



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Niko Sadeharju

# MODERNI TYÖYMPÄRISTÖ CITRIXIN PILVIPALVELUILLA

Siirtymä CVAD:sta DaaS:iin

Tekniikka

2025

## TIIVISTELMÄ

---

Tekijä	Niko Sadeharju
Opinnäytetyön nimi	Moderni työympäristö Citrixin pilvipalveluilla : Siirtymä CVAD:sta DaaSiin
Vuosi	2025
Kieli	suomi
Sivumäärä	44
Ohjaaja	Antti Virtanen

Opinnäytetyön aiheena on IT-alalla toimivassa kohdeyrityksessä toteutettu projekti, jonka tavoitteena oli luoda yritykselle tehokas ja toimiva pilvipohjainen Citrix-ympäristö. Ennen projektin aloitusta kohdeyrityksen IT-ympäristö toimi fyysisellä palvelimella, jossa käytettiin Citrix Virtual Apps and Desktops (CVAD) -ratkaisua. Projektin seurauksena yrityksessä siirryttiin pilvipohjaiseen ympäristöön, joka perustuu Citrix Desktop as a Service (DaaS) -ratkaisuun. Opinnäytetyön tavoitteena on tarjota käytännönläheinen ja selkeä kokonaiskuva Citrix DaaS -ympäristöön siirtymisestä teknisestä näkökulmasta. Lisäksi työssä arvioidaan siirtymän vaikutuksia ja dokumentoidaan projektin vaiheet.

Opinnäytetyössä esitellään projektin tekninen toteutus ja arvioidaan projektin toteutumisen onnistumista käyttäjäkokemuksen, ylläpidon ja hallinnan ja tietoturvan osalta. Lisäksi opinnäytetyössä pohditaan siirtymiseen liittyviä haasteita ja havainnollistetaan siirtymällä saavutettuja etuja verrattuna aiemmin käytössä olleeseen ympäristöön.

Projektissa havaittiin, että pilvipohjainen ratkaisu toi kohdeyritykselle lukuisia etuja. Siirtyminen uuteen ympäristöön mahdollisti skaalautuvuuden ja joustavuuden infrastruktuurin siirtyessä Citrixin vastuulle. Lisäksi se vähensi merkittävästi IT-henkilöstön tarvetta ympäristön ylläpidossa, kun fyysisten laitteiden huollolle ja hallinnalle ei enää ollut tarvetta. Projektin myötä saavutettiin myös selkeitä kustannussäästöjä.

## ABSTRACT

---

Author	Niko Sadeharju
Title	Modern Work Environment with Citrix Cloud Services: Transition from CVAD to DaaS
Year	2025
Language	Finnish
Pages	44
Name of Supervisor	Antti Virtanen

The subject of this thesis is a project carried out at a company operating in the IT sector. The objective of the project was to create an efficient and functional cloud-based Citrix environment for the company. Prior to the project, the company's IT infrastructure was based on a physical server running Citrix Virtual Apps and Desktops (CVAD). As a result of the project, the company transitioned to a cloud-based environment built on Citrix's Desktop as a Service (DaaS) solution.

The aim of the thesis is to provide a practical and clear overview of the transition to a Citrix DaaS environment from a technical perspective. In addition, the study evaluates the impact of the migration and documents the stages of the project.

The thesis presents the technical implementation of the project and assesses its success in terms of user experience, system administration, management, and security. It also discusses the challenges encountered during the transition and highlights the benefits achieved compared to the previously used environment.

The project demonstrated that the cloud-based solution brought numerous advantages to the company. Transitioning to the new environment enabled scalability and flexibility, as the infrastructure was shifted under Citrix's management. It also significantly reduced the need for IT staff in system maintenance, as physical device upkeep and management were no longer required. The project also led to clear cost savings.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
1 JOHDANTO .....	12
2 PROJEKTIN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	13
2.1 Tavoitteet ja tausta.....	13
2.2 Vanhan ja uuden ympäristön vertailu .....	14
3 TEORIATAUSTA JA KESKEISET KOMPONENTIT .....	16
3.1 Citrix-ratkaisut: CVAD ja DaaS.....	16
3.2 Citrix FAS .....	18
3.3 Citrix Cloud Connector ja StoreFront.....	19
3.4 Citrix NetScaler .....	21
3.5 Machine Catalog .....	21
3.6 Resurssikoneet.....	22
3.7 Provisiointimenetelmät .....	23
3.7.1 Pysyvä provisiointi (Persistent Provisioning) .....	24
3.7.2 Epäpysyvä provisiointi (Non-Persistent Provisioning)...	24
3.7.3 Muut provisiointimenetelmät.....	24
3.8 Citrix Delivery Group ja resurssien julkaisu .....	25
3.8.1 Delivery Group .....	25
3.8.2 Työpöytä- ja sovellusjulkaisu .....	26
3.9 Muita käsitteitä .....	28
4 YMPÄRISTÖN TOTEUTUS .....	29
4.1 Ympäristön infrastruktuuri.....	29
4.2 FAS-palvelinten konfigurointi .....	30
4.3 Pääsynhallinta .....	31
4.3.1 NetScaler.....	32
4.3.2 Entra ID federointi .....	32
4.3.3 Cloud Workspace ja paikallinen Gateway-ratkaisu .....	32
4.3.4 Paikallinen StoreFront ja Gateway-ratkaisu .....	35
5 LOPPUTULOS.....	37

5.1 Tekninen toteutus.....	37
5.2 Käyttäjäkokemus.....	37
5.3 Ylläpito ja hallinta .....	38
5.4 Tietoturva .....	38
5.5 Haasteet .....	38
5.6 Riskit.....	39
6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	40
LÄHTEET.....	41

## **KUVAT**

Kuva 1. Vanha CVAD-ympäristö.....	14
Kuva 2. Uusi DaaS-ympäristö.....	15
Kuva 3. Citrix FAS authentication.....	18
Kuva 4. Citrix Cloud Connector.....	19
Kuva 5. StoreFrontin käyttöliittymä.....	20
Kuva 6. Machine Catalogy asennus vaiheessa .....	22
Kuva 7. Citrix provisointikonsoli.....	23
Kuva 8. Kaavio joka esittää käyttöönoton, jossa sovellusryhmiä .....	26
Kuva 9. Cloud Workspace ja paikallinen Gateway .....	33
Kuva 10. Paikallinen StoreFront ja Gateway.....	35

## LYHENTEET

ADC	Application Delivery Controller on verkon laite tai ohjelmisto, joka hallinnoi ja optimoi sovellusten liikennettä esimerkiksi kuormantasaamisen, tietoturvan ja suorituskyvyn parantamisen avulla.
AHV	Acropolis Hypervisor on Nutanixin kehittämä virtualisointialusta, joka tarjoaa hypervisor-ratkaisun virtuaalikoneiden hallintaan ja suoritukseen pilviympäristössä.
Application Layering	Citrixin teknologia, jossa sovellukset eristetään omiksi kerroksikseen (layer), jotka yhdistetään käyttöjärjestelmäkerrokseen dynaamisesti, mikä helpottaa sovellusten hallintaa, päivitystä ja skaalautuvuutta.
Azure	Microsoftin pilvipalvelualusta.
AD	Active Directory, käyttäjähakemisto.
DDoS	Distributed Denial of Service on hyökkäys, jossa useat tietokoneet kuormittavat palvelinta liikaa, estäen laillisten käyttäjien pääsyn palveluun.
Citrix Access Control	Citrixin tarjoama palvelu, joka hallinnoi ja suojaa pääsyä sovelluksiin ja verkkosivustoihin.
Citrix Workspace	Keskitetty työympäristö, joka tarjoaa turvallisen pääsyn sovelluksiin, työpöytiin ja tiedostoihin mistä tahansa laitteesta.
Citrix Gateway	Citrixin tietoturvaratkaisu, joka tarjoaa suojatun etäyhteyden yrityksen sovelluksiin, työpöytiin ja tietoihin VPN-yhteyden tai selaimen kautta.
Cloud	Pilvipalvelu, tiedot ja palvelut käsitellään etäpalvelimilla internetin kautta.
Cloud Connector	Osa Citrix Cloud -arkkitehtuuria. Toimii yhdyskäytävänä Citrix Cloudin ja asiakkaan paikallisen ympäristön välillä.
CVAD	Citrix Virtual Apps and Desktops, virtuaaliset sovellukset ja työpöydät.

DaaS	Desktop as a Service, työpöytä- ja sovellusratkaisu pilvipalveluna.
DC	Delivery Controller, Citrix-ympäristön keskeinen hallintakomponentti, joka vastaa käyttäjien todennuksesta, resurssien jakamisesta, istuntojen hallinnasta ja yhteyksien ohjaamisesta oikeisiin virtuaalikoneisiin tai sovelluksiin.
Enterprise Application	Organisaation laajassa käytössä oleva sovellus, joka tukee liiketoiminnan prosesseja ja voi olla esimerkiksi pilvipohjainen palvelu, sisäinen järjestelmä tai kolmannen osapuolen ohjelmisto.
Entra ID	Microsoftin pilvipohjainen identiteetin- ja pääsynhallintapalvelu, joka tarjoaa käyttäjien tunnistuksen, todennuksen ja pääsynhallinnan erilaisiin sovelluksiin ja palveluihin.
FAS	Federated Authentication Service, federatiivinen tunnistautumispalvelu.
FQDN	Fully Qualified Domain Name, verkkolaitteen tai palvelun täydellinen verkkotunnus, joka yksilöi sen täysin internetissä tai paikallisessa verkossa.
GPO	Group Policy Object, n Microsoft Windows -ympäristössä käytettävä työkalu, jolla hallitaan käyttäjien ja tietokoneiden asetuksia keskitetysti. GPO:ita määritetään Active Directoryn kautta.
HCI	Hyperconverged Infrastructure, hyperkonvergoitu infrastruktuuri.
HTTP	Hypertext Transfer Protocol, verkkoprotokolla, jota käytetään tiedon siirtämiseen selaimen ja verkkopalvelimen välillä.
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure, HTTP-protokollan suojattu versio, joka käyttää salattua yhteyttä tiedonsiirtoon selaimen ja verkkopalvelimen välillä.
IT	Information technology, informaatioteknologia tai tietotekniikka

Kuormantasaaja	Load balancer eli kuormantasaaja on laite tai ohjelmisto, joka jakaa verkkoliikenteen tai käyttäjäpyynnöt useille palvelimille tasaisesti, parantaen sovellusten suorituskykyä ja estäen yksittäisen palvelimen ylikuormittumisen.
LHC	Local Host Cache on Citrixin ominaisuus, joka mahdollistaa käyttäjien autentikoinnin ja resurssien saatavuuden myös silloin, kun yhteys keskitettyyn Delivery Controlleriin on poikki, parantaen järjestelmän käytettävyyttä.
Local Apps	Tarkoittaa sovelluksia, jotka on asennettu ja ajetaan suoraan käyttäjän omalla tietokoneella tai laitteella, eivätkä ne toimi pilvessä tai virtuaalisesti.
MC	Machine Catalog on Citrixin hallintakohde, johon ryhmitellään virtuaalikoneet tai fyysiset koneet, joita käytetään virtuaalisten työpöytien ja sovellusten tarjoamiseen käyttäjille.
MCS	Machine Creation Services, Citrixin teknologia, jonka avulla virtuaalikoneita luodaan ja hallitaan keskitetysti master-levykuvasta.
MFA	Multi-Factor Authentication, tietoturvamene- telmä, jossa käyttäjän on todistettava henkilö- öllisyytensä useammalla kuin yhdellä tavalla ennen pääsyä järjestelmään tai palveluun.
Nutanix	Yritys, joka tarjoaa hyperkonvergoituja infra- struktuuriratkaisuja.
Nutanix-klusteri	Ryhmä Nutanixin hyperkonvergoituja palveli- mia, jotka toimivat yhdessä yhtenäisenä vir- tuaali-infrastruktuurina, tarjoten skaalautu- vaa laskenta-, tallennus- ja verkkoresurssien hallintaa pilviympäristöissä.
NetScaler	Citrixin verkkolaite ja ohjelmistoratkaisu, joka toimii sovellusten kuormantasaimena, palo- muurina ja suorituskyvyn optimoijana.
OU	Organizational Unit, on Active Directoryn loo- ginen säiliö, jota käytetään käyttäjien, ryh- mien, tietokoneiden ja muiden AD-objektien järjestämiseen hallittavissa kokonaisuuksissa.

On-premises	Paikallinen, palvelimet ja sovellukset sijaitsevat organisaation omissa tiloissa.
Presentation Layer	Esityskerros, on tietoliikenteen OSI-mallin kerros, joka vastaa tiedon muuntamisesta, kuten koodauksesta, salauksesta ja tiedon esitysmuodon yhteensovittamisesta eri järjestelmien välillä, jotta tieto on ymmärrettävää vastaanottajalle.
PVS	Provisioning services, Citrixin teknologia, joka mahdollistaa useiden virtuaalikoneiden käynnistämisen ja ajamisen yhdestä jaetusta levykuvasta.
Redundanssi	Tarkoittaa järjestelmässä tai laitteistossa varmistusta ja ylimääräisiä komponentteja, jotka takaavat toiminnan jatkuvuuden vikatilanteissa tai häiriöissä. Eli se lisää järjestelmän luotettavuutta ja saatavuutta.
Resurssikone	Palvelin tai työasema, joka tarjoaa Citrix-ympäristössä käyttäjille resursseja
SSO	Single Sign-On, tunnistautumistekniikka.
STA	Secure Ticket Authority, osa Citrixin tietoturva-arkkitehtuuria, joka vastaa istuntolippujen (session tickets) luomisesta ja tarkistamisesta käyttäjien kirjautumisen yhteydessä.
StoreFront	Citrixin komponentti, jonka avulla käyttäjät voivat kirjautua sisään ja käynnistää virtuaalisia sovelluksia ja työpöytiä.
URL	Uniform Resource Locator, verkko-osoite, joka määrittää yksilöllisesti resurssin sijainnin internetissä.
Varmennepalvelin	CA, Certificate Authority, on luotettu kolmas osapuoli, joka myöntää digitaalisia varmenteita. Nämä varmenteet todistavat esimerkiksi verkkosivuston, palvelimen tai käyttäjän henkilöllisyyden.
VDA	Virtual Delivery Agent, komponentti, joka asennetaan virtuaali- tai fyysiselle koneelle, ja sen avulla Citrixin hallintajärjestelmä voi julkaista työpöydän tai sovelluksia käyttäjille eli se mahdollistaa yhteyden käyttäjän ja Citrix-ympäristön välillä.

Varmennepalvelin	Järjestelmä, joka myöntää, hallinnoi ja tarkistaa digitaalisia varmenteita (esim. SSL/TLS-varmenteita), varmistaen verkkoyhteyksien turvallisuuden ja käyttäjien identiteetin luotettavuuden.
Virtual Apps	Sovelluksia, jotka ajetaan palvelimella keskitetysti ja toimitetaan käyttäjälle etäyhteyden kautta, jolloin käyttäjä voi käyttää niitä millä tahansa laitteella ilman paikallista asennusta.
Virtualisointi	Teknologia, jonka avulla fyysisen laitteen resurssit kuten palvelimet, tallennustila tai käyttöjärjestelmät, jaetaan ja eristetään useisiin virtuaalisiin ympäristöihin.
VPN	Virtual Private Network, teknologia joka luo suojatun ja salatun yhteyden käyttäjän laitteen ja verkon välille julkisen internetin yli.

## 1 JOHDANTO

Työpöytä- ja sovellusvirtualisointi ovat tärkeä osa nykyaikaisia IT-ratkaisuja, erityisesti organisaatioissa, joissa työntekijät tarvitsevat pääsyn työympäristöönsä eri sijainneista ja eri laitteilla. Citrix Virtual Apps and Desktops (CVAD) on ollut pitkään yksi yleisimmistä ratkaisuista tähän tarpeeseen. Se perustuu pääosin paikalliseen infrastruktuuriin (on-premises), jossa kaikki järjestelmän hallintakomponentit, kuten Delivery Controllerit (DC) ja StoreFront-palvelut, sijaitsevat organisaation omassa ympäristössä.

Pilvipalveluiden yleistyessä on syntynyt tarve siirtyä ketterämpiin ja helpommin hallittaviin ratkaisuihin. Tähän tarpeeseen Citrix on vastannut kehittämällä Citrix DaaS (Desktop as a Service) -ratkaisun, joka mahdollistaa työpöytien ja sovellusten toimituksen pilvipalvelusta. Citrix DaaS siirtää osan hallintakomponenteista Citrixin hallinnoimaan pilvipalveluun, jolloin asiakkaan oma ylläpitovastuu vähenee. Tämä mahdollistaa tehokkaamman skaalautuvuuden, nopeammat käyttöönotot sekä usein yksinkertaisemman ylläpidon.

Tämä opinnäytetyö tarkastelee teknisesti, mitä siirtyminen CVAD-ympäristöstä Citrix DaaS -ympäristöön edellyttää. Työssä selvitetään siirtymäprosessin keskeiset vaiheet, kuten nykyisen ympäristön kartoitus, tarvittavat muutokset infrastruktuuriin sekä mahdolliset haasteet ja riskit, joita siirtymisen aikana voi esiintyä. Erityistä huomiota kiinnitetään myös verkkoarkkitehtuuriin, identiteetin hallintaan ja hybridikäytön mahdollisuuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena on tarjota käytännönläheinen ja selkeä kokonaiskuva Citrix DaaS -ympäristöön siirtymisestä teknisestä näkökulmasta. Seuraavassa luvussa esitellään tarkemmin projektin tarkoitus ja tavoitteet, kolmas luku käsittelee aihepiirin teoriataustaa ja siinä käydään läpi keskeiset käsitteet ja komponentit. Luvussa neljä esitellään projektin toteutus ja viidennessä luvussa lopputulokset. Viimeinen luku käsittää johtopäätökset.

## 2 PROJEKTIN TARKOITUS JA TAVOITTEET

### 2.1 Tavoitteet ja tausta

Tämän opinnäytetyön aiheena olevan projektin tavoitteena oli luoda kohdeyritykselle tehokas ja toimiva pilvipohjainen Citrix-ympäristö, joka yksinkertaistaa IT-hallintaa ja parantaa ympäristön joustavuutta. Tavoitteena oli vähentää organisaation riippuvuutta paikallisesta infrastruktuurista ja siirtyä skaalautuvaan, pilvipohjaiseen ratkaisuun, joka helpottaa IT-hallintaa ja parantaa käyttäjäkokemusta.

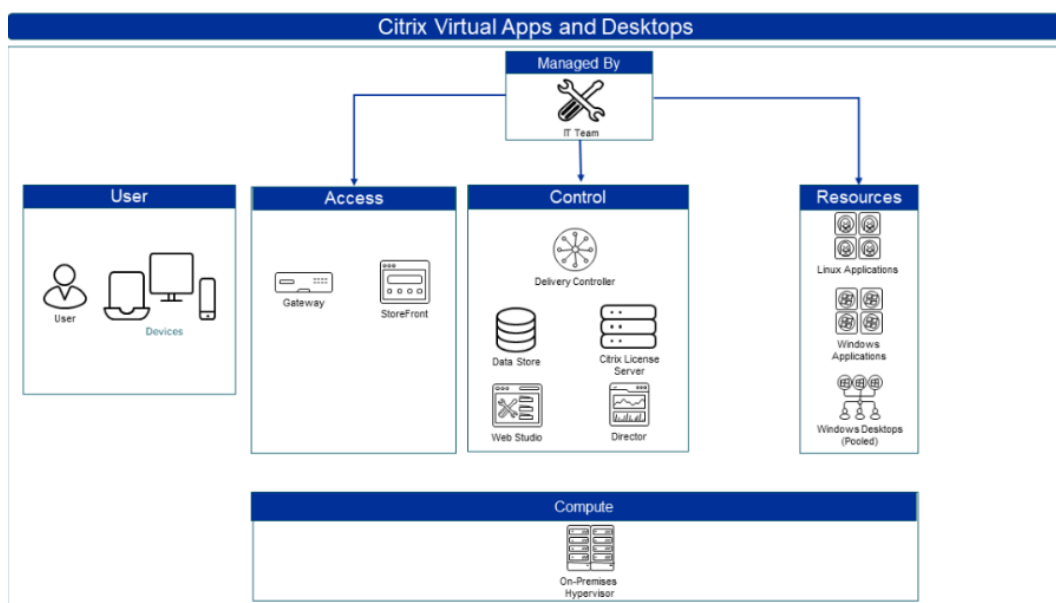
Pilvipohjaisen Citrix-ympäristön käyttöönotto mahdollistaa organisaatiolle paremmat edellytykset hallita virtuaalisia työpöytiä ja sovelluksia keskitetyssä ympäristössä. Tämä vähentää tarvetta ylläpitää ja päivittää fyysisiä palvelimia ja verkkoinfrastruktuuria, minkä seurauksena henkilökunta voi keskittyä muihin tehtäviin ja resurssien käyttö tehostuu.

Projektin tavoite eli siirtyminen pilvipohjaiseen Citrix-ympäristöön, haettiin saavuttaa mahdollisimman hallitusti ja kustannustehokkaasti, haitat ja riskit minimoiden. Tämä edellytti projektin huolellista suunnittelua, resursointia ja aikataulutusta.

Projektin suunnittelu aloitettiin keväällä 2023 ja toteutusvaihe käynnistettiin saman vuoden syksynä. Siirto oli valmis tammikuussa 2024, ja kevään aikana tehtiin vielä muutamia lisäyksiä ja parannuksia. Kohdeyrityksessä perustettiin projektia varten oma nelihenkinen tiimi, joka vastasi suunnittelusta, toteutuksesta sekä ylläpidosta ja kouluttamisesta. Tämän opinnäytetyön kirjoittaja oli mukana tiimissä ja hänen toimenkuvaansa kuului dokumentointia ja käytännön asennustyötä yhdessä muiden tiimiläisten kanssa.

## 2.2 Vanhan ja uuden ympäristön vertailu

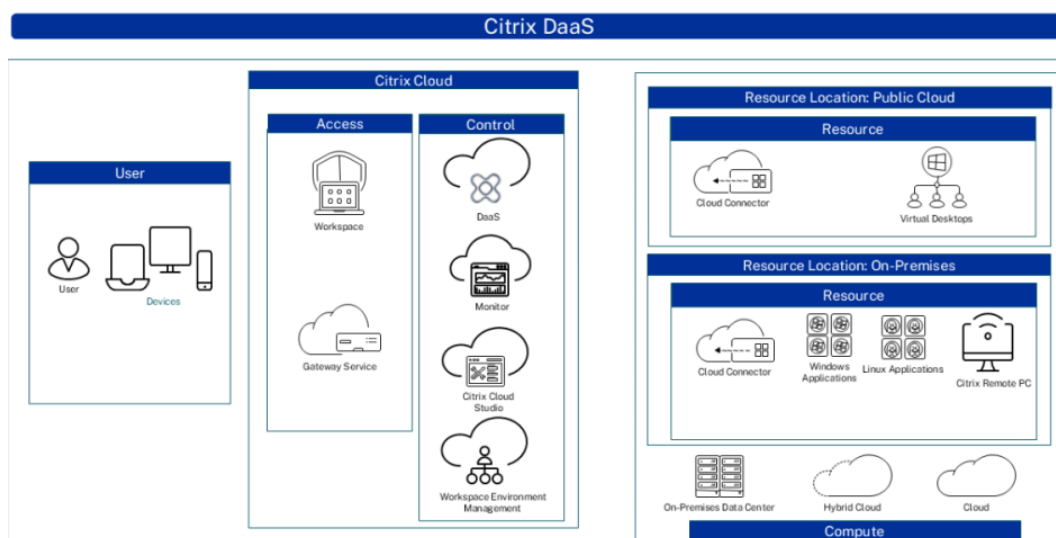
Ennen projektin toteutusta kohdeyrityksen IT-ympäristö toimi erillisessä konesalissa fyysisellä palvelimella, jossa käytettiin CVAD-ratkaisua. Tämän ympäristön merkittävänä riskinä on, että jos konesalin tietoliikenneyhteydet katkeavat, myös pääsy Citrix-ympäristöön estyy. Fyysisen palvelimen käyttöön liittyy lisäksi jatkuva huoltotarve, kuten laitteiston päivittäminen ja muu ylläpito, joka sitoo resursseja ja henkilökuntaa. Ajan myötä tämä voi johtaa lisääntyviin kustannuksiin ja ylläpidon monimutkaistumiseen. Muun muassa näiden riskitekijöiden vuoksi kohdeyrityksessä käynnistettiin projekti pilvipohjaiseen Citrix-ympäristöön siirtymisestä. Kuvassa 1 on esitelty periaatekuva kohdeorganisaatiossa käytössä olleesta vanhasta ympäristöstä. Aihetta esitellään tarkemmin luvussa 3.1.



Kuva 1. Vanha CVAD-ympäristö (Citrix community, n.d. -a).

Kohdeyrityksessä projektin myötä käyttöön otettu uusi ympäristö perustuu DaaS-ratkaisuun, joka on täysin pilvipohjainen. Tämä ratkaisu mahdollistaa ympäristön skaalautuvuuden ja joustavuuden, sillä infra-

struktuuri ja palvelimien hallinta siirtyvät Citrixin vastuulle. Pilvipohjainen ratkaisu vähentää merkittävästi IT-henkilöstön tarvetta ympäristön ylläpidossa, sillä fyysisten laitteiden hallinta ja huolto eivät ole enää tarpeen. Lisäksi DaaS-ratkaisu parantaa ympäristön luotettavuutta ja käytettävyyttä, sillä palvelut ovat helposti skaalattavissa ja ylläpidettävissä ilman suuria investointeja paikallisiin laitteistoihin. Kuvassa 2 on esitelty periaatekuva kohdeyrityksessä käyttöön otetusta uudesta DaaS-ympäristöstä. CVAD- ja DaaS -ratkaisut ja niiden eroavaisuuksia esitellään tarkemmin luvussa 3.1.



Kuva 2. Uusi DaaS-ympäristö (Citrix community, n.d. -a).

## **3 TEORIATAUSTA JA KESKEISET KOMPONENTIT**

### **3.1 Citrix-ratkaisut: CVAD ja DaaS**

Citrix on yritys, joka on erikoistunut digitaalisiin työtilaratkaisuihin, pilvipalveluihin sekä sovellusten ja työpöytien virtualisointiin. Citrixin teknologiat tukevat organisaatioita siirtymisessä kohti pilvipohjaisia työskentelymalleja ja digitaalista transformaatiota. Yritys tunnetaan erityisesti CVAD-ratkaisusta (aiemmat nimet XenApp ja XenDesktop), jonka avulla organisaatiot voivat virtualisoida ja toimittaa sovelluksia ja työpöytiä käyttäjille riippumatta näiden sijainnista, käytössä olevasta laitteesta tai verkkoyhteydestä. (Dunetrails, n.d.)

CVAD on Citrix Systemsin kehittämä kokonaisratkaisu virtuaalityöpöytien ja sovellusten virtualisointiin. Ratkaisun avulla organisaatiot voivat toimittaa työpöytäympäristöt ja sovellukset loppukäyttäjille ajasta, paikasta, laitteesta ja verkkoyhteydestä riippumatta. Järjestelmä koostuu useista keskeisistä komponenteista, kuten Delivery Controller, Virtual Delivery Agent (VDA), StoreFront ja Citrix Gateway. (Citrix systems, 2025a.)

CVAD-ratkaisun keskeisiä etuja ovat muun muassa sen joustavuus, tietoturva ja ylläpidon helppous. Joustavuus ilmenee siinä, että käyttäjät voivat käyttää sovelluksia ja työpöytiä eri päätelaitteilla, esimerkiksi pöytäkoneilla, kannettavilla tietokoneilla, tableteilla ja älypuhelimilla – mistä tahansa sijainnista. Tietoturva paranee, koska sovellukset ja työpöydät suoritetaan keskitetysti palvelinympäristössä, jolloin käyttäjien ei tarvitse tallentaa tietoja paikallisesti laitteilleen. Lisäksi keskitetty hallinta mahdollistaa tehokkaan ylläpidon ja päivitykset, mikä vähentää organisaation IT-henkilöstön työkuormaa. (Cloud Masters, n.d.)

DaaS sen sijaan on Citrixin tarjoama pilvipohjainen ratkaisu, joka mahdollistaa virtuaalityöpöytien toimittamisen ja hallinnan suoraan pilviympäristöstä. Palvelun avulla organisaatiot voivat tarjota käyttäjilleen virtuaalityöpöytäympäristöjä ilman, että niiden tarvitsee ylläpitää fyysisiä palvelimia tai muuta paikallista infrastruktuuria, kuten CVAD-ratkaisussa. (Citrix systems, 2025b).

DaaS:n merkittävä etu on sen pilvipohjaisuus, mikä tarkoittaa, että sekä työpöydät että niihin liittyvä infrastruktuuri sijaitsevat kokonaisuudessaan pilvipalvelussa. Tämä vähentää merkittävästi tarvetta paikallisille laitteisto- ja ohjelmistoinvestoinneille ja mahdollistaa skaalautuvan sekä joustavan ratkaisun. Lisäksi käyttöönotto ja hallinta on tehty organisaatiolle helpoksi, sillä Citrix vastaa palvelinympäristön hallinnasta, ylläpidosta ja päivityksistä. (Citrix community, n.d.-b).

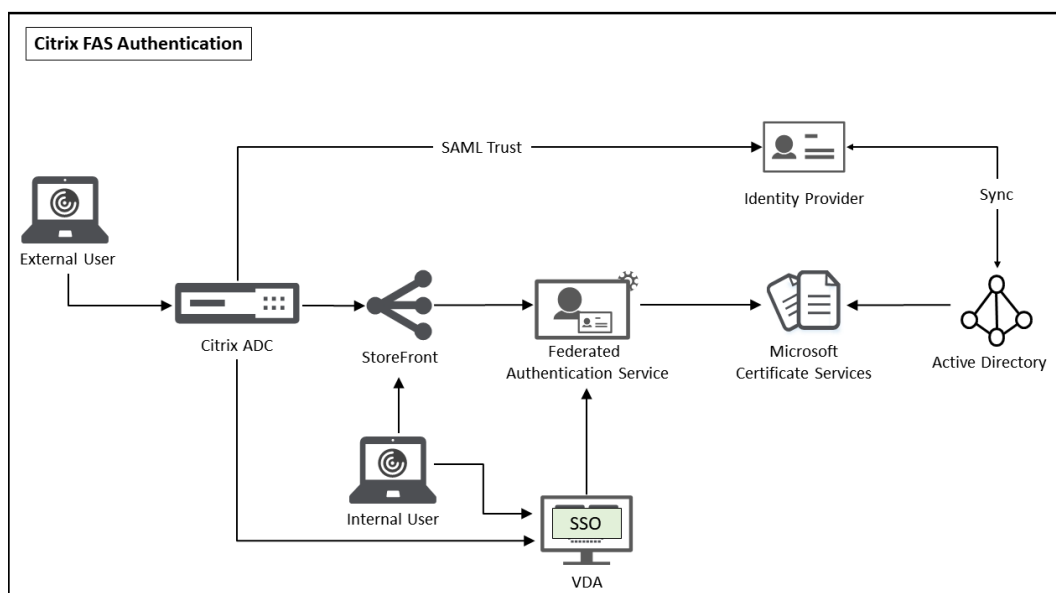
Tietoturva on keskeinen osa DaaS-ratkaisua. Palveluun sisältyy useita tietoturvaominaisuuksia, kuten salaus, monitasoinen käyttäjätunnistus ja pääsynhallinta, jotka varmistavat datan suojan ja turvallisen käytön. (Citrix community, n.d.-b)

DaaS on kustannustehokas vaihtoehto perinteiselle paikalliselle infrastruktuurille, sillä organisaatiot maksavat vain käytön mukaan, ilman suuria alkuinvestointeja. (IBM, 2021). Muun muassa näiden syiden vuoksi kohdeorganisaatioissa oltiin kiinnostuneita siirtymään DaaS-ratkaisuun.

Seuraavaksi perehdytään vielä muihin projektin kannalta keskeisiin käsitteisiin, jotka esitellään seuraavissa alaluvuissa.

### 3.2 Citrix FAS

Federated Authentication Service (FAS) on osa Citrixin tarjoamaa identiteetin- ja pääsynhallinnan kokonaisratkaisua. Se mahdollistaa käyttäjien todennuksen ja pääsynhallinnan hyödyntäen yhden sisäänkirjautumisen (Single Sign-On, SSO) menetelmää. FAS integroituu organisaation olemassa oleviin identiteetinhallintajärjestelmiin, kuten Microsoft Active Directoryyn tai Azure Active Directoryyn. Se mahdollistaa käyttäjien tunnistautumisen Citrix-ympäristöön käyttämällä organisaation tunnistetietoja. (Citrix community, n.d.-c.) Kuvassa 3 on esitelty FASin käynnistysprosessi ja todennuksen kulku.



Kuva 3. Citrix FAS authentication (Citrix community, n.d.-c).

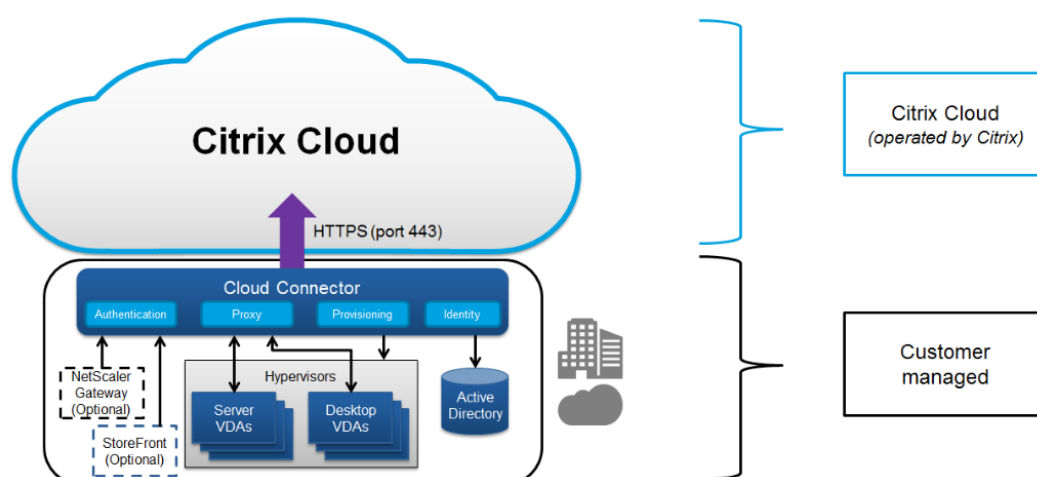
FAS toimii tiiviissä yhteistyössä muiden Citrixin identiteetinhallintaratkaisujen, kuten Citrix Workspacen ja Citrix Gatewayn, kanssa. Yhdessä nämä palvelut muodostavat tehokkaan ja keskitetysti hallittavan kokonaisuuden, jonka avulla voidaan turvallisesti hallita käyttäjien pääsyä virtuaalisovelluksiin ja -työpöytiin Citrix-ympäristössä. (Citrix Community, n.d.-c.)

Kohdeyrityksen projektissa FAS oli olennainen osa pääsynhallintaa ja käyttäjien todennusta. FAS oli erityisen tärkeä komponentti projektin onnistumisen kannalta, sillä ilman sitä käyttäjien tunnistaminen ei olisi ollut mahdollista.

### 3.3 Citrix Cloud Connector ja StoreFront

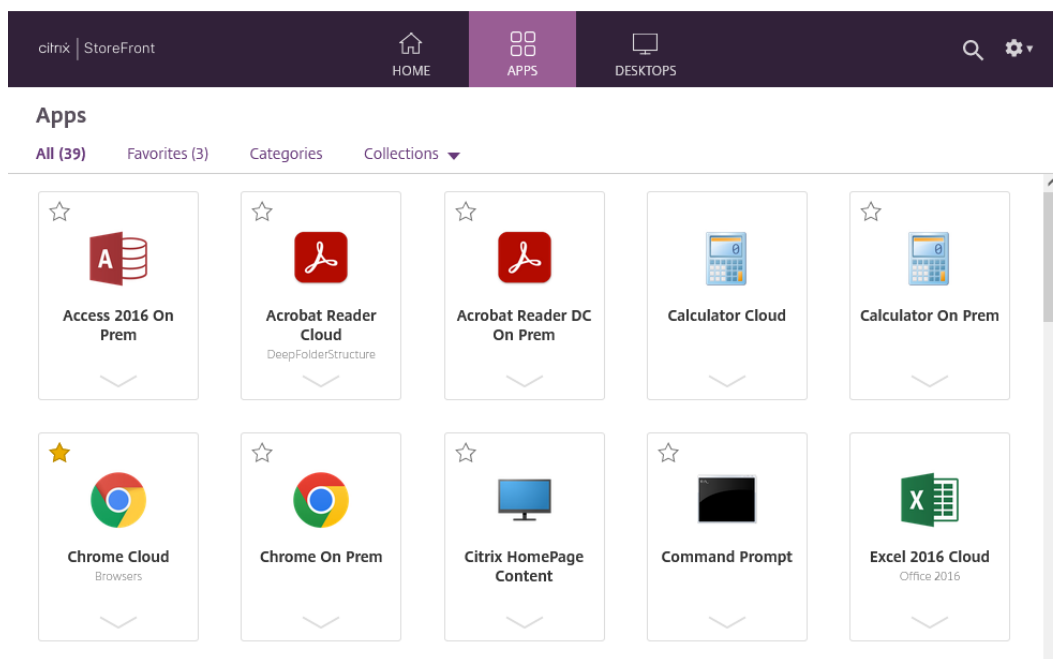
Citrix Cloud Connector on olennainen osa Citrix Cloud -ratkaisua. Sen avulla organisaatiot voivat yhdistää paikalliset resurssinsa, kuten esimerkiksi Active Directoryn, Citrix Cloud -ympäristöön. Cloud Connector toimii välittäjänä organisaation infrastruktuurin ja Citrixin pilvipalveluiden välillä mahdollistaen turvallisen ja hallitun yhteyden ilman tarvetta erilliselle VPN-yhteydelle. (Citrix systems, 2024a.)

Palvelu toimii yhdessä muiden Citrix Cloud -komponenttien, kuten CVAD ja Citrix Endpoint Management -ratkaisujen kanssa. Näin ollen Cloud Connector mahdollistaa näiden palveluiden sujuvan integraation organisaation olemassa olevaan IT-infrastruktuuriin, tukien keskitettyä hallintaa ja laajennettavuutta. (Citrix systems, 2024a.) Kuvassa 4 oleva kaavio havainnollistaa Citrix DaaS -ratkaisua ja sen tietoturvarajoja.



Kuva 4. Citrix Cloud Connector (Citrix systems, 2025c).

Citrix StoreFront taas on Citrixin kehittämä palveluportaali, joka tarjoaa käyttäjille yhtenäisen ja sujuvan käyttökokemuksen CVAD- tai DaaS-ympäristöissä. StoreFront toimii käyttöliittymänä, jonka kautta käyttäjät voivat käynnistää virtuaalisia sovelluksia ja työpöytiä eri päätelaitteilla ja eri sijainneista. (Citrix systems, 2025d.) Kuvassa 5 esitellään StoreFrontin käyttöliittymä.



Kuva 5. StoreFrontin käyttöliittymä (Citrix Systems, 2025e).

StoreFront integroituu organisaation käyttäjähallintajärjestelmiin, kuten Microsoft Active Directoryyn, mahdollistaen yhtenäisen tunnistautumisen ja pääsynhallinnan. Tämä tukee Single Sign-On -toiminnallisuutta ja parantaa käyttökokemusta sekä turvallisuutta, kun käyttäjät voivat hyödyntää olemassa olevia tunnistetietojaan sovelluksiin ja työpöytiin kirjautumiseen. (Citrix Community, n.d.-d.)

### 3.4 Citrix NetScaler

Citrix NetScaler on sovellusten toimitusratkaisu (Application Delivery Controller, ADC), joka tarjoaa tehokkaita työkaluja verkkoliikenteen hallintaan, optimointiin ja suojaamiseen. Sen avulla organisaatio voi parantaa sovellusten suorituskykyä, skaalautuvuutta ja tietoturvaa hallitsemalla liikennettä eri verkkokerroksilla. (Netscaler, 2025.)

NetScaler on erityisen hyödyllinen ympäristöissä, joissa tarvitaan suurta käytettävyyttä ja suorituskykyä sekä vahvaa suojausta esimerkiksi palvelunestohyökkäyksiä (DDoS) ja muita verkkouhkia vastaan. Se integroituu saumattomasti Citrixin muihin ratkaisuihin, kuten Citrix Gatewayhin ja Citrix Workspaceen, tarjoten yhtenäisen ja turvallisen sovel-lusinfrastruktuurin. (Netscaler, 2025.)

### 3.5 Machine Catalog

Machine Catalog (MC) on Citrixin hallintatyökalu, joka mahdollistaa virtuaalikoneiden ja työpöytien ryhmittelyn ja hallinnan. Machine Catalogin avulla voidaan luoda ja hallita virtuaalikoneita, jotka tarjoavat käyttäjille pääsyn sovelluksiin ja työpöytiin. CVAD-ratkaisussa Machine Catalogin rooli on keskeinen, sillä se määrittää, miten virtuaalikoneet ja työpöydät jaetaan käyttäjille ja miten niitä hallitaan ympäristössä. (Citrix Systems, 2025f)

Machine Catalog sisältää kaikki virtuaalikoneet, jotka on määritetty toimimaan tietyssä Citrix-ympäristössä, ja se mahdollistaa virtuaalikoneiden hallinnan keskitetysti. Ympäristön hallinta ja optimointi helpottuvat, sillä virtuaalikoneet voidaan jakaa eri luokkiin esimerkiksi käyttäjärjestelmän, sovellusten tai roolien mukaan. Machine Catalog tukee myös skaalautuvuutta, mikä mahdollistaa ympäristön kasvattamisen tai pienentämisen tarpeen mukaan ilman suuria muutoksia infrastruktuurissa. Machine Catalogin avulla voidaan optimoida resursseja ja hallita virtuaalikoneiden elinkaaren hallintaa, kuten päivityksiä, käyttöoikeuksia ja

käyttöönottoa, mikä parantaa ympäristön hallittavuutta ja käytettävyyttä. (Citrix Systems, 2025f.) Kuva 6 havainnollistaa Machine Catalogin asennusvaihetta.

Machine Catalog	Machine type
Messu Allocation Type: Random	Single-session OS (Virtual) User data: On local disk
RemotePC PoC	Single-session OS (Remote PC Access)
RemotePC-TEST	Single-session OS (Remote PC Access)
SOC Desktop Allocation Type: Random	Multi-session OS (Virtual) User data: On local disk
Sofor Desktop Allocation Type: Random	Multi-session OS (Virtual) User data: On local disk
Sofor Notes 9 Desktop Allocation Type: Random	Multi-session OS User data: -
Sofor Notes Desktop Allocation Type: Random	Multi-session OS User data: -

Kuva 6. Machine Catalogin asennusvaiheessa.

### 3.6 Resurssikoneet

Resurssikoneet ovat keskeisiä komponentteja ympäristön toiminnassa, sillä ne tarjoavat tarvittavat resurssit, kuten laskentatehon, muistin ja tallennustilan, virtuaalisten työpöytien ja sovellusten suorittamiseen. Uudessa pilvipohjaisessa ympäristössä resurssikoneet ovat virtuaalikoneita, jotka voidaan helposti skaalata tarpeen mukaan. Resurssikoneiden hallinta ja konfigurointi tapahtuvat pilvialustalla, mikä takaa joustavan ja tehokkaan resurssoinnin. (Geeks For Geeks, 2024.)

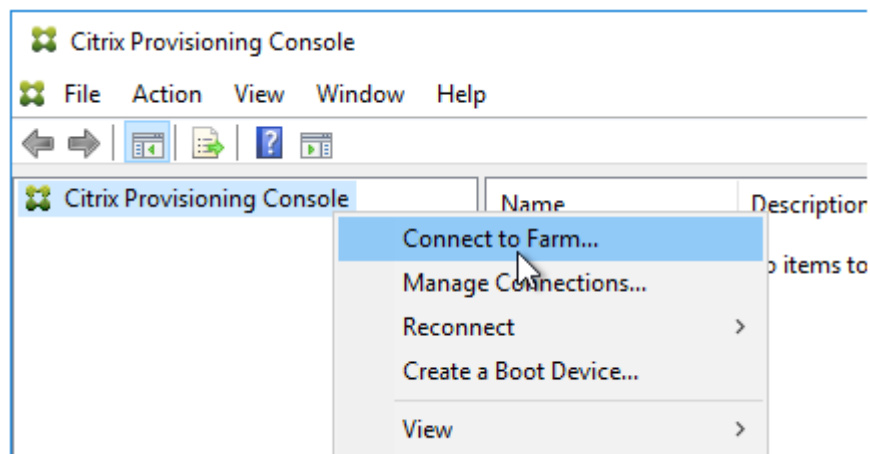
DaaS-ratkaisussa resurssikoneet toimivat virtuaalisten työpöytien ja sovellusten taustalla ja mahdollistavat nopeat käyttöönotot ja skaalautuvuuden. Resurssikoneet varmistavat myös ympäristön luotettavuuden ja suorituskyvyn, sillä ne voivat olla hajautettuja ja suojattu useilla tasoilla. Täsmällinen resurssien allokointi on tärkeää, jotta varmistetaan käyttäjille jatkuvasti korkea käytettävyys ja optimaalinen suorituskyky. (F12, 2024.)

Kohdeyrityksen projektissa resurssikoneiden riittävä määrä varmistettiin testaamalla koneiden määrä ja suorituskyky etukäteen suhteessa

käyttäjämääriin. Resurssikoneiden määrä todettiin riittäväksi, millä varmistettiin projektin sujuvuus.

### 3.7 Provisiointimenetelmät

Provisiointi on prosessi, jossa virtuaalikoneet ja työpöydät luodaan ja määritetään käyttäjille. Citrixin ympäristössä on useita provisiointimenetelmiä, joiden avulla virtuaalikoneet ja työpöydät voidaan luoda, hallita ja optimoida tehokkaasti. Näitä menetelmiä käytetään valitun ympäristön ja käyttötarkoituksen mukaan. (Citrix Systems, 2024b.) Kuvassa 7 on esitelty provisiointikonsolin näkymä.



Kuva 7. Citrix provisiointikonsoli (Carl Stalhood, 2024).

Citrixin provisiointimenetelmät voidaan jakaa pääasiassa kahteen kategoriaan: pysyvä provisiointi (Persistent Provisioning) ja epäpysyvä provisiointi (Non-Persistent Provisioning). Provisiointimenetelmien valinta riippuu ympäristön tarpeista, kuten suorituskyvystä, tallennustilan tarpeista ja käyttäjäkokemuksesta.

### **3.7.1 Pysyvä provisiointi (Persistent Provisioning)**

Pysyvä provisiointi tarkoittaa, että jokaiselle käyttäjälle luodaan oma, henkilökohtainen virtuaalikone, joka säilyttää kaikki käyttäjän tiedot ja asetukset. Tämä menetelmä on hyödyllinen ympäristöissä, joissa käyttäjät tarvitsevat omia mukautettuja työpöytiään ja sovelluksiaan. (Citrix Systems, 2022a.)

Käyttäjä voi tallentaa tiedostonsa ja tehdä henkilökohtaisia asetuksia, jotka säilyvät myös seuraavilla kirjautumiskerroilla. Pysyvä provisiointi mahdollistaa yksilöllisten tarpeiden täyttämisen ja täydellisen hallinnan käyttäjän työpöydällä. (Citrix Systems, 2022a.)

### **3.7.2 Epäpysyvä provisiointi (Non-Persistent Provisioning)**

Epäpysyvä provisiointi tarkoittaa, että virtuaalikoneet ovat tilapäisiä eivätkä säilytä käyttäjän tekemät muutokset tai asetukset sessioiden välillä. Tämä menetelmä on optimaalinen ympäristöissä, joissa käyttäjät eivät tarvitse pysyviä asetuksia ja joissa sovellusten ja työpöytien on oltava helposti palautettavissa oletusasetuksiin. (Ace Cloud Hosting, 2021.)

Epäpysyvä provisiointi on kustannustehokas ja helppo ylläpitää, sillä virtuaalikoneet voidaan palauttaa nopeasti alkuperäiseen tilaansa. Tämä parantaa ympäristön hallittavuutta ja yksinkertaistaa päivityksien hallintaa. (Ace Cloud Hosting, 2021.)

### **3.7.3 Muut provisiointimenetelmät**

Citrix tarjoaa myös muita provisiointimenetelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi Machine Creation Services (MCS) ja Provisioning Services (PVS). (Citrix Community, n.d.-e.)

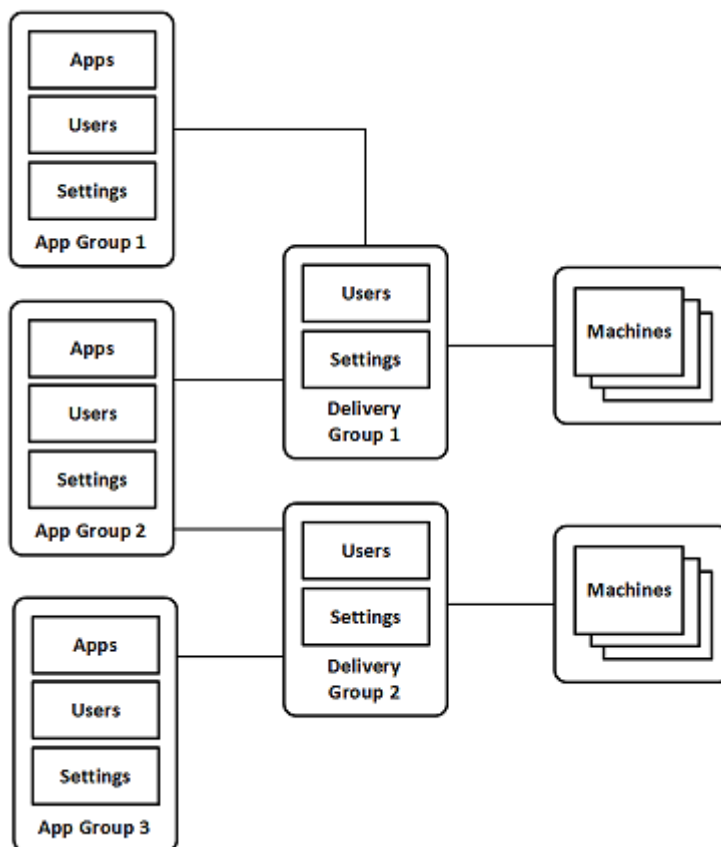
MCS on helpompi ja nopeampi menetelmä, joka käyttää virtuaalikoneiden levykuvia ja tarjoaa tehokasta skaalautuvuutta. PVS puolestaan mahdollistaa virtuaalikoneiden virtuaalisten levyjen jakamisen, jolloin kaikki virtuaalikoneet voivat käyttää yhteistä levykuvaa ja vähentää tallennustilan tarvetta. (TechMTech, 2021.) MCS valittiin provisiointimenetelmäksi kohdeyrityksen projektissa. Valintaan päädyttiin menetelmän helppouden ja soveltuvuuden vuoksi.

### **3.8 Citrix Delivery Group ja resurssien julkaisu**

#### **3.8.1 Delivery Group**

Delivery Groupit ovat Citrixin keskeisiä hallintakomponentteja, joiden avulla organisaatiot voivat määrittää, jakaa ja hallita virtuaalisia työpöytiä ja sovelluksia käyttäjilleen. Citrixin Delivery Groupit tarjoavat tavan ryhmitellä virtuaalikoneet ja sovellukset, jotka sitten määritetään ja jaetaan käyttäjille. Delivery Groupin avulla voidaan hallita, millä käyttäjillä on pääsy mihinkin sovelluksiin ja työpöytiin, ja se tukee skaalautuvuutta sekä yksinkertaistaa ympäristön hallintaa. (Citrix Systems, 2025g.)

Delivery Groupin määrittäminen tapahtuu Citrix Studio -hallintakonsolissa, ja se voi sisältää joko virtuaalisia työpöytiä, sovelluksia tai molempia. Tämä mahdollistaa erilaisten työympäristöjen tarjoamisen eri käyttäjäryhmille tarpeen mukaan. Citrixin Delivery Groupit tukevat myös erillisten pääsynhallintakäytäntöjen luomista, kuten käyttäjien rooleihin ja oikeuksiin perustuvia rajoituksia. (Citrix Systems, 2025g.) Kuva 8 havainnollistaa sovellusryhmien käyttöönottoa.



Kuva 8. Kaavio, joka esittää käyttöönoton, jossa sovellusryhmiä (Citrix Systems, 2025h).

### 3.8.2 Työpöytä- ja sovellusjulkaisut

Työpöytäjulkaisut (Desktop Delivery) mahdollistavat virtuaalisten työpöytien tarjoamisen käyttäjille Citrixin Delivery Groupin kautta. Työpöytä julkaisut voivat olla joko pysyviä tai epäpysyviä virtuaalikoneita, ja niiden hallinta on keskeinen osa CVAD-ratkaisua. Pysyvä työpöytä (persistent desktop) tarkoittaa, että käyttäjillä on oma henkilökohtainen työpöytä, jossa kaikki muutokset ja tiedostot säilyvät kirjautumisen välillä, kun taas epäpysyvä työpöytä (non-persistent desktop) palautuu oletustilaan kirjautumisen jälkeen. (VMadmin, n.d.)

Työpöytien julkaiseminen Delivery Groupissa mahdollistaa käyttäjien pääsyn henkilökohtaisiin työpöytiin tai yleisiin työpöytiin tarpeen mukaan. Tämän lisäksi työpöytä julkaisut voidaan yhdistää Machine Creation Services (MCS) tai Provisioning Services (PVS) -teknologioihin, jotka määrittävät virtuaalikoneiden provisiointimenetelmät ja resurssien käytön. (TechTarget, 2016.)

Työpöytäjulkaisut mahdollistavat myös käyttäjien pääsyn erikoistuneisiin työpöytiin, jotka voivat olla esimerkiksi tietyn osaston tai roolin tarpeita vastaavia. (Basvankaam, 2014.) Tällöin Delivery Groupin määrittäminen perustuu käyttäjän rooliin ja tehtäviin, jotka määritellään Active Directory -käyttäjärhmien kautta.

Sovellusjulkaisut (Application Delivery) puolestaan keskittyvät yksittäisten sovellusten tarjoamiseen käyttäjille Delivery Groupin kautta. (Basvankaam, 2014.) Sovellukset voidaan julkaista joko virtualisoituina sovelluksina (Virtual Apps) tai perinteisinä asennettuina sovelluksina (Local Apps), mutta virtuaaliset sovellukset ovat tyypillisesti yleisimpiä Citrix-ympäristössä. Sovellusjulkaisut mahdollistavat sovellusten käytön minkä tahansa laitteen kautta, joka on liitetty Citrix-ympäristöön.

Sovelluksia voidaan julkaista käyttäjille tai käyttäjärhmille erityisten pääsynhallintakäytäntöjen mukaan. Citrixin sovellusjulkaisujärjestelmä tukee Application Layering -teknologiaa, jonka avulla sovellukset voidaan eristää toisistaan ja hallita keskitetysti. Tämä parantaa hallittavuutta ja yksinkertaistaa sovellusten päivitys- ja asennusprosessia. (Citrix Systems, 2022b.)

Sovellusjulkaisujen määrittäminen Delivery Groupin kautta mahdollistaa myös tehokkaan resurssien jakamisen ja optimoinnin, sillä samaa sovellusta voidaan käyttää useilla käyttäjillä samanaikaisesti ilman, että sovellus asennetaan paikallisesti jokaiselle laitteelle. Tämä lisää ympäristön joustavuutta ja vähentää paikallisen ylläpidon tarvetta. (Citrix Systems, 2025f.)

### **3.9 Muita käsitteitä**

Virtualisointialusta on tietotekniikan alusta, joka mahdollistaa fyysisten tietokoneiden resurssien, kuten laskentatehon, tallennustilan ja verkon, jakamisen ja hallinnan useiden virtuaalikoneiden tai virtuaalisten ympäristöjen kesken. Virtualisointialustat ovat keskeinen osa nykyaikaista pilvi-infrastruktuuria ja tietojenkäsittelyä. (World Wide Technology, n.d.)

Active Directory (AD) on Microsoftin kehittämä ja hallinnoima hakemistopalvelu, joka toimii Windows-pohjaisissa ympäristöissä. Se tarjoaa keskitetyn tavan hallita ja hallinnoida organisaation käyttäjiä, tietokoneita, resursseja ja käyttöoikeuksia. Active Directory on olennainen osa monia yritysten tietotekniikkainfrastruktuureja. (Coursera, 2025.)

## 4 YMPÄRISTÖN TOTEUTUS

### 4.1 Ympäristön infrastruktuuri

CVAD-ratkaisusta siirtyminen DaaS-palveluun edellytti ympäristön huolellista suunnittelua ja vaiheittaista käyttöönottoa. Toteutuksessa hyödynnettiin hybridimallia, jossa osa infrastruktuurista säilytettiin organisaation omassa konesalissa ja osa siirrettiin Citrix Cloud -alustalle. Tavoitteena oli rakentaa skaalautuva, tietoturvallinen ja ylläpidettävä kokonaisuus, joka mahdollistaa modernin työpöytä- ja sovellusvirtualisoinnin hallinnan keskitetysti pilven kautta.

Ympäristö toteutettiin kuuden virtuaalipalvelimen kokonaisuutena Nutanix AHV -virtualisointialustalle. Palvelimet jakautuvat kolmeen rooliin seuraavasti:

Cloud Connector (2 kpl): Cloud Connector -palvelimet muodostavat yhteyden organisaation paikallisen ympäristön ja Citrix Cloud -palvelun välille. Niiden tehtävänä on välittää käyttäjien autentikointipyyntöjä, hallinnoida resurssien näkyvyyttä sekä ohjata istuntoja. Redundanssin varmistamiseksi palvelimia on kaksi kappaletta, sijoitettuna eri fyysisille solmuille Nutanix-klusterissa. Cloud Connector -palvelimiin asennettiin Nutanix AHV lisäosa Citrix DaaS-ratkaisulle. Tämä mahdollisti Nutanix-klusterin hallinnan Citrixin kautta. Connector-palvelimet määriteltiin STA (Secure Ticket Authority) -palvelimiksi ja palomuurissa tehtiin tarvittavat avaukset STA-liikenteelle.

StoreFront-palvelin (2 kpl): Vaikka Citrix Cloud tarjoaa Workspace-portaalin käyttöliittymäksi, organisaatiossa säilytettiin StoreFront-palvelimet tukemaan olemassa olevia sovellusjulkaisuja sekä mahdollistamaan joustavampi käyttäjäpolku erityisesti sisäverkon käyttäjille. Palvelimet konfiguroitiin kuormantasaajaa hyödyntäen, mikä parantaa käytettävyyttä ja suorituskykyä.

Federated Authentication Service (FAS) -palvelin (2 kpl): FAS-palvelinten avulla mahdollistetaan kertakirjautuminen (SSO), jolloin käyttäjät voivat kirjautua Citrix-ympäristöön organisaation tunnuksilla ilman erillisiä todennuksia. FAS integroituu Active Directoryyn sekä varmennepalvelimeen (CA), ja se on keskeisessä roolissa tietoturvallisen autentikointiprosessin hallinnassa.

Kaikki palvelimet liitettiin olemassa olevaan Active Directory -toimialueeseen, ja niille asetettiin roolipohjaiset käyttöoikeudet. Tunnistautumiseen ja pääsynhallintaan hyödynnettiin Azure Active Directorya ja Citrix Access Control -toiminnallisuuksia. Käyttäjien pääsy virtuaalisiin resursseihin määräytyy AD-ryhmien perusteella, mikä mahdollistaa hallitun ja skaalautuvan käyttöoikeusmallin eri käyttäjärooleille (esimerkiksi opiskelijat, opettajat, ylläpito).

Verkkoyhteyksien suunnittelussa noudatettiin Citrixin suosittelemaa arkkitehtuuria. Cloud Connector -palvelinten välinen liikenne sekä yhteydet Citrix Cloud -palveluun mahdollistettiin määrittelemällä tarvittavat palomuurisäännöt ja sallimalla vain vaaditut portit. Tämä varmisti turvallisen ja kontrolloidun tiedonsiirron ilman, että sisäverkkoa altistettiin tarpeettomasti ulko-verkon liikenteelle.

Ennen tuotantokäyttöä toteutettiin käyttöönottestaus, jossa julkaistiin valikoituja työpöytiä ja sovelluksia testikäyttäjille. Testaus kattoi eri päätelaitteet sekä käyttöjärjestelmät, ja siinä arvioitiin muun muassa istuntojen muodostumisen nopeutta, käyttäjäkokemusta sekä autentikointiprosessin luotettavuutta. Saadun palautteen ja havaintojen perusteella tehtiin tarvittavia optimointeja ennen varsinaista käyttöönottoa.

## **4.2 FAS-palvelinten konfigurointi**

Palvelinten pystyttämisen jälkeen projektissa tehtiin FAS-palvelinten konfiguraatio, jossa jo olemassa oleva CA-SubCA002 toimi varmenteen myöntävänä sertifikaattipalveluna. CA-SubCA002 on varmennepalvelin,

joka myöntää digitaalisia varmenteita FASin käyttöön. Konfiguraatiossa julkaistiin FAS-varmennepohjat CA-SubCA002-palvelimelle. Mahdollista olisi myöhemmin ottaa käyttöön myös olemassa oleva CA-SubCA001-palvelin vikasietoisuuden parantamiseksi. Sekä CA-SubCA002 että CA-SubCA001 ovat varmennepalvelimia, mutta ne eroavat toisistaan muun muassa käyttötarkoituksensa ja vikasietoisuuden näkökulmasta. CA-SubCA001-palvelinta voidaan käyttää esimerkiksi varajärjestelmänä: jos CA-SubCA002-palvelin ei jostain syystä toimisi, voisi järjestelmä silti myöntää tai tarkistaa varmenteet CA-SubCA001:n kautta.

Molemmat FAS-palvelimet lisättiin Citrix Cloudiin ja luotiin Group Policy Object (GPO), jossa määriteltiin FAS-palvelinten täydelliset verkkotunnukset (FQDN, fully qualified domain name). Nämä liitettiin haluttuun organisaatioyksikköön (OU, organisational unit) Active Directoryssa. Organisaatioyksikkö kuvaa hallinnosta ryhmää, johon käyttäjiä, koneita tai resursseja ryhmitellään.

### **4.3 Pääsynhallinta**

Projektissa toteutettiin kaksi erillistä pääsynhallintaratkaisua, jotka varmistavat kriittisten järjestelmien saatavuuden ja käytettävyyden vikatilanteissa. Näin varmistetaan, että organisaatio pystyy aina kirjautumaan sisään ja käyttämään tarvittavia resursseja. Käytetyt pääsynhallintaratkaisut olivat Citrix Cloud Workspace yhdistettynä paikalliseen Gatewayhin sekä paikallinen StoreFront yhdistettynä pilvipalvelussa toimivaan Gateway-ratkaisuun. Pääsynhallintaratkaisuihin oleelliset tekijät olivat NetScaler, joka ohjaa ja suojaa käyttäjien liikennettä, sekä Entra ID, jonka avulla käyttäjä voidaan tunnistaa.

### **4.3.1 NetScaler**

NetScaler on ohjelmisto, joka toimii verkkoliikenteen ohjaajana ja tarkistaa Entra ID:n kautta, onko käyttäjän kirjautumisoikeudet voimassa. NetScaler oli projektissa oleellinen osa pääsynhallintaratkaisuja ja NetScaler luotiin Cloud Workspacen ja StoreFrontin yhteyksiä varten.

NetScaler ADC (Application Delivery Controller) -ohjelmistoa käytettiin projektissa yhteyksien hallintaan ja StoreFrontissa pääsynhallinnan tarpeisiin. Sillä varmistettiin muun muassa käyttäjien tasainen jakautuminen palvelimille ja turvalliset yhteydet. NetScaler ohjelmisto ladattiin Citrixiltä asennusta varten ja asennettiin virtuaaliympäristöön.

### **4.3.2 Entra ID federointi**

Kun FAS-palvelimet oli konfiguroitu, projektissa siirryttiin tekemään Entra ID -federointia kirjautumiselle. Federoinnin avulla mahdollistettiin kirjautuminen Azure AD -tunnuksilla.

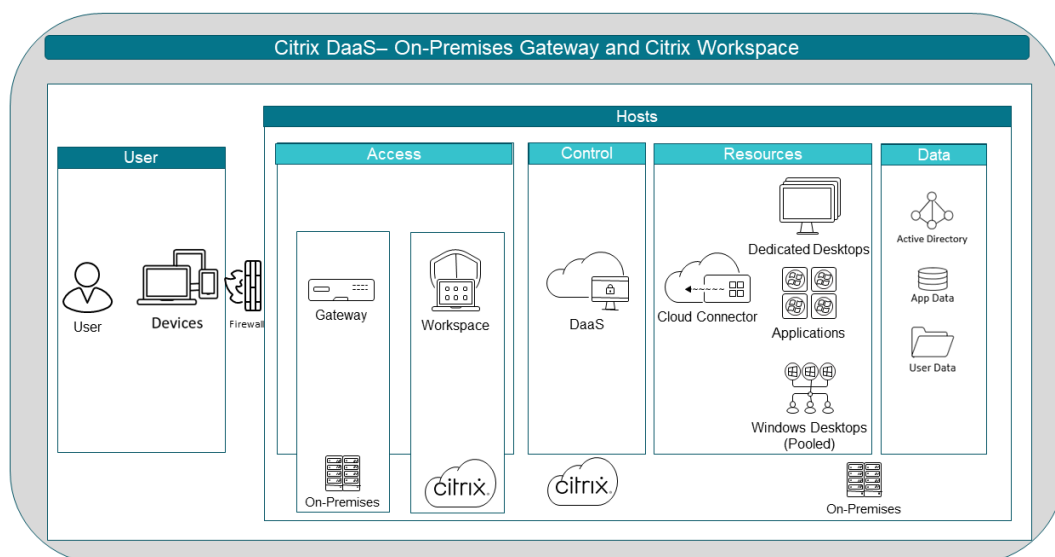
Citrix Cloud -hallintaa varten Admin-kirjautumistunnusten sijainniksi (URL) määritettiin <https://citrix.cloud.com/go/>. Käyttöön otettiin monivaiheinen tunnistautuminen (MFA, Multi-Factor Authenticator), jolla haluttiin lisätä tietoturvaa.

### **4.3.3 Cloud Workspace ja paikallinen Gateway-ratkaisu**

Käyttäjien pääsy virtuaaliympäristöön toteutettiin hyödyntämällä Citrix Cloud Workspace -palvelua yhdessä paikallisen Gateway-ratkaisun kanssa. Niin sanotun pilvityötilan, eli Cloud Workspacen, sijainti (URL) määriteltiin Workspace Configurationissa. Workspace Configuration on asetusten kokonaisuus, jossa määritellään se verkkosivun osoite, josta käyttäjät löytävät ja käyttävät Cloud Workspacea.

Tämän jälkeen luotiin paikallinen Citrix Gateway Citrixin omalla asennusohjelmalla. Lisäksi tehtiin palomuurin avauksia ja porttiohjauksia, joissa salaamattomasta verkkoyhteydestä (http) uudelleen ohjattiin salattuun ja turvalliseen yhteyteen (https).

Citrix Workspace toimii käyttäjien käyttöliittymänä, jonka kautta he voivat käyttää julkaistuja sovelluksia ja työpöytiä. Paikallinen Citrix Gateway mahdollistaa turvallisen yhteyden muodostamisen sisäverkon resursseihin, myös silloin kun käyttäjä toimii ulkoverkossa tai etäyhteyden päässä. Kuva 9 on havainnekuva edellä mainitusta ratkaisusta.



Kuva 9. Cloud Workspace ja paikallinen Gateway (Citrix Community, n.d.-f).

Pääsynhallinta toteutettiin yhdistämällä Citrix Cloud Workspace Microsoftin Entra ID -palveluun. Tämän integraation myötä käyttäjät voivat kirjautua Citrix-ympäristöön organisaation olemassa olevilla tunnuksilla. Teknisesti kyseessä on niin sanottu federoitu kirjautuminen, jossa käyttäjän tunnistus tapahtuu Entra ID:n kautta, mutta oikeudet näkyvät myös Citrixin puolella.

Integraation yhteydessä Azure-ympäristöön luotiin niin sanottu Enterprise Application, joka toimii linkkinä Citrixin ja Azuren välillä. Enterprise Application -sovelluksella tarkoitetaan Microsoft Entra ID:hen rekisteröityä sovellusta, jonka avulla kolmannen osapuolen palvelut, kuten Citrix Cloud, voivat käyttää organisaation käyttäjätietoja ja käyttöoikeuksia. Sovellus toimii välittäjänä Citrixin ja Entra ID:n välillä ja mahdollistaa esimerkiksi kertakirjautumisen (SSO) ja pääsynhallinnan.

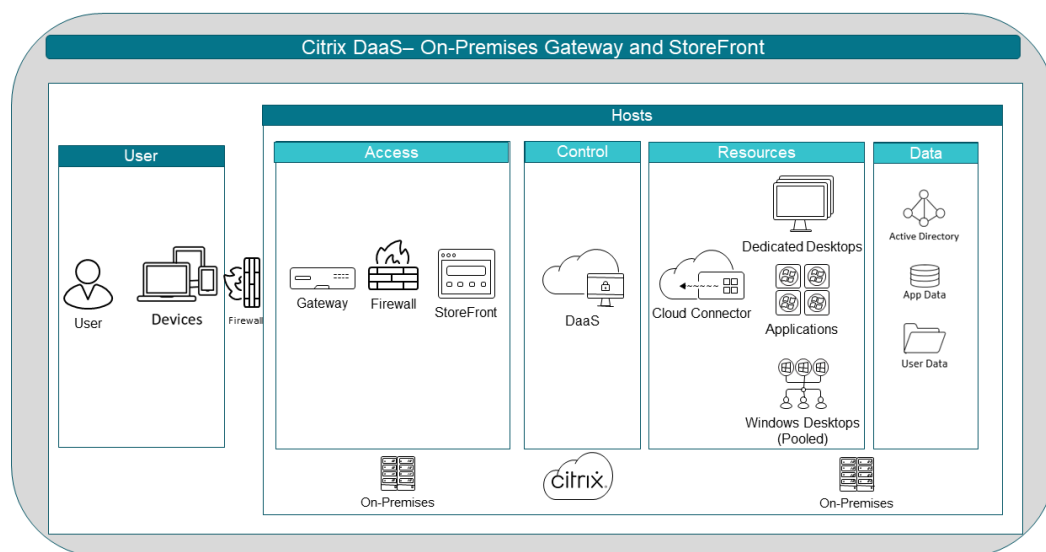
Kun Citrix-ympäristö integroidaan Entra ID:n kanssa, luodaan siihen liitettävä Enterprise Application automaattisesti tai hallitusti. Sovelluksen kautta määritetään, kenellä käyttäjillä on oikeus kirjautua Citrixin, millä ehdoilla kirjautuminen tapahtuu ja mitä tietoja käyttäjistä välitetään. Tämä mahdollistaa keskitetyn hallinnan ja vähentää tarvetta ylläpitää erillisiä käyttäjätietokantoja. Näin käyttöoikeudet, käyttäjäryhmät ja muut hallintakäytännöt voidaan hallita keskitetysti Azuren kautta, mikä helpottaa ylläpitoa ja parantaa tietoturvaa.

Toteutuksessa huomioitiin myös tulevaisuuden tarpeet, erityisesti liitetyen palvelimien siirtoon Microsoft Azure -pilvipalveluun. Kun osa palvelimista (esimerkiksi ylläpidon eli Operations-tiimin koneet) siirtyy pilveen, esityskerros (presentation layer) eli yhteyden ja sovellusistunnon hallinta, voidaan ohjata pilviympäristöön joko Citrix Gateway Service -palvelun avulla tai vaihtoehtoisesti käyttämällä pilveen asennettua omaa NetScaler ADC- ja Gateway-ratkaisua. Näin varmistetaan, että käyttäjien yhteydet toimivat saumattomasti riippumatta siitä, sijaitsevatko resurssit paikallisesti vai pilvessä.

#### 4.3.4 Paikallinen StoreFront ja Gateway-ratkaisu

Edellä esitettyssä ratkaisussa Cloud Workspace toimii Citrixin pilvipalvelussa ja Gateway paikallisena ratkaisuna. Projektissa tarvittiin myös paikallista pääsynhallintaa, minkä vuoksi toisessa pääsynhallintaratkaisussa Gateway toimi pilvipalvelussa ja StoreFront paikallisesti.

Tässä vaihtoehtoisessa ratkaisussa käyttäjien pääsy Citrix-ympäristöön toteutettiin perinteisemmällä mallilla, jossa kaikki tarvittavat komponentit sijaitsevat organisaation omassa konesalissa (on-premises). Ratkaisu perustuu paikalliseen StoreFront-palvelimeen sekä Citrix Gateway -yhteyspalvelimeen, joka toimii pilvessä. Tätä varten määriteltiin URL myös julkiseen verkkoon. Kuvassa 10 on esitelty vaihtoehtoisen ratkaisun malli.



Kuva 10. Paikallinen StoreFront ja Gateway (Citrix Community, n.d.-f).

Tässä pääsynhallintaratkaisussa StoreFront toimii pääasiallisena käyttöliittymänä, jonka kautta käyttäjät voivat käynnistää virtuaalisia sovelluksia ja työpöytiä. Toteutuksessa StoreFrontiin määritettiin erillinen palveluympäristö (store), johon julkaistut resurssit yhdistettiin. Käyttäjien ulko verkkoyhteydet reititettiin turvallisesti Citrix Gatewayn kautta,

mikä mahdollistaa suojatun pääsyn sisäverkon resursseihin ilman suoraa verkkoyhteyttä organisaation verkkoon.

Myös tässä ratkaisussa hyödynnettiin Microsoft Entra ID -integraatiota, jolloin käyttäjien kirjautuminen Gatewayn tai NetScaler ADC -palvelimen kautta voidaan toteuttaa federoidun kirjautumisen mallina. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Citrix Gateway tunnistaa käyttäjän Azure AD:n kautta, ja sen perusteella päättää, mihin resursseihin käyttäjällä on oikeus.

Osana integraatiota Azureen luotiin myös Enterprise Application, jonka kautta käyttöoikeuksien hallinta voidaan toteuttaa keskitetysti Azure-portaalista. Tämä mahdollistaa yhtenäisen käyttäjähallinnan sekä Citrix-että Azure-ympäristössä, mikä yksinkertaistaa ylläpitoa ja parantaa tietoturvaa.

Projektissa luotiin kaksi Windows Server 2022 -palvelinta käytettäväksi StoreFrontina. Nämä palvelimet liitettiin verkkotunnukseen (domain) ja niihin asennettiin Citrix StoreFront. Tämän jälkeen kumpaankin StoreFrontiin luotiin Store, eli niin sanottu erillinen paikka, josta työntekijät pääsevät helposti käsiksi jaettuihin sovelluksiin ja työpöytiin. StoreFrontille asetettiin myös kuormantasaus (load balancer), jonka tarkoituksena on tasata palvelimien käyttäjistä aiheutuvaa kuormaa.

Järjestelmän korkean käytettävyyden varmistamiseksi hyödynnettiin Citrix Cloud Connectorin tarjoamaa Local Host Cache (LHC) -toimintoa. LHC mahdollistaa Citrix-ympäristön perustoimintojen jatkumisen myös tilanteissa, joissa yhteys Citrixin pilvipalveluun on tilapäisesti katkennut. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että käyttäjät voivat edelleen kirjautua sisään ja käyttää julkaistuja sovelluksia, vaikka yhteys Citrix Cloud -ohjauspalveluun ei olisi käytettävissä. Tämä parantaa järjestelmän vikasietoisuutta ja luotettavuutta erityisesti kriittisissä käyttötilanteissa.

## **5 LOPPUTULOS**

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitä muutoksia ja vaikutuksia liittyy Citrix Virtual Apps and Desktops -ympäristöstä siirtymiseen Citrix DaaS -palveluun. Projektissa keskityttiin erityisesti tekniseen toteutukseen, käyttäjäkokemukseen, hallintaan ja tietoturvaan.

### **5.1 Tekninen toteutus**

Siirtyminen CVAD-ratkaisusta DaaS-ympäristöön onnistui suunnitellusti. Pilvipohjainen hallinta toi mukanaan uusia mahdollisuuksia, kuten paremman skaalautuvuuden ja yksinkertaisemman hallinnan.

Ympäristö saatiin yhdistettyä Azure-pilvipalveluun, mikä mahdollisti resurssien joustavan käytön ja toimivan yhteyden käyttäjien sekä sovelusten välillä. Muutoksen myötä infrastruktuurin ylläpidon tarve väheni huomattavasti.

### **5.2 Käyttäjäkokemus**

Käyttäjien kannalta muutos ei tuonut merkittäviä häiriöitä. Osa käyttäjistä raportoi parantuneista vasteajoista ja nopeammasta yhteyden muodostamisesta.

Etäkäytön sujuvuus parani projektin toteutuksen myötä. Uusi ratkaisu tuki laajemmin erilaisia päätelaitteita ja mahdollisti monipuolisemmat kirjautumisvaihtoehdot, kuten monivaiheisen tunnistautumisen. Käyttäjäkokemuksen osalta saavutettiin projektille asetetut tavoitteet.

### **5.3 Ylläpito ja hallinta**

Citrix DaaS helpotti järjestelmän hallintaa, koska suurin osa toiminnoista siirtyi pilvipalveluun. Tämä vähensi tarvetta paikalliselle infrastruktuurille ja vapautti IT-henkilöstöä muihin tehtäviin. Tämä toi mukanaan toivottua kustannustehokkuutta ja huoltovarmuutta.

Ylläpitotoimet, kuten päivitykset ja valvonta, saatiin keskitetysti hallintaan Citrix Cloud -alustan kautta. Citrix Cloudin hallintaliittymä tarjosi selkeän näkymän resursseihin ja käyttäjiin, mikä yksinkertaisti esimerkiksi käyttöoikeuksien ja kapasiteetin hallintaa.

### **5.4 Tietoturva**

Tietoturvan näkökulmasta Citrix DaaS tarjosi parempia ominaisuuksia verrattuna aiempaan ratkaisuun. Pilvipalvelun kautta toteutettu käyttöympäristö rajasi käyttäjien pääsyn ainoastaan sallittuihin resursseihin, mikä pienensi sisäisten uhkien mahdollisuutta.

Lokitietojen ja käyttäjien toiminnan seuranta oli helpompaa, ja järjestelmä tuki paremmin nykyaikaisia tietoturvakäytäntöjä ja monivaiheista tunnistautumista. Tämä paransi erityisesti etäkäytön turvallisuutta.

### **5.5 Haasteet**

Projektin aikana suurin haaste liittyi käyttäjäprofiilien siirtoon. Erityisesti jos oli käytössä monimutkaisia ryhmäkäytäntöjä tai kolmannen osapuolen ohjelmistoja, jouduttiin tekemään lisätyötä. Profiilien yhteensopi vuus uuden ympäristön kanssa edellytti tarkkaa testausta ennen laajempaa käyttöönottoa, jotta vältettiin käyttäjäkokemusta heikentävät virheet. Osa sovelluksista vaati uudelleenasetuksen tai säätöjä toimia kseen oikein pilvipohjaisessa ympäristössä, mikä lisäsi käyttöönoton työmäärää.

Lisäksi muutoksen yhteydessä ilmeni tarvetta päivittää dokumentaatiota ja kouluttaa IT-henkilöstöä uuteen hallintamalliin. Myös Citrix DaaS:n kustannusten hallinta vaatii jatkossa tarkkaa seuranta, koska pilvipalveluiden hinnoittelu voi vaihdella käytön mukaan.

## 5.6 Riskit

DaaS-ratkaisulla voidaan saavuttaa paljon hyötyjä, mutta täysin riskitön tämäkään ratkaisu ei ole. Tietoturvariskien osalta voidaan todeta, että etäyhteydet voivat altistua erilaisille hyökkäyksille, kuten tietojenkalastelulle. Keskitetyt järjestelmät voivat olla erityisen houkuttelevia tietomurron kohteita kyberrikollisille ja jos he pääsevät käsiksi palvelun ydin-komponentteihin, voi koko ympäristö vaarantua. Lisäksi esimerkiksi väärin konfiguroidut pääsynhallinta-asetukset voivat johtaa tietovuotoihin.

On syytä ottaa huomioon myös se, että aina kun palvelut on keskitetty yhden palveluntarjoajan alle, on riskinä se, että palvelukatkokset voivat pahimmillaan lamauttaa koko organisaation toiminnan. Tästä saattaa koitua organisaatiolle merkittäviä kustannuksia, etenkin käyttökatojen jatkuessa pitkään. Kustannuksia saattaa syntyä myös silloin, kun palvelu haluttaisiin vaihtaa toiseen kun ympäristö on räätälöity tiettyyn teknologiaan, voi sen vaihtaminen olla vaikeaa tai kallista.

DaaS-ratkaisu vähentää kyllä paikallisen infrastruktuurin ylläpitotarvetta, mutta organisaatiossa tarvitaan kuitenkin osaamista ympäristön hallinnassa, kuten esimerkiksi konfiguroinnissa, päivityksissä ja valvonnassa. Virheelliset asetukset esimerkiksi käyttöoikeuksissa voivat aiheuttaa käyttökatkoksia tai suorituskykyongelmia. Suorituskykyyn liittyy muitakin riskejä, sillä se voi heikentyä ja vaihdella verkon kuormituksen tai virtuaalikoneiden resurssien riittämättömyyden vuoksi.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Citrix Virtual Apps and Desktops -ratkaisun vaihtamista pilvipohjaiseen Citrix DaaS -palveluun. Projektin perusteella voidaan todeta, että siirtyminen Citrix DaaS -ympäristöön toi mukanaan selkeitä hyötyjä, erityisesti hallittavuuden, tietoturvan ja skaalautuvuuden näkökulmasta.

Pilvipohjainen ratkaisu yksinkertaisti ylläpitoa ja vähensi riippuvuutta paikallisesta infrastruktuurista. Samalla se mahdollisti joustavamman resurssien hallinnan ja paransi loppukäyttäjien kokemusta, erityisesti etäkäytön osalta. Käyttäjien työskentelyyn ei tullut merkittäviä muutoksia, mikä helpotti käyttöönottoa.

Tietoturvassa otettiin projektin myötä askel eteenpäin. Pilvipalvelu tarjosi paremmat työkalut seurantaan ja valvontaan, sekä tuki moderneja tunnistautumisratkaisuja. Tämä vastasi hyvin organisaation kasvaviin vaatimuksiin turvallisuuden suhteen.

Haasteita ilmeni erityisesti käyttäjäprofiilien migraatiossa ja kustannusten hallinnassa. Näiden osalta on tärkeää panostaa hyvään suunnitteluun ja jatkuvaan seurantaan, jotta mahdolliset ongelmat voidaan tunnistaa ja ratkaista ajoissa.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että Citrix DaaS tarjoaa toimivan ja nykyaikaisen vaihtoehdon perinteiselle Citrix-ympäristölle, erityisesti organisaatioille, jotka haluavat modernisoida IT-palveluitaan, parantaa tietoturvaa ja tehostaa järjestelmän hallintaa. Jatkossa suositellaan tarkastelemaan mahdollisuuksia automatisoida ylläpitotoimia entistä enemmän ja optimoida kustannuksia käytön mukaan.

## LÄHTEET

- Ace Cloud Hosting. (2021). *Persistent VDI vs. Non-Persistent VDI: which one to choose for your business*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.acecloudhosting.com/blog/know-about-persistent-vs-non-persistent-vdi/>
- Basvankaam. (2014). *Configuring Citrix XenDesktop 7.X Desktop Publishing And Limited Visibility!* Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.basvankaam.com/2014/06/26/configuring-citrix-xendesktop-7-x-desktop-publishing-and-limited-visibility/>
- Carl Stalhood. (2024). *Citrix Provisioning Console Configuration*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.carlstalhood.com/provisioning-services-console-config/>
- Citrix Community. (n.d. -a). *Citrix VDI Handbook – Design*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://community.citrix.com/tech-zone/build/tech-papers/citrix-vdi-handbook-design/>
- Citrix Community. (n.d.-b). *Tech Brief: Citrix Desktops-as-a-Service (Daas)*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://community.citrix.com/tech-zone/learn/tech-briefs/daas/>
- Citrix Community. (n.d.-c). *Tech Brief. Workspace Single Sign-On*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://community.citrix.com/tech-zone/learn/tech-briefs/workspace-ssso>
- Citrix Community. (n.d.-d). *Federated Authentication Service* Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://community.citrix.com/tech-zone/design/reference-architectures/federated-authentication-service/>
- Citrix Community. (n.d.-e). *Tech Brief. Citrix Provisioning*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://community.citrix.com/tech-zone/learn/tech-briefs/citrix-provisioning>
- Citrix Community. (n.d.-f). *Migrating Citrix virtual Apps and Desktops on-premises to Citrix Cloud*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://community.citrix.com/tech-zone/build/deployment-guides/cvads-migration/>

- Citrix Systems. (2022a). *Citrix product documentation. Citrix Virtual Apps and desktops. Delivery methods*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-virtual-apps-desktops/2203-ltsr/technical-overview/delivery-methods.html>
- Citrix Systems. (2022b). *Citrix product documentation. Citrix App Layering*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-app-layering/4.html>
- Citrix systems. (2024a). *Citrix product documentation. Citrix Cloud Connector*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-cloud/citrix-cloud-resource-locations/citrix-cloud-connector.html>
- Citrix Systems. (2024b). *Citrix product documentation. Profile management. Persistent? Provisioned? Dedicated? shared?* Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/profile-management/2203-ltsr/plan/upm-plan-decide-4a.html>
- Citrix Systems. (2025a). *Citrix product documentation. Citrix virtual apps and desktops. Technical overview*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-virtual-apps-desktops/technical-overview>
- Citrix Systems. (2025b). *Citrix product documentation. Citrix DaaS, Overview*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-daas/overview.html>
- Citrix systems. (2025c). *Citrix product documentation. Technical security overview*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-daas/secure.html>
- Citrix Systems. (2025d). *Citrix product documentation. StoreFront 2402 Long Term Service Release Overview*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/storefront/2402-ltsr.html>

- Citrix systems. (2025e). *Citrix product documentation. User experience*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/storefront/2203-ltsr/user-guide.html>
- Citrix Systems. (2025f). *Citrix product documentation. Citrix virtual apps and desktops. Create machine catalogs*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-virtual-apps-desktops/install-configure/machine-catalogs-create>
- Citrix Systems. (2025g). *Citrix product documentation. Create delivery groups*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-daas/install-configure/delivery-groups-create.html>
- Citrix Systems. (2025h). *Citrix Product documentation. Citrix DaaS. Create application groups*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://docs.citrix.com/en-us/citrix-daas/install-configure/application-groups-create.html>
- Cloud Masters. (n.d.). *Citrix Virtual Apps and Desktops (CVAD): A Technical Deep Dive*. Noudettu 4.6.2025 osoitteesta <https://cloudmasters.co.in/citrix-virtual-apps-and-desktops-cvad-a-technical-deep-dive/>
- Coursera. (2025). *What is Active Directory?* Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.coursera.org/articles/active-directory>
- Dunetrails (.n.d). *Exploring Citrix Virtual Apps and Desktops (CVAD): A Closer Look*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://www.dunetrails.com/exploring-citrix-virtual-apps-and-desktops-cvad-a-closer-look/>
- F12. (2024). *What is DaaS? A Centralised Management Overview*. Noudettu 4.6.2025 osoitteesta <https://f12.net/blog/what-is-daas-a-centralised-management-overview/>
- GeeksForGeeks. (2024). *Azure Virtual Machine Scaling*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.geeksforgeeks.org/azure-virtual-machine-scaling/>

- IBM. (2021). *What is desktop as a service (DaaS)?* Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.ibm.com/think/topics/desktop-as-a-service?>
- Netscaler. (2025). *Citrix NetScaler*. Noudettu 31.5.2025 osoitteesta <https://www.netscaler.com/platform>
- TechTarget. (2016). *Compare Citrix Provisioning Services and Machine Creation Services*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.techtarget.com/searchvirtualdesktop/feature/Compare-Citrix-Provisioning-Services-and-Machine-Creation-Services>
- VMAdmin. (n.d.) *Persistent vs Non Persistent Virtual Desktops (Non Technical Explanation)*. Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.vmadmin.co.uk/resources/53-view/401-persistent-vs-non-persistent-virtual-desktop-non-technical-explanation>
- World Wide Technology. (n.d.) *What are virtualization platforms?* Noudettu 1.6.2025 osoitteesta <https://www.wwt.com/solutions/virtualization-platforms/overview>