MICROSOFT AZURE PILVE „X“ KOOLI NÄITEL**

Selles peatükis kirjeldatakse samm-sammult tööjaamade (ja lühidalt ka muu varustuse) migratsiooni õppeasutusest "X" Microsoft Azure pilvekeskkonda. Samuti:

- võrguseadmete, salvestusruumide, arvutusressursside, tööjaamade ja interaktiivsete tahvlite kirjeldus;
- tööjaamade tehniline seisukord ja operatsioonisüsteemid;
- süsteemiadministraatorite eeltöö enne migratsiooni (lühidalt);
- tööjaamade migratsiooniprotsessi etapid;
- kontrollimine, testimine.

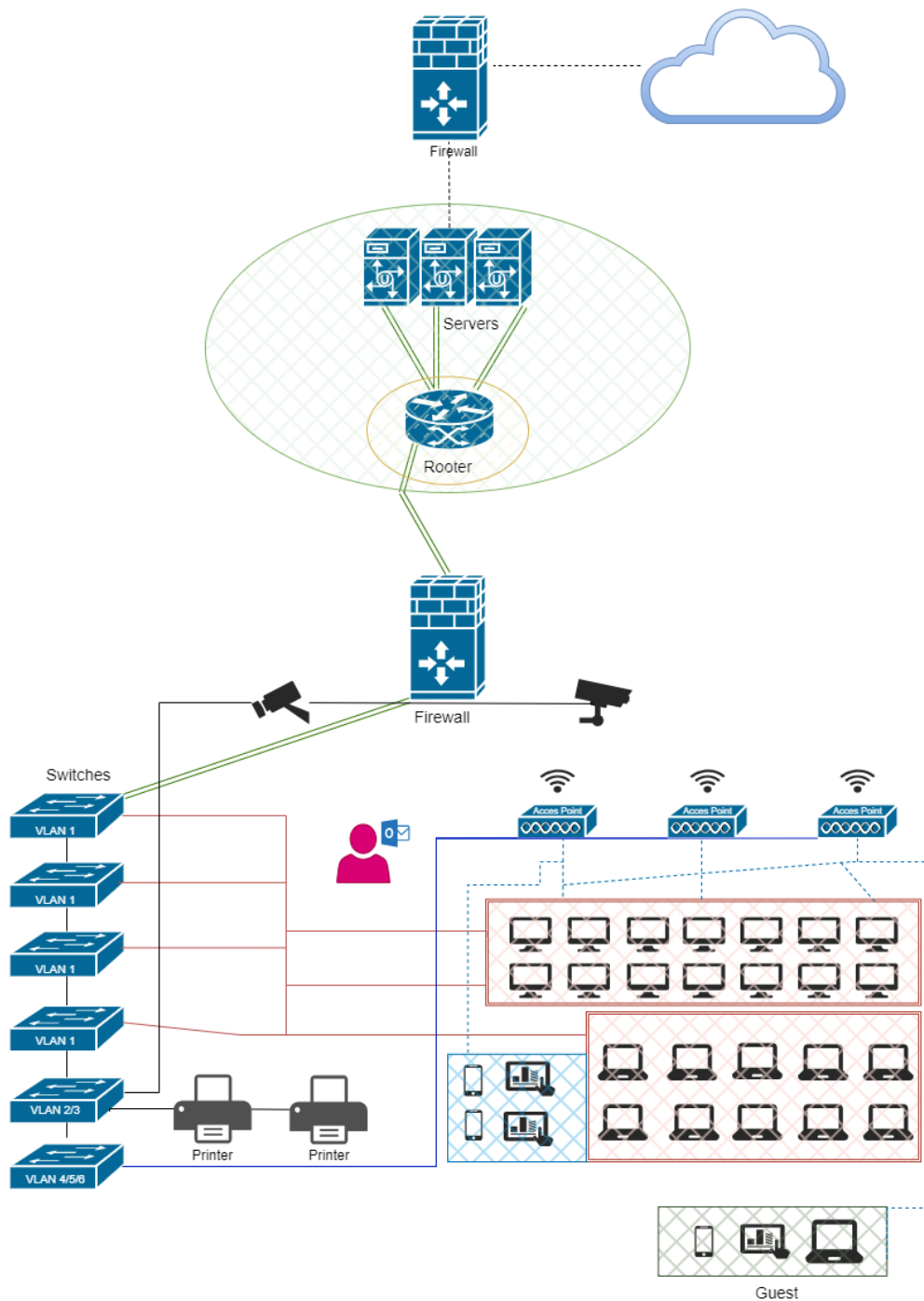
Tallinna koolide sisemiste ja välimiste võrkude arhitektuur on üles ehitatud samadele põhimõtetele. Õppeasutus "X" peegeldab keskmiselt kõigi teiste koolide ja gümnaasiumide tööpõhimõtteid, seega on see hea objekt pilvekeskkonda migreerimise etappide kirjeldamiseks.

Autorit piirab leping Telia AS-ga tundliku teabe levitamise kohta, mis võib kahjustada nende kliente. Seetõttu kirjeldatakse mõnda tehnilist detaili üldjoontes ja ilma üksikasjadeta.

### **2.1. Võrgu infrastruktuur**

Õppeasutuse ruuter "X" (edaspidi kasutab autor ka termineid "kool" või "gümnaasium") asub koolist eemal ja on ettevõtte Telia AS kontrolli all. Kooli juurde on toodud optiline internetikaabel, millel on võimalus andmete edastamiseks sisse- ja väljapoole kiirusega 1 Gb/s. Seespool on kõik võrguseadmed ühendatud DAC-kaablitega, mis võimaldab kogu koolis säilitada suure võrgukiiruse. Sarnaselt ei asu ka server koolis, vaid asub Tallinna andmekeskustes. Juurdepääs sellele on Tallinna IT-inseneridel ja ettevõtte Telia AS IT-inseneridel. Kooli server domeenikontrolleriga "edu.ee" on integreeritud Microsoft Azure'i pilvekeskkonda (Joonis 2.1).

Serveri integreerimine pilve tähendab, et meil on hübriidse IT taristuga objekt. Lihtsate sõnadega on see juhtum, kus kool ei loobunud kohalikust serverist, kuid osa selle funktsioone anti juhtimiseks pilve ja osa jäi kohalikku töötluskeskusesse. Tallinna linn otsustab ise, millised ressursid pilve viia ja millised jätta kohaliku serverisse. Tasub märkida, et andmete turvalisuse ja säilitamise küsimuses mängib olulist rolli nii Euroopa kui ka kohalik seadusandlus. Kohalikku võrku koos integreeritud pilveserveriga Azure AD'sse saab näha allpool esitatud pildi näitel. (vt Lisa 5)



Joonis 2.1 Kooli lokaalvõrgu infrastruktuur

### 2.1.1. Sisevõrguseadmete kirjeldus

Tallinna koolide sisevõrk ja varustus näevad välja umbes ühesugused. (vt. Tabel 2.1), (Joonis 2.1) Lisamaterjalides üldiselt võrreldakse klassikalist kohalikku ettevõtte võrku ja pilvekeskset tsentraliseeritud võrku. Analüüsitakse seadmete mahtu, plussid ja miinused. (vt Lisa 3)

Tabel 2.1 Sisevõrguseadmete kirjeldus

Firewall "Huawei"	liikluse kontroll
Switch "Huawei/48"	kokku 6 tk.
VLAN1	lauaarvutid
VLAN2	tehniline, kaamerad
VLAN3	printerid 5 tk.
VLAN4	õpetajate wifi
VLAN5	õpealste wifi
VLAN6	külalise wifi
Wifi tugijaam "Huawei"	20 tk.
IP	10.254.0.0

## 2.2. Tehnilised nõuded ja operatsioonisüsteem

Enne kui tööjaam (arvuti) viiakse üle pilvekeskkonda, tuleb veenduda, et seade vastab minimaalsetele nõuetele. Nõuded põhinevad Microsofti, linna administratsioonil ja ettevõttel Telia AS kombineeritud soovitudel.

Tööjaama tehnilised nõuded on üsna lihtsad ja arusaadavad, arvutile peab olema võimalik paigaldada opsüsteemi Windows 11. Alltoodud Microsofti minimaalsed nõuded selle operatsioonisüsteemi paigaldamiseks[19]:

- Protsessor: 1 gigahertz (GHz) või kiirem, vähemalt kahe tuumaga, ühilduval 64-bitisel protsessoril või süsteemil kiibil (SoC).
- Protsessor: 1 gigahertz (GHz) või kiirem, vähemalt kahe tuumaga, ühilduval 64-bitisel protsessoril või süsteemil kiibil (SoC).
- RAM: 4 GB või rohkem.
- Salvestusruum: 64 GB või suurem salvestusseade.
- Püsivara: UEFI, võimeline turvaliseks käivitamiseks.
- TPM: Usaldusväärne platvormimoodul (TPM) versioon 2.0.
- Graafikakaart: DirectX 12 ühilduv graafika / WDDM 2.x.
- Ekraan: >9" HD eraldusvõimega (720p).
- Internetiühendus: Internetiühendus on vajalik uuenduste tegemiseks ja mõnede

funktsioonide allalaadimiseks ja kasutamiseks.

Kuigi need on välja toodud minimaalsed nõuded, võib tegelik jõudlus sõltuda seadme konkreetsest riist- ja tarkvarakonfiguratsioonist. Samuti on hea mõte kontrollida Microsofti ametlikku veebisaiti või ressursse nende nõuete värskenduste või muudatuste osas. Kõige täpsema vastuse selle kohta, kas konkreetne seade sobib Windows 11 paigaldamiseks, annab programm PC Health Check.

## **2.3. Migratsioonieelne töö**

Esimene asi, mida tuleb teha, on kõikide tööjaamade inventuur ja nende tehnilise seisukorra tuvastamine. On vaja välja selgitada, millised arvutid kuuluvad koolile ja millised on renditud. Nagu nähtub Tallinna IT-osakonna juhataja Andres Videri kirjast, "...et 2023. aasta sügisel lõppesid koolides mitmed seadmete rendihanked – välja vahetati üle 4000 lauaarvutit ja 5000 sülearvutit".

Tuleb selgitada, et koolides on peamiselt renditud seadmed, mida regulaarselt uuendatakse, kuid on ka kooli enda seadmeid, mida kasutatakse kuni nende tehnilise sobivuse lõpuni. Teisega on sageli raskem töötada, kuna need vananevad kiiresti.

### **2.3.1. Migratsiooni eelsete tööde etapid**

Enne kui Tallinna gümnaasiumi "X" seadmed pilvekeskkonda migreeriti, tehti järgmised tööd:

- tuvastati 90 uut lauaarvutit;
- tuvastati 54 uut sülearvutit;
- tuvastati 17 vananenud arvutit, mis ei suuda toetada Windows 11;
- tuvastati 23 iPad tahvelarvutit, mis sobivad pilvekeskkonnaks;
- Windows 11 uuesti paigaldamiseks tuvastati 38 lauaarvutit;
- Windows 11 uuesti paigaldamiseks tuvastati 88 sülearvutit;
- 28 interaktiivset tahvlit Android'iga.

Kokku on migreerimiseks ette valmistatud 321 seadet.

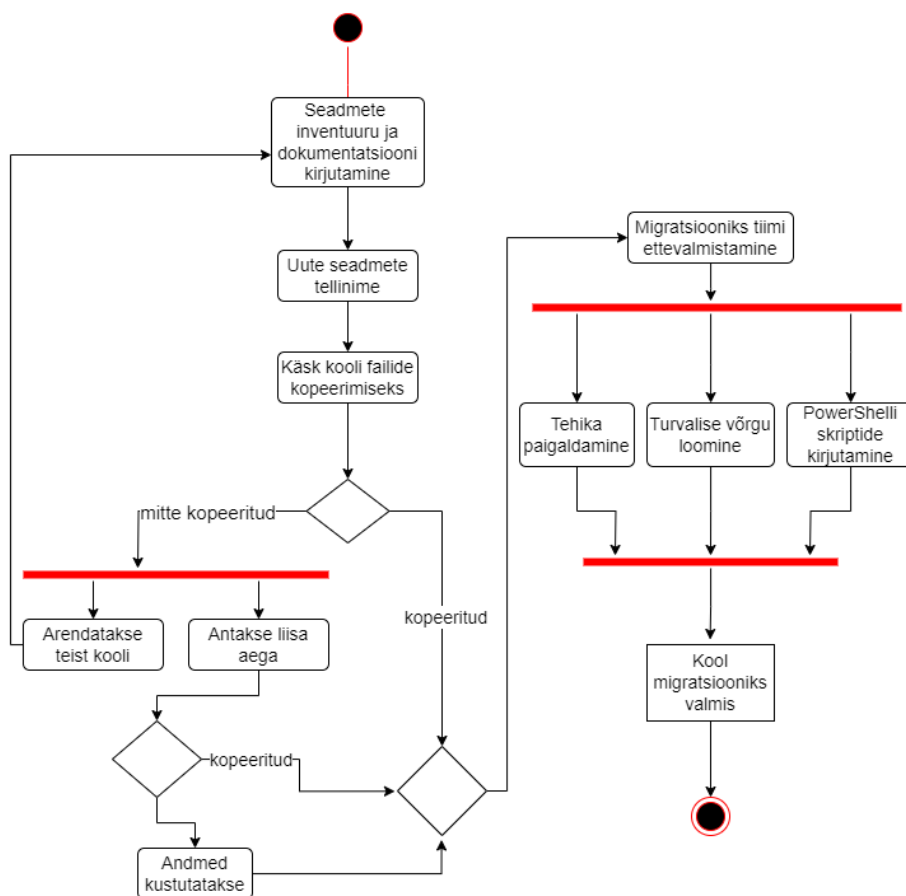
### **Süsteemiadministraatorite eeltöö enne migratsiooni**

Enne kui alustada seadmete migreerimist pilve, peavad süsteemiadministraatorid tegema oma osa tööst. Sellest otseselt sõltub töö sujuvus ja tööjaamade pilve üleviimise kiirus. Migratsiooni alustamise eel peavad olema täidetud järgmised punktid:

- Kasutajate kontod lisamine Azure AD-sse

- Turvalise võrgu loomine
- Skriptide määramine kaugandmebaasidele ja printeritele Intune'is
- Grupipoliitika loomine Azure AD-s
- Grupipoliitika loomine Intune'is
- PowerShell'i skriptide silumine
- Registreerimine AutoPiloti (uute arvutite puhul)

Migratsioonieelne töö on näidatud alloleval tegevusdiagrammil (Joonis 2.2).



Joonis 2.2. Tegevusdiagramm näitab ettevalmistustööd migratsiooniks

## 2.4. Realisatsioon ja migratsioonietappide kirjeldus

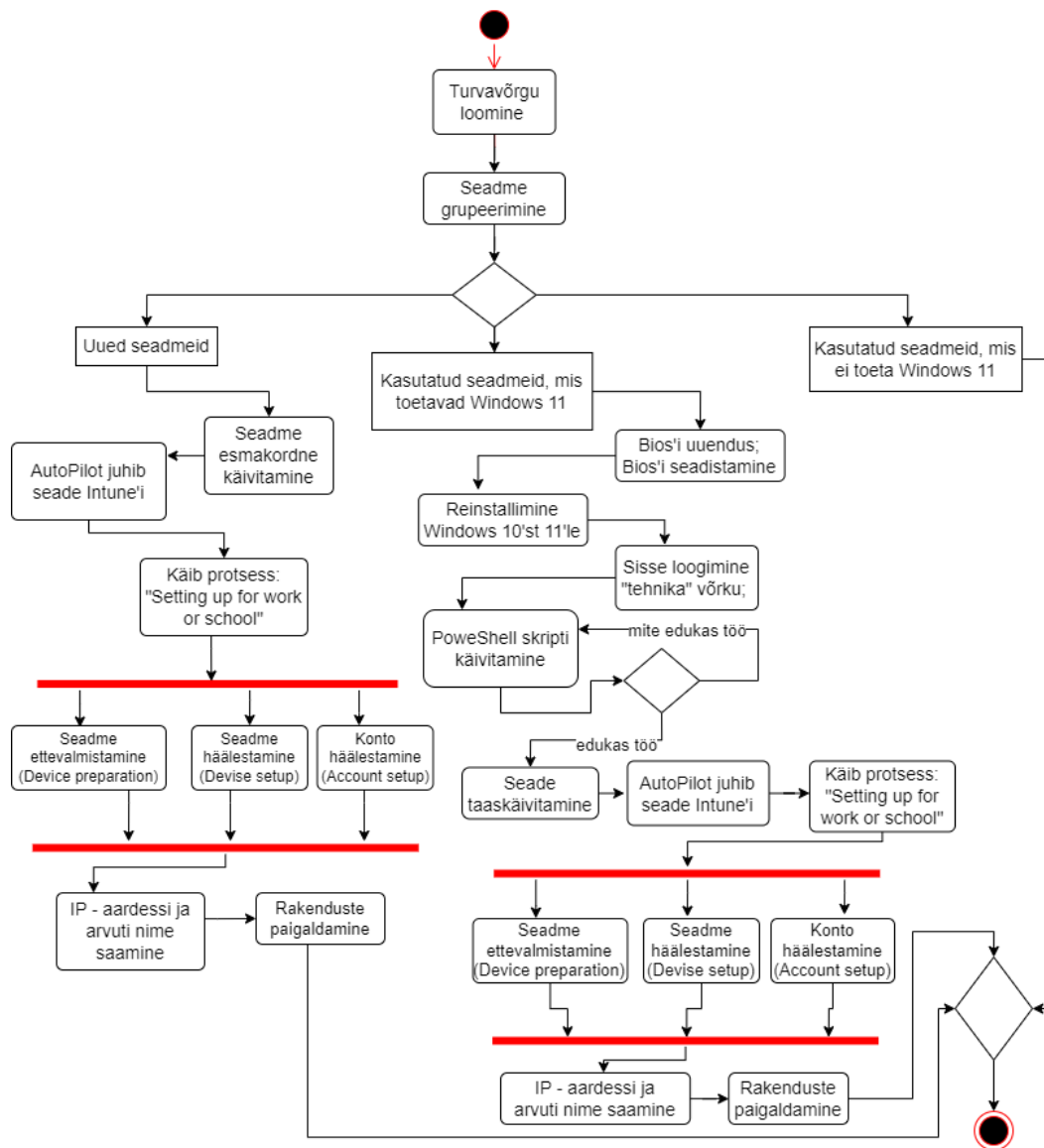
Enne migreerimisprotseduuri alustamist tuleb seadme olek kindlaks teha, nagu näidatud alloleval tegevusdiagrammil (vt Joonis 2.3). Neid oleku kolm:

- uus seade;
- kasutatud seade, Windows 11 toega;

- vana seade, Windows 11 tugi puudub.

Koolides on lisaks lauarvutitele ja sülearvutitele ka tahvelarvuteid ja interaktiivseid tahvleid. Nende seadmete migratsioon pole linna jaoks prioriteetne. Erinevate tootjate, nagu Apple, Samsung ja Huawei, ning operatsioonisüsteemide MAC OS või Android mitmekesisus nõuab erilist lähenemist. Otsus selliste abiseadmete migratsiooni kohta sõltub tavaliselt nende kasutamise intensiivsusest, riistvara seisundist ja õpetajate eelistustest.

Meie juhtumil on koolis "X" 23 iPad tahvelarvutit (OS) ja 28 interaktiivset tahvlit (Android). Otsused nende seadmete migratsiooni kohta pole veel vastu võetud, ja kommentaarid selle teema kohta antakse töös allpool eraldi punktis.



Joonis 2.3 Realisatsioon ja migratsioonietappide tegevusdiagramm

### **2.4.1. Uue seadme migreerimise protseduur**

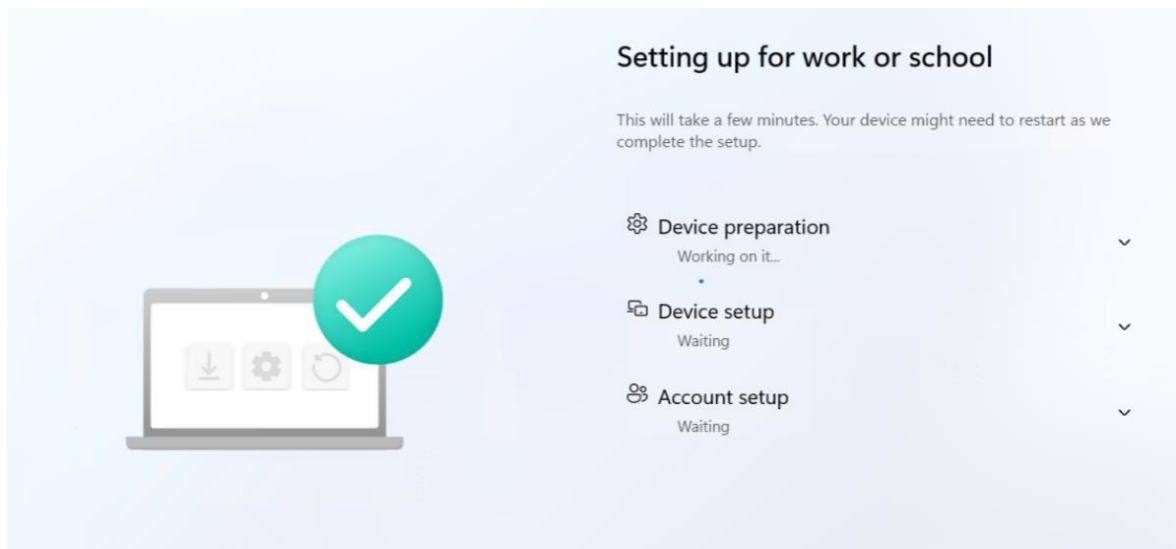
Uute seadmetega töötamine on kõige lihtsam ja kiirem, kuna oluline töö on juba varem tehtud. Windows 11 on tootja poolt paigaldatud. Tuleb rõhutada, et selline arvuti on juba konfigureeritud pilve töötamiseks tänu sellisele teenusele nagu AutoPilot. Registreerimise etapp Azure AD's ja Intune'is on juba tehtud, kus on määratud kõik seaded ja rühmapoliitikad. Kui arvuti on käivitatud ja võrku ühendatud AutoPilot rakendab protseduuri "Setting up for work and school" automaatselt.

Selle protseduuri etapid on loetletud allpool:

- 1) Seadme ettevalmistamine (Device preparation): (Joonis 2.4)
  - riistvara kindlustamine;
  - organisatsiooni võrguga liitumine;
  - seadme mobiilsideseandmete halduseks registreerimine;
  - seadme mobiilsideseandmete halduseks ettevalmistamine.
  
- 2) Seadme häälestamine (Device setup): (Joonis 2.4)
  - turbepoliitikad;
  - serdid;
  - võrguühendused;
  - rakendused.
  
- 3) Konto häälestamine (Account setup): (Joonis 2.4)
  - organisatsiooni võrguga liitumine;
  - turbepoliitikad;
  - serdid;
  - võrguühendused;
  - rakendused.

Pärast edukat "Konto häälestamine" protseduuri taaskäivitub seade automaatselt. (Joonis 2.4)



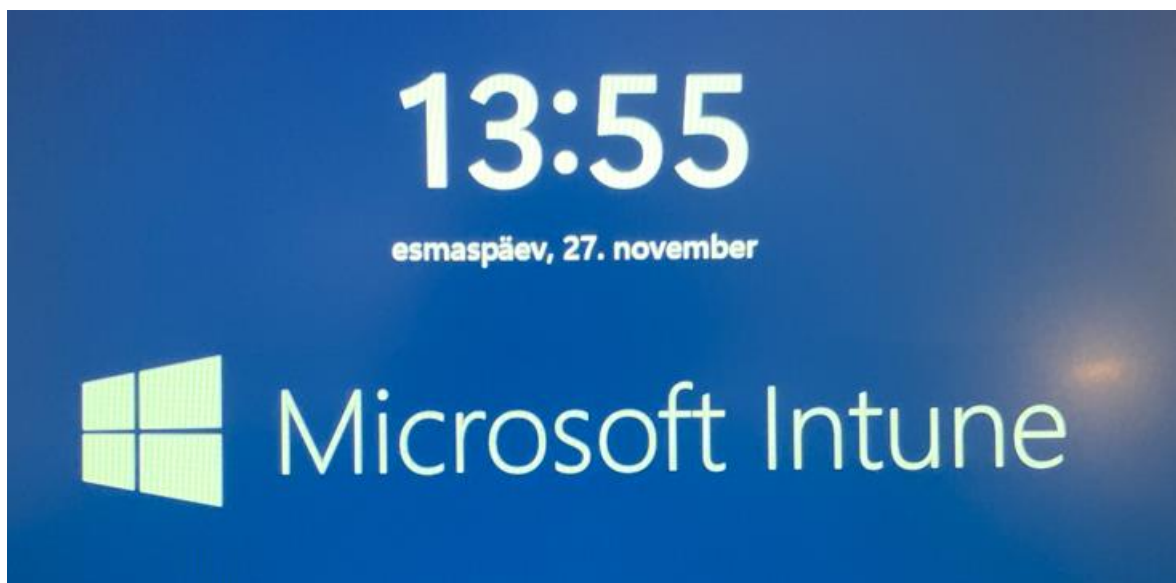


Joonis 2.4 Töö või kooli jaoks häälestamine

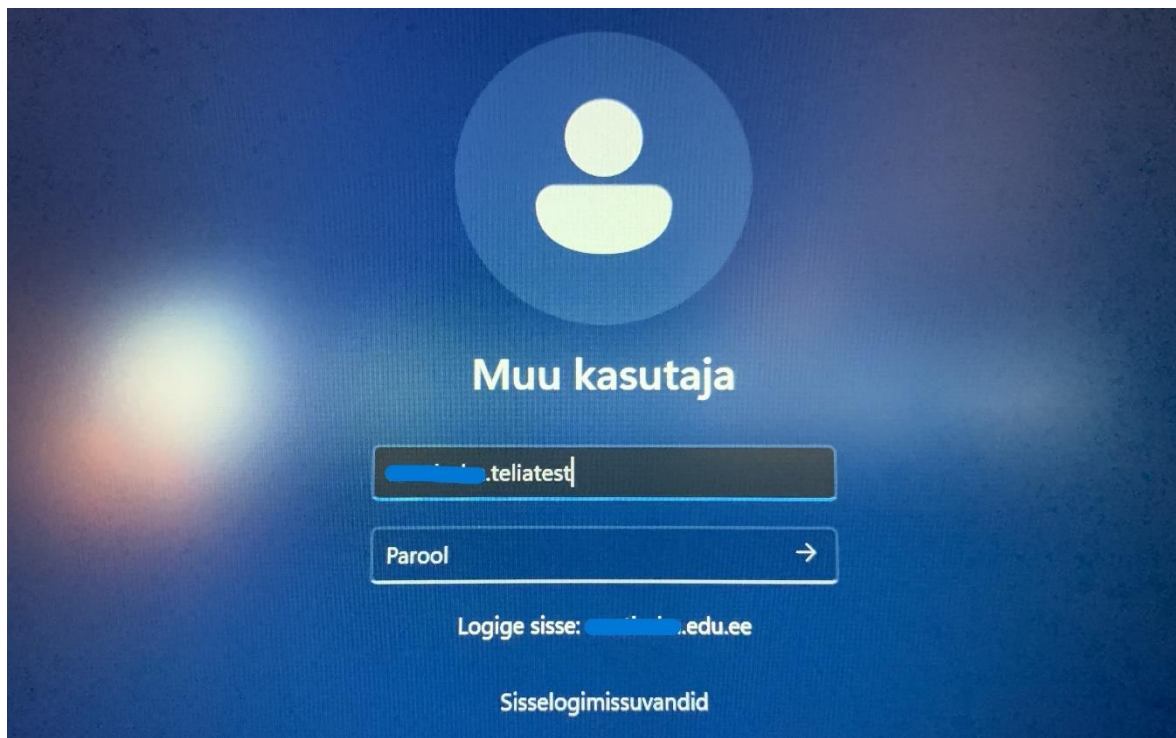
### **Edukas migratsioon Intune'i**

Edukaks Intune'i migratsiooniks võib pidada järgmisi tunnuseid:

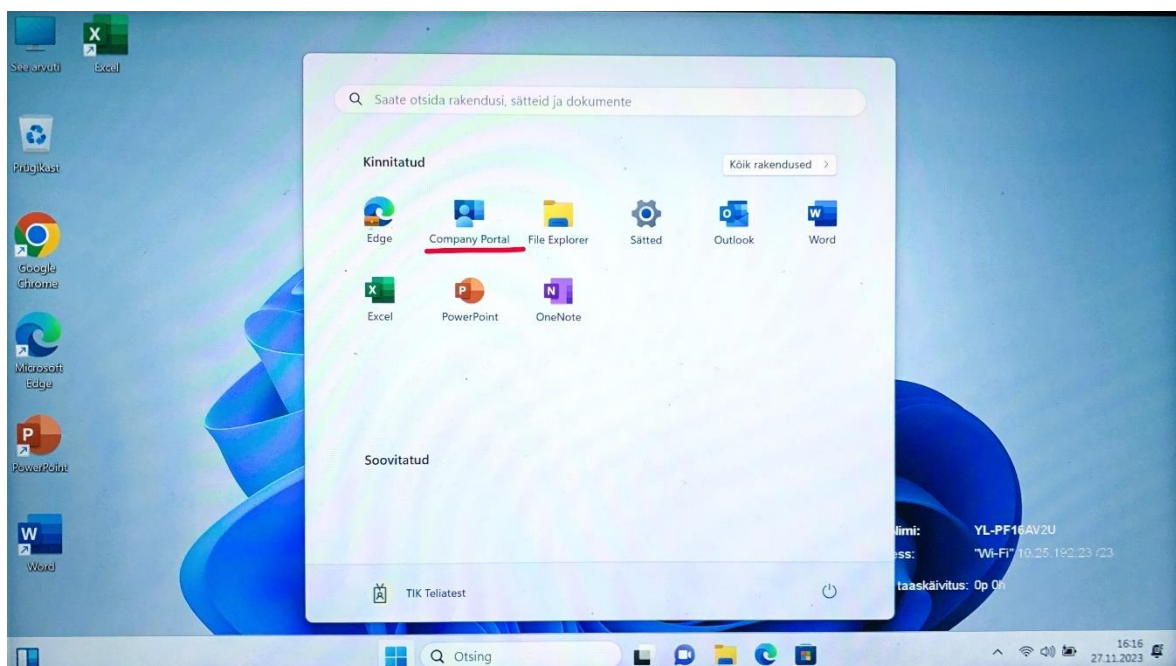
- pärast taaskäivitust ilmub ekraanil Intune'i logo; (Joonis 2.5)
- arvuti sisselogimiseks tuleb sisestada testkonto kasutajanimi ja parool; (Joonis 2.6)
- kooli suffiks ja linna domeen "edu.ee" on märgitud; (Joonis 2.6)
- testakontoga sisselogimine õnnestus, seadmele on saadud juurdepääs. (Joonis 2.7)



Joonis 2.5 Nõuetekohane kuvatõmmis Intune'i logoga



Joonis 2.6 Sisselogimine test kontolt, õige sufiks ja linna domeen "X\_.edu.ee"



Joonis 2.7 Juurdepääs seadmele on saadud, määratud arvuti nimi ja IP-aadress, Office 365 on allalaaditud, Company Portal on paigaldatud

Pärast sisselogimist testkontole "x.teliatest" saab jälgida, kuidas kõigi tööks vajalike ressursside automaatne allalaadimine lõpeb. Sõltuvalt seadme grupist on sellele

määratud rakenduste loend. Pildil on näha, et Office 365 tarkvarakomplekt on juba installitud, seadme nimi ja IP-aadress on saadud. (Joonis 2.7)

Vajalik veel oodata Company Portal'i rakenduse ilmumist arvuti haldamiseks ja juurdepääsuks korporatiivse ressursidele. Edaspidi on kõik rakendused ja uuendused selle töölaua jaoks allalaadimiseks võimalikud ainult Company Portal'i kaudu.

### **Ebakorrektne migratsioon Intune'sse**

Migratsioon Intune'sse ei toimu alati sujuvalt ja veatult. Kuna paljud seadmed võivad migreeruda korraka, suureneb võrgukoormus ja võivad tekkida tõrked. Samuti tuleb arvestada, et pilveteenused töötavad asünkroonselt. Migratsiooni kontekstis tähendab see, et erinevad etapid ja ülesanded võivad toimuda paralleelselt.

Näiteks pilves Azure seadmete migreerimisel ja Intune'i teenuse kasutamisel nende haldamisel võivad erinevad ülesanded, nagu rakenduste installimine, turvapoliitika rakendamine või seadmete registreerimine, toimuda sõltumatult üksteisest ja erinevatel aegadel. Praktikas tähendab see, et esimene arvuti, mis alustas migratsiooni, ei pruugi seda esimesena lõpetada.

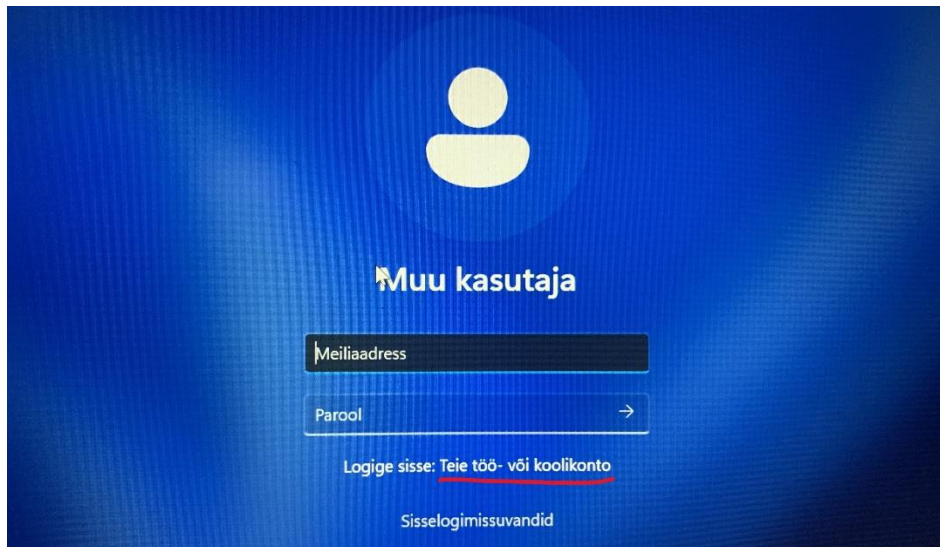
Esimene märk sellest, et seade ei ole edukalt migreerunud, on õige pildi puudumine kuval (Intune'i logoga).

Teine märk on kooli sufiksi puudumine ja linna domeeninime "edu.ee" puudumine. (Joonis 2.8)

Sellistes olukordades tähendab see, et seade on juba pilves, kuid mitte grupis ja poliitika ei rakendu. Administraator teeb selle Intune'is käsitsi, ja IT-spetsialistilt nõutakse testkonto täieliku aadressi sisestamist. (Joonis 2.8). Grupipoliitikat ja nende toimimist kirjeldab autor lähemalt järgmises alapeatükis.

Edasi järgneb kõik ülaltoodud stsenaariumi järgi. Vajalike rakenduste allalaadimine, arvuti nime ja IP-aadressi saamine ning Company Portal'i paigaldamine.

Pärast Company Portali rakenduse saamist võib pidada uue seadme migratsiooni Azure'i pilvekeskkonda ja Intune teenusse lõppenuks. Administraator näeb, et seade on edukalt registreeritud Microsoft Endpoint Manager Admin Senter'is. (Joonis 2.9)



Joonis 2.8 Kooli sufiks ja linna domeeninimi "edu.ee" puuduvad

Home >

**Devices | Overview**

Search

Overview

- All devices
- Monitor
- By platform
  - Windows
  - iOS/iPadOS
  - macOS
  - Android
  - Chrome OS (preview)
  - Linux
- Device enrollment
  - Enroll devices
- Provisioning
  - Windows 365
- Policy
  - Compliance policies
  - Conditional access
  - Configuration profiles
  - Scripts
  - Remediations
  - Group Policy analytics
  - Update rings for Windows 10 and later
  - Feature updates for Windows 10 and later
  - Quality updates for Windows 10 and later
  - Driver updates for Windows 10

Preview upcoming changes to Devices and provide feedback. →

Enrollment status | Enrollment alerts | Compliance status | Configuration status | Software update status

**Intune enrolled devices**  
LAST UPDATED 08/11/23, 10:13

Platform	Devices
Windows	12,521
iOS/iPadOS	809
Android	56
Linux	0
macOS	0
Windows Mobile	0
<b>Total</b>	<b>13,386</b>

Enrollment failures by OS

Top enrollment failures this week

Failures	Count
Uncategorized error	1

Cloud attached insights

No data to display

Joonis 2.9 Microsoft Endpoint Manager Admin Center

## 2.4.2. Kasutatud seadme migratsiooni protseduur

Kasutusel olnud tööjaamadele nõuevad erinevat lähenemist. Esiteks, nagu juba varem mainitud, selgitatakse välja, kas seade toetab opsüsteemi Windows 11 või mitte. Kui jah, siis näeb seadme ettevalmistamise ja migratsiooni protseduur välja järgmine:

- kui vajalik, siis BIOS-i uuendamine;
- BIOS-i seadistamine;
- Windows 11 paigaldamine;
- PowerShell'i skriptide käivitamine;
- seadme taaskäivitamine;
- AutoPiloti abil tööjaama parameetrite seadistamine;
- AutoPiloti abil Intune'i migratsioon;
- taaskäivitus, seadmesse testkonto kaudu sisse logimine;
- rakenduste allalaadimine, nime ja IP-aadressi määramine;
- Comp Portali installimine.

### **BIOS ja selle uuendamine**

BIOS (Basic Input/Output System) on arvuti emaplaadil olev püsivara, mis käivitub arvuti toite sisselülitamisel. BIOS vastutab arvuti alglaadimise eest, kontrollides riistvara ja algatades arvuti operatsioonisüsteemi (näiteks Windows, Linux või macOS) laadimise. Lisaks konfigureerib BIOS põhivara, sealhulgas protsessori, mälu, kõvaketta ja muud süsteemiressursid, tagades nende õige toimimise.

BIOS tagab arvuti alglaadimise protsessi korrektsuse ja toimimise ning loob ühenduse riist- ja tarkvara vahel, võimaldades süsteemil korralikult käivituda. Tänapäeval on mõnedel arvutitel kasutusel kaasaegsemad süsteemi alglaadimise protokollid, näiteks UEFI (Unified Extensible Firmware Interface), kuid BIOS-mõiste on endiselt laialdaselt kasutusel.

Windows 11 puhul on nõutav UEFI BIOS, mis on traditsioonilise BIOS-i uuem versioon. UEFI pakub kiiremat laadimist ja paremat toetust suurematele kõvaketastele. [20] Samuti märgati, et teatud Lenovo seadmete tootja BIOS-i versioonil küsis Bitlocker pidevalt taastamisvõtit, seetõttu oli vajalik firmware uuendamine.

### **BIOS-i seadistamine**

Enne Windows 11 installimist on vaja seadistada BIOS või täpsemalt UEFI.

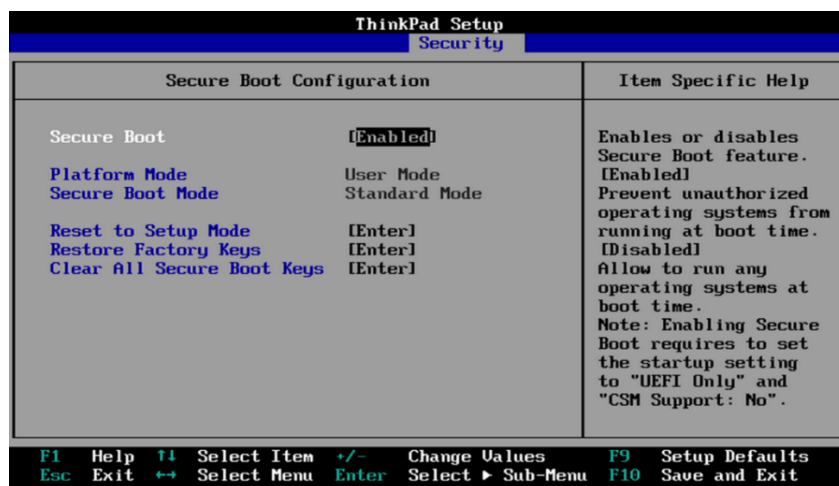
Secure Boot: See funktsioon tagab lisakaitse laadimisprotsessi ajal ja kontrollib operatsioonisüsteemi komponentide ja mõnede draiverite autentsust. Windows 11 puhul peab Secure Boot olema sisse lülitatud. (Joonis 2.10)

TPM (Trusted Platform Module) 2.0: TPM 2.0 on tihti sisse ehitatud kaasaegsetele emaplaatidele ja seda juhitakse BIOS-i kaudu. TPM 2.0 on Windows 11-s vajalik lisaturvafunktsioonide jaoks, nagu andmete krüpteerimine. TPM 2.0 moodul peab samuti olema sisse lülitatud. (Joonis 2.11)

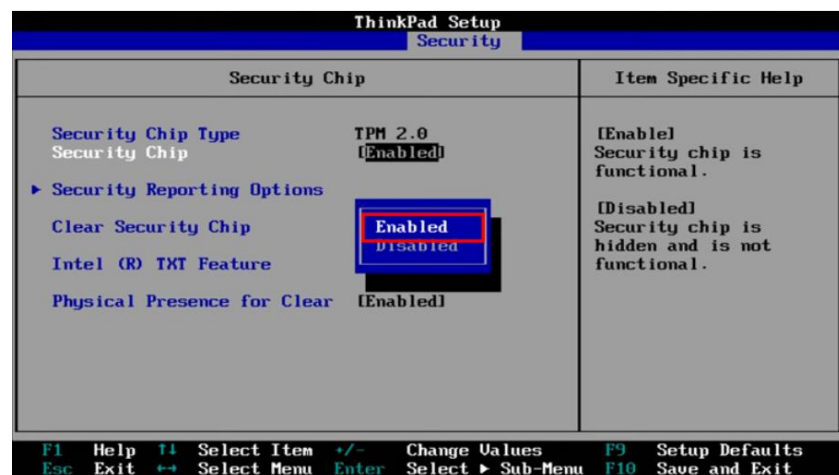
Parooli kohustuslik vahetamine BIOS-i seadetele ja Boot menüüle juurdepääsuks.

## Windows 11 Edu paigaldamine

Selleks, et mitte koormata võrku suure hulga seadmetega, tehakse Windows 11 Edu installimine USB-mälupulgale loodud tõmmisefailiga (image file). Seetõttu peaks IT-spetsialistide arsenalis olema umbes 30 sellist mälupulka, et töö liiguks võimalikult kiiresti.



Joonis 2.10 UEFI BIOS Secure Boot aktiveerimine







Joonis 2.11 TPM (Trusted Platform Module) 2.0 aktiveerimine

## PowerShelli skriptide käivitamine

PowerShell - see on Microsofti välja töötatud ülesannete automatiseerimise ja halduse konfigureerimise raamistik. Raamistik pakub skriptide käsurea ja automatiseerimise vahendeid Windowsi platvormil. PowerShell toetab käskude täitmist, võimaldades süsteemiadministraatoritel ja inseneridel automatiseerida rutiinseid ülesandeid, hallata seadmete konfiguratsioone ning teha muid toiminguid Windowsi keskkonnas. Kasutades PowerShelli seadmete migreerimisel, suurendatakse protsessi tõhusust ja täpsust, samuti vähendatakse ülesannete täitmiseks vajalikku aega.

Pärast Windows 11 installimist taaskäivitub seade. Seejärel tuleb vaikimisi ühendada tööjaam eelnevalt ettevalmistatud, kaitstud võrguga "tehnika". Niipea kui masin on usaldusväärset võrguga ühendatud, saab käivitada skripte, kuid eelnevalt määratleme, millisesse gruppi see seade suunatakse. Kõik sõltub sellest, kes kasutab seda arvutit. Kui õpetaja, siis üks grupp, kui õpilane, siis teine, personal - kolmas ja nii edasi. (Joonis 2.12)

 PK_Opetajad_Desktops.ps1	20.08.2023 19:37	Windows PowerSh...	80 KB
 PK_Opetajad_Laptops.ps1	20.08.2023 19:37	Windows PowerSh...	80 KB
 PK_Opilased_Arvutiklass.ps1	20.08.2023 19:39	Windows PowerSh...	80 KB
 PK_Opilased_MobiilneArvutiklass.p...	20.08.2023 19:38	Windows PowerSh...	80 KB

Joonis 2.12 Powershell faili gruppide nimed

Arvutite jaotamine gruppidesse on vajalik nende haldamise lihtsustamiseks. Näiteks võtame kaks suurt kasutajate rühma koolis - õpetajad, kellel on umbes 40 arvutit, ja õpilased, keda on üle 130. Nende rühmade erinevused on ilmsed. Õpilastel on ühed nõuded arvutitega töötamiseks, õpetajatel teised. Seega vajavad õpilaste kasutuses olevad arvutid üht konfiguratsiooni, samal ajal kui õpetajate arvutid vajavad teist.

Just seetõttu eksisteerib mõiste rühmapoliitikatest. Turvalisuse, uuenduste, seadete ja võrgule juurdepääsu poliitikad rakendatakse õpilaste arvutitele ühel viisil ja õpetajate arvutitele teisel viisil. Intune'is arvuti õigesse rühma registreerides saab administraator võimaluse kohandada rühmapoliitikaid nii, et hallata kõiki selle rühma arvuteid kaugjuhtimise teel igal ajal.

Rakenduse installimise poliitika näide: Kui õpetajatel on vaja uut rakendust, seab administraator sellise ülesande, ja Intune installib selle kohe kõigile 40 arvutile, mis kuuluvad rühma "PK\_Opetajad\_Laptops.ps1" või "PK\_Opetajad\_Desktops.ps1". Samuti saab poliitikat seadistada nii, et õpetaja saab sellest teate, ja installimine toimub hetkel, kui õpetaja ei kasuta seadet või puhkab.

Õppurite arvutite näide grupipoliitikast: Õpilase sülearvutit ei saa välja lülitada, see on alati olekus, võimeline vastu võtma uuendusi. Sellele arvutigrupile jõuavad uuendused ainult öösel kindlal kellaajal. Õpilase arvutisse ei saa paigaldada rakendusi, mida saab paigaldada õpetaja arvutisse. Samuti kehtivad piirangud failide ja rakenduste kustutamiseks, töölaua muutmiseks, varundamiseks ja palju muud.

Arvuti migreerimiseks, mida tulevikus, eeldame, kasutab õpilane, on vaja konfigureerida BIOS ja installida Windows 11. Seda on eespool kirjeldatud. Järgmine etapp on PowerShell skripti käivitamine.

Selleks, et käivitada skript, on vajalik järgmine tegevuste järjekord: (Joonis 2.13;)

- käivitame Command Prompt;
- kirjutame käsuras >PowerShell, käivitame seda programmi;
- valime välise USB-kandja >D:\
- valime selle arvuti jaoks vastava skripti, eeldame, et see on "PK\_Opilased\_Mobiilnearvutiklass.ps1";
- hoiatus allalaadimise kohta "nuget v2.8.5.208", anname oma nõusoleku "Yes".

"NuGet on ametlik pakside haldur .NET-ile. Paketid on põhimõtteliselt kompileeritud raamatukogud koos mõne kirjeldava metaandmega. NuGet on oluline tööriist iga kaasaegse arendusplatvormi jaoks, kuna see on mehhanism, mille kaudu arendajad saavad luua, jagada ja kasutada kasulikku koodi. Sageli on selline kood pakitud "pakkidesse", mis sisaldavad kompileeritud koodi koos muu sisuga, mida on vaja projektides, mis tarbivad neid pakette." [23]

Edasi käivitub valitud skript iseseisvalt, laadib vajalikud moodulid, kasutab autentimisvõtmeid, võrdleb seerianumbreid. Seade registreeritakse AutoPiloti, konfigureeritakse täielikult sihtrühma kasutajatele, lisatakse õigesse gruppi, määratakse parameetrid edasiseks migreerimiseks Intune'is.

Pärast teadet, et seade on lisatud gruppi "Tallinna\_X\_seadmed\_MobiilneArvutiklass", võib seda etappi lugeda edukalt lõpetatuks. (Joonis 2.14)

PowerShell skripti töö tulemusena automatiseeritakse ja kiirendatakse tööprotsessi. See on eriti oluline suure arvu arvutite puhul, näiteks koolides.

Taaskäivitame käsitsi seadme käsuga "> shutdown -r -t 300" ja jätame 300 sekundi pikkuse pausi, et tagada kõigi pilvesalvestusteenuste protsesside kindel lõpetamine.

Edasi, pärast taaskäivitamist, on migratsiooniprotseduur täpselt sama, nagu uue seadme puhul ülalpool kirjeldatud.



```
Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - powershell
Copyright (c) Microsoft Corporation. All rights reserved.
Install the latest PowerShell for new features and improvements! https://aka.ms/PSWindows
PS C:\Windows\System32>
32> D:\MobiilneArvutiklass.ps1
NuGet provider is required to continue
PowerShellGet requires NuGet provider version '2.8.5.281' or newer to interact with NuGet-based repositories. The NuGet
provider must be available in 'c:\Program Files\PackageManagement\ProviderAssemblies' or
'C:\Users\defaultuser\AppData\Local\PackageManagement\ProviderAssemblies'. You can also install the NuGet provider by
running 'Install-PackageProvider -Name NuGet -MinimumVersion 2.8.5.281 -Force'. Do you want PowerShellGet to install
and import the NuGet provider now?
[Y] Yes [N] No [S] Suspend [?] Help (default is "Y"): y
Installing module WindowsAutopilotIntune
Installing module Microsoft.Graph.Identity.DirectoryManagement
WARNING: The version '2.10.0' of module 'Microsoft.Graph.Authentication' is currently in use. Retry the operation after
closing the applications.
Welcome to Microsoft Graph!

Connected via delegated access using [redacted]-204b-4c2f-b7e8-[redacted]
Readme: https://aka.ms/graph/sdk/powershell
SDK Docs: https://aka.ms/graph/sdk/powershell/docs
API Docs: https://aka.ms/graph/docs

NOTE: You can use the -NoWelcome parameter to suppress this message.

Connected to Intune tenant [redacted]-d-44ae-987e-[redacted]
Gathered details for device with serial number: [redacted]
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 0 of 1 to be imported
1 devices imported successfully. Elapsed time to complete import: 183 seconds
Waiting for 0 of 1 to be synced
All devices synced. Elapsed time to complete sync: 1 seconds
Adding device PF16BR41 to group Tallinna [redacted]_seadmed_Mobiilnearvutiklass
Added devices to group 'Tallinna [redacted]_seadmed_Mobiilnearvutiklass' [redacted]-4c8c-a402-[redacted]
PS C:\Windows\System32>
```

Joonis 2.13 Command Prompt skriptide käivitamise

```
1 devices imported successfully. Elapsed time to complete import: 183 seconds
Waiting for 0 of 1 to be synced
All devices synced. Elapsed time to complete sync: 1 seconds
Adding device PF16BR41 to group Tallinna [redacted]_seadmed_Mobiilnearvutiklass
Added devices to group 'Tallinna [redacted]_seadmed_Mobiilnearvutiklass' [redacted]-4c8c-a402-[redacted]
PS C:\Windows\System32>
```

Joonis 2.14 Kinnitus, et protseduur on edukalt lõpule viidud "Added devices to group Tallinna\_X\_seadmed\_MobiilneArvutiklass"

## PowerShell skripti kommentaarid

Seda skripti ei saa täies ulatuses avaldada kahe põhjuse tõttu:

1. Autor on piiranud lepinguga Telia AS-iga täieliku versiooni avaldamist.
2. Skript on mahukas ja sisaldab üle 2000 rea.

Avaldatud osas demonstreeritakse ainult neid koodi, millega autor ja IT-spetsialistid otsekohe tööjaamade migreerimisel kohapeal töötama pidid. (Joonis 2.15); (Joonis 2.16); (Joonis 2.17)

Telia AS kirjutab skripti tuginedes Andrew Taylori koodile, mille kohta leiame teavet Microsofti ametlikult veebisaidilt [21]. Ei ole välistatud, et Telia AS töötajad on koodi konkreetsete ülesannete jaoks kohandanud.

Demonstreeritud skriptis on kirjeldatud põhilised parameetrid ja muutujad, mis on vajalikud seadme registreerimiseks Windows Autopilot'is. Kõige muudetavamad on:

- \$GroupTag = "OpilasedLaptops;
- \$AddToGroup = "X\_ Põhikool\_seadmed\_MobiilneArvutiklass"

Eelmainitud parameetrid muudetakse regulaarselt sõltuvalt kooli ja migreerumise seadme suunatud grupi nimest. Ülejäänud parameetrid puudutavad tundlikku infot, nagu salajased võtmed. (Joonis 2.15)

```

87 [CmdletBinding(DefaultParameterSetName = 'Default')]
88 param(
89     [Parameter(Mandatory = $False, ValueFromPipeline = $True, ValueFromPipelineByPropertyName = $True,
90     Position = 0)][alias("DNSHostName", "ComputerName", "Computer")] [String[]] $Name = @("localhost"),
91     [Parameter(Mandatory = $False)] [String] $OutputFile = "",
92     [Parameter(Mandatory = $False)] [String] $GroupTag = "OpilasedLaptops",
93     [Parameter(Mandatory = $False)] [String] $AssignedUser = "",
94     [Parameter(Mandatory = $False)] [Switch] $Append = $false,
95     [Parameter(Mandatory = $False)] [System.Management.Automation.PSCredential] $Credential = $null,
96     [Parameter(Mandatory = $False)] [Switch] $Partner = $false,
97     [Parameter(Mandatory = $False)] [Switch] $Force = $false,
98     [Parameter(Mandatory = $True, ParameterSetName = 'Online')] [Switch] $Online = $True,
99     [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [String] $TenantId = "f877b92b-4a4a-437e-16c5415433b5",
100    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [String] $AppId = "924d72dd-7df9-4c3a-89dc-4b8b8b8b8b8b",
101    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [String] $AppSecret = "HAmgLqDKdwUKdBC",
102    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [String] $AddToGroup = "X_ Põhikool_seadmed_MobiilneArvutiklass",
103    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [String] $AssignedComputerName = "",
104    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [Switch] $Assign = $false,
105    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [Switch] $Reboot = $false,
106    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [Switch] $Wipe = $false,
107    [Parameter(Mandatory = $False, ParameterSetName = 'Online')] [Switch] $Sysprep = $false
108 )

```

Joonis 2.15 Põhiparameetrite PowerShell'i skript

Erilist tähelepanu tuleks pöörata **Microsoft Graphi** platvormile. MS Graph API on Microsoft loodud ulatuslik raamistik, mis võimaldab arendajatel suhelda mitmesuguste Microsoft 365 teenustega, sealhulgas Azure Active Directory, SharePoint, OneDrive, Outlook ja muud. See võimaldab andmete, kasutajate teabe ja organisatsiooni ressursside hankimist ja töötlemist ühe punkti kaudu. Arendajad saavad kasutada HTTP-päringuid erineva funktsiooniga Microsoft 365 funktsioonidele juurdepääsuks ja nende haldamiseks, mis lihtsustab rakenduste integreerimist ja automatiseerimist Microsofti pilvepõhiste teenustega.

Edasi toimub NuGet-i pakihalduri ja MS Graphi moodulite paigaldamine. Kommentaarid on esitatud koodis. (Joonis 2.16); (Joonis 2.17)

```

110 Begin {
111     # Initialize empty list
112     $computers = @()
113
114     # If online, make sure we are able to authenticate
115     if ($Online) {
116
117         # Get NuGet
118         $provider = Get-PackageProvider NuGet -ErrorAction Ignore -Force
119         if (-not $provider) {
120             Write-Host "Installing provider NuGet"
121             Find-PackageProvider -Name NuGet -ForceBootstrap -IncludeDependencies
122         }
123
124         # Get Graph Authentication module (and dependencies)
125         $module = Import-Module microsoft.graph.authentication -PassThru -ErrorAction Ignore
126         if (-not $module) {
127             Write-Host "Installing module microsoft.graph.authentication"
128             Install-Module microsoft.graph.authentication -Force -ErrorAction Ignore
129         }
130         Import-Module microsoft.graph.authentication -Scope Global
131

```

Joonis 2.16 NuGet-i pakihalduri ja MS Graphi moodulite paigaldamine

```

131
132     # Get Microsoft Graph Groups if needed
133     if ($AddToGroup) {
134         $module = Import-Module microsoft.graph.groups -PassThru -ErrorAction Ignore
135         if (-not $module) {
136             Write-Host "Installing module MS Graph Groups"
137             Install-Module microsoft.graph.groups -Force -ErrorAction Ignore
138         }
139         Import-Module microsoft.graph.groups -Scope Global
140
141     }
142
143     $module2 = Import-Module Microsoft.Graph.Identity.DirectoryManagement -PassThru -ErrorAction Ignore
144     if (-not $module2) {
145         Write-Host "Installing module MS Graph Identity Management"
146         Install-Module Microsoft.Graph.Identity.DirectoryManagement -Force -ErrorAction Ignore
147     }
148     Import-Module microsoft.graph.Identity.DirectoryManagement -Scope Global

```

Joonis 2.17 NuGet-i pakihalduri ja MS Graphi moodulite paigaldamine

### Järgmisena töötavad allpool loetletud funktsioonid.

*Function Connect-ToGraph() {}* Autentib Graph API-t mooduli Microsoft.Graph.Authentication kaudu.

*Function Get-AutopilotDevice() {}* Hangib hetkel Windowsi autopiloodiga registreeritud seadmed.

*Function Set-AutopilotDevice() {}* Värskendab autopiloodi seadeid.

*Function Add-AutopilotImportedDevice() {}* Lisab Windowsi autopiloodile uue seadme.

*Function Get-AutopilotProfile() {}* Hangib Windowsi Autopiloti profiili üksikasjad.

*Function Get-AutopilotProfileAssignedDevice() {}* Hangib loendi seadmetest, mis on määratud määratud Windowsi autopiloodi profiilile.

*Function New-AutopilotProfile() {}* Loob uue Autopiloodi profiili.

*Function Set-AutopilotProfile() {}* Määrab Windowsi autopiloodi profiili atribuudid olemasolevale autopiloodi profiilile.

*Function Get-AutopilotProfileAssignments() {}* Loetelu kõik konkreetse profiili ID jaoks määratud seadmed.

*Function Set-AutopilotProfileAssignedGroup() {}* Määrab rühma Windowsi autopiloodi profiilile.

*Function Add-EnrollmentStatusPage() {}* Lisab uue Windowsi autopiloodi registreerimisoleku lehe.

*Function Get-EnrollmentStatusPage() {}* Registreerimisoleku loendi leht.

*Function Set-EnrollmentStatusPage() {}* Määrab Windowsi autopiloodi registreerimisoleku lehe atribuudid.

*Function Invoke-AutopilotSync() {}* Käivitab Windowsi autopiloodi seadmete sünkronimise Autopiloti juurutusteenuse ja Intune'i vahel.

*Function Get-AutopilotSyncInfo() {}* Tagastab viimase Autopiloodi sünkronimise üksikasjad.

*Function Import-AutopilotCSV() {}* Lisab Windowsi autopilooti partii uusi seadmeid.

*Function Get-AutopilotEvent() {}* Hangib Windows Autopiloti juurutamise sündmused.

Pärast ülaltoodud funktsioonide täitmist saadetakse *cmd's* teate, et seade on gruppi lisatud "Added devices to group X\_ Pohikool\_seadmed\_MobiilenArvutiklass". (vt. Joonis 2.14) See tähendab, et skript töötas edukalt.

Edasist protseduuri on juba eespool kirjeldatud jaotises "PowerShelli skriptide käivitamine".

### **Skripti täitmisvead ja nende parandused**

Joonisel fikseeritud olukord, kus seade on edukalt lisatud AutoPiloti ja Intune'i, kuid ei ole õigesse gruppi sattunud. Seda juhtub sageli, kuid on üsna lihtsalt parandatav. Administraator näeb Intunes, et seade on registreeritud, ja suunab selle käsitsi õigesse gruppi. (Joonis 2.18)

```
Connected to Intune tenant [redacted]-aefd-44ae-987e-[redacted] using app-based authentication (Azure AD authentication not supported)
Gathered details for device with serial number: [redacted]
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 1 of 1 to be imported
Waiting for 0 of 1 to be imported
PF2Y8M8S: complete 0 None
1 devices imported successfully. Elapsed time to complete import: 92 seconds
Waiting for 0 of 1 to be synced
All devices synced. Elapsed time to complete sync: 1 seconds
D:\[redacted]\MobiilneArvutiklass.ps1 : Unable to find Azure AD device with ID [redacted] bcbc-470a-91f3-[redacted]
At line:1 char:1
+ D:\[redacted]\MobiilneArvutiklass.ps1
+ ~~~~~
+ CategoryInfo          : NotSpecified: (:) [Write-Error], WriteErrorException
+ FullyQualifiedErrorId : Microsoft.PowerShell.Commands.WriteErrorException,[redacted]\MobiilneArvutiklass.ps1
```

Joonis 2.18 Teade, et seade on vales grupis

Järgmisel slaidil kujutatud juhtum on keerulisem. Sellise veaga, nagu valesti seadistatud ExecutionPolicy, tegelevad tavaliselt süsteemiadministraatorid. Selle probleemi lahendamine võib olla kiirem, kui teha seadmele reinstallation. (Joonis 2.19)

```
C:\Windows\System32>PowerShell.exe Set-ExecutionPolicy Unrestricted
Set-ExecutionPolicy : Windows PowerShell updated your execution policy successfully, but the setting is overridden by a policy defined at a more specific scope. Due to the override, your shell will retain its current effective execution policy of RemoteSigned. Type "Get-ExecutionPolicy -List" to view your execution policy settings. For more information please see "Get-Help Set-ExecutionPolicy".
At line:1 char:1
+ Set-ExecutionPolicy Unrestricted
+ ~~~~~
+ CategoryInfo          : PermissionDenied: (:) [Set-ExecutionPolicy], SecurityException
+ FullyQualifiedErrorId : ExecutionPolicyOverride,Microsoft.PowerShell.Commands.SetExecutionPolicyCommand
PS C:\Windows\System32> D:\OpetajadDesktops.ps1
Set-ExecutionPolicy : Windows PowerShell updated your execution policy successfully, but the setting is overridden by a policy defined at a more specific scope. Due to the override, your shell will retain its current effective execution policy of RemoteSigned. Type "Get-ExecutionPolicy -List" to view your execution policy settings. For more information please see "Get-Help Set-ExecutionPolicy".
At D:\OpetajadDesktops.ps1:1 char:1
+ Set-ExecutionPolicy Bypass -Force
+ ~~~~~
+ CategoryInfo          : PermissionDenied: (:) [Set-ExecutionPolicy], SecurityException
+ FullyQualifiedErrorId : ExecutionPolicyOverride,Microsoft.PowerShell.Commands.SetExecutionPolicyCommand
```

Joonis 2.19 Valesti paigaldatud ExecutionPolicy

### 2.4.3. Kasutatud seade, mis ei toeta Windows 11

Nagu juba näidatud skeemil (Joonis 2.2), vananenud tööjaam, mis ei toeta Windows 11 installimist, ei migreeru Azure'i pilve. Selline seade täidab kooli muid vajadusi ja jääb kohaliku serveri ja kooli infojuhi haldusalasse.

### 2.4.4. Muude seadmete migratsioon

#### iPad

Kõigi teiste seadmete hulgas, mis selles koolis migreeruvad, on ka 9. põlvkonna iPad. Enne migreerimise algust tuleb kõikide seadmete seerianumbrid edastada linna IT-osakonnale. Seejärel teevad linna administraatorid nende seadmete Apple Business Managerisse juurutamiseks ettevalmistamise. Kui juurutamise ettevalmistus on

lõpetatud, võib alustada kohapealset migreerimist.

**Apple Business Manager** on Apple'i pakutav MDM veebipõhine portaal, mis võimaldab organisatsioonidel laialdaselt juurutada ja hallata Apple'i seadmeid, nagu iPadid ja Mac'id. See platvorm on loodud Apple'i seadmete haldamise lihtsustamiseks äri- ja hariduskeskkondades. Lihtsamalt öeldes on see Intune'i analoog.

Migratsiooniprotsess näeb välja järgmine:

- Seade lähtestamine;
- Võrguühendus;
- Automaatne registreerimine (Enrollment) Apple Business Manager'is
- Teade, et seade kuulub Tallinna domeeni "edu.ee";
- Automaatne migreerimine Intune'i

iPad'i registreerimine Apple Business Manager'isse ja seejärel Intune'i lisamine Microsoft 365 teiste teenustega integreerumise, turbeeskirjade haldamise või spetsiifiliste nõuete korral, mida saab paremini täita Intune'i võimaluste abil.

### **Interaktiivsed tahvlid**

Interaktiivne tahvel õpetajale võimaldab läbi viia interaktiivseid tunde, kirjutada ja joonistada ekraanile ning kasutada hariduslikke rakendusi. Tahvel saab tavaliselt IP-aadressi võrgu DHCP-serverilt, mis tagab unikaalse identifitseerimise võrgus. Diplomitöö kirjutades, puudusid Tallinna linna poolt juhiseid interaktiivsete tahvlite pilve migreerimise kohta, kuid selline vajadus võib tulevikus tekkida.

## **2.5. Pärast migreerimist**

Pärast seadmete migreerimist Azure'i pilvekeskkonda vabaneb kohalik administraator või infonõustaja varasematest haldusõigustest. Paljud ülesanded automatiseeritakse. Kõiki koolides olevad seadmeid hallatakse tsentraliseeritult ja kaugjuhitavalt. Edaspidi hallatakse kõiki seadmeid, rakendusi ja nende värskendusi, turvalisust, kasutajaid ja nende pilveteenuse kontosid Intune'i ja Microsoft Endpoint Manageri Admin Center kaudu. (Joonis 2.9)

**Microsoft Endpoint Manager Admin Center** on ühendatud platvorm seadmete, rakenduste ja andmete haldamiseks ning organisatsioonis turvalisuse tagamiseks. See kombineerib Microsoft Intune ja Configuration Manageri funktsionaalsust, pakkudes keskset halduslahendust IT-administraatoritele. Administraatorikeskus võimaldab ülesandeid nagu seadmehaldus, rakenduste juurutamine, turvakonfiguratsioon jne. [22] (Joonis 2.9)

### **3. TULEMUS JA EDASIARENDAMINE**

Tallinna koolide migreerimine pilvekeskkonda oli paljudele proovikiviks. Tallinna linnale kui peamisele tellijale, Telia AS-ile kui teostajale ja muidugi lõppkasutajatele. Rakendatud haldussüsteem vajab kindlasti täiustusi ja täiendusi. Mõnele neist pöörab autor selles peatükis tähelepanu.

#### **3.1. Ebamugavused seotud parooli vahetamisega**

Esiteks võib teade parooli vahetamise aja kätte jõudmise kohta jääda tähelepanuta.

Teine tuleneb esimesest. Õpetaja, kes on oma töölaua infoga üle koormatud, ei märka tavaliselt paroolivahetuse teadet ja avastab mingil hetkel, et võrgukettad pole kättesaadavad. See ebamugavus avastatakse edasilükkamatu vajaduse hetkel ja segab õpetaja tööd märkimisväärselt. Tuleb märkida, et isegi kui kasutaja mõistab probleemi ja kiiresti parooli vahetab, suunatakse päring kõigepealt pilve, seejärel pilvest kohalikule serverile (mis ei asu samuti koolis, vaid eraldi andmekeskuses), ja alles pärast sünkroonimist kohaliku serveriga saab õpetaja juurdepääsu võrguhoidlatele. See kõik võtab aega 20 sekundit, mõnikord kuni kasutaja konto täieliku taaskäivitamiseni. Ilmselgelt vajab lahendustäiustamist ja kaalumist erinevatest vaatenurkadest.

- Tõsta paroolivahetuse teade rohkem esile, suurendada meeldetuletuste sagedust. Võiks kaaluda võimalust, et see ei kao ja jääb pidevalt nähtavaks.
- Üle vaadata võrguketaste poliitika.
- Teavitada kasutajat pärast parooli vahetamist, et mõnede seadmete taastamiseks võib kuluda aega või on vajalik kasutaja konto taaskäivitamine.

Kõigis kolme variandi peitub lahendus PowerShell skriptide täiustamises.

#### **3.2. Rakenduste uuendamine**

Nagu tehnilises osas kirjeldatud, on grupeeritud poliitikad seadistatud viisil, et uuendused toimuvad öösel. Probleem seisneb selles, et uuendatakse ainult operatsioonisüsteemi ja kontorit. Ülejäänud rakendused ootavad administraatori käsku.

Tulevikus saaks PowerShell skripte muuta viisil, et kõik rakendused, mille jaoks on saadaval uus versioon, uuendatakse automaatselt öösel. Autor loodab jätkuvat koostööd Telia AS-iga ja kui selline võimalus tekib, rakendatakse need täiustused.

## KOKKUVÕTE

Diplomitöö teema on "Korporatiivsete seadmete migreerimine kohalikust administreerimisest tsentraliseeritud pilvehaldusesse Microsoft Azure'i ja Microsoft Intune'i baasil".

Selle projekti elluviimise aluseks oli Tallinna linnavalitsuse korraldus, mis andis ettevõttele Telia AS ülesande viia kõik Tallinna koolide ja gümnaasiumide ettevõtte-seadmed üle Microsoft Azure'i pilvekeskkonda. Autor oli praktika raames meeskonna liige, kes seda projekti ellu viis.

Töö on jaotatud kolmeks osaks. Sissejuhatuses põhjendab autor valitud teema aktuaalsust ja jälgib pilvetehnoloogiate arengut COVID-19 pandeemia ajal ja selle järel. Esimeses osas kirjeldatakse lühidalt kohalike ettevõttesiseste võrkude ja seadmete haldamise ajalugu ning nende sujuvat üleminekut pilvekesksele tsentraliseeritud haldusele. Jälgitakse, kuidas Windows Serveri tehnoloogia aja jooksul oma teenuseid Microsoft Azure'i pilvekeskkonnas laiendas ja neid arendas. Samas peatükis põhjendab autor tehnoloogia valikut, võrreldes seda teiste pilvetehnoloogia hiidudega (Amazon, Google, Alibaba) ja toob esile Microsoft Azure'i eelised. Seejärel kirjeldatakse migreerimisetappe ja selle elluviimiseks kasutatavaid tööriistu, näiteks AutoPilot, PowerShell, Azure AD teenus ja Intune teenus kui pilve põhiline halduskeskus.

Teises peatükis kirjeldatakse pilve migreerimise etappide tehnilist osa. Autor piirab end konfidentsiaalsuskokkuleppega ja avab migratsiooni üksikasjad mõnes piiratud momendis. Siiski on välja toodud kooli infrastruktuur, kohaliku võrgu kirjeldus, võrguseadmete kirjeldus ja tööd enne migreerimist. Seejärel klassifitseeritakse seadmed nende otstarbe järgi, näiteks tahvelarvutid, telefonid, sülearvutid, lauaarvutid, interaktiivsed tahvlid. Samuti tarkvara osas: iPadOS, Android, Windows. Riistvara osas, mis sobib migreerimiseks. Rühmapoliitika ja nende toimimise näited, kasutajate kontod ja nende profiilid. BIOS-i seadistuse, sealhulgas UEFI, Secure Boot ja TPM (Trusted Platform Module) 2.0 demonstratsioon. Windows 11 Edu uuesti installimine, PowerShell-skripti käivitamine, mis kiirendab ja automatiseerib seadme migreerimise protsessi Intune'i pilveserverisse, Microsoft Endpoint Manager Admin Center.

Kolmandas osas jagab autor oma tähelepanekuid selle kohta, mida saaks haldussüsteemis ja kasutajamugavuses parandada ja täiustada. Konkreetselt: parooli vahetamise protseduur, kõikide uuenduste automaatne allalaadimine ilma administraatori käsuta, võrguketaste poliitika.

Lisapeatükkides avaldab autor vastused oma päringutele Tallinna linna IT-osakonna ja Microsoft Telia AS IT-osakonna inseneri algupäraste kirjade kujul. Nende ametnike ja spetsialistide vastuseid käsitletakse autori poolt kui lisamotivatsiooni diplomitöö



teemavaliku, selle aktuaalsuse, teeside ja tehniliste protseduuride ning teostuse põhjendamiseks. (Lisa 1), (Lisa 2)

Lisaks võrreldakse üldiselt täiendavates peatükkides klassikalist kohalikku ettevõttevõrku ja pilvekeskset tsentraliseeritud võrku. Analüüsitakse seadmete mahtu, plusse ja miinuseid. (Lisa 3)

Kokkuvõttes hindab autor kõrgelt Telia AS-is läbitud praktikat ja võimalust osaleda kõrgelt kvalifitseeritud spetsialistide meeskonnas. Autoril oli au olla osaline selle suure ja ajaloolise Tallinna linna projekti elluviimises.

## SUMMARY

The topic of the thesis is " Migration of corporate devices from local administration to centralized cloud management based on Microsoft Azure and Microsoft Intune".

The basis for implementing this project was the directive of the Tallinn City Government, which tasked the company Telia AS with migrating all corporate devices of Tallinn schools and gymnasiums to the Microsoft Azure cloud environment. The author, as part of an internship, was a member of the team that implemented this project.

This work is divided into three parts. In the introduction, the author justifies the relevance of the chosen topic and monitors the trends in cloud technologies during and after the COVID-19 pandemic. The first part provides a brief overview of the history of managing local corporate networks and devices, followed by their smooth transition to cloud-centric centralized management. The author traces how Windows Server technology gradually deployed its services in the Microsoft Azure cloud environment and developed them over time. In the same chapter, the author justifies the chosen technology by comparing it with other cloud giants such as Amazon, Google, Alibaba, and emphasizes the advantages of Microsoft Azure. The subsequent sections describe the migration stages and the tools used for its implementation, such as AutoPilot, PowerShell, Azure AD service, and Intune service as the primary administrative center in the cloud.

The second chapter delves into the technical aspects of the migration stages to the cloud. The author is bound by a confidentiality agreement and reveals migration details in certain restricted moments. Nevertheless, the school's infrastructure is presented, including the description of the local network, network equipment, and pre-migration tasks. The classification of devices by their purpose is then outlined, covering tablets, phones, laptops, desktop workstations, and interactive boards. Software considerations encompass iPadOS, Android, Windows, while hardware considerations suitable for migration are discussed. The chapter includes discussions on group policies and examples of their operation, user accounts, and their profiles. There is also a demonstration of BIOS settings, including UEFI, Secure Boot, and TPM (Trusted Platform Module) 2.0. The process of reinstalling Windows 11 Edu and launching a PowerShell script to expedite and automate the device migration into the cloud service Intune and the Microsoft Endpoint Manager Admin Center is outlined.

In the third part, the author shares observations on potential improvements and enhancements in the administration system and user convenience. Namely: password change procedure, automation of downloading all updates without administrator command, network drive policy.

In additional chapters, the author publishes responses to inquiries in the form of original letters to the IT department of the city of Tallinn and an engineer in the IT department of Microsoft Telia AS. The responses from these officials and specialists are considered by the author as additional justification for the choice of the thesis topic, its relevance, theses, technical procedures, and implementation. (Appendix 1), (Appendix 2).

Furthermore, in the additional chapters, a general comparison is made between the traditional local corporate network and the cloud-centric centralized network. The volume of equipment, pros, and cons are analyzed. (Appendix 3).

In conclusion, the author highly values the internship at Telia AS and the opportunity to participate in a team of highly qualified specialists, being part of the implementation of this significant and historic project for the city of Tallinn.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

[1] Statista 2023; „Intelligent cloud segment quarterly revenue for Microsoft Corporation from fiscal year 2015 to 2023“; [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.statista.com/statistics/508993/worldwide-microsoft-intelligent-cloud-revenue-by-quarter/> [Kasutatud 10.10.2023].

[2] Stephen Cooper, „Ultimate Guide to Windows Server Including Versions & Dev History“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.comparitech.com/net-admin/guide-windows-server/> [Kasutatud 10.10.2023].

[3] Timeweb, „Windows Server 2022: что нового?“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://timeweb.com/ru/community/articles/reliz-windows-server-2022-Itsc-chno-novogo> [Kasutatud 10.10.2023].

[4] Dnsstuff, „Complete Guide to Windows Server + Compare Differences“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.dnsstuff.com/windows-server-versions-guide> [Kasutatud 11.10.2023].

[5] Roosevelt Abandy, „The History of Microsoft Azure“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://techcommunity.microsoft.com/t5/educator-developer-blog/the-history-of-microsoft-azure/ba-p/3574204> [Kasutatud 12.10.2023].

[6: 46] Safonov Vladimir, Safonova Adel, „«MICROSOFT TECH ED 2013 EUROPE“ [Artikkel]. [Kasutatud 12.10.2023].

[7] Azure, „Upcoming Name Change for Windows Azure“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://azure.microsoft.com/en-us/blog/upcoming-name-change-for-windows-azure/> [Kasutatud 12.10.2023].

[8] Liona Islamian, „SaaS, PaaS or IaaS – What do they mean and how to choose?“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.dstny.se/en/blog/saas-paas-iaas/> [Kasutatud 12.10.2023].

[9] Wesley Chai, „Microsoft Windows Azure Active Directory (Windows Azure AD)“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.techtarget.com/searchwindowsserver/definition/Microsoft-Windows-Azure-Active-Directory-Windows-Azure-AD> [Kasutatud 13.10.2023].

[10] Microsoft, „New name for Azure Active Directory“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/fundamentals/new-name> [Kasutatud 13.10.2023].

[11] Microsoft, „Microsoft Intune securely manages identities, manages apps, and manages devices“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://learn.microsoft.com/en->

us/mem/intune/fundamentals/what-is-intune [Kasutatud 14.10.2023].

[12] Daniel Bradley, „How to Migrate from On-premise AD to Azure step by step“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://ourcloudnetwork.com/joining-your-workstations-to-azure-ad-and-removing-your-on-premise-active-directory/> [Kasutatud 14.10.2023].

[13] Microsoft, „Overview of Windows Autopilot“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/autopilot/windows-autopilot> [Kasutatud 14.10.2023].

[14] Effiniti, „An In-Depth Comparison of Azure vs. Google Cloud vs. AWS Services“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.effiniti.com/blog/an-in-depth-comparison-of-azure-vs-google-cloud-vs-aws-services/> [Kasutatud 17.10.2023].

[15] Todd Lyle, „The Four Major Cloud Players: Pros and Cons“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.techopedia.com/2/31280/trends/the-four-major-cloud-players-pros-and-cons> [Kasutatud 17.10.2023].

[16] Gwen Rodgers, „Aliyun Review 2023 – Can It Compete with the Big Players?“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.websiteplanet.com/web-hosting/aliyun/> [Kasutatud 18.10.2023].

[17] Ari Denial, „9 Best Cloud Hosting Services in 2023 – Reliable and Affordable“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.websiteplanet.com/blog/best-cloud-hosting-services/> [Kasutatud 19.10.2023].

[18] Felix Richter, „Amazon Maintains Lead in the Cloud Market“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/> [Kasutatud 19.10.2023].

[19] Microsoft, „Find Windows 11 specs, features, and computer requirements“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/windows/windows-11-specifications> [Kasutatud 26.10.2023].

[20] Microsoft, „Windows 11 System Requirements“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://support.microsoft.com/en-us/windows/windows-11-system-requirements-86c11283-ea52-4782-9efd-7674389a7ba3> [Kasutatud 10.11.2023].

[21] Microsoft, „Andrew Taylor“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://mvp.microsoft.com/en-US/mvp/profile/207d215a-7b0d-ed11-b83f-000d3a1036b3> [Kasutatud 15.11.2023].

[22] Microsoft, „Tutorial: Walkthrough Microsoft Intune admin center“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/mem/intune/fundamentals/tutorial-walkthrough-endpoint-manager#tour-microsoft-intune-in-the-microsoft-intune-admin-center> [Kasutatud 22.11.2023].

[23] Geeksforgeeks.org, „What is NuGet?“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-nuget/> [Kasutatud 14.12.2023].

[24] Examlabpractice, „Kohalik võrk koos integreeritud pilveserveriga Azure AD'sse“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://examlabpractice.com/> [Kasutatud 19.12.2023].

# LISA 1. PÕHJENDUS TALLINNA LINNAVALITSUSE IT OSAKONNA TEHNOLOOGIA VALIKULE

2. Majanduslik otstarbekus linnale (prognoosid, tabelid, numbrid, arvud) kui saab ja mida saab.

- InTune kasutamine seadmete halduseks sisaldub Microsofti litsentsikuludes, mis on igal aastal olnud suhteliselt sarnased Tallinna linna jaoks (va. tavapärase hinnatõusud, mis Microsofti toodetel teatud regulaarsusega aset leiab). Litsentsikuludelt otsesest säästu seega ei tule.
- Mõningane sääst tekib pilvehaldusele üleminekul tulenevalt sellest, et teenusepakkuja (Telia Eesti AS) ei pea kasutama seadmete halduseks enam oma kolmanda osapoole tasulist tarkvaratoodet.

3. Millist osa administreerimisest jätab linn enda taha pärast üleminekut Azure'i?

- Pilv kuulub linnale, mitte teenusepakkujale (Telia Eesti AS). Igapäevased administreerimistegevused pilves jäävad teenusepakkuja spetsialistide ülesandeks. Pilve peaadministraatorid asuvad aga Tallinna linna poolel. Teenusepakkuja vahetamise korral vahetuvad teenusepakkuja administraatorid, kellele annavad pilves tegutsemiseks õigused linna peaadministraatorid.

4. Millal Tallinna poolt oli see ülesanne püstitatud, (mis aastal) ja mis protsent koolidest on tänaseks tehtud?

- 2022 aastal alustasime InTune katsetamisega. Ja tänaseks on kõikide linna munitsipaalkoolide seadmed InTune keskhaldusega liidetud (mõned erandid on seadmete gruppide, aga suures pildis on kõikide koolide seadmed pilves). Lisaks on üks linna kool, kus kasutatakse seadmetes ainult Google pilvehaldust.

5. Millised miinused tulevikus võivad olla? Kitsad kohad, just koolide jaoks. Teie arvamus.

- Pilve kasutamise riskid on sarnased kõigis asutustes.
  - Eesti riigi äralõikamine välisvõrgust / pilv ei ole kättesaadav – Kui toimub suurem internetiühenduse tõrge (mille riski hindame rahu ajal väikeseks) siis lokaalselt alla laetud profiilides töötavad seadmed edasi.
  - Vendor lock ja sellest tulenev hindade kallinemine - selle vältimiseks on meil ka konkureeriva pilvega kool [Google pilvehalduse põhine kool], lisaks on Tallinna linna koolides lõppkasutajate seadmed renditud ehk kui Microsofti platvormi pidamine muutub liiga kulukaks siis on meil alati alternatiiv asuda kasutama näiteks Google platvormi.
  - Mingid pilve sisemised tõrked – Teatud regulaarsusega neid juhtub, kuid neid esineb väga vähe. Tõrgetest on harilikult mõjutatud siis kõik kliendid. Lokaalseid seadmete toimimist tõrked ei mõjuta.
- Kitsaskohad võrreldes varasema süsteemiga on teatud määral vähem vabadust koolide enda IT-personaalil muudatusi teha seadmetes (nt tarkvara paigaldamisel/kontode halduses). Ehk meie pilvehalduse poliitikat on karmimad kui varasemad seadmete halduse poliitikat. Pilve selles otseselt muidugi süüdistada ei saa.

Andres Vider

Juhataja  
IT-tugiteenuste osakond  
Linna digiteenistus  
tel 640 4381  
mob 5693 6733

Hästi toimivad IT lahendused kõigile linna asutustele!



## LISA 2. TEHNOLOOGIA VALIKU PÕHJENDUSED JA KOMMENTAARID TELIA AS'I MICROSOFT'I TÖÖKOHATEENUSTE OSAKONNA TARNEINSENERI POOLT

2. Millal Tallinna poolt oli see ülesanne püstitatud, (mis aastal) ja mis pronsent koolidest on tänaseks tehtud?

Ülesanne kui selline sai alguse pilootprojektist mis algas 2022 aprill-mai. Onboradimisega alustati esialgi 3-s Tallinna koolis ca 300 seadmega. Tänase seisuga on halduse all ca 70 kooli ja seadmeid kokku ca 13 000. Märkimisväärne on see, et suurem osa ca 90% seadmetest sai liidetud väga lühikese ajaga.

3. Pljussid ma mõistan ise aga millised miinused tulevikus võivad olla? Kitsad kohad, just koolide jaoks.

Nagu iga uue asjaga on pea alati probleem selles, et on harjutud vana keskkonna ja lahendusega. Selle migra käigus mindi üle ka win 10 pealt win 11 peale. Ja ütleme nii, et keskmises eas õpetaja kes Kevadel lahkus oma win 10 arvuti tagant ja nüüd Sügisel arvuti taha saabudes vaatas vastu win 11, oli vägagi segaduses. Probleem oli meil ka ON-Prem ressursside külge saamisega AAD joined masinatele. Tuleviku vaates ei oska hetkel väga miinuseid välja tuua koolide vaates, kui vaid see, et kui peaks teenusepakkuja vahetuma siis teenusepakkuja peab võtma üle olemasoleva haldusplatvormi ja see võib algus minna natuke konarlikult ja lõppkasutaja kannatab.

Tervitades

Martin-Juhani Saarenkunnas  
Tarneinsener | Microsofti ja töökohateenuste osakond

Telia Eesti AS  
[martin-juhani.saarenkunnas@telia.ee](mailto:martin-juhani.saarenkunnas@telia.ee)





## LISA 3. ÜLDISTATUD VÕRDLU KOHALIKU JA PILVEINFRASTRUKTUURI VAHEL

Selles lisa peatükis näitab autor lühidalt ja võrdleb kahte infrastruktuuri. Nimelt:

- Klassikaline, ettevõtte kohalik IT-infrastruktuur, mida haldab Windows Server ja Task Sequence Wizard (tavaliselt seotud System Center Configuration Manager - SCCM-iga).
- Ettevõtte infrastruktuuri, mis on pilve integreeritud, koos tööjaamade täieliku migreerimisega Microsoft Azure'i ja Intune'i.

Task Sequence Wizard'i lühikirjeldus on järgmine: See on tööriist, mis on tavaliselt seotud Microsoft System Center Configuration Manager'iga (SCCM). Kasutatakse SCCM-is ülesannete jada loomiseks ja haldamiseks, mida saab rakendada seadmete operatsioonisüsteemi väljaarendamise või konfiguratsioonihalduse käigus. Näiteks võib sellise jada ülesanded hõlmata operatsioonisüsteemi installimist, konfiguratsiooniparameetrite seadistamist, rakenduste installimist, värskenduste rakendamist ja muid toiminguid, mis on vajalikud seadme konfigureerimiseks ja hooldamiseks.

Võib öelda, et AutoPilot ja Intune pakuvad kaasaegseid pilvealternatiive traditsioonilistele meetoditele, nagu Task Sequence Wizard Microsoft System Center Configuration Manager (SCCM) raames. Selle asemel, et tugineda kohalikule infrastruktuurile ja teha ülesandeid otse seadmetel, pakuvad AutoPilot ja Intune paindlikumat ja pilvepõhist lahendust seadmete väljaarendamiseks ja haldamiseks ettevõttekeskkonnas. Sarnaselt oborudovanija i programnogo obespechenija

### Lokaalne infrastruktuur

Ettevõtte kohalik infrastruktuur hõlmab erinevat tüüpi seadmeid ja tarkvara, et tagada infosüsteemi stabiilne toimimine. Konfiguratsioon võib erineda vastavalt organisatsiooni suurusele, vajadustele ja omadustele. Allpool on esitatud üldine loetelu:

#### Seadmed:

- Serverid: Operatsioonisüsteemi, rakendusserverite ja muude teenuste paigaldamiseks ja töötamiseks.
- Andmete salvestamine (Storage): Kohalikud andmekandjad failide, andmebaaside ja muude infotehnoloogiliste ressursside salvestamiseks.
- Lülitid ja Marsruuterid: Tagavad võrguühenduse seadmete vahel ettevõtte võrgus.
- Turvamarsruuterid ja tule müürid (Firewalls): Kaitsevad ettevõtte võrku

volitamata juurdepääsu ja kahjulike rünnakute eest.

- Varundamine ja andmete säilitamine (Backup): Varundamissüsteemid tagavad andmete turvalise salvestamise ja taastamise.
- Uninterruptible Power Supply (UPS): Tagab ajutise toiteallika elektrienergia katkestuste korral.электроэнергии.

#### **Tarkvara:**

- Operatsioonisüsteemid: Serverite operatsioonisüsteemid, näiteks Windows Server, Linux ja teised, vastavalt vajadustele.
- Andmebaasisüsteemide haldussüsteemid (DBMS): Näiteks Microsoft SQL Server, Oracle Database, MySQL andmete hoidmiseks ja haldamiseks.
- Virtuaalmasinate haldussüsteemid: Tarkvara virtuaalsete serverite loomiseks, näiteks VMware vSphere, Microsoft Hyper-V või KVM.
- Jälgimis- ja juhtimissüsteemid: Tööriistad serverite, võrkude ja rakenduste oleku jälgimiseks (näiteks Nagios, SolarWinds).
- Grupipoliitika ja juurdepääsu halduse süsteemid: Näiteks Active Directory Windows-keskkonnas, LDAP Linuxile või muud sarnased lahendused.
- Turvasüsteemid: Viirusetõrjetarkvara, sissemurdmistuvastussüsteemid (IDS), turvaauditivahendid.
- Posti- ja grupisüsteemid: Microsoft Exchange või sarnased süsteemid e-posti ja grupitöö jaoks.
- Konfiguratsiooni ja levitamise juhtimise süsteemid (nt SCCM): Keskised süsteemid konfiguratsioonide haldamiseks ja tööjaamadele levitamiseks.
- See nimekiri annab üldise ülevaate riistvara ja tarkvarast, mis võivad olla vajalikud ettevõtte kohaliku infrastruktuuri jaoks. Tegelikud vajadused sõltuvad organisatsiooni ainulaadsetest nõuetest ja suurusest.

## **Pilveinfrastruktuur**

Korporatiivsete seadmete migreerimisel Autopiloti ja Intune'i võib osa kohalikust infrastruktuurist muutuda ülearuseks. See, mis võib välja jääda, on märgitud tõmmatud joonega.

#### **Seadmed:**

- ~~Serverid: Serverid operatsioonisüsteemi, rakendusserverite ja muude teenuste paigaldamiseks ja töötamiseks.~~

- Andmesalvestus (Storage): Kohalikud andmekandjad failide, andmebaaside ja muude infotehnoloogiliste ressursside salvestamiseks.
- Lülitid ja marsruuterid: Tagavad võrguühenduse seadmete vahel ettevõtte võrgus.
- Turvamarsruuterid ja tule müürid: Kaitsevad ettevõtte võrku volitamata juurdepääsu ja kahjulike rünnakute eest.
- ~~Varundamine ja andmesalvestus: Varundamissüsteemid tagavad andmete turvalise salvestamise ja taastamise.~~

### **Tarkvara:**

- ~~Operatsioonisüsteemid: Osade serverite ja nende operatsioonisüsteemide osas võib osutada ülearuseks, sõltuvalt sellest, milliseid ülesandeid neil serveritel täideti.~~
- ~~Andmebaasisüsteemide haldussüsteemid (DBMS): Võivad olla vajalikud sõltuvalt sellest, kus andmed on salvestatud ja milliseid rakendusi kasutatakse.~~
- ~~Virtuaalmasinate haldussüsteemid: Tarkvara virtuaalsete serverite loomiseks, näiteks VMware vSphere, Microsoft Hyper-V või KVM.~~
- ~~Jälgimis- ja juhtimissüsteemid: Tööriistad serverite, võrkude ja rakenduste oleku jälgimiseks (näiteks Nagios, SolarWinds).~~
- Grupipoliitika ja juurdepääsu halduse süsteemid: Osaliselt võivad olla asendatud Intune'i ja Azure AD seadmete halduse võimalustega.
- Turvasüsteemid: Viirusetõrjetarkvara, sissemurdmistuvastussüsteemid (IDS), turvaauditivahendid - võivad jääda sõltuvalt organisatsiooni nõuetest.
- ~~Posti ja grupisüsteemid: Microsoft Exchange või sarnased süsteemid e-posti ja grupitöö jaoks.~~
- ~~Konfiguratsiooni ja levitamise juhtimise süsteemid (nt. SCCM): Keskised süsteemid konfiguratsioonide haldamiseks ja tööjaamadele levitamiseks.~~

See loetelu võib varieeruda sõltuvalt organisatsiooni konkreetsetest vajadustest.

## **Eelised ja puudused**

### **Kohalik infrastruktuur (SCCM)**

#### **Eelised:**

- Täielik kontroll: Teil on täielik kontroll kohaliku infrastruktuuri üle, mis võib olla oluline mõnele organisatsioonile.

- Toetab erinevaid stsenaariume: SCCM pakub laias valikus võimalusi erinevate levitamisskenaariumide kohandamiseks ja haldamiseks.

**Puudused:**

- Suured kulud: On vajalik investeerida riistvarasse, litsentsidesse ja toe teenustesse, mis võivad olla kallimad võrreldes pilverakendustega.
- Seadistamise ja hoolduse keerukus: Kohaliku infrastruktuuri seadistamine ja hooldamine nõuab teatavaid oskusi ja ressursse.

**Pilve infrastruktuur (Autopilot ja Intune)**

**Eelised:**

- Väiksemad kulud: Pilvelahendused võivad olla ökonoomsemad, kuna vähendavad vajadust kohaliku infrastruktuuri järele.
- Kohandatavus ja skaalatavus: Pilv pakub paindlikkust ja kergust skaalatavuse osas vastavalt organisatsiooni vajadustele.

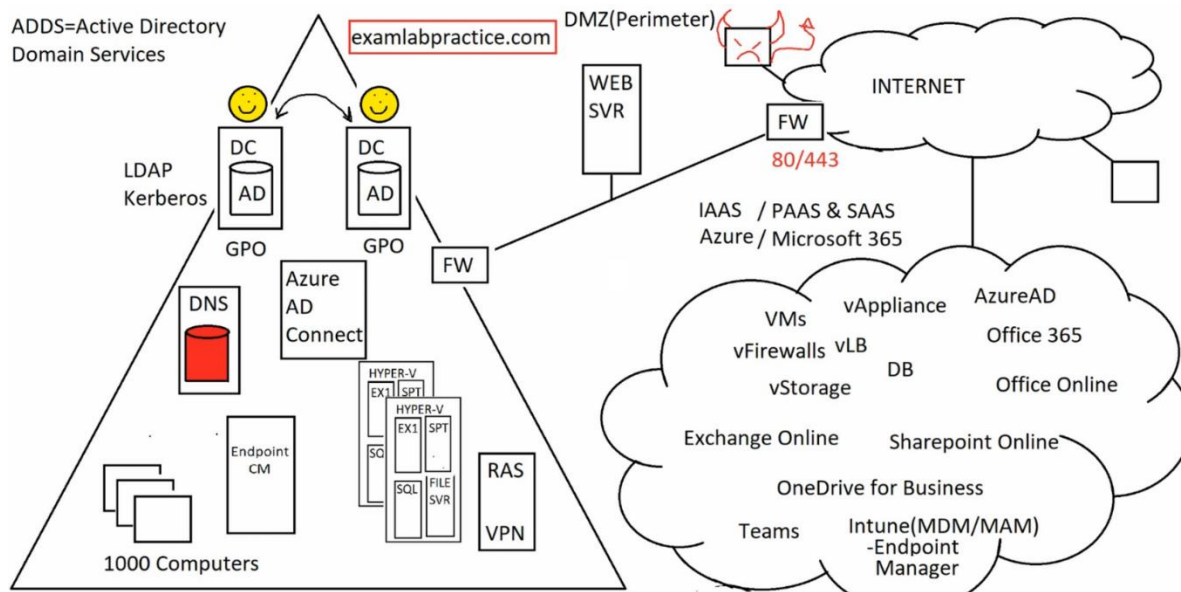
**Puudused:**

- Piiratud kontroll: Mõned organisatsioonid võivad kogeda teatud kontrolli piiranguid võrreldes kohaliku infrastruktuuriga.
- Sõltuvus internetist: Pilverakenduste töö nõuab püsivat internetiühendust.
- Lõplik valik sõltub teie organisatsiooni konkreetsetest vajadustest ja oludest. Hindage eelarvet, turvanõudeid ja kontrollitaseme eelistusi.

**LISA 4. TALLINNA LINNA INFOTEHNOLOOGIA  
STIPENDIUMI TUNNISTUS**



## LISA 5. JOONISED, PILDID, DIAGRAMMID



Joonis 5.1 Kohalik võrk koos integreeritud pilveserveriga Azure AD'sse [24]