



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Arto Högfors

PALVELINSIIRRON SUUNNITTELU JA DOKU- MENTOINTI

Tekniikka

2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Arto Högfors
Opinnäytetyön nimi	Palvelinsiirron dokumentointi
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	54
Ohjaaja	Ghodrat Moghadampour

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja dokumentoida palvelinympäristöjen fyysinen siirto, sisällyttäen myös siirtoon johtaneet seikat.

Tärkeimpänä asiana oli loppuasiakkaan käyttökatkoksen minimointi tai sen kokonaan välttäminen. Palvelun ympärivuorokautinen saatavuus on asiakkaille yritystoiminnan ylläpitämiseksi äärimmäisen tärkeää.

Siirto saatiin tehtyä onnistuneesti pienellä viikonlopun mittaisella katkoksella. Siirron jälkeen loppukäyttäjät ovat raportoineet käyttäjäkokemuksen kokonaisvaltaisella paranemisella.

Tämä kaikki haluttiin dokumentoida, jotta sitä voidaan mahdollisesti käyttää tulevaisuudessa referenssinä.

ABSTRACT

Author	Arto Högfors
Title	Server migration plan and documentation
Year	2021
Language	Finnish
Pages	54
Name of Supervisor	Ghodrat Moghadampour

The purpose of the work was to plan and document the physical migration of server environments, including the factors that led to the migration.

The most important thing was to minimize the end customer's downtime or to avoid it altogether. The 24-hour availability of the service is extremely important for customers to maintain business operations.

The transfer was successfully completed during one weekend. Since the transition, end users have reported an overall improvement in the user experience. All this was to be documented so that it could possibly be used as a reference in the future.

CONTENTS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TAULUKKO- JA KUVALUETTELO

OPINNÄYTETYÖSSÄ ESIINTYVÄT KÄSITTEET

1	JOHDANTO.....	1
2	LEMONSOFT.....	2
3	SIIRTYMÄÄN JOHTANEET SEIKAT.....	3
	3.1 Nelikenttäanalyysi.....	3
	3.2 Uusi konesali	4
	3.3 Sijainti ja fyysiset ominaisuudet	5
	3.4 Turvallisuus	5
	3.5 Sähkö.....	5
	3.6 Ympäristöystävällisyys	6
	3.7 Sertifikaatit.....	6
	3.8 Muut vaihtoehdot.....	7
4	SUUNNITTELU JA ALKUVALMISTELUT	9
	4.1 Ennen siirtoa tehdyt asiat	10
	4.1.1 Esivalmistelut ja laitteiden asennus.....	10
5	TOTEUTUS.....	11
	5.1 iSCSI.....	11
	5.2 iSCSI luonti	13
	5.3 Levytilan määrittäminen	14
	5.4 iSCSI Initiator -määrittäminen	17
	5.5 Kuorman jakaminen käyttäen Hyper-V:tä	24
	5.6 Hyper-V:n luominen.....	25
	5.7 Ominaisuuden käyttöönotto ohjauspaneelistä	26
	5.7.1 Virtuaalikoneen lisääminen	28
	5.8 Hyper-V:n ohjattu asennus	29

5.9	Virtuaalikoneen määrittäminen.....	36
6	TESTAAMINEN	43
6.1	Datan siirtäminen.....	43
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	44
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	

TAULUKKO- JA KUVALUETTELO

Taulukko 1. Swot-analyysi	4
Kuva 1. <i>iSCSI:n toimivuus uudessa konesalissa</i>	12
Kuva 2. <i>Määritetään iSCSI kohdepalvelin</i>	13
Kuva 3. <i>Ohjatun asennuksen aloittaminen</i>	14
Kuva 4. <i>Virtuaalilevyn määriykset</i>	15
Kuva 5. <i>Yhteenveto tehdyistä valinnoista</i>	16
Kuva 6. <i>Tehdään IP-osoite -määriykset Discover Portaalista</i>	17
Kuva 7. <i>Porttinumeron ja IP-osoitteen määriytys</i>	18
Kuva 8. <i>Lisäasetuksien alta tehtävät muutokset</i>	18
Kuva 9. <i>Kohde-välilehdelle tehtävät muutokset</i>	19
Kuva 10. <i>Kohde-asetuksien määriykset</i>	20
Kuva 11. <i>Lisäasetuksien valinnat</i>	20
Kuva 12. <i>Levytilan määriytys</i>	21
Kuva 13. <i>Levyn käyttöönotto</i>	22
Kuva 14. <i>Levyn määriykset</i>	23
Kuva 15. <i>Hyper-V:n kuorman tasaus</i>	25
Kuva 16. <i>Yhteensopivuus</i>	26
Kuva 17. <i>Ohjauspaneelistä valitaan, mitä ominaisuuksia otetaan käyttöön</i>	27
Kuva 18. <i>Hyper-V ominaisuuksien valinta</i>	27
Kuva 19. <i>Hyper-V -ohjelman näkyminen tietokoneella</i>	28
Kuva 20. <i>Virtuaalikoneen lisääminen</i>	29
Kuva 21. <i>Virtuaalikoneen nimeäminen</i>	30
Kuva 22. <i>Sukupolven valinta</i>	31
Kuva 23. <i>Muistin määrittäminen</i>	32
Kuva 24. <i>Verkkosovittimen valinta</i>	33
Kuva 25. <i>Virtuaalikiintolevyn määriykset</i>	34
Kuva 26. <i>Näköistiedoston valinta</i>	35
Kuva 27. <i>Yhteenveto-ikkuna</i>	36
Kuva 28. <i>Windowsin määrittely</i>	37

Kuva 29. <i>Windows-version valinta</i>	38
Kuva 30. <i>Asennuksen valmistuminen</i>	39
Kuva 31. <i>Salasanan määrittäminen</i>	40
Kuva 32. <i>Verkon muodostaminen</i>	41
Kuva 33. <i>Yhteys ulkoverkkoon</i>	42

OPINNÄYTETYÖSSÄ ESIINTYVÄT KÄSITTEET

SWOT- Analyysi	Suunnitelman/riskien arvioimisessa käytetty työkalu
ERP	Enterprise resource planning, Tuotannonohjausjärjestelmä
Hyper-V	Virtuaalikoneympäristö
Node	Tietokoneympäristö, jonka sisällä on virtuaalisia tietokoneita
Klusteri	Koostuu nodeista
iSCSI	Internet Small Computer Systems Interface, Internet-protokolla pohjainen tallennusverkkostandardi
SSD	Solid-state drive, puolijohdelevy. Kiintolevy, jossa ei ole liikuvia osia
NTFS	<i>New Technology File System</i> . Microsoftin kehittämä tiedostojärjestelmä
ReFS	Resilient File System. Kiintolevyissä käytetty levyn alustusmuoto joka tuli osittain korvaamaan NTFS:sän
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
Valokuitu	Voidaan käyttää tietoliikenneverkkojen yhdistämiseen

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on tehdä suunnitelma palvelimen siirrosta ja käydä läpi mahdolliset riskitekijät. Siirron suunnittelussa pitää ottaa huomioon asiakkaiden tarve käyttää ohjelmistoa mahdollisimman pienellä katkoksesta palveluiden käyttöön.

Siirto tehdään, koska vanhat tilat eivät täyttäneet enää yrityksemme tarpeita. Kiinteistö oli liian vanha, eikä sinne saatu varmennettua sähkö- tai verkkoyhteyksiä. Jos toiseen palveluun tulisi katkos, niin loppukäyttäjät eivät pääsisi käyttämään palveluita.

Palvelinsiirron myötä pääsemme eroon aikaisemmin mainituista ongelmakohdista ja pystymme helpommin laajentamaan omaa ympäristö tarvittaessa. Uudet yhteydet mahdollistavat paremman käyttökokemuksen.

Tulevissa kappaleissa tutustumme ensin siirron tehneeseen yritykseen ja käymme tarkemmin läpi siirtoon johtaneet seikat. Siirron riskien ja hyötyjen analysoimiseen ja mahdollisten ongelmien välttämiseen käytettiin muun muassa nelikenttäanalyysiä. Työssä käydään läpi, miten siirto tehtiin käytännössä. Tässä käytän oman koneeni ympäristöä esimerkkinä.

Lopuksi käymme läpi johtopäätökset ja parannusehdotukset, mitä projektissa olisi voitu tehdä toisella tavalla.

2 LEMONSOFT

ERP eli Enterprise Resource Planning on toiminnanohjausjärjestelmä. Se on yrityksen toiminnan ja resurssien suunnitteluun, sekä hallintaan kehitetty tietojärjestelmä, joka voi sisältää monia eri osia, kuten kirjanpidon, laskutuksen, varastonhallinnan, tuotannonohjauksen, sekä prosessien, materiaalien että resurssien hallinta. /1/

Lemonsoft on omaa toiminnanohjausjärjestelmää kehittävä ohjelmistotalo, joka on perustettu vuonna 2006. Henkilöstömäärä yrityksessä on yli 80. Toimipisteitä yrityksellä on ympäri Suomea. Vuosittainen liikevaihto on yli 10 miljoonaa euroa. Lemonsoft-ohjelmaa käyttää yli 4500 käyttäjää ja ohjelmisto on 20 000 yrityksen päivittäisessä käytössä. /2/

Ohjelmistoa käytetään tarjouksen tekemisestä projektien hallintaan ja kaikkeen siltä väliltä. Lemonsoft on myös tehnyt kehitystä verkkokauppaintegraatioiden helpottamiseksi. Uusimpana apuna Lemonsoftin käytössä auttaa yrityksen itse tekemä tekoäly, jonka nimeksi annettiin Aimo. Aimoa tullaan hyödyntämään jokaisessa ohjelmiston osa-alueessa. Aimo on elämänkaarensa alussa auttanut käyttäjiä ostolaskujen muodostamisessa ja tuotannon töiden ajoituksessa. /2/

3 SIIRTYMÄÄN JOHTANEET SEIKAT

Vanhan konesalin elämänkaari alkoi olemaan loppupuolella. Kiinteistöön ei ollut mahdollisuutta saada esimerkiksi nettiyhteyden varmistusta toiselta operaattorilta. Tällöin käytetyn verkkoyhteyden katketessa tulee palveluun katkos, kunnes se on saatu korjattua. Vastaavia tilanteita oli aikaisemmin jo tapahtunut ja niistä haluttiin päästä eroon. Vanhan kiinteistön sertifikaatit eivät olleet ajan tasalla ja uudessa konesalissa palveluiden laajentaminen olisi mahdollista tarvittaessa todella helposti.

3.1 Nelikenttäanalyysi

Nelikenttäanalyysi sisältää sekä yrityksen vahvuuksien ja heikkouksien (nykytilanteen), että sen uhkien ja mahdollisuuksien (tulevaisuuden) analysoinnin. Yrityksen vahvuudet ovat niitä toimenpiteitä tai resursseja, joita yritys pystyy hyödyntämään. Heikkoudet puolestaan ovat tekijöitä, joita yrityksen täytyy parantaa pystyäkseen toimimaan tehokkaasti. Terve liiketoiminta on mahdollista vasta sitten, kun myös yrityksen tulevaisuutta vaarantavat uhat ja menestymistä edesauttavat mahdollisuudet tunnetaan. Vaikka nelikenttäanalyysistä ei suoraan saataisi mitään paperille, niin se voi toimia keskustelunaloittajana, josta saadaan tärkeitä huomioita. Näihin voidaan puuttua tarpeen vaatiessa jo suunnitteluvaiheessa. Siirron suunnitteluvaiheessa Lemonsoftilla tehtiin nelikenttäanalyysi (**Taulukko 1.**).

/3/

Taulukko 1. Swot-analyysi

	+	-
Sisäinen ympäristö	Hyvä osaaminen yrityksessä. Valmisteluiden laajuus.	Datan määrä. Projektin laajuus.
Ulkoinen ympäristö	Mahdollisuus kapasiteetin laajen- nukseen. Uusien kontaktien luominen paikal- listen osaajien kanssa.	Fyysisten laitteiden siirrossa mahdolliset riskit. Datan mahdollinen korrup- toituminen.

3.2 Uusi konesali

Uudeksi konesaliksi valikoitui Telia Helsinki Data Center (THDC). Konesali täytti kaikki yrityksemme vaatimukset. Verkkoyhteydet on mahdollista saada omaan ympäristöön useammalta eri palveluntarjoajalta ja ne saadaan tarvittaessa kahdennettua, että emme tällöin ole vain yhden operaattorin palvelujen varassa. Sähkökatkoksen sattuessa kohteesta löytyvät myös UPS-laitteet, jotka varmistavat sen, etteivät palvelimet jää ilman sähköä. Laitteiden fyysinen sijainti on konesalissa myös hyvin suunniteltu ja niiden luo pääseminen ilman tarvittavia lupia on täysin mahdotonta.

3.3 Sijainti ja fyysiset ominaisuudet

Telia Helsinki Data Center sijaitsee nimensä mukaisesti Helsingin keskustassa. Varattua datasali pinta-alaa on 15 000 m² edestä. Tämä vastaa noin sadan keskimääräisen omakotitalon pinta-alaa. Helsinki-Vantaan Lentoasemalta pääsee julkisliikennettä käyttäen Data Centeristä vain kivenheiton päähän sijaitsevalle pysäkillle. /4/

3.4 Turvallisuus

Telia Helsinki Data Centerille on myönnetty Tier III-luokan luotettavuus. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki jäähdytys- ja sähköjärjestelmät ovat redundanttisia. Esimerkiksi sähköjärjestelmät tulee varmistaa kahdennetulla yhteydellä, tulee siinä olla pääyhteys ja varayhteys eri reittiä pitkin tai jokin muu tapa, jolla sähkön saatavuus voidaan varmistaa pääyhteyden katketessa. Tämä mahdollistaa sen, että jäähdytys- ja sähköjärjestelmiä voidaan huoltaa palvelinkeskuksen käytön aikana, eikä korjaus vaikuta keskuksen toimintaan. Palveluiden saatavuus täytyy olla vähintään 99,982 %. Tämä tarkoittaa, että vuosittain palvelut saavat olla pois käytöstä noin puolitoista tuntia. /5/

Kiinteistöön on saatavilla jokaiselta operaattorilta verkkoyhteys mahdollisten laajempien verkkokatkosten estämiseksi. Laitteiden fyysinen turvallisuus on taattu ympärivuorokautisella turvahenkilöstön läsnäololla kiinteistössä. Tämän lisäksi kiinteistössä on käytössä kulunvalvonta ja kameravalvonta. /5/

3.5 Sähkö

Sähkökapasiteettia Data Centerillä on 24 MW edestä. Tämä mahdollistaa sen, että jokaiselle laitekaapille on saatavissa 6.5 kW- 19.5 kW tehovaraus. Sähkönsyöttö on myös kahdennettu Helen Oy:n 110 kW verkosta kahden eri reitin kautta. Mikäli molemmat varayhteydet katkeavat, niin paikan päällä on useampi generaattori, joilla voidaan varmistaa vähintään 48 tunnin käyttö täydellä kuormalla. /5/

3.6 Ympäristöystävällisyys

Data Centeriä ylläpidetään hiilineutraalia uusiutuvaa sähköä käyttäen. Palvelimet tuottavat päällä ollessaan myös huomattavan määrän lämpöenergiaa. Tämä energia otetaan talteen ja se kierrätetään kaukolämpöverkkoon, energiaa muodostuu vuosittain 250 000 MWh edestä. Tämä vastaa noin kolmentoista nelihenkisen perheen omakotitalon vuosittaista sähkön kulutusta. Tämän lisäksi myös sadevettä kerätään ja käytetään käymälöiden huuhteluun. /6/

3.7 Sertifikaatit

Sertifikaatti on järjestyksen tai yrityksen myöntämä todistus, joka myönnetään yritykselle tai henkilölle tämän täytettyä sertifikaatin määrittämät vaatimukset. Tunnetuin tällainen on International Organization for Standardization, kansainvälisesti käytetään lyhennettä ISO. Tämä nimi on lisätty yleensä sertifikaatin alkuun ja loppuun tulee järjestyksen käyttämä numero kyseiselle standardille. /7/

Telia Helsinki Data Centerille on myönnetty seuraavat sertifikaatit:

ISO 14001-ympäristöjärjestelmä. Kyseinen sertifikaatti voidaan myöntää yritykselle, kun yrityksessä pyritään vähentämään valmistusmateriaalien hävikkiä. Yrityksen tulee myös tähdätä mahdollisimman pieneen energian kulutukseen. /8/

ETJ+ energiatehokkuusjärjestelmä. Systemaattisuuteen tähtäävä järjestelmä antaa raamit energiatehokkuuden parantamiseen. Kokemukset ovat osoittaneet, että yritykset, joissa on käytössä sertifioitu energiatehokkuuden johtamisjärjestelmä, saavuttavat parhaimmat tulokset energiatehokkuudessa.

Kaikki järjestelmät perustuvat jatkuvan parantamisen periaatteelle ja painottavat johdon sitoutumista, nykytilan ja säästöpotentiaalin selvittämistä, tavoitteiden ja vastuiden määrittämistä ja energiatehokkuuden ottamista huomioon suunnittelussa ja hankinnoissa. /9/

ISO 45001-työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä. Työterveyden ja työturvallisuuden uusi standardi käytännössä tarjoaa organisaatioille viitekehyksen, jossa ne voivat luoda työntekijöille aiempaa terveellisemmät ja turvallisemmat työolosuhteet, sekä vähentää työpaikan riskejä. Standardi sitouttaa turvallisuusajatteluun, uusien ideoiden ja työtapojen käyttöön ottamiseen ja kommunikoinnin parantamiseen. /10/

ISO 9001-laaturjestelmä (B2B-palvelut). Laadunhallinnan ISO 9001 -standardin tavoitteena on yrityksen toiminnan jatkuva parantaminen ja asiakastyytyväisyyden lisääminen. Se muodostaa kehyksen laadunhallinnan johtamiselle. ISO 9001 on kansainvälisesti tunnetuin ja eniten käytetty laadunhallintastandardi. /11/

Katakri ST III / IV fyysinen turvallisuus (KATAKRI 2/2013). Katakri on viranomaisten auditointityökalu, jota voidaan käyttää arvioitaessa kohdeorganisaation kykyä suojata viranomaisen salassa pidettävää tietoa. Katakriin on koottu kansallisiin säädöksiin ja kansainvälisiin velvoitteisiin perustuvat vähimmäisvaatimukset. Katakri itsessään ei aseta tietoturvallisuudelle ehdottomia vaatimuksia, vaan siihen kootut vaatimukset perustuvat voimassa olevaan lainsäädäntöön ja Suomea sitoviin kansainvälisiin tietoturvallisuusvelvoitteisiin. /12/

PCI DSS vaatimustenmukaisuustodistus (fyysinen turvallisuus). PCI DSS on lyhenne sanoista *Payment Card Industry Data Security Standard*, ja se on koko korttimaksualaa koskeva tietoturvastandardi. Kun puhutaan PCI:stä, tarkoitetaan useimmiten PCI DSS -standardia. /13/

3.8 Muut vaihtoehdot

Ennen viimeistä päätöstä kävimme myös muita vaihtoehtoja läpi. Esimerkiksi yksi vaihtoehto oli jonkun toisen toimijan ylläpitämät palvelimet, kuten Microsoft Azure -pilvipalvelu. Tämän hyviä puolia olisi ollut saumaton tehojen lisääminen omien tarpeiden mukaan tarvittaessa. Huonoja puolia olisi ollut se, ettei laitteita

tai dataa pääsisi fyysisesti näkemään kohtuullisessa ajassa, koska ne olisivat sijainneet todennäköisesti jossain toisessa maassa. Näistä syistä valitsimme kotimaisen palveluntarjoajan, joka pystyy täyttämään meidän vaatimuksemme.

4 SUUNNITTELU JA ALKUVALMISTELUT

Siirto suunniteltiin mahdollisimman hyvin isompien käyttökatkokkien estämiseksi. Palvelun ympärivuorokautinen saatavuus on asiakkaille yritystoiminnan ylläpitämiseksi äärimmäisen tärkeää. Siirron ajankohdaksi valikoitui helmikuun loppupuolella ollut viikonloppu. Tämä valittiin sen vuoksi, että vuodenvaihteen aiheuttamat paineet ja kiireet loppuasiakkailta olisivat siihen mennessä hiljentymään päin ja viikonloppuisin suurin osa käyttäjistä ei käytä järjestelmää.

Uuden konesalin suunnittelu aloitettiin omien alustapalveluiden näkökulmasta ja työ piti samalla sisällään myös oman sisäisen infrastruktuurin siirron ja päivityksen.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin mahdollisuutta lainakapasiteetille, niin palvelimien, kuin levyjärjestelmienkin osalta. Siirron yhteydessä haluttiin samalla päivittää palomuurit ja muu verkkoinfrastruktuuri, koska vanhat laitteistot olivat tulossa käyttöiän loppupäähän.

Lainakapasiteetin hankkiminen osoittautui käytännössä mahdottomaksi, joko suuren kustannuksen takia tai toimittajilla ei ollut sopivia laitteita väliaikaiseen käyttöön.

Päätimme hankkia uudet tarvittavat palvelimet ja levypaketit asian helpottamiseksi. Laitteiden uusiminen olisi ollut kumminkin meillä tulevaisuudessa, niin tämä aikaisti hieman tulevien vuosien investointeja. Uusia laitteita suunniteltiin myös otettavaksi alustapalveluiden käyttöön väliaikaisesti.

Otimme siirron ajaksi väliaikaisen 10Gb/s kuituyhteyden vanhan konesalin ja THDC:n välillä, jotta datamigraatio olisi mahdollista.

4.1 Ennen siirtoa tehdyt asiat

Toimittajilta pyydettiin useampi tarjous erilaisista palvelin- ja levyppakkakonfiguraatioista. Samoin pyydettiin tarjoukset verkkoinfrasta, sisältäen palomuurit ja tarvittavat kytkimet. Näistä ei kuitenkaan saatu tarpeeksi hyvää tarjousta, että niihin olisi tartuttu.

THDC-prosessi aloitettiin tekemällä tarvittavien kaappien tilaukset, sähkön tarpeiden määrittelyllä, eli mikä on laitteiden maksimikapasiteetti ja sähkönsyötön tarve, sekä datacenterin sisäisten yhteyksien määrittelyillä. Saimme vanhasta konesalista sähkönkulutuksen kapasiteettiarvot.

4.1.1 Esivalmistelut ja laitteiden asennus

Kaikki laitetoimitukset oli mahdollista toimittaa suoraan THDC:n välivarastoon, mahdollistaen laitteiden kokoamisen muutamassa päivässä. Asentamisen jälkeen suoritimme uudelle laitteistolle normaalit inventointi- ja päivitystoimenpiteet.

Uusi ja vanha konesali yhdistettiin Telian 10G valokuidulla. Samalla yhdistettiin erillinen iSCSI-verkko datamigraatiota varten. Palomuurit ja kytkimet määritettiin High-Availability-tilaan, joka vähentää käyttökatkoksia laiterikkojen ja päivityksien yhteydessä.

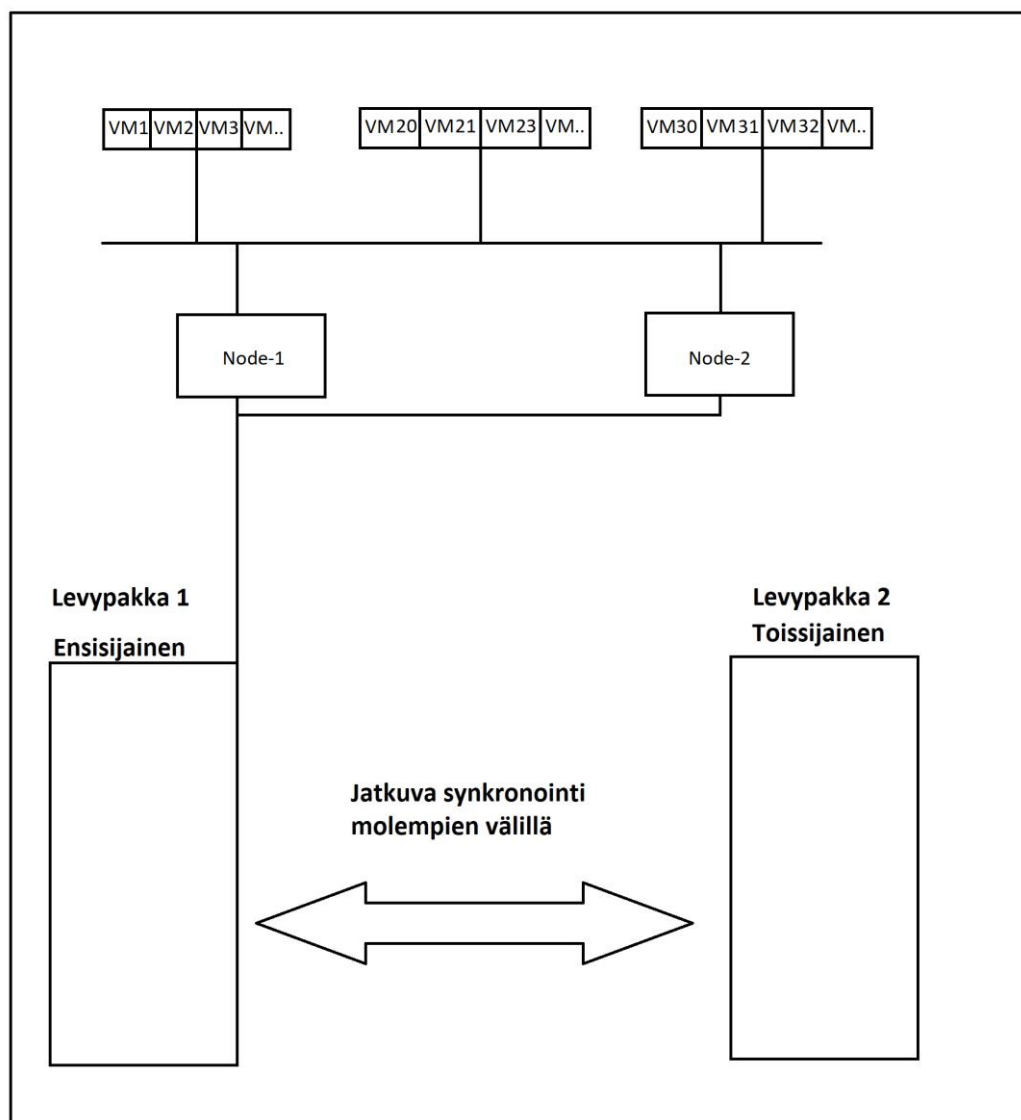
Uusi iSCSI-levypakka ja kytkimet otettiin käyttöön yhdessä laitteiden toimittajan kanssa, joka hoiti alkuasetukset ja uusien päivitysten asentamisen. Seuraavassa vaiheessa Hyper-V klusteriin lisättiin uudet Hyper-V nodet ja määriteltiin klusteri Multi-Site-Awareksi. Tämä mahdollisti muun muassa sen, että tuotanto ei häiriintyisi, vaikka kahden konesalin yhteyksissä olisi satunnaisia häiriöitä. Uusi iSCSI-levypakka määritettiin näkyviin Hyper-V klusteriin, uusille ja vanhoille nodeille. Tämä mahdollisti konesalien synkronoimisen aloittamisen.

5 TOTEUTUS

Ennen palvelinsiirron aloittamista luodaan iSCSI- ja Hyper V -ympäristöt, jotka määritellään siten, että ympäristöt saadaan toimimaan yhdessä. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi näiden molempien ympäristöjen perustaminen tarkempia asetuksia myöten. Käymme asennusvaiheessa läpi tehdyt valinnat ja miksi ne tehtiin.

5.1 iSCSI

iSCSI:n avulla saadaan palvelimella olevat kovalevyt näkymään virtuaalikoneissa omana paikallisena asemana. Nämä asemat voivat olla henkilökohtaisia tai yrityksen kaikille jäsenille yhteisiä. Kovalevyjen näkyvyyden eri käyttäjille tai käyttäjäryhmille voidaan helposti määritellä palvelimella olevasta käyttäjähallinnasta (active directory).

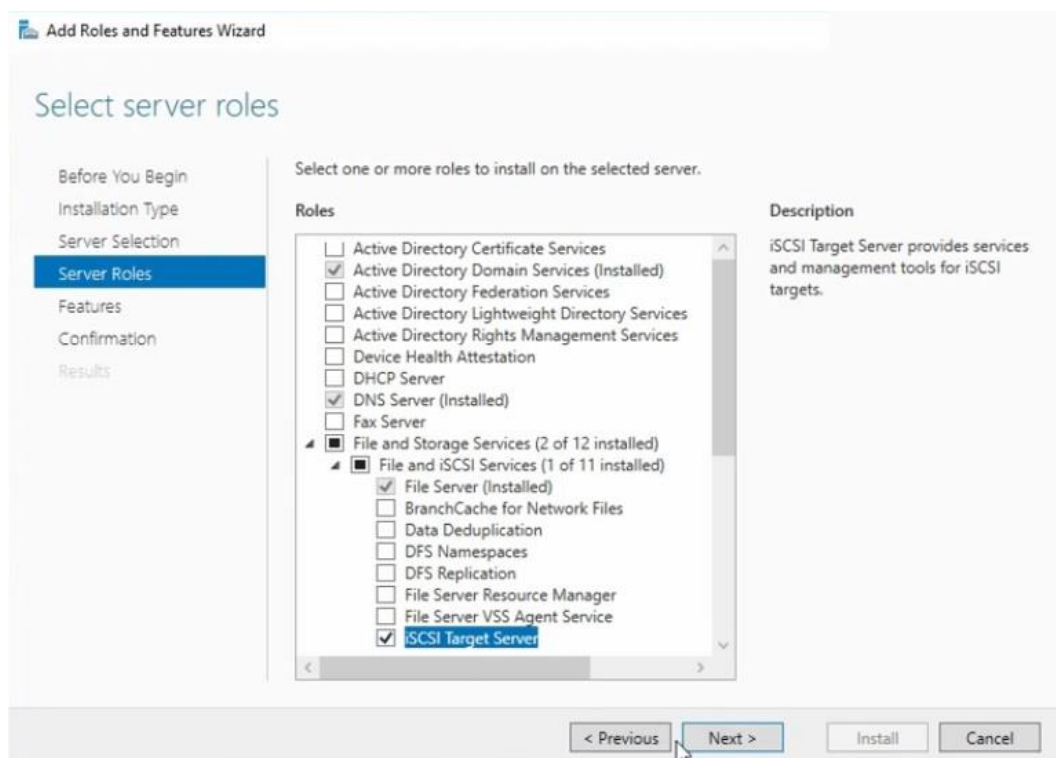


Kuva 2. *iSCSI:n toimivuus uudessa konesalissa.*

Levy pakka yksi synkronoi tiedot jatkuvasti toissijaiseen levy pakkaan. Niissä oleva data saadaan pysymään synkronoituna ohjelmallisesti. Jos toinen levy pakka tip-puu pois väliaikaisesti, niin käyttäjien tiedot haetaan automaattisesti toisesta pa-kasta. Tätä havainnollistettu kuvassa 1. Kun käytössä on iSCSI-levy pakka, voivat pakat sijaita fyysisesti eripaikassa. Tämä mahdollistaa tietojen siirtämisen uuteen konesaliin. /14/

5.2 iSCSI luonti

Ennen kuin voidaan aloittaa iSCSI:n määrittely, täytyy lisätä kyseinen ominaisuus Windows-ympäristöön. Ominaisuuksia pääsee lisäämään Ohjauspaneelin Add roles and features -kohdasta (**Kuva 2.**).

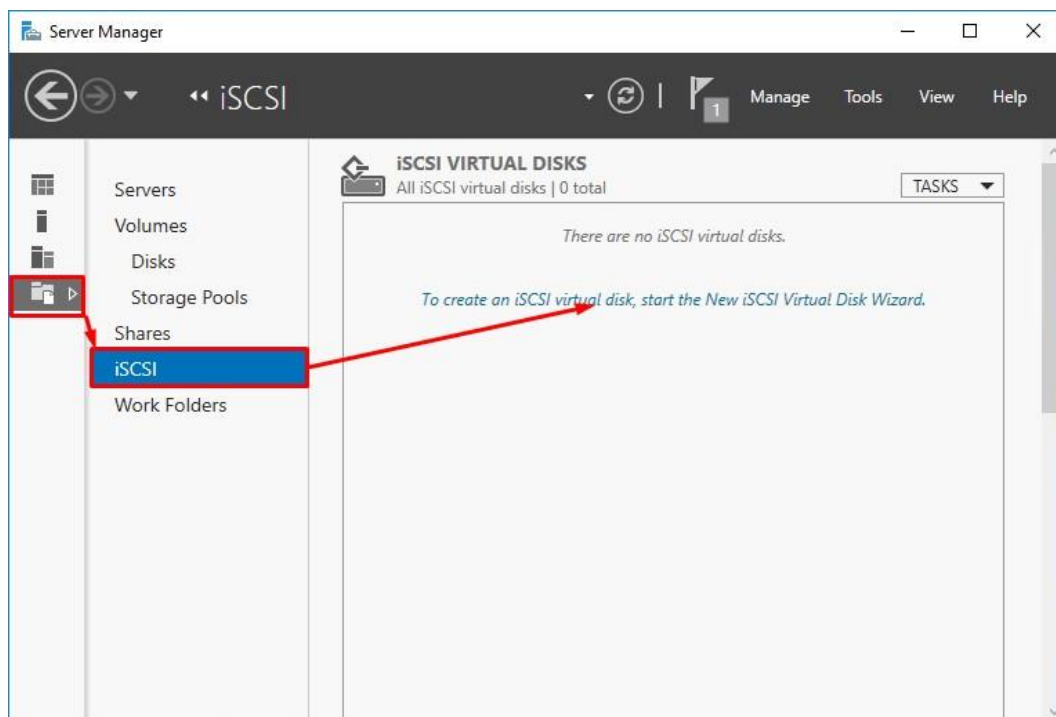


Kuva 3. Määritetään iSCSI kohdepalvelin

Muita lisäyksiä ei tässä vaiheessa tarvitse tehdä. Ohjattu asennustoiminto voidaan mennä loppuun oletusasetuksilla. Asennuksen päätteeksi tulee Windows-ympäristö käynnistää uudelleen. Kun palvelun lisääminen on mennyt loppuun asti, niin seuraavaksi tulee määrittää levytilaan liittyvät asetukset.

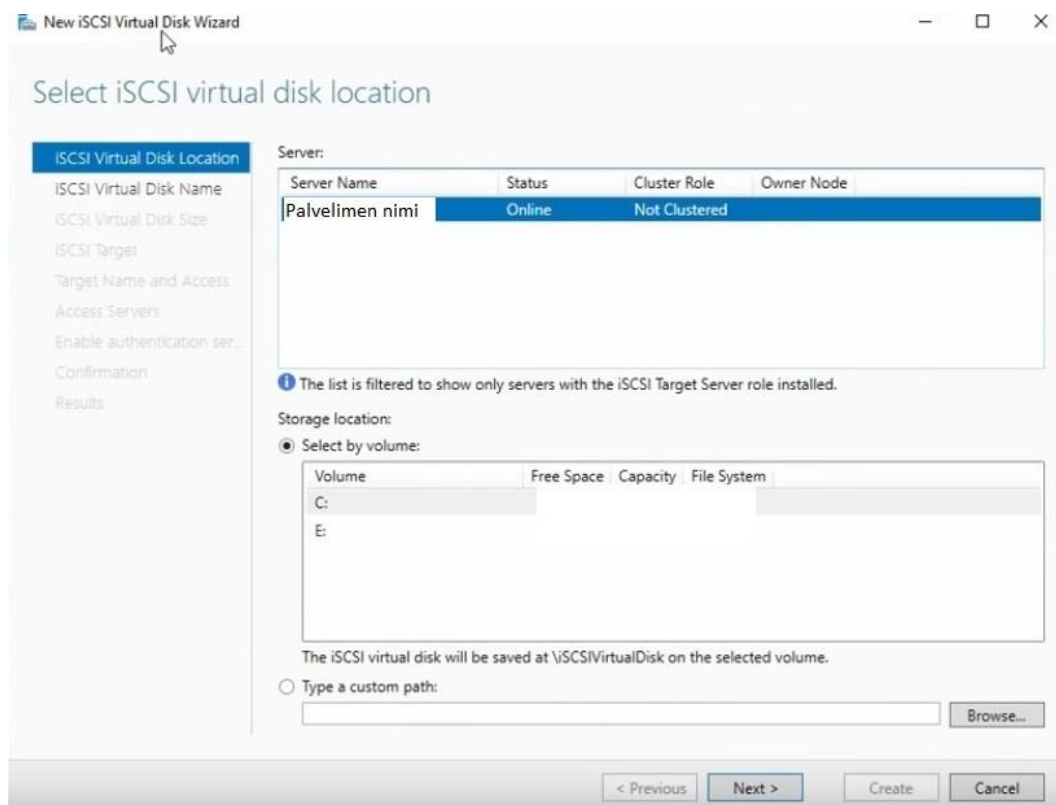
5.3 Levytilan määrittäminen

Server Managerin vasemmasta kulmasta valitaan File and Storage Services. Täältä löytyy iSCSI (**Kuva 3.**). Täältä voidaan aloittaa ohjatun iSCSI virtuaaliympäristön määrittäminen. Myöhemmin voidaan samasta valikosta lisätä uuden ympäristön, mikäli sille on tarvetta.



Kuva 4. Ohjatun asennuksen aloittaminen

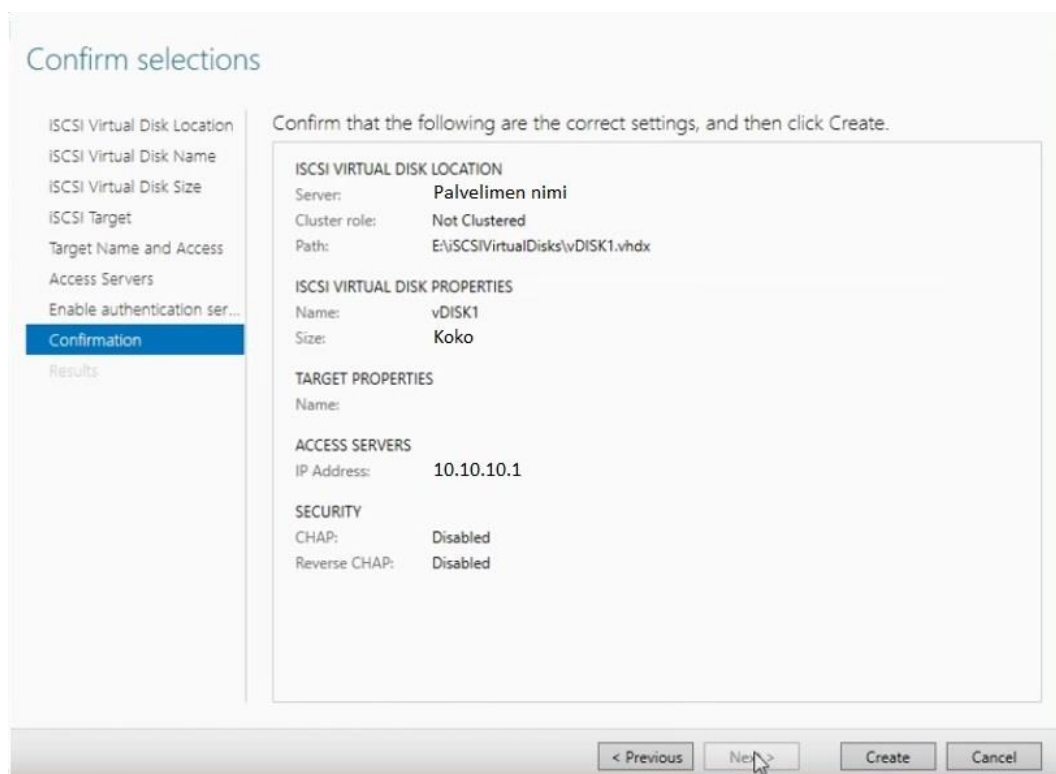
Määrittelyn ensimmäisessä vaiheessa valitaan minne iSCSI levytila tulee sijaitsemaan. Tässä tapauksessa valitaan E-asema, koska C-asema on varattu Windows-ympäristölle. Myöhemmin voidaan myös määrittää lisää levytilaa käyttöön, mikäli tila näyttää loppuvan.



Kuva 5. Virtuaalilevyn määrittäminen

Virtuaalilevylle annetaan nimi ja määritetään sille varattu koko (**Kuva 4.**). Valinnoista on mahdollista valita, että levyn kokoa voidaan muuttaa dynaamisesti isommaksi tarvittaessa, jos esimerkiksi tila on loppumassa. Tässä on hyvä ottaa huomioon, ettei koko levytilaa oteta heti käyttöön dynaamisen lisäämisen mahdollistamiseksi. Vapaa tila voidaan määrittää jonkin toisen ympäristön käytettäväksi.

Access Server -välilehdelle tehdään määrittäminen, miten palvelimeen otetaan yhteyttä. Tässä tapauksessa yhteyden määrittäminen tehdään IP-osoitteella. Kohdistamisen voisi tehdä vaihtoehtoisesti suoraan Mac-osoitteen tai DNS-nimen perusteella.

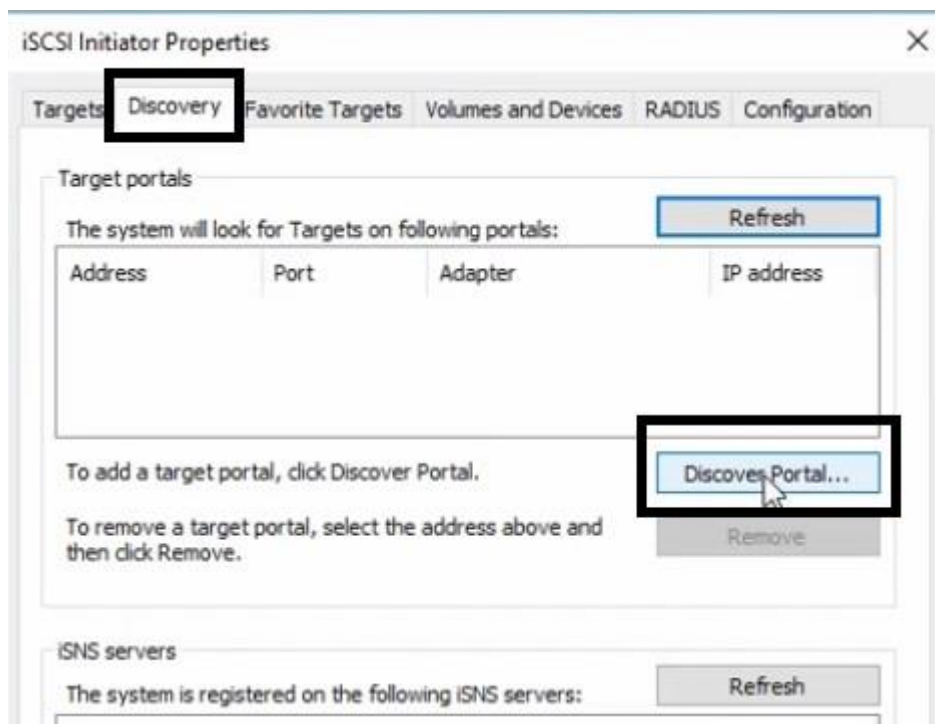


Kuva 6. Yhteenveto tehdyistä valinnoista

Ennen lopetusta näytetään yhteenveto tehdyistä valinnoista (**Kuva 5.**). Yhteenvetosta nähdään esimerkiksi palvelimen nimi, sen polku, sekä virtuaalilevylle määritetyt ominaisuudet. Tässä vaiheessa voidaan vielä mennä asennusvaiheita taaksepäin ja tehdä tarvittavat muutokset ennen lopullista luontia.

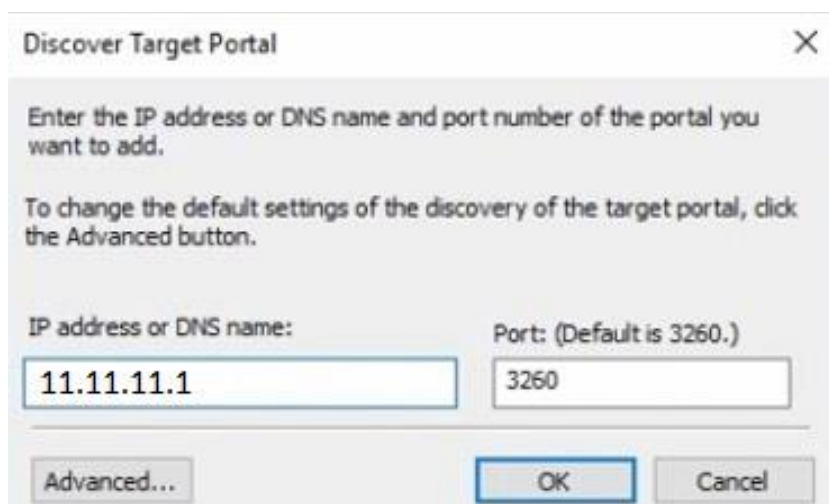
5.4 iSCSI Initiator -määrittämisen tekeminen

Seuraavaksi tehdään määrittämiset toiselle palvelimelle, missä iSCSI Initiator on toiminnassa. Asetuksia ei voida määrittää, ellei iSCSI Initiator -palvelu ole päällä. Palvelun käynnissä oleminen voidaan tarkistaa Windowsin palveluista.



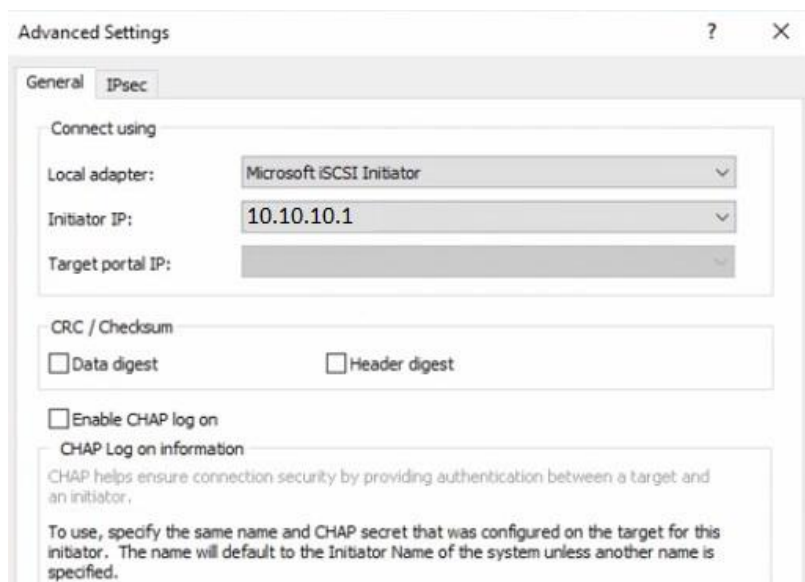
Kuva 7. Tehdään IP-osoite -määrittämiset Discover Portaalista

iSCSI ominaisuuksista valitaan Discovery-välilehti ja sieltä Discover Portal -painike (**Kuva 6.**). Täältä voidaan suoraan asettaa yhteysportaalin IP-osoite ja porttien numerot, joita tullaan käyttämään.



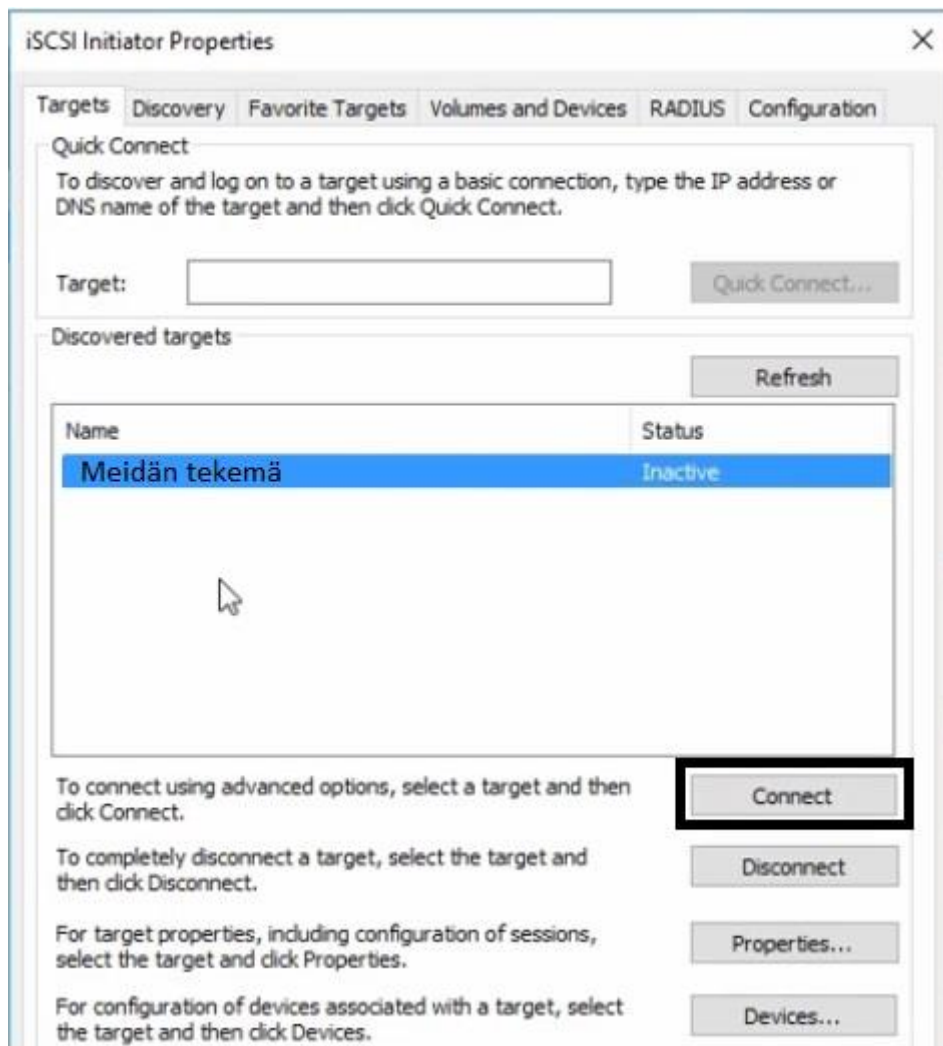
Kuva 8. Porttinumeron ja IP-osoitteen määrittäminen

IP-osoitteena käytetään kohdepalvelimen osoitetta. Voidaan myös käyttää oletusporttia. Mikäli jokin toinen portti olisi tähän määritetty, niin se sama tulisi ottaa myös muissa määrittelyissä huomioon. Tämän jälkeen valitaan lisäasetukset. Tämä valikko saadaan avattua Advanced-painikkeen takaa (**Kuva 7.**).



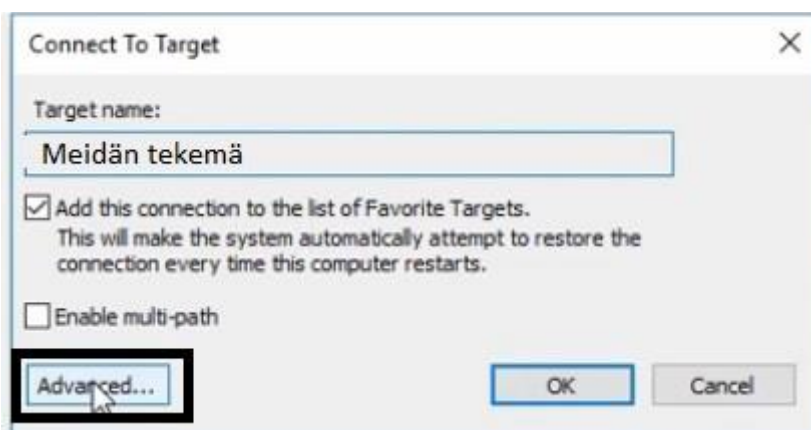
Kuva 9. Lisäasetuksien alta tehtävät muutokset

Lisäasetuksien alta valitaan paikallinen sovitin ja sen IP-osoite (**Kuva 8.**). Tämä on siis tämän palvelimen IP-osoite. Tämän jälkeen muita asetuksia tästä valikosta ei tarvitse tehdä, vaan ne saavat olla oletusarvoilla.



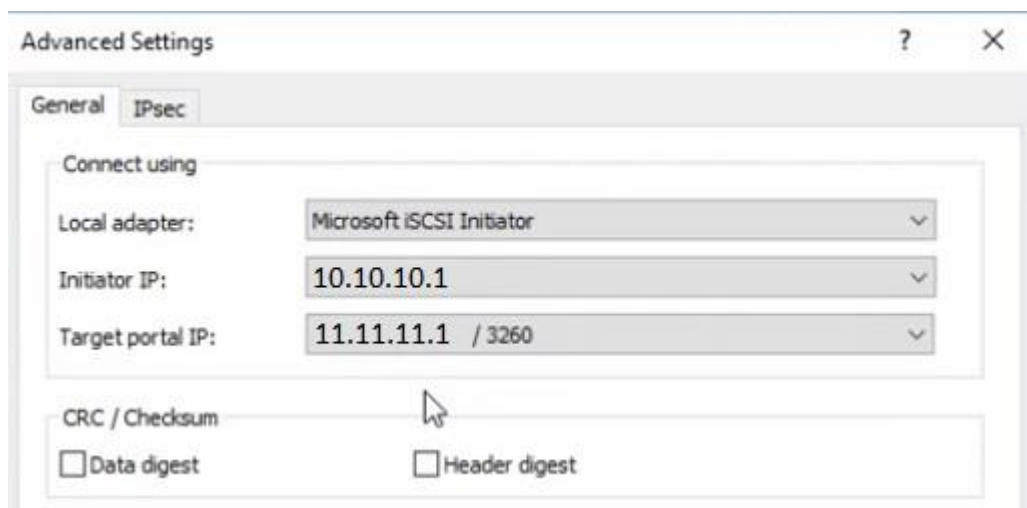
Kuva 10. Kohde-välilehdelle tehtävät muutokset

Kohde-välilehdellä listataan kaikki mahdolliset kohteet ja niiden tilat. Tässä näkyy aiemmin tehty iSCSI-tilavuus ja sen nimi (**Kuva 9.**). Ennen määrityksiensä tekemistä sen tila on vielä "Inactive". Tämä tarkoittaa, että se ei ole käytössä. iSCSI-tilavuus voidaan ottaa käyttöön valitsemalla Connect (Yhdistä).



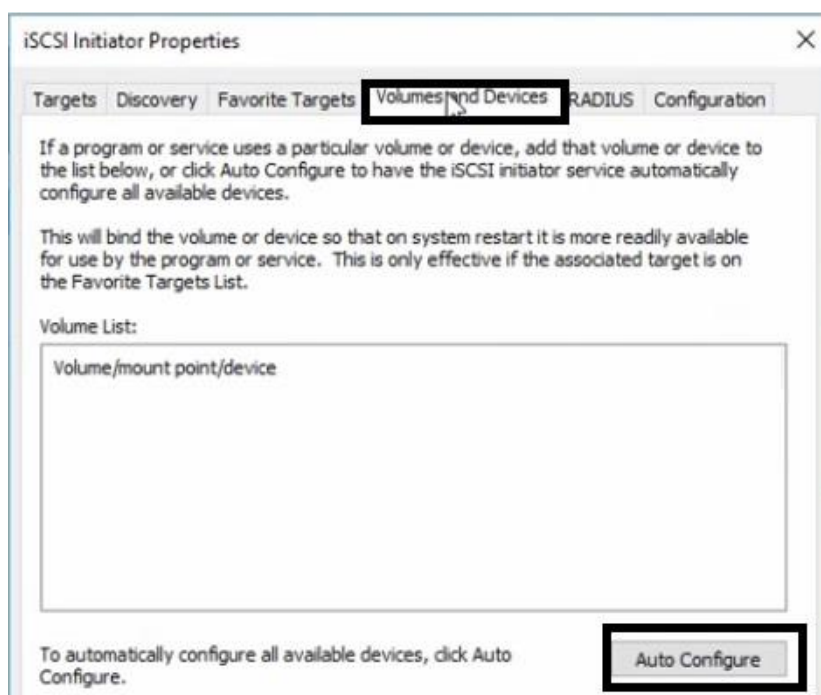
Kuva 11. Kohde-asetuksien määrittäminen

Connect-valinta avaa ikkunan, täällä jätetään oletuksena olevat valinnat päälle (**Kuva 10.**). Valmiina päällä oleva valinta lisää tämän uuden yhteyden suosikkiyh-teyksien listaan ja yrittää yhdistää siihen aina oletuksena ympäristön uudelleen-käynnistyksen yhteydessä. Tämän jälkeen siirrytään lisäasetuksiin Advanced-pai-nikkeella (**Kuva 10.**).



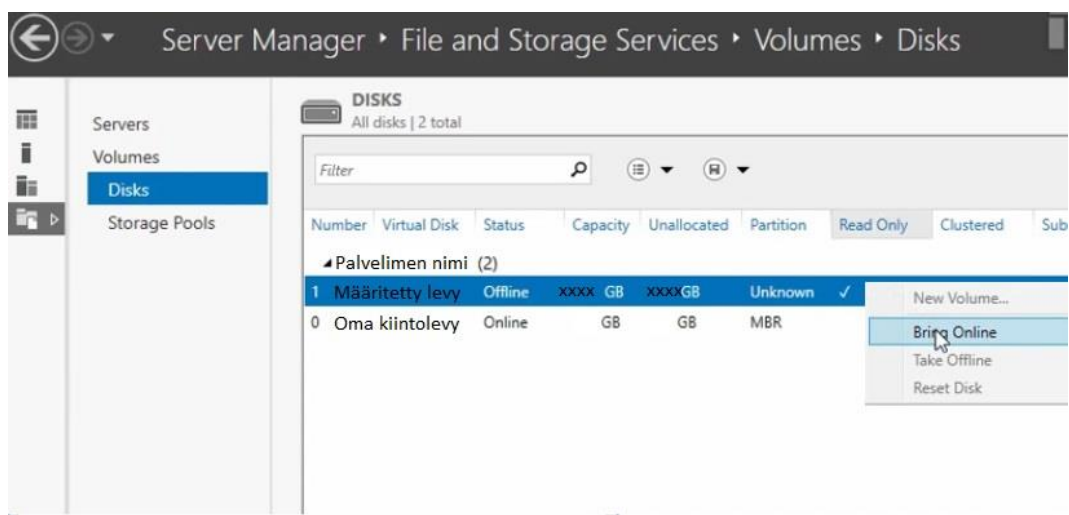
Kuva 12. Lisäasetuksien valinnat

Valitaan oikeat IP-osoitteet ja portit, jotka on aikaisemmin määritetty (**Kuva 11.**). Muita muutoksia ei tarvitse tehdä. Seuraavaksi tulee määrittää palvelun käyttämä levytila Volumes and Devices -välilehdellä (**Kuva 12.**).



Kuva 13. Levytilan määrittäminen

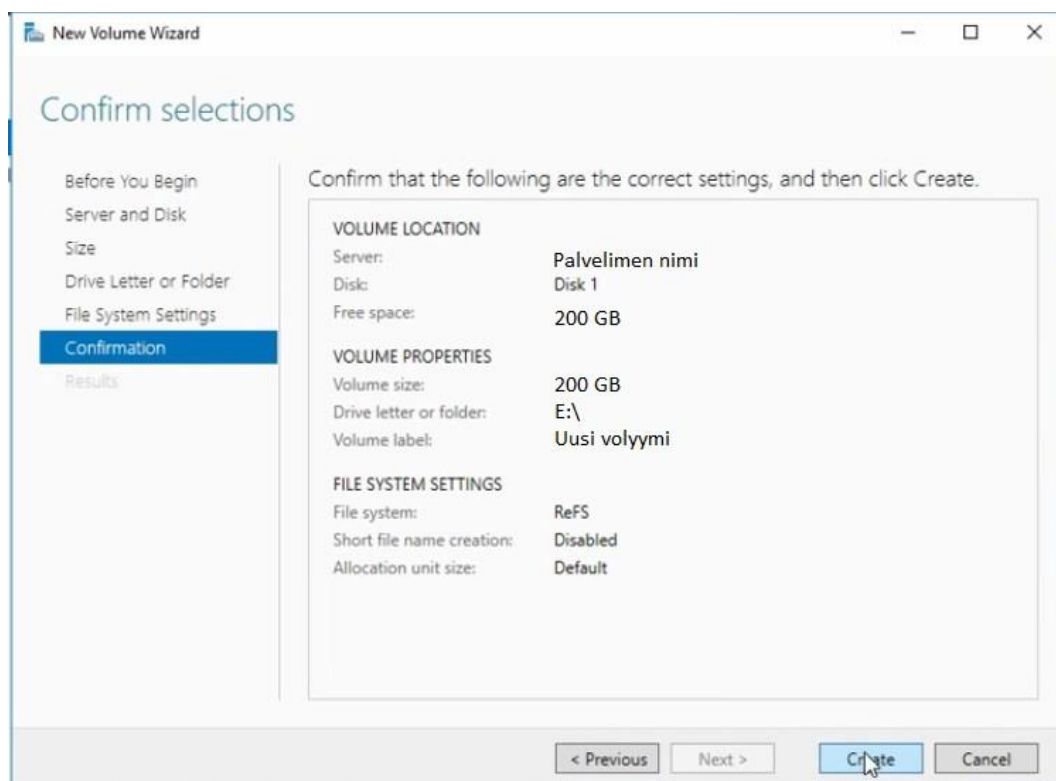
Kun painetaan automaattista määrittästä ("Auto Configure"), niin listaukseen saadaan kaikki aikaisemmin määritellyt levytilat näkyviin (**Kuva 13.**). Tässä voitaisiin myös määrittää tarvittaessa jokin tietty levytila käyttöön. Tämän jälkeen voidaan valita käyttöön aluksi määritetty iSCSI-levytila. Mikäli levytiloja ei tule tähän listaukseen tulee tarkistaa, että levytilat ovat määritettyinä palvelimella.



Kuva 14. Levyn käyttöönotto

Nyt voidaan tuoda aikaisemmin määritetty levy Online-tilaan.

Tämän jälkeen voidaan tehdä yksi tai useampi levyosio, antaa niille tilavuus ja levykirjain. Voidaan myös määrittää, mitä tiedostojärjestelmää levytila käyttää. Valitsemme ReFS-muodon NTFS:n sijaan, koska tämä valinta mahdollistaa automaattisen virheiden korjaamisen ja suurempien levytilojen käytön jatkossa. /2/

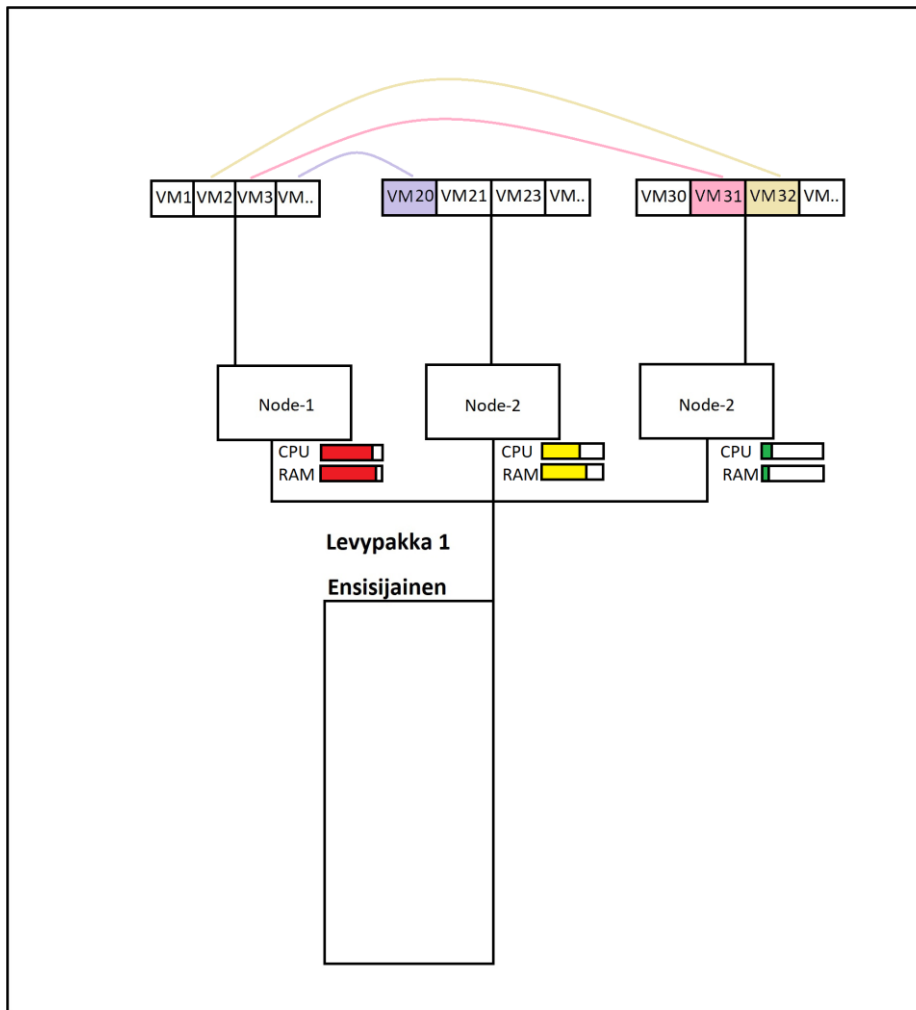


Kuva 15. Levyn määrittely

Yhteenvedossa näkyy palvelimen nimi ja levyn vapaa tila, sekä sille määritetty nimi ja kirjain, jolla se tulee näkymään käyttäjien koneella (**Kuva 14.**). Tämän jälkeen levy näkyy käyttäjillä paikallisena E-asemana. Tämä olettaen, että hänelle on annettu oikeudet palvelimella sijaitsevassa hakemistopalvelussa (Active Directory). Tämä asema toimii nopeammin kuin vanhemmissa koneissa käytetty optinen kovalevy, koska käytössä on puolijohdelevy (SSD). Puolijohdelevyissä on useita hyötypuolia verrattuna vanhempiin levyihin. Puolijohdelevyissä ei ole esimerkiksi liikuvia osia ja niiden kirjoitus- ja lukunopeudet ovat suurempia. Kun iSCSI on määritetty, niin voidaan keskittyä itse Hyper-V ympäristön luomiseen. Hyper-V ympäristö on se, jota kirjautuvat käyttäjät tulevat käyttämään.

5.5 Kuorman jakaminen käyttäen Hyper-V:tä

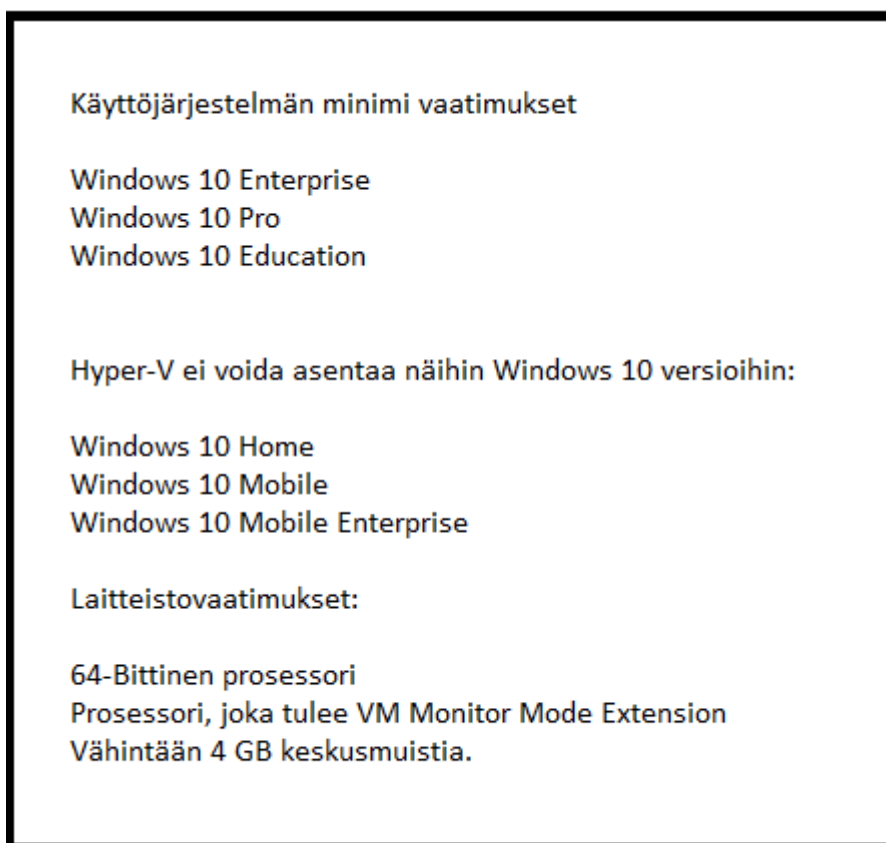
Hyper-V:n sisällä voidaan tehdä reaaliaikaista kuorman tasausta, jolla käyttäjiä voidaan siirtää tarpeen mukaan. Yhdessä klusterissa voi olla monta ympäristöä (nodea), joihin loppukäyttäjät pääsevät kirjautumaan sisään (**Kuva 15.**). Nämä ympäristöt on virtualisoitu niin, että käyttäjä pääsee kirjautumaan kyseiseen ympäristöön käytännössä mistä tahansa. Kirjautumisiin voidaan tehdä erilaisia rajoituksia. Ympäristöön pääsy voidaan esimerkiksi rajata jonkin tietyn yrityksen sisäverkkoon. Mikäli johonkin ympäristöön halutaan tehdä päivitystä tai huoltoa, niin käyttäjät voidaan manuaalisesti siirtää muualle. /15/



Kuva 16. Hyper-V:n kuorman tasaus

5.6 Hyper-V:n luominen

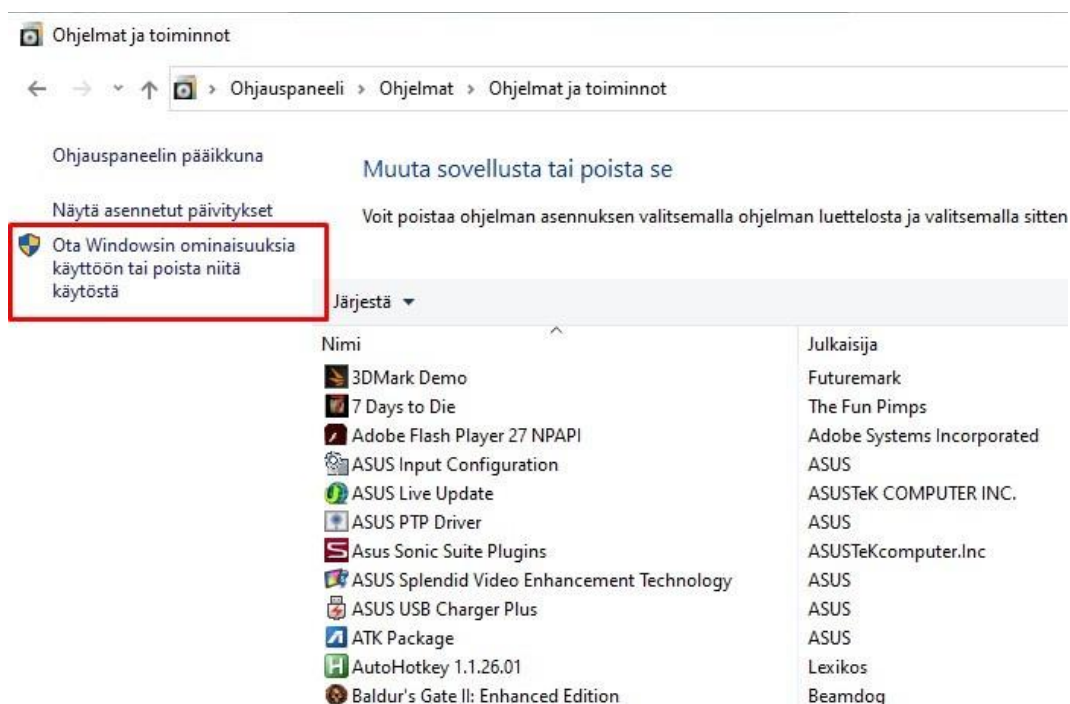
Ennen Hyper-V:n asentamista on hyvä tarkistaa, että kone täyttää asentamiseen tarvittavat minimivaatimukset (Kuva 16.). /16/



Kuva 17. *Yhteensopivuus*

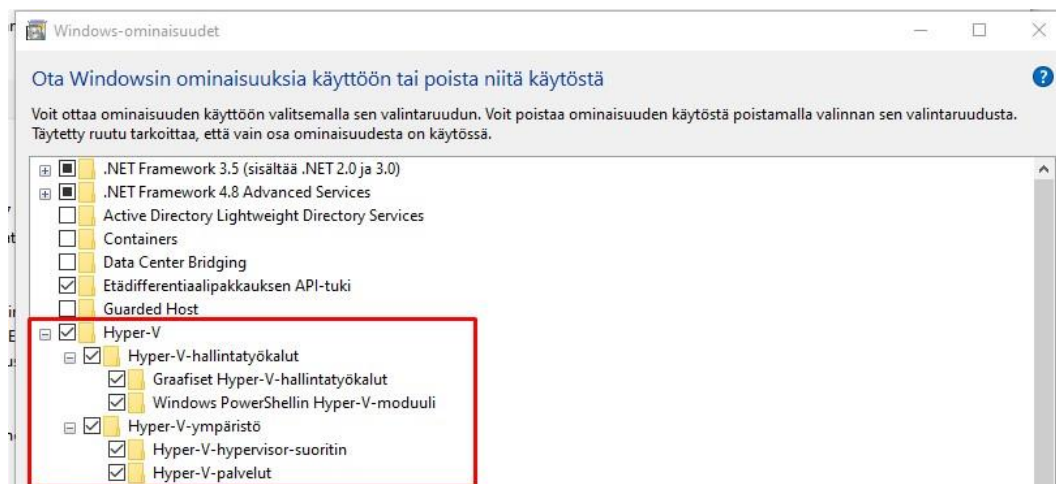
5.7 Ominaisuuden käyttöönotto ohjauspaneelistä

Kun yhteensopivuus on varmistettu, voidaan Hyper-V lisätä Windowsiin Ohjauspaneelin Lisää ominaisuuksia -valikon kautta. Windows-ympäristöissä Ohjauspaneeli löytyy Haku-toiminnon kautta tai Käynnistä-valikon alla olevasta Windows Järjestelmä -alavalikon takaa (**Kuva 17.**) /17/



Kuva 18. Ohjauspaneelista valitaan, mitä ominaisuuksia otetaan käyttöön

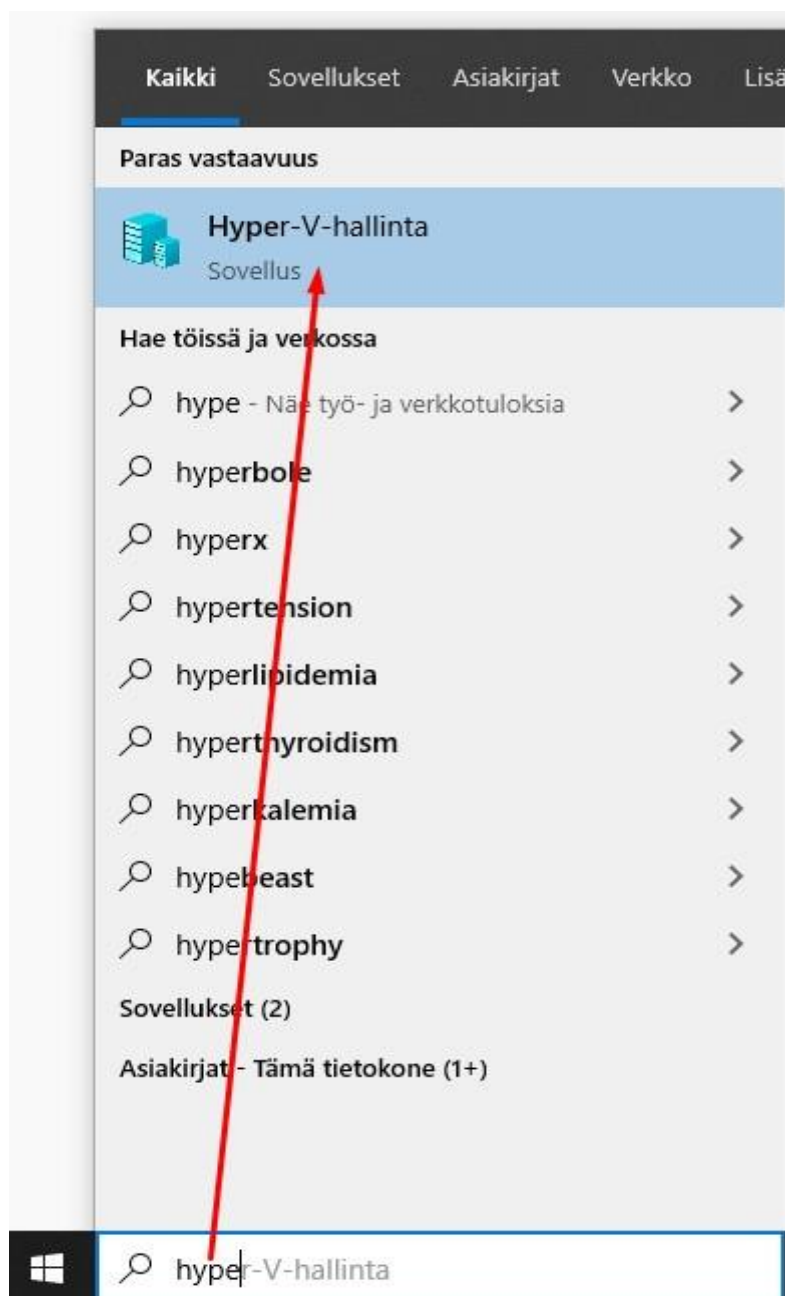
Kaikki Hyper-V:tä koskevat valinnat otetaan käyttöön (**Kuva 18.**). Ominaisuuksien voimaan tuleminen edellyttää koneen uudelleenkäynnistämistä.



Kuva 19. Hyper-V ominaisuuksien valinta

5.7.1 Virtuaalikoneen lisääminen

Kun tietokone on uudelleenkäynnistetty, niin Hyper-V löytyy Windowsin ohjelmista hakemalla tai vaihtoehtoisesti Käynnistä-valikon alla olevasta Windowsin Valvontatyökalujen alta **(Kuva 19.)** /18/.



Kuva 20. Hyper-V-ohjelman näkyminen tietokoneella

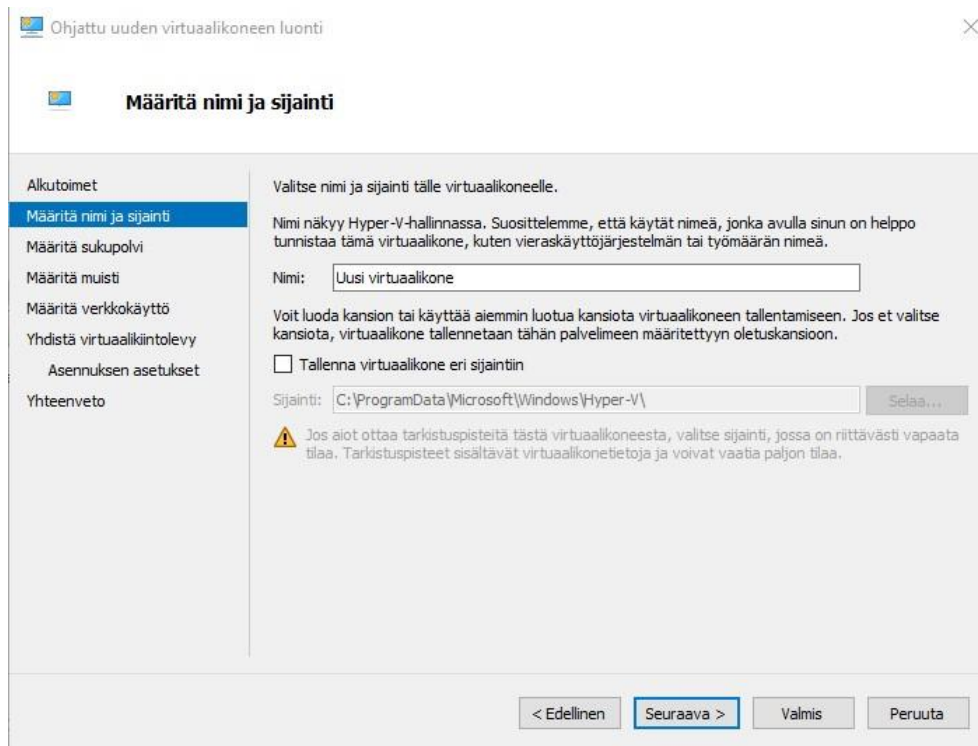
Hyper-V:n Hallintapaneelistä voidaan lisätä uusi virtuaalikone ja tehdä määrittelyt ohjatun asennuspalvelun avulla. Tästä valikosta voidaan myös myöhemmin tehdä levytiloja koskevia muutoksia ja tarkistuksia (**Kuva 20.**).



Kuva 21. *Virtuaalikoneen lisääminen*

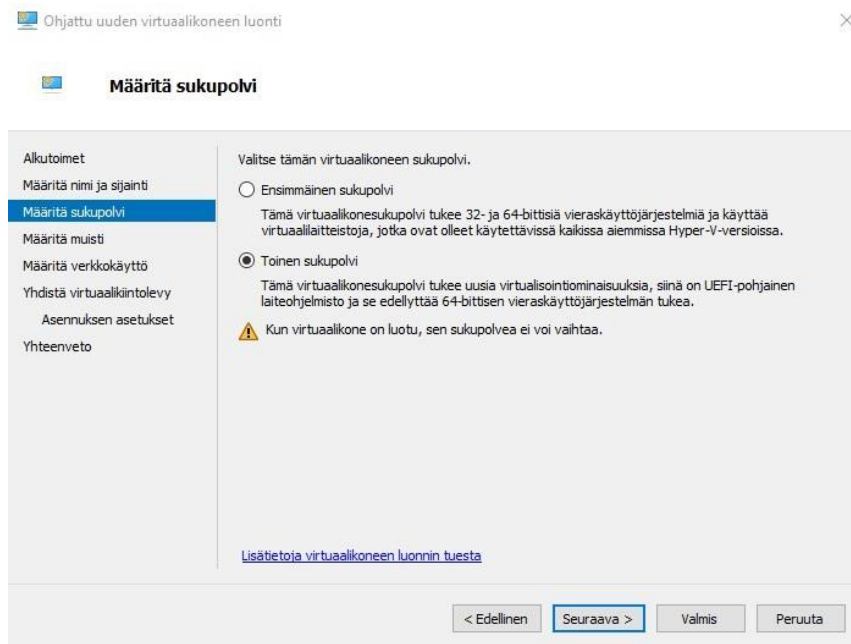
5.8 Hyper-V:n ohjattu asennus

Kun Hyper-V:n Hallintapaneelistä aloitetaan uuden virtuaalikoneen määrittely ohjatun asennuspalvelun avulla, valitaan ensin Uusi, ja avautuvasta valikosta Virtuaalikone (**Kuva 21.**). Sille on hyvä antaa kuvaava nimi. Ennen ensimmäisen ympäristön nimeämistä on suositeltavaa, että nimessä esimerkiksi viitataan palvelimeen, loppukäyttäjien yritykseen tai mahdollisesti molempiin. Tästä on myöhemmin hyötyä esimerkiksi häiriötilanteiden selvittämisessä.



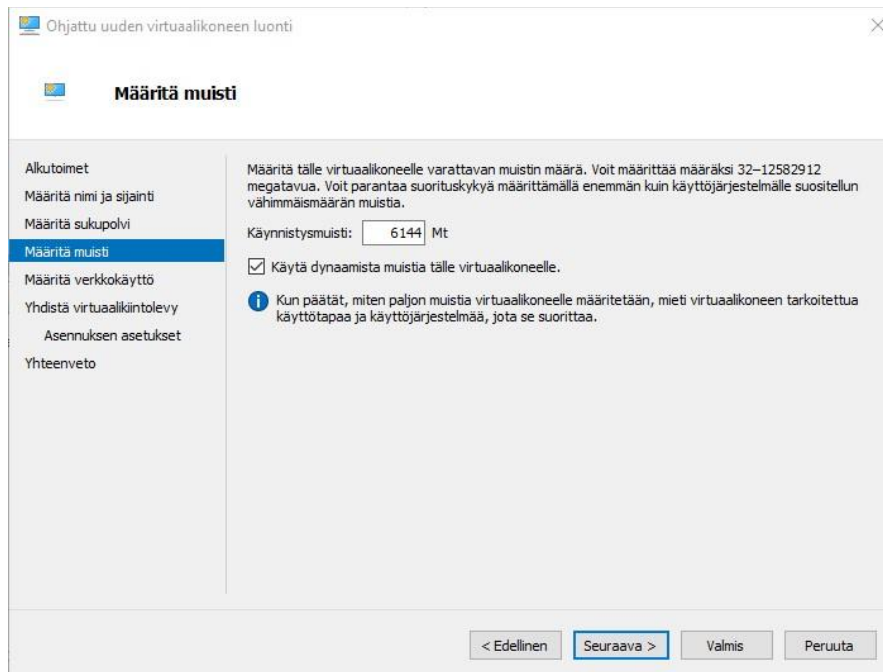
Kuva 22. *Virtuaalikoneen nimeäminen*

Määritä sukupolvi -kohdassa valitaan "Toinen sukupolvi", koska siinä on UEFI-pohjaisen laitteisto-ohjelmiston tuki (**Kuva 22.**). Lyhenne UEFI muodostuu sanoista Unified Extensible Firmware Interface. UEFI toimii rajapintana laitteiston oman ohjelmiston ja käyttöjärjestelmän välillä. UEFI on tehty korvaamaan aikaisemmin käytössä ollutta BIOS-järjestelmää. /19/



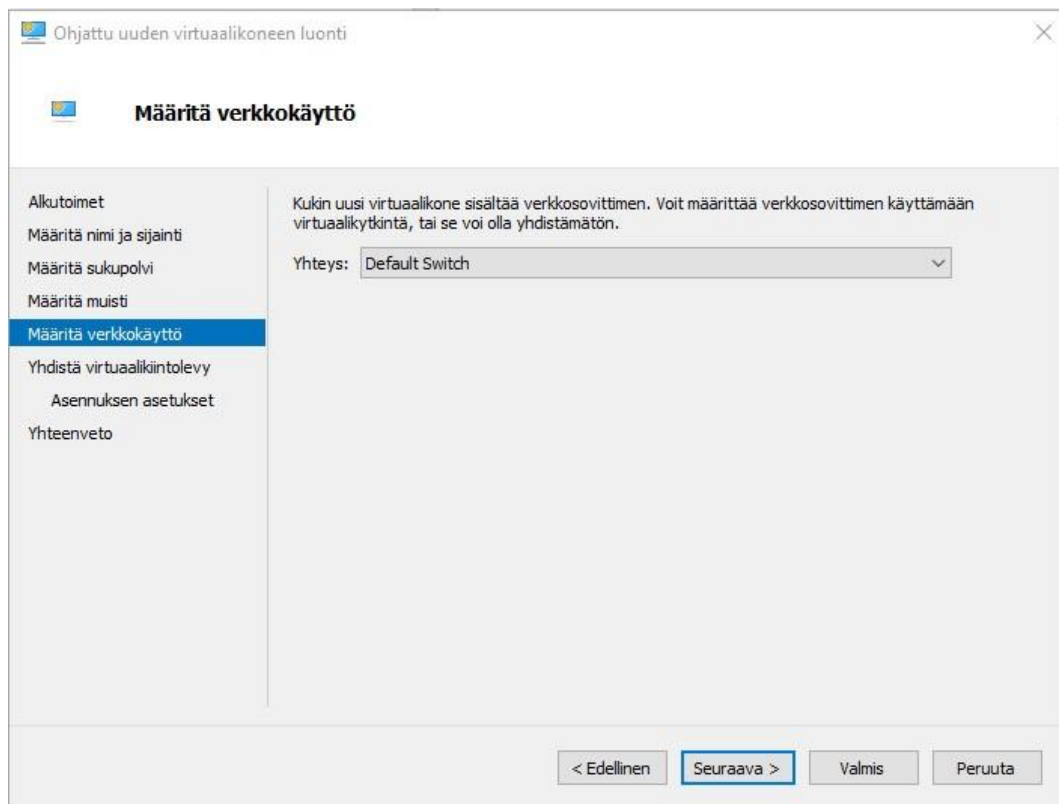
Kuva 23. Sukupolven valinta

Määritä muisti -kohdassa jätetään oletuksena oleva ruksi päälle, jotta muistia voidaan kasvattaa myöhemmin tarpeen vaatiessa. Muistin määrää valittaessa on hyvä ottaa huomioon, millaiseen käyttöön kyseinen ympäristö tulee. Tähän on kuitenkin hyvä varata riittävästi käynnistysmuistia, ettei koko muistikapasiteetti ole käytössä heti, kun Windows käynnistyy (**Kuva 23.**).



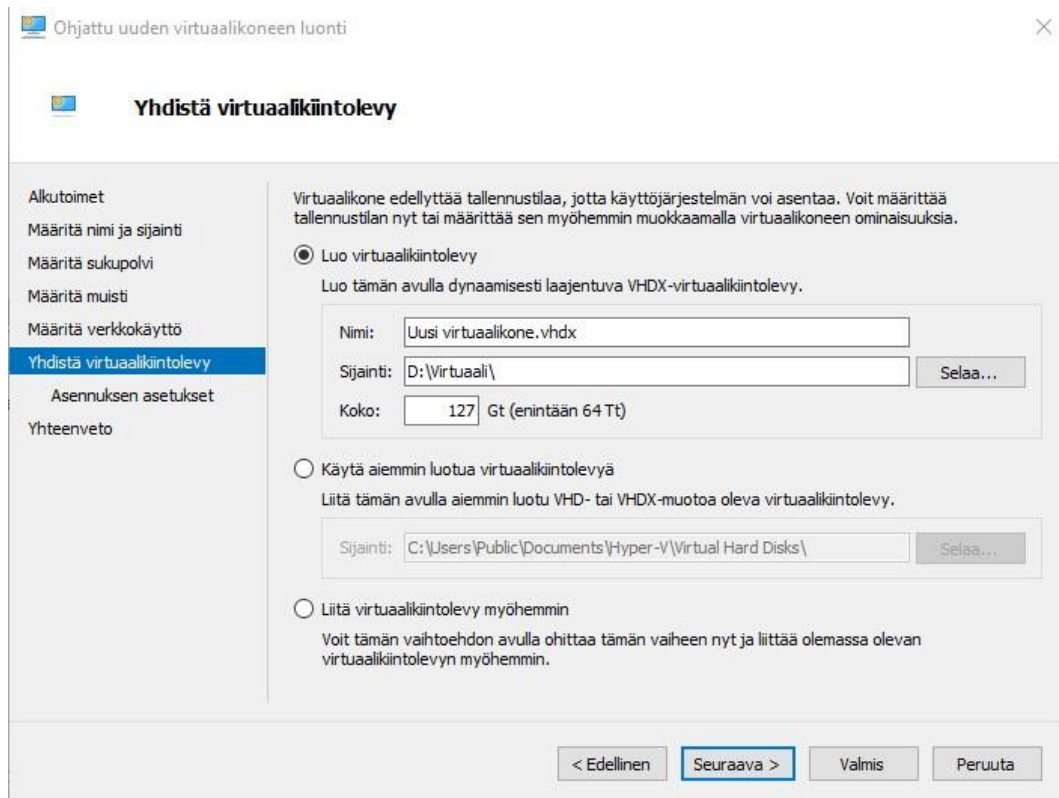
Kuva 24. Muistin määrittäminen

Seuraavaksi valitaan mitä verkkosovitinta käytetään oletuksena. Tämän annetaan olla oletuskytkin (Default Switch) **(Kuva 24.)**. Tässä tehdyssä asennuksessa niitä ei tarvitse erikseen määrittää, mutta vaihtoehtoisesti verkkosovitin voitaisiin manuaalisesti määrittää esimerkiksi tiettyyn IP-osoitteeseen.



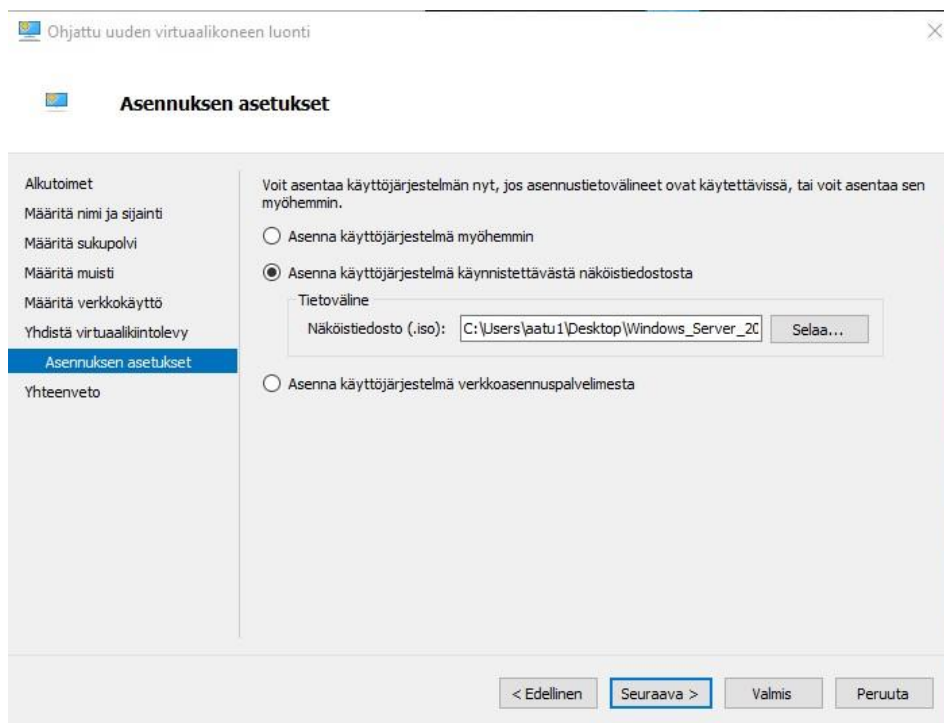
Kuva 25. Verkkosovittimen valinta

Seuraavaksi valittavana on virtuaalilevyn sijainti ja sille varattava koko. Koko voidaan myöhemmin lisätä tarvittaessa lisää, mutta tässä Hyper-V asennusvaiheessa käytetään oletuksena annettua osuutta (**Kuva 25.**). Tähän on hyvä valita vähintään 50 gigatavua, koska normaali Windows-asennus vie tilaa noin 30 gigatavua. Käyttöjärjestelmän lisäksi on myös käyttäjälle varattava levytilaa.



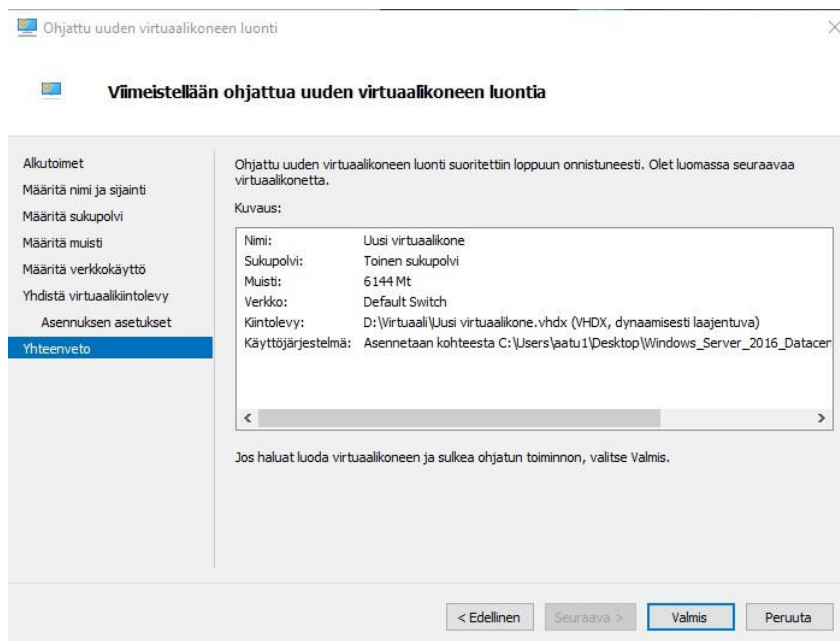
Kuva 26. Virtuaalikiintolevyn määrittelyt

Virtuaalikiintolevyn määrittelyjen jälkeen voi valita halutun näköistiedoston (**Kuva 26.**). Valmiissa näköistiedostossa voi olla esimerkiksi määritettyjä joitain Windowsin asetuksia tai asennettuna tiettyjä ohjelmia valmiiksi. Näköistiedostoa on myös hyvä pitää ajan tasalla, jotta siinä on mukana uusimmat Windows-päivitykset. Jokaisen ympäristön asentamisen yhteydessä voidaan säästää aikaa, kun ei tarvitse päivittää Windowsia aina ympäristön asennuksen jälkeen.



Kuva 27. *Näköistiedoston valinta*

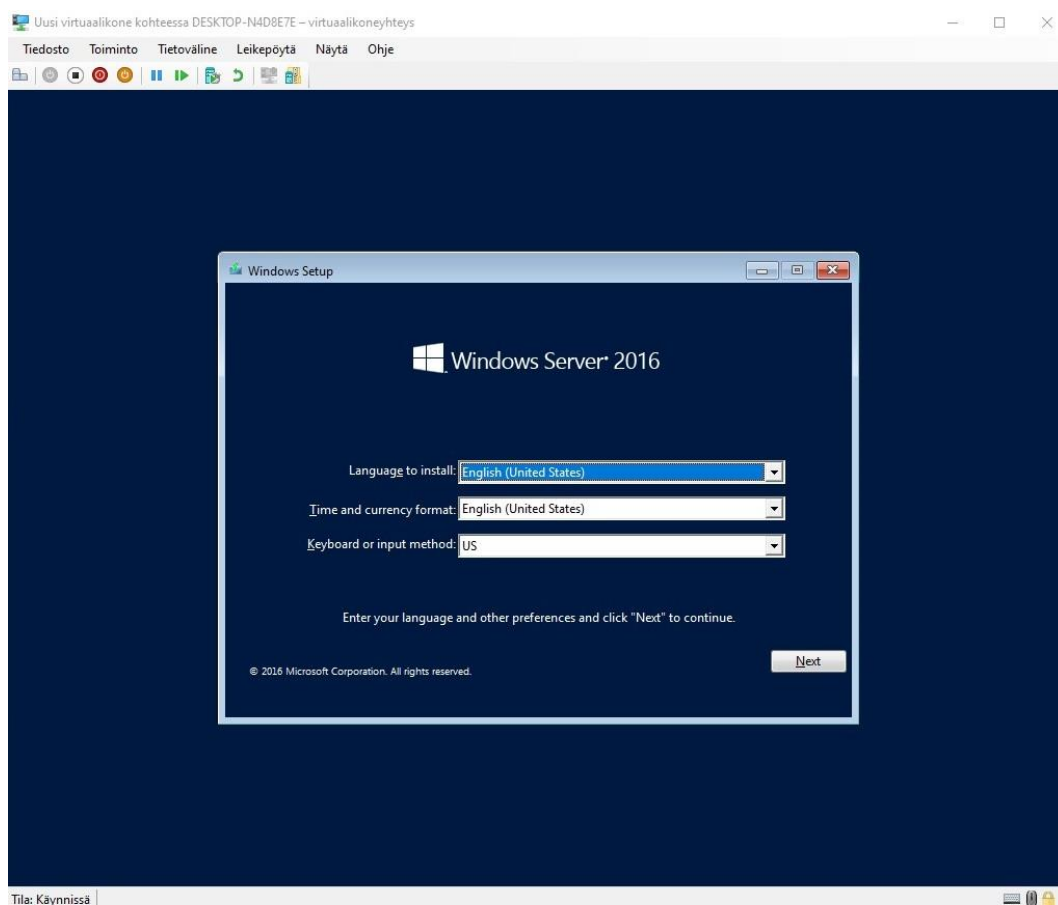
Asennuksen yhteenvedossa näkyy aikaisemmin tehdyt valinnat. Tässä vaiheessa voidaan vielä mennä asetuksissa taaksepäin ja muuttaa niitä ennen asennuksen päättämistä (**Kuva 27.**).



Kuva 28. Yhteenveto-ikkuna

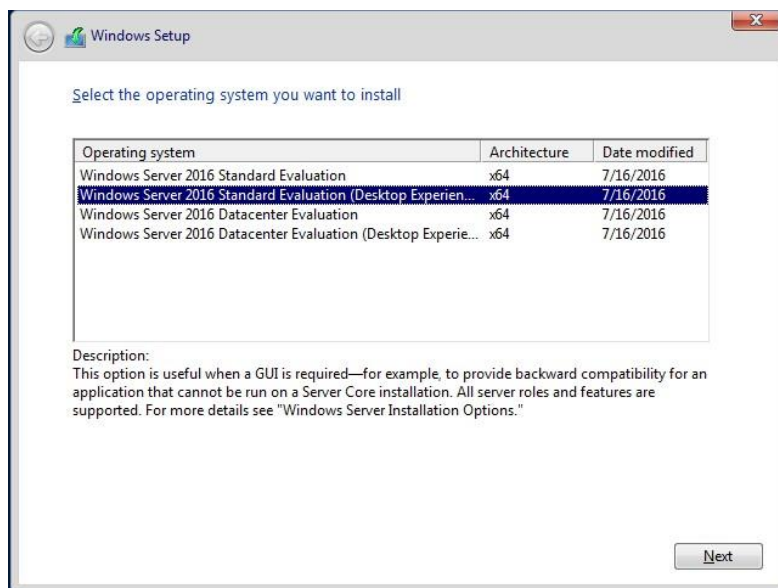
5.9 Virtuaalikoneen määrittäminen

Kun uusi virtuaalikone avataan ensimmäisen kerran, voidaan aloittaa määrittelemällä näköistiedoston mukana tullut Windows ja sen asetukset. Mikäli näköistiedostossa tiedot olisivat olleet jo määriteltynä, ei Windowsin määrittelyä tarvitsisi uudelleen tehdä. Windowsin käyttökieleksi valitaan englanti, mutta aika- ja näppäimistö-asetukset pitää vaihtaa Suomessa käytettyihin vaihtoehtoihin (**Kuva 28.**).



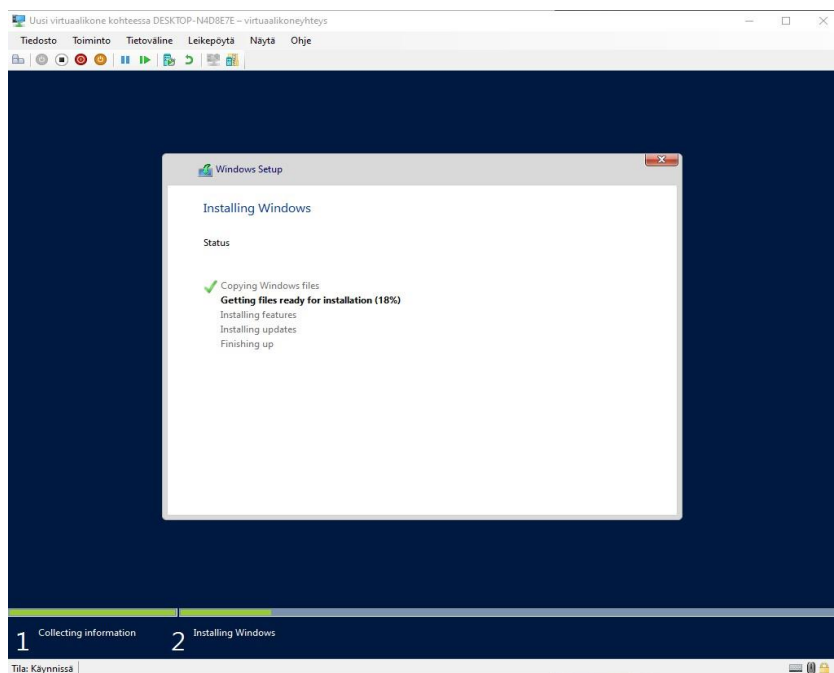
Kuva 29. Windowsin määrittely

Windowsin versioksi valitaan Windows Server 2016 Standard Evaluation -versio (**Kuva 29.**). Valittavana on myös muita versioita, mutta tässä tapauksessa valitsemme tämän kyseisen version. Kyseessä on Windowsista puhdas julkaisuversio, jossa ei ole mukana mitään päivityksiä, joten Windowsiin päästyä, täytyy ensimmäisenä tehdä useamman vuoden päivitykset, jotta tietoturva saadaan ajan tasalle.



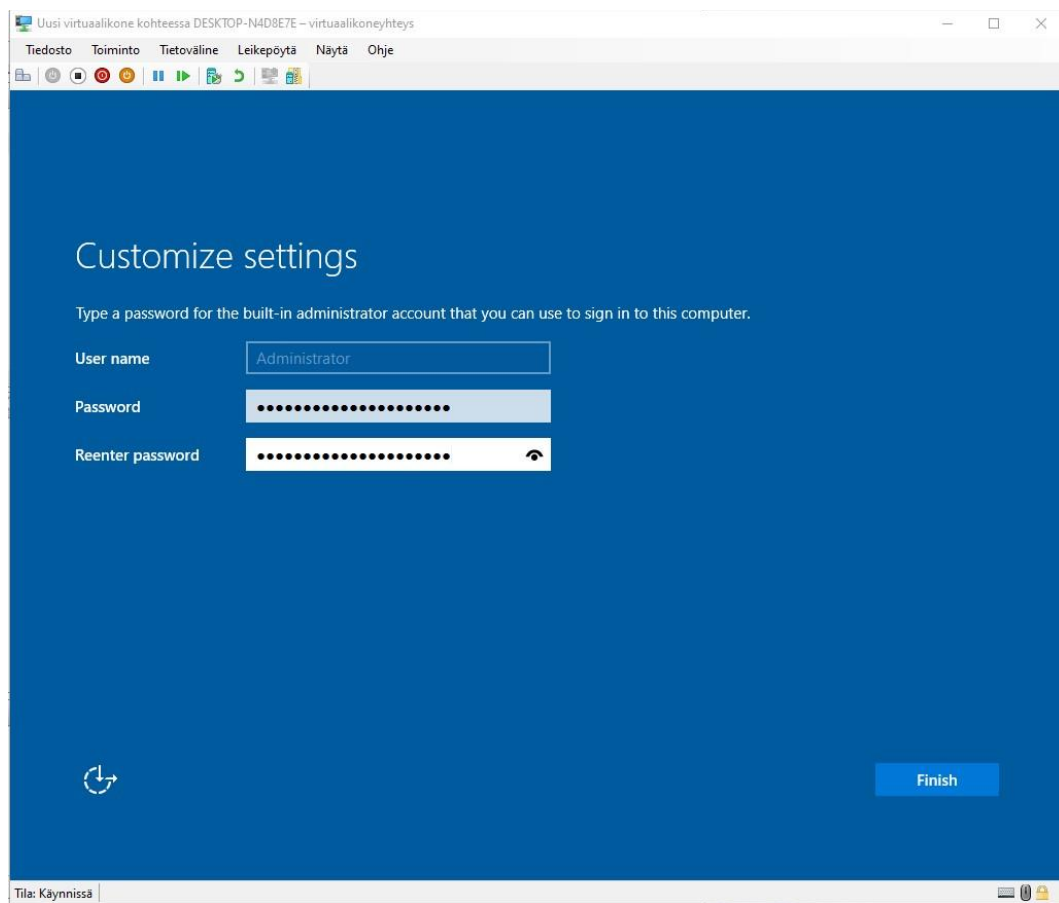
Kuva 30. *Windows-version valinta.*

Windows-version valinnan jälkeen asennus pyytää valitsemaan sijaintia, mihin asennus tehdään. Oletuksena tähän tulee aikaisemmin määritelty levysijainti. Kaikkea aikaisemmin määritettyä levytilaa ei ole välttämätön ottaa heti käyttöön. Tässä kohdassa voidaan myös varattua tilaa jakaa pienempiin osiin (**Kuva 30.**).



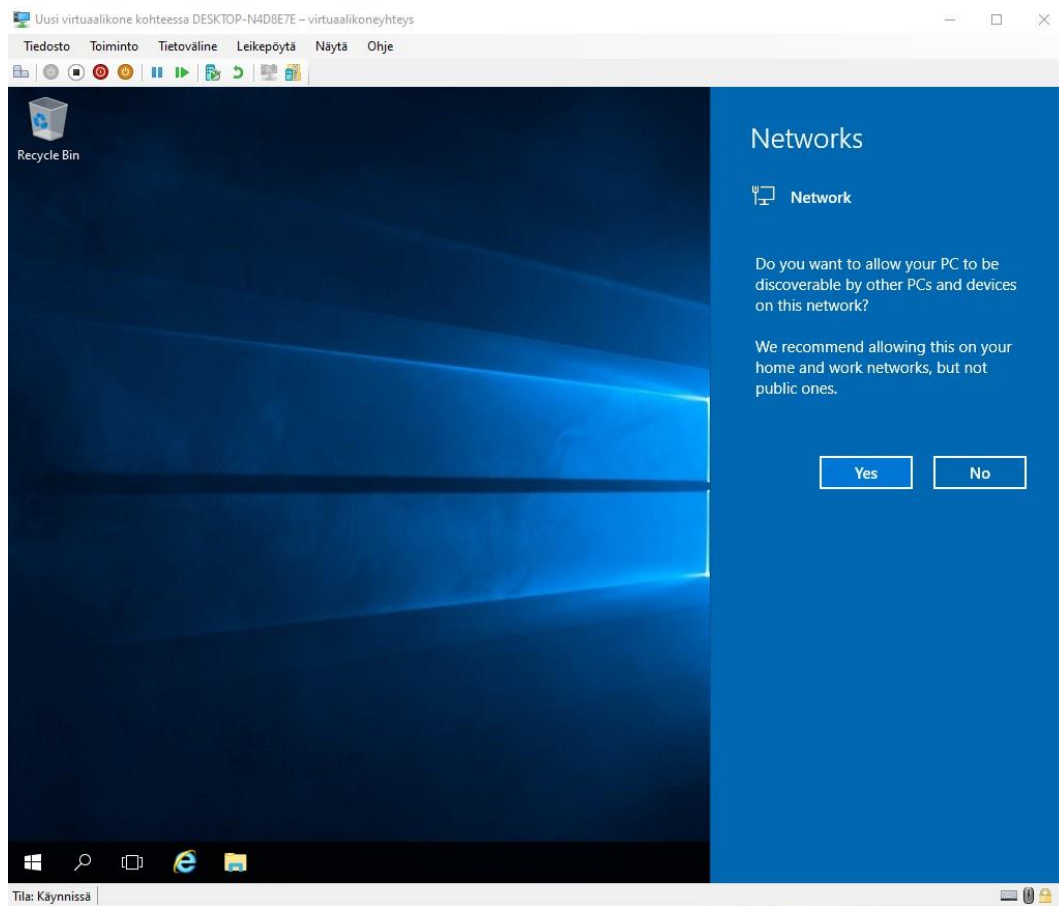
Kuva 31. *Asennuksen valmistuminen*

Windows tekee asennuksen ja käynnistää ympäristön uudelleen asennuksen jälkeen. Seuraavaksi määritellään järjestelmänvalvojan salasana. Yrityksen sisäisesti suositellun järjestelmänvalvoja-tasoisien salasanan pituus on 18 merkkiä. Tässä käytetty salasana on 21 merkkiä pitkä **(Kuva 31.)**.



Kuva 32. Salasanan määrittäminen

Salasanan määrittämisen jälkeen Windows käynnistyy työpöydälle ja verkkoyhteys löytyy automaattisesti ilman mitään toimenpiteitä **(Kuva 32.)**. Uusi Windows-ympäristö käynnistyy nopeasti, koska asennettuna ei ole vielä mitään ohjelmia, jotka hidastaisivat käynnistystä.



Kuva 33. Verkon muodostaminen

Verkkoyhteyden muodostamisen jälkeen tavataan tehdä yhteystestejä ulkoverkkoon, tämän asennuksen kohdalla esimerkiksi saatiin asetuksiltaan muuttamattoman Windows Serverin tiukista verkkoasetuksista huomautus (**Kuva 33.**). Esimerkiksi nämä määrittäykset olisi voitu näköistiedostoon jo määrittää valmiiksi, ettei ilmoitusta tule jokaisen uuden verkkosivun avaamisen yhteydessä.



Kuva 34. *Yhteys ulkoverkkoon*

Kun ympäristöön on kirjaututtu, voidaan aloittaa asentamaan Windowsin päivityksiä ja muita tarkempia määrittelyjä, että loppukäyttäjät pääsevät kirjautumaan ympäristöön.

6 TESTAAMINEN

Ennen varsinaisen siirron aloittamista tehtiin testejä, joilla varmistettiin, että vanhalle palvelimelle tallennetut tiedot synkronoituvat Helsingissä sijaitsevaan konesaliin ilman ongelmia. Testasimme myös, että tiedostojen poistaminen toimii ja muutokset näkyvät molemmissa ympäristöissä normaalisti. Mittasimme myös tähän kulunutta aikaa, jonka avulla pystyimme tekemään arvion kauanko tietojen siirtoon, tulee kulumaan aikaa.

6.1 Datat siirtäminen

Kuluttajien käyttämien verkkoyhteyksien nopeudet ovat nopeutuneet moninkertaisesti viimeisen 30 vuoden aikana. Siitä huolimatta tänäkin päivänä kuluttajille tarjotut nopeimmat yhteydet ovat vielä todella kaukana valtioiden ja isojen yritysten käyttämistä nopeista valokuituyhteyksistä. Saimme siirron ajaksi nostettua käyttämämme verkkoyhteyden 1 Gbit/s nopeuden kymmenenkertaiseksi. Tämä jakaa siirtoon käytetyn ajan lähes kymmenesosaan. Koko kaistaa ei siirron aikana kuitenkaan saatu hyödynnettyä. Levypakkojen synkronoimisessa uuden iSCSI-pakan välillä meni useampi päivä. Synkronoimisessa käytetyn ohjelmiston avulla voitiin jakaa yhteyden nopeus useamman iSCSI-pakan välillä. Nopeus rajoitettiin 5Gbit/s tasolle, näin varmistettiin kaistan riittäminen myös muulle liikenteelle. Kun tiedot oli saatu synkronoitua, voitiin liikenne ohjata suoraan uuteen konesaliin Helsinkiin. Kun kaikki näytti toimivan oikein, voitiin vanhassa konesalissa olevaa ympäristöä alkaa pakata siirtoa varten. Laitteet siirrettiin pakettiautolla Turusta Helsinkiin ja ne asennettiin fyysisesti samaan tilaan, missä väliaikainen ympäristö myös sijaitsee. Tämän jälkeen aloitettiin uudelleen synkronointi ja vaihdettiin data liikkumaan alkuperäiseen ympäristöön.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Siirto saatiin tehtyä ja tästä tuli loppukäyttäjälle viikonlopun mittainen käyttökatos. Käyttäjät pääsivät kirjautumaan vanhoista kuvakkeistaan ohjelmiin sisään, eikä suurempia säätöjä tarvinnut tehdä. Alussa käyttäjät raportoivat palvelun käytössä ilmenevästä satunnaisesta pätkimisestä ja kuormantasaus-ongelmasta. Tämä ongelma saatiin korjattua käynnistämällä palvelimet uudelleen. Konesalin vaihdoin jälkeen huomasimme odotetusti, että tiedostojen siirtonopeudet nousivat. Loppukäyttäjälle tämä näkyi ohjelman kokonaisvaltaisella ohjelmiston nopeutumisella. Etenkin suurempien raporttien ja raskaampien kyselyiden tekemiset eivät jääneet enää tietokantapalvelimelta tulevaan aikakatkaisuvirheeseen. Myös satunnaiset yhteyden katkeamiset saatiin lähes kokonaan korjattua siirron myötä.

Projektin kokonaistyömäärää on hankala arvioida, mutta kaikki projektin vaiheet mukaan lukien työhön kului useita tuhansia tunteja. Näillä muutoksilla saavutettiin kuitenkin huomattavia parannuksia niin nopeuksiin, vikasietoisuuksiin kuin mahdollisiin tulevaisuuden kapasiteetin laajennuksiinkin. Projektissa tehtiin myös paljon sellaista, joka olisi pitänyt tehdä joka tapauksessa myös vanhassa konesalissa. Kokonaisuutena siirto onnistui hyvin ilman suurempia ongelmia. Projektin kokonaisaikataulu oli suhteellisen pitkä, mutta kun saimme sijainnin ja lainalaitteet varmistettua, niin suunnittelu ja siirto tehtiin noin puolessa vuodessa. Tämä on Lemonsoftin ympäristöjen niin sanottu viimeinen sijainti ainakin tällä hetkellä. Ettei toista siirtoa olla tekemässä ainakaan useampaan vuoteen, mutta mikäli siirrolle tulee jossain vaiheessa tarvetta, niin olemassa olevaa dokumentaatiota voidaan siinä käyttää hyödyksi.

LÄHTEET

/1/ Digia. (2020, September 8). *Mikä on ERP-järjestelmä?* ite wiki. Viitattu 26.03.21 <https://www.itewiki.fi/p/mika-on-erp-jarjestelma>

/2/ Lemonsoft - Toiminnanohjausjärjestelmä muuttuviin tarpeisiin. (2020, September 23). Viitattu 24.03.2021 Lemonsoft. <https://www.lemonsoft.fi/>

/3/ PK-RH riskienhallinta - Nelikenttäanalyysi - SWOT. Suomen Riskienhallintayhdistys. Viitattu 26.03.2021 <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>

/4/ Keskimääräinen omakotitalo... Pientaloteollisuus PTT ry. Viitattu 24.03.2021 <https://www.pientaloteollisuus.fi/fin/rakentajalle/keskimaarainen-omakotitalo/>

/5/ Tier Classification System. Uptime Institute. Viitattu 24.03.2021

<https://uptimeinstitute.com/tiers>

/6/ Vaasan sähkö. (2021, March 8). *Sähkönkulutus*. Viitattu 24.03.2021 <https://www.vaasansahko.fi/energianeuvonta/kodin-sahkonkulutus-mista-se-muodostuu/>

/7/ ISO. (2020, October 17). Wikipedia. Viitattu 24.03.2021 <https://fi.wikipedia.org/wiki/ISO>

/8/ ISO 14000 Ympäristöjohtamisen standardisarja. (2020, December 7). SFS. Viitattu 24.03.2021 <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-14000-ymparistojohtamisen-standardisarja/>

/9/ *Energiatehokkuusjärjestelmät ETJ ja ETJ+*. Motiva. Viitattu 24.03.2021 https://www.motiva.fi/yritykset/energiatehokkuuden_johtaminen/energiatehokkuusjarjestelmat_etj_ja_etj

/10/ *ISO 45001 auttaa hallitse Työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä ISO 45001:2018maan työterveyteen ja -turvallisuuteen liittyviä riskejä ja vaaroja*. Viitattu 26.03.2021 Työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä ISO 45001. <https://www.iso45001.fi/>

/11/ *Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001 | Pro Laadunhallinta*. Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001. Viitattu 24.03.2021 <https://www.iso9001.fi/>

/12/ Takala, T. T. (2015). *Katakri 2015*. Www.Defmin.Fi. Viitattu 26.03.2021 https://www.defmin.fi/files/3165/Katakri_2015_Tietoturvallisuuden_auditointityokalu_viranomaisille.pdf

/13/ *Mikä on PCI DSS*. (2019, November 13). Bambora. Viitattu 26.03.2021
<https://www.bambora.com/fi/fi/artikkelit/mika-on-pci-dss/>

/14/ iSCSI Wikipedia Viitattu 24.03.2021 <https://en.wikipedia.org/wiki/ISCSI>

/15/ Bose, M. B. (2018, August 31). *Hyper-V Virtual Machine Load Balancing*. Viitattu 24.03.2021
<https://www.nakivo.com/blog/hyper-v-virtual-machine-load-balancing/>

/16/ *Windows 10 Hyper-V System Requirements*. (2016, May 2). Microsoft Docs. Viitattu 24.03.2021 <https://docs.microsoft.com/en-us/virtualization/hyper-v-on-windows/reference/hyper-v-requirements>

/17/ *Enable Hyper-V on Windows 10*. (2019, February 15). Microsoft Docs. Viitattu 24.03.2021 <https://docs.microsoft.com/en-us/virtualization/hyper-v-on-windows/quick-start/enable-hyper-v>

/18/ *Create a Virtual Machine with Hyper-V*. (2018, April 7). Microsoft Docs. Viitattu 24.03.2021 <https://docs.microsoft.com/en-us/virtualization/hyper-v-on-windows/quick-start/quick-create-virtual-machine#windows-10-creators-update-windows-10-version-1703>

/19/ Wikipedia-projektin osanottajat. *UEFI*. Wikipedia. Viitattu 27.03.2021
<https://fi.wikipedia.org/wiki/UEFI>