

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma

Jouni Nevalainen

TYÖASEMIEN MUUTTAMINEN LINUX-KEVYTPÄÄTTEIKSI
OUNEVA GROUPISSA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2013
Tietotekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Jouni Nevalainen

Nimeke
Työasemien muuttaminen Linux-kevytpäätteiksi Ouneva Groupissa

Toimeksiantaja
Ouneva Group

Tiivistelmä

Työpöytävirtualisointi on oikein toteutettuna tehokas keino säästää tietotekniikan ylläpito- ja laitekustannuksissa. Palvelimilla suoritettavat ohjelmat hyödyntävät laitteistoresursseja tehokkaasti ja työasemina voidaan käyttää iäkkäitäkin tietokoneita.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin mahdollisuutta muuttaa tehdasympäristössä Windows XP -työasemat Linux-pohjaisiksi MS Remote Desktop Services -päätteiksi. Muutoksen tuli olla käyttäjille huomaamaton. Tärkeimpänä tavoitteena oli vähentää työasemien ylläpitoon kuluva aikaa. Tätä varten päätejärjestelmässä oli oltava mahdollisuus hallita työasemien asetuksia keskitetysti. Eri toteutustapoja arvioitiin näitä vaatimuksia vasten ja rakennettiin vaatimukset täyttävä päätejärjestelmä.

Kutakin päätejärjestelmää testattiin ensin virtuaalisesti. Näin pyrittiin löytämään ja ratkaisemaan mahdolliset ongelmat ennen varsinaista koekäyttöä. Tehtaassa tapahtunutta koekäyttöä varten perustettiin tarpeelliset palvelimet ja otettiin päätejärjestelmät käyttöön yhdessä tai useammassa työasemassa. Saatujen kokemusten perusteella arvioitiin järjestelmien käyttökelpoisuutta.

Työn lopputuloksena syntyi ohutpääteratkaisu, jossa on ylläpidolle työkalut päätteiden täydelliseen hallintaan. Käyttöjärjestelmän muutos ei vaikuta käyttäjäkokemukseen työasemissa.

Kieli
suomi

Sivuja 35
Liitteet 3
Liitesivumäärä 5

Asiasanat
etäkäyttö, palvelimet, päätteet, työasemat



THESIS
April 2013
**Degree Programme in Information
Technology**

Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author(s)
Jouni Nevalainen

Title
Converting Workstations to Linux Thin Clients in Ouneva Group

Commissioned by
Ouneva Group

Abstract

Desktop virtualization can be an efficient means to lower maintenance and hardware costs in enterprise environments. Applications running in servers utilize available resources effectively and workstation hardware needs to be upgraded less frequently.

This study analyses the use of Linux thin clients as remote desktop clients in industrial environment. Existing Windows XP workstations were to be converted to thin clients. The main objective was to reduce the time consumed in the administration of the workstations. Therefore, a measure of centrally managed client settings was required. Moreover, Linux thin client operating system was supposed to be invisible to the user.

First, each thin client system was tested in a virtualized environment with a view to resolving arising issues prior to test runs in real environment. Then thin client servers were established in a production plant. For each thin client system, one or more workstations were converted to thin client and released to use by workers. Finally, the feasibility of systems was evaluated based on empirical experience of users and administrators.

This study proves that the initial goals can be achieved by the use of Linux thin clients. As a result, a working thin client system with necessary administrative tools is ready for deployment.

Language
Finnish

Pages 35
Appendices 3
Pages of Appendices 5

Keywords
remote computing, servers, terminals, workstations

Sisältö

1	Johdanto.....	6
1.1	Tavoitteet.....	6
1.2	Menetelmät.....	7
1.3	Toimeksiantaja.....	7
2	Työpöytävirtualisointi.....	8
2.1	Remote Desktop Services.....	9
2.1.1	RDP.....	10
2.1.2	RDS Ouneva Groupissa.....	11
2.2	Thin client ja fat client.....	11
3	Linux terminaalikäytössä.....	12
3.1	Asiakasohjelmat Linuxissa.....	13
3.2	Linuxin verkkokäynnistys.....	14
3.3	TFTP-palvelin.....	16
3.4	Linux ja DNS.....	17
4	Toteutusvaihtoehdot.....	18
4.1	Olemassa oleva Linux-proto.....	18
4.2	TinyCore Linuxin paikallinen asennus.....	19
4.3	ThinStationin verkkokäynnistys.....	20
4.3.1	ThinStationin konfiguraatitiedostot.....	22
4.3.2	ThinStationin hallinta.....	23
4.4	LTSP.....	25
4.5	OpenThinClient.....	26
4.6	Olemassa oleva Windows.....	28
5	Linuksoinnin esteet ja haasteet.....	28
6	Tulokset ja järjestelmän valinta.....	30
7	Pohdinta.....	31
	Lähteet.....	33

Liitteet

Liite 1	TinyCoren konfiguraatitiedostot
Liite 2	Esimerkkejä ThinStationin konfiguraatitiedostoista
Liite 3	Esimerkki LTSP:n lts.conf-tiedostosta

Lyhenteet ja termit

Active Directory (AD)	Aktiivihakemisto. MS Windows -toimialueen hakemistopalvelu.
Blade PC	korttikehikkoon asennettu, etäkäytettävä PC-moduuli
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. IP-osoitteiden jakeluun käytettävä protokolla.
DNS	Domain Name System
FTP	File Transfer Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network. Lankapuhelinverkon digitaalinen tiedonsiirtoteknologia.
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector
NBD	Network Block Device
NFS	Network File System
NLA	Network Level Authentication. Verkkotason todennus.
PHP	PHP: Hypertext Processor. Web-palvelinympäristössä käytettävä ohjelmointikieli.
PXE	Preboot eXecution Environment. Verkkokäynnistysjärjestelmä.
RDP	Remote Desktop Protocol
RemoteApp	Microsoftin RDP-protokollan avulla käytettävä yksittäinen sovellus
Roaming profile	Siirtyvä käyttäjäprofiili
SSH	Secure Shell
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TLS	Transport Layer Security (aiemmin SSL). Salausprotokolla.
UDP	User Datagram Protocol
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VNC	Virtual Network Computing. Graafinen etäyhteysjärjestelmä.
VPN	Virtual Private Network
WDS	Windows Deployment Services

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä pohdin vaihtoehtoja Ouneva Groupin tuotannon työasemien ylläpidon helpottamiseen ja vanhojen laitteiden käyttöiän jatkamiseen työpöytävirtualisoinnin ja Linuxin avulla. Nämä työasemat ovat mm. tuotantotiimien käytössä tehdasympäristössä ja useimmissa on käyttöjärjestelmänä Windows XP, jonka tuki loppuu huhtikuussa 2014 [1]. Koneilla käytettävä ohjelmistovalikoima on melko suppea, tärkeimpänä toiminnanohjausjärjestelmä Visma L7. L7 vaatii hyvin nopean verkon asiakkaan ja tietokannan välille, joten käyttö useassa toimipisteessä on vaikeaa. Ongelma on ratkaistu käyttämällä asiakasohjelmaa joko etätyöpöydällä¹ tai RemoteAppina², jolloin se on fyysisesti samassa palvelinlaitteistossa tietokannan kanssa. Groupissa on käytössä mm. tätä varten useita Microsoftin Remote Desktop Services (RDS) -päätepalvelimia.

Groupin yrityksissä on tuotannon käytössä työasemia n. 150 kpl. Näistä arviolta 2/3 on mahdollista virtualisoida. [2.]

1.1 Tavoitteet

Lähtökohtana työssä oli olemassa olevien laitteiden hyödyntäminen päätteinä, joilla muodostetaan yhteys olemassa oleviin päätepalvelimiin. Kyseessä oli siis työpöytävirtualisointi. Useimpiin XP-työasemiin ei ollut enää mahdollista asentaa nykyisiä Windowsin versioita, vaan etäyhteyden alustana oli suunniteltu käytettäväksi Linuxia. Linuxin käyttö ei kuitenkaan saanut näkyä käyttäjälle, vaan hänen oli voitava kirjautua suoraan etätyöpöydälle.

Ouneva Groupissa oli jo ennestään RDP-käytössä Linux-työasemia, jotka oli tehty poistamalla tavallisesta Ubuntu-asennuksesta turhia paketteja. Nämä koneet olivat olleet täysin toimivia, mutta hieman raskaita pelkkään pätekkäyttöön ja hitaita kloonata. Lisäksi ongelmana oli, että isäntänimet eivät päivittyneet DNS:ään, vaan ylläpitoa varten IP-osoitteet oli käytävä katsomassa DHCP-palvelusta.

1 Remote Desktop Services

2 Päätepalvelimelle asennettu sovellus, jota käytetään työasemassa kuten paikallista sovellusta.

Ylläpidon kannalta keskeistä oli vähentää työasemien ylläpitoon kuluva aikaa. Koneiden oli mm. oltava nopeasti vaihdettavissa laiterikon jälkeen, mikä on pitkälti mahdollista jo etätyöpöydän käyttöönoton jälkeen. Päätteiden asetusten hallinnan toivottiin onnistuvan keskitetysti, ilman tarvetta ottaa SSH-yhteyttä koneeseen. Tällaisia asetuksia ovat mm. käytettävä päätepalvelin sekä koneen nimi.

Lopputuloksena odotettiin syntyvän esimerkiksi suoraan verkosta käynnistettävä tai kloonattava työasemaratkaisu, joka on helppo ja nopea ottaa käyttöön koko Groupissa.

1.2 Menetelmät

Valitsin esimerkit erilaisista tavoista toteuttaa työasemat ja varmistin käyttökelpoisuuden sekä tein konfiguraatiot ja muutokset ensin virtuaaliympäristössä. Simuloin yrityksen verkkoa Oraclen VirtualBox-ohjelmistolla, johon asensin Linux-palvelimeksi Ubuntu Server 12.04:n, terminaalipalvelimeksi Windows Server 2003:n ja palomuuriksi pfSense³. Pyrkimyksenä oli löytää etukäteen ratkaisujen ongelmakohdat sekä arvioida toteutuskelpoisuutta ja soveltuvuutta tuotantokäyttöön.

Esitestauksen pohjalta valmistelin prototyypit paikallisesti asennettavasta ja verkosta käynnistettävästä Linux-järjestelmästä, joita kutakin testasin Jotwiren Tuupovaaran tehtaassa ennestään linuksoiduissa työasemissa. Verkkokäynnistystä varten perustin tehtaaseenkin Ubuntu Server 12.04 -palvelimen, joka toimii käynnistys-, www- ja tietokantapalvelimena. Lopuksi keräsin palautetta työasemien käyttäjiltä ja ylläpidolta.

1.3 Toimeksiantaja

Ouneva Group on vuonna 1972 perustettu perheyritys. Sen päätoimialoja ovat johdinsarjojen ja elektroniikan sekä sähköteknisten liitoskomponenttien valmistus.

Groupiin kuuluu useita yksiköitä. Kontiolahden Lehmossa sijaitseva Alsiva Oy on erikoistunut alumiinin ja sinkin painevaluun. Eswire Oü Virossa, Jotwire Oy (Tuupovaara

3 PfSense on palomuri- ja reititinkäyttöön tarkoitettu FreeBSD-jakelu. (www.pfsense.org)

ja Joensuu) sekä Jotwire India Pvt Ltd valmistavat johdinsarjoja, elektroniikkaa sekä järjestelmäkokoontia. Ouneva Oy:n kahdella tehtaalla Tuupovaarassa valmistetaan mm. sähköteknisiä liitoskomponentteja. Liittimet ovat myös Valukumpu Oy:n (Outokumpu ja Joensuu) alaa ruiskuvalun ohella. Näiden lisäksi ryhmään kuuluvat Rääkkylän Muovi oy sekä Valukumpu Russia.

2 Työpöytävirtualisointi

Työpöytävirtualisointi on yleistermi, joka voi tarkoittaa varsin erilaisia tekniikoita. Esimerkkejä ovat mm. [3, s. 416-418]

- Kiintolevytön työasema:
Käyttöjärjestelmä ja ohjelmat ladataan muistiin verkosta.
- Presentation Virtualization (esityskerroksen virtualisointi; käytetään myös nimitystä session virtualization):
Käyttäjillä on omat istuntonsa palvelinkäyttöjärjestelmän päällä. RDS on tätä tyyppiä.
- Blade PC:
Jokaisella käyttäjällä on esim. datakeskuksessa oma fyysinen, etäkäytettävä PC-moduulinsa.
- VDI (Virtual Desktop Infrastructure):
Työasemakäyttöjärjestelmä suoritetaan virtuaalikoneessa.

Levyttömän työaseman etuja ovat turvallisuus ja keskitetty ylläpito. Haittapuolena taas voidaan pitää suurta verkon kuormitusta, sillä verkko toimii tavallaan massamuistiväylänä. [3, s. 416-418.]

Presentation Virtualization -tyyppinen ratkaisu on sikäli parempi, että verkon yli siirretään vain kuva- sekä hiiri- ja näppäimistöinformaatiota [3, s. 416-418]. Koska ohjelmat suoritetaan palvelimella, ne voivat hyödyntää palvelimen työasemaa suurempia laitteisto- resursseja sekä tyyppillisesti nopeampaa verkkoyhteyttä [3, s. 315-316].

Sen paremmin levytön työasema kuin esityskerroksen virtualisointikaan ei sovellu käytettäväksi esim. silloin, kun käyttäjä tarvitsee työssään ylläpito-oikeuksia. Sovellukset saattavat myös vaatia erikoisresursseja, kuten tehokasta näytönkäsittelyä, jota etäyhteys ei pysty tarjoamaan. Lisäksi kaikki sovellukset eivät ole yhteensopivia palvelinkäyttöjärjestelmien kanssa. [3, s. 416-418.]

Blade PC -ratkaisussa keskitetään työpöytien sijaan työasemat. Näin taataan käyttäjille toisistaan eristetyt toimintaympäristöt, joten heille voidaan myöntää myös ylläpito-oikeuksia. Ylläpito helpottuu raudan osalta, mutta käyttöjärjestelmien ylläpitäminen ei eroa perinteisistä työasemista mitenkään. [3, s. 416-418.] Blade PC:n lisäksi tarvitaan toinen työasema, jolla muodostetaan esim. RDP-yhteys bladeen. Koneen ei tarvitse olla tehokas, mutta se lisää kuitenkin kustannuksia ja yhden ylläpidettävän portaan verkko-hierarkiaan.

VDI muistuttaa läheisesti palvelinten virtualisointia. Kyseessä on tavallaan Blade PC:iden virtualisointi. Jokaisessa virtuaalikoneessa on oma käyttöjärjestelmänsä ylläpidettävänä, mikä toisaalta takaa käyttäjille toisistaan eristetyt toimintaympäristöt. Tekniikan monimutkaisuus ja nopea kehitys voivat aiheuttaa ongelmia [3, s. 417-418].

Malleja voidaan soveltaa ja yhdistellä eri tavoin. Esimerkiksi etätyöpöytää (presentation virtualization) voidaan käyttää levyttömällä työasemalla. Tällaisessa tapauksessa verkosta ladattava käyttöjärjestelmä voi olla hyvin kevyt, joten se ei kuormita verkkoa liikaa.

2.1 Remote Desktop Services

Remote Desktop Services (RDS, aiemmin Terminal Services) on alunperin Citrixin kehittämä ja sittemmin Microsoftin ostama etätyöpöytätekniikka. Se oli mukana Windows-käyttöjärjestelmässä ensimmäisen kerran NT 4.0 Terminal Services Edition -versiossa. Windows Server 2000:ssa tekniikkaan lisättiin salaus ja Windows Server 2008:sta alkaen on ollut mahdollista tarjota käyttäjille myös yksittäisiä ohjelmia (RemoteApp) koko työpöydän sijaan. [3, s. 316-317.]

RDS:ssä käyttäjät ja sovellukset jakavat yhden palvelinympäristön, joten sovellusten sopevuus tällaiseen käyttöön on varmistettava. Huonossa tapauksessa esim. ohjelman kääntäminen vaikuttaa kaikkiin käyttäjiin. Ongelmia on perinteisesti ehkäisty mm. jakamalla ohjelmia eri palvelimille. Uudempi ratkaisu on virtualisoida ohjelmat (Microsoft Application Virtualization, App-V), jolloin jopa saman ohjelman eri versioita voi asentaa samalle palvelimelle. Erona RemoteAppiin on siis se, että sovellukset ovat toisistaan eristettyjä. Muita hyötyjä on mm. ohjelmien asennus ”lennossa” kirjaamalla käyttäjiä ulos ja käyttäjäkohtaisten asetusten tallentaminen niin, että ne ovat käytössä mille tahansa RDS-palvelimelle kirjauduttaessa. [4.]

Ouneva Groupissa Terminal Services otettiin käyttöön jo 1990-luvulla, kun Alsivalla Lehmossa piti pystyä käyttämään Tuupovaaraan asennettua toiminnanohjausjärjestelmää. Tuolloin siirtotienä oli kiinteä VPN-tunneli ISDN:n päällä. Muiden virtualisointitekniikoiden, mm. Citrixin, käyttöä on vuosien mittaan tutkittu, mutta syytä järjestelmän vaihtoon ei ole ilmennyt. [2.]

2.1.1 RDP

Remote Desktop Services käyttää ITU-T T.128 -standardiin perustuvaa RDP-protokollaa (Remote Desktop Protocol) [5]. Protokolla tukee 128- tai 56-bittistä RC4-salausta⁴. Versiosta 6.1 alkaen RDP on tukenut verkkotason todennusta (NLA, Network level Authentication), joka mahdollistaa käyttäjän tunnistamisen ennen istunnon aloittamista. Tämä säästää palvelinresursseja turhien kirjautumisyritysten käsittelyssä ja estää palvelunestohyökkäykset. Palvelimen varmentamiseen taas voidaan käyttää TLS:ää⁵ (Transport Layer Security). [3, s. 318].

Etätyöpöytäyhteys muodostetaan erityisellä asiakasohjelmalla, joita on saatavilla kaikille käyttöjärjestelmille. Nykyisissä Windowsin versioissa ohjelman nimi on Remote Desktop Connection. Vanhat versiot ohjelmasta ovat muuten käyttökelpoisia, mutta

4 RC4 on RSA Securityn kehittämä jonosalausmenetelmä, joka käyttää muuttuvan pituista avainta. [6.]

5 TLS (aiemmin SSL) on Netscape Communications Corporationin kehittämä, varmenteisiin perustuva TCP-yhteyksien salausprotokolla. [7.]

verkkotason todennusta ja RemoteApp:ia tuetaan vasta Windows XP:n Service Pack 3:een kuuluvasta Remote Desktop Connection 6.1:stä alkaen. [3, s. 332.]

2.1.2 RDS Ouneva Groupissa

Etätyöpöytien tärkein käyttötarkoitus on vielä nykyäänkin toiminnanohjausjärjestelmän käyttö. Ohjelmisto on raskas ja sen käyttö etätyöpöydällä on kustannustehokkaampaa kuin vanhojen työasemien uusiminen. Kokonaan etätyöpöydälle siirrettävillä käyttäjillä on käytössään lisäksi mm. LibreOffice 3.6 -toimisto-ohjelmapaketti ja Thunderbird-sähköpostiohjelma, joiden on todettu toimivan hyvin RDS-ympäristössä.

Useimmissa RDS-palvelimissa on käyttöjärjestelmänä Windows Server 2008. Lisäksi kahdessa aikanaan käytöstä poistuvassa palvelimessa käytetään vielä Server 2003:a ja uusimmassa palvelimessa Server 2012:ta. Tuotannon käyttäjien tarvitsemat ohjelmistot ovat kaikilla palvelimilla ja käyttäjät onkin jaettu palvelimille sen mukaan, missä on resursseja vapaana. Toiminnanohjausjärjestelmä on tarjolla myös RemoteAppina paikallista työpöytää käyttäville.

Etätyöpöytien käyttöön on totuttu hyvin. Suurimmaksi ongelmaksi on koettu tulostinajurien konfliktit palvelimilla (luku 5, Linuksoinnin esteet ja haasteet).

2.2 Thin client ja fat client

Thin client -tietokoneessa (kevytpäätte) suoritetaan lähinnä vain käyttöjärjestelmä ja palvelinyhteyden muodostamiseen tarvittavat sovellukset. Nämä voivat olla paikallisesti asennettuja tai verkosta ladattavia. Varsinaiset ohjelmat suoritetaan palvelimella. Fat client (paksupäätte) taas voi tarkoittaa lähteestä riippuen joko tavallista tietokonetta [8] tai työasemaa, joka käynnistetään verkosta mutta ohjelmat suoritetaan paikallisesti [9].

Termejä voi pitää enintään viitteellisinä, sillä esimerkiksi jos käynnistetään LTSP (Linux Terminal Server Project) -järjestelmä verkosta ja ajetaan RDP-asiakasohjelma asiakas-

koneessa, kyseessä on LTSP:n kannalta fat client mutta Windows-sovellusten kannalta thin client.

3 Linux terminaalikäytössä

LTSP (Linux Terminal Server Project) on avoimen lähdekoodin terminaalipalvelinratkaisu. Periaatteena on, että kevytpäätteessä ei suoriteta ohjelmia, minkä takia ylläpidon tarve on pieni. [10.] Käyttöjärjestelmä pyörii palvelimella chroot-ympäristössä⁶ [10] ja mahdollistaa päätteen käynnistämisen verkosta sekä kirjautumisen palvelimella chroot-ympäristön ulkopuolelle asennetulle työpöydälle [9]. RDP-käytössä tästä kuitenkin seuraa, että päätteet kuormittavat yhtäaikaaisesti sekä LTSP- että RDS-palvelinta. Koska olemassa olevissa työasemissa on riittävästi prosessointitehoa, päätekäyttöjärjestelmä ja RDP-asiakasohjelma on järkevämpää suorittaa paikallisesti. LTSP mahdollistaakin fat clientien käytön.

LTSP on suosittu järjestelmä oppilaitoskäytössä, ja sitä ovat tutkineet mm. Etelä ja Niskala opinnäytetyössään [11]. He päätyivät pitämään Windows-Linux-sekaverkkoa järkevänä Windows-pohjaisten erikoissovellusten takia. Kustannusvertailua vaikeutti Microsoftin lisenssihinnoittelun monimutkaisuus. Janne Tanhua [12] taas on kiinnittänyt huomiota siihen, että vastuu avoimen lähdekoodin ohjelmistojen jatkokehittämisestä voi olla epäselvä, mutta toisaalta tukea on monesti saatavissa taustayhteisöiltä. Ouneva Groupin tapauksessa lisenssihinnoittelu ei vaikuta päätteiden toteutukseen, koska työasemiin ei olla ostamassa uusia Windows-lisenssejä ja Terminal Services -lisenssejä tarvitaan joka tapauksessa. Käyttö on merkittävästi suppeampaa kuin em. tutkimuksissa, mutta LTSP voi olla käyttökelpoinen myös tällaisessa ympäristössä.

LTSP:n kaltaisia järjestelmiä on muitakin, kuten italialainen Netlive. Sen erikoisuus on mahdollisuus käyttää mitä tahansa Linux-jakelua chrootissa.

6 Chroot siirtää tiedostojärjestelmän juuren näennäisesti haluttuun hakemistoon.

ThinStation on varsinkin yritysympäristössä eksoottisempi järjestelmä ja sen jatkuvuutta on pohdittava. Historia on kuitenkin pitkä, sillä versio 1.0 julkaistiin vuonna 2003 [13]. ThinStation on pääasiassa päätekäyttöön tarkoitettu Linux-jakelu, joka tukee useita protokollia. Asennus voidaan tehdä paikallisesti tai ladata käyttöjärjestelmä kokonaan verkosta, jolloin työasemaan ei tarvitse asentaa mitään. Ohjelmat kuitenkin suoritetaan työasemassa. ThinStation käännetään lähdekoodista kuhunkin käyttöön sopivaksi, joskin myös valmiiksi käännettyjä imageja ja Live-CD:itä on tarjolla. Tuki perustuu pitkälti postituslistoihin.

OpenThinClient on Openthinclient GmbH:n kehittämä ilmainen avoimen lähdekoodin järjestelmä. OTC:ssä on monipuolinen, graafinen hallintaohjelma. Käyttäjien hallinnassa voidaan hyödyntää Active Directorya. Myös OTC toimii fat client -periaatteella. Huono puoli on kehityksen hitaus: viimeisin versio on joulukuussa 2010 julkaistu 1.0.0 joka perustuu Ubuntu 6.06:een. RDP-asiakasohjelmana on rdesktop, mutta ohjelmia pystyy lisäämään.

Maksullisista, Linux-pohjaisista kevytpäätejärjestelmistä mainittakoon 2XOS palvelin-komponentteineen ja Cendio Ab:n ThinLinc. Nämä ovat Windows-palvelinympäristöön kytkeytyviä ohjelmistokokonaisuuksia, jotka sisältävät mm. keskitetyn hallinnan, Active Directoryn käyttömahdollisuuden sekä kuormantasauksen.

3.1 Asiakasohjelmat Linuxissa

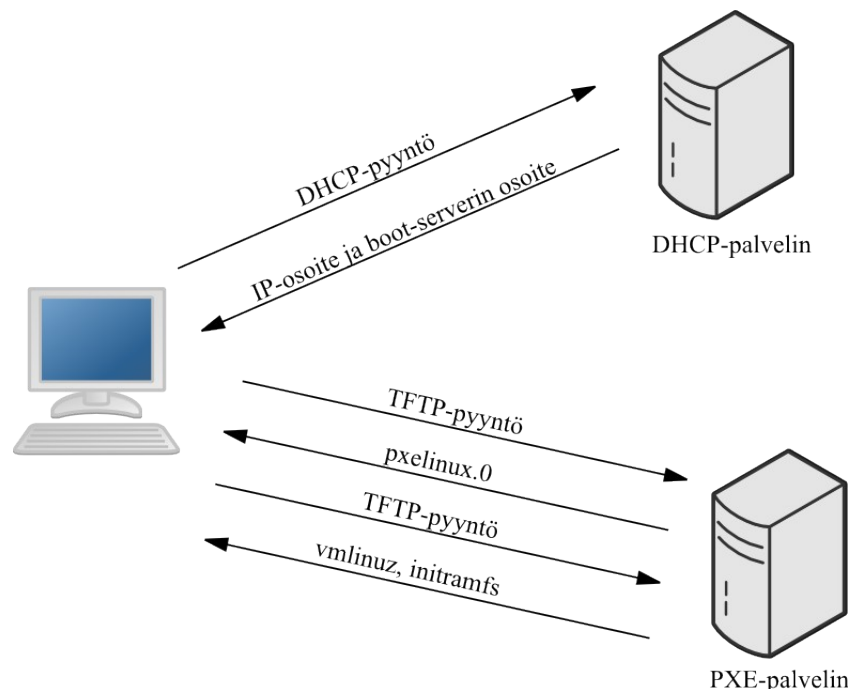
Linuxille on saatavilla kaksi yleistä avoimen lähdekoodin RDP-asiakasohjelmaa. Rdesktopia käytetään laajasti UNIX-sukuisissa käyttöjärjestelmissä [14]. Siitä haarautunut FreeRDP-projekti puolestaan on lisännyt tuen myös RDP:n uusille ominaisuuksille, kuten RemoteApp ja verkkotason todennus [15]. Kun sen kehitys on lisäksi tällä hetkellä nopeampaa kuin Rdesktopin, uusissa asennuksissa on syytä käyttää sitä.

Muillekin virtualisointiratkaisuille on saatavilla kattava valikoima asiakasohjelmia. Esim. ThinStationissa tuettuna on RDP:n lisäksi VNC, XDM (Linuxin X Display Mana-

ger), SSH (X-ikkunoinnin tunnelointi), Tarantella, 2X, NX, VMware View ja Citrixin ICA.

3.2 Linuxin verkkokäynnistys

Työasemien käynnistykseen paikallisen tallennusmedian sijaan verkosta käytetään yleisesti PXE-protokollaa⁷ (Preboot eXecution Environment). PXE-käynnistyksessä asiakas ilmoittaa DHCP-pyyntössään tukevansa PXE:tä, jolloin oikein konfiguroitu DHCP-palvelin puolestaan ilmoittaa asiakkaalle TFTP-palvelimen osoitteen ja sieltä ladattavan tiedoston nimen. Tämä tiedosto sisältää alkulatausohjelman eli ns. bootstrap-ohjelman. Linuxissa käytetään usein PXELinux-latainta (*pxelinux.0*). Se noutaa palvelimelta asetustiedoston, jossa kerrotaan seuraavat ladattavat tiedostot. Tyypillisesti tarvitaan käynnistysenaikainen tiedostojärjestelmä (*initramfs*, aiemmin *initrd*), joka sisältää mm. käynnistyksessä tarvittavat laiteajurit, sekä käyttöjärjestelmän ydin eli kernel (*vmlinuz*). Prosessia on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Linuxin PXE-käynnistys.

⁷ Intelin 1990-luvulla kehittämän PXE-protokollan spesifikaatio on saatavissa osoitteessa <http://download.intel.com/design/archives/wfm/downloads/pxespec.pdf>.

Kun käyttöjärjestelmä on ladattu, varsinainen verkossa sijaitseva tiedostojärjestelmä voidaan liittää siihen tarvittaessa NFS-protokollalla (Network File System) tai NBD-tekniikkaa (Network Block Device) käyttäen. NFS:n etuna on, että usea käyttäjä voi kirjoittaa tiedostojärjestelmään samanaikaisesti [16, s. 145-146]. NBD-tiedostojärjestelmä on pakattu yhdeksi tiedostoksi, jota asiakas käyttää lohkotasolla samaan tapaan kuin fyysistä kiintolevyä. Monen käyttäjän järjestelmissä tiedostoa joudutaan käsittelemään lukutilassa, sillä lohkotasolla yhtäaikaiset muutokset aiheuttavat tiedostojärjestelmän korruptoitumisen. [16, s. 146.] Palvelimeltakin käsin tehtyjen muutosten jälkeen tiedosto täytyy rakentaa aina uudestaan, kun taas NFS:ssä muutokset astuvat voimaan heti. Kevytpääteläjärjestelmistä ainakin LTSP käyttää NBD:tä sen nopeuden takia, joskin ainakin Debian-jakelun LTSP:ssä käytetään NFS:ää.

Yksinkertainen PXELinuxin asetustiedosto voi näyttää tältä:

```
default ltsp
label ltsp
kernel vmlinuz
append ro initrd=initrd.img root=/dev/nbd0 init=/sbin/init-ltsp quiet
        splash plymouth:force-splash vt.handoff=7 nbdroot=:ltsp_i386
```

Ensimmäisellä rivillä määritetään oletuksena käytettävä käynnistysvaihtoehto, sitten mahdollisessa käynnistysvalikossa näytettävä nimi. Kernel ladataan tiedostosta vmlinuz ja sille syötetään parametreina mm. initrd:n tiedostonimi sekä NBD-tiedostojärjestelmän sijainti. Asetustiedostosta voidaan tehdä useita versioita, jotka kytketään tiettyyn asiakas-koneeseen MAC-osoitteen perusteella.

Linuxin verkkokäynnistystä varten PXE-palvelu on helpointa asentaa Linux-palvelimelle. Windows-palvelimen WDS:n (Windows Deployment Services) käyttö on kuitenkin myös mahdollista. Se edellyttää PXELinux-lataimen asentamista Windowsin käynnistyslataimen tilalle. Palvelinta voidaan edelleen käyttää myös Windows-asennuksiin, sillä alkuperäisen käynnistyslataimen pystyy lisäämään yhdeksi vaihtoehdoksi PXELinuxin käynnistysvalikkoon. [17.]

Verkkokäynnistysten etuja ovat keskitetyn ylläpidon lisäksi ainakin sähkönkulutuksen väheneminen sekä yhden vikaantumisalttiin komponentin poistuminen laitteistosta.

Schroederin ja Gibsonin tutkimuksessa [18] seuratuissa tietokonejärjestelmissä kiintolevyjen vuosittainen vaihtotarve oli yleisesti 2–4 % ja vian takia vaihdetuista komponenteista 18–49 % oli kiintolevyjä.

Teknistä estettä minkä tahansa Linux-jakelun verkkokäynnistykseen ei ole. Jos kuitenkin halutaan esim. nimetä tietokoneet yksilöllisesti tai käyttää eri kirjautumisasetuksia terminaalipalveluihin, asetusten hallinta voi olla ongelmallista. Siksi kannattaa valita jakelu, jossa on valmiina mekanismi asetusten hallintaan ja jakeluun.

Kirjava laitekanta voi tuottaa ongelmia. Kerneliin tarvitaan tuki erilaisille laitteille, mikä kasvattaa sen kokoa. Alustavissa testeissä VirtualBoxille optimoidun kernelin ja initrd:n yhteiskoko oli n. 23 Mt, jolloin käynnistys oli melko hidas. Tässä tapauksessa mukana oli mm. multimediatuki, jota oikeassa ympäristössä ei tarvita, mutta toisaalta vain yhdet verkko- ja näyttöajurit. Hitaus saattoi johtua myös käytetystä virtualisointialustasta. Eri laitteistokokoonpanoille voidaan tehdä myös useita pienempiä kernel-imageja. Tämä edellyttää, että otettaessa uutta työasemaa käyttöön PXELinux-latain konfiguroidaan tarjoamaan koneelle oikea kernel MAC-osoitteen perusteella.

Verkkokäynnistys johtaa täydelliseen riippuvuuteen verkon toiminnasta. Koska työasemia kuitenkin käytetään terminaalipäätteinä, verkon toimimattomuus estäisi käytön joka tapauksessa. Näin ollen verkkokäynnistysten käyttö ei tee työasemia epäluotettavammiksi.

3.3 TFTP-palvelin

TFTP-protokolla (Trivial File Transfer Protocol) on yksinkertainen tiedonsiirto-protokolla. UDP-pohjaisena se ei sisällä esim. kättelyä tai pakettien perille menon varmistusta, mikä tekee siitä FTP:tä (File Transfer Protocol) nopeamman. PXE-protokolla käyttää TFTP:tä käynnistystiedostojen lataukseen, mutta sitä voidaan käyttää minkä tahansa tiedostojen siirtoon. Esim. ThinStation lataa päätteiden asetukset palvelimelta TFTP:llä. Näiden tiedostojen ei tarvitse sijaita PXE-palvelimella, vaan niitä varten voidaan perustaa myös erillinen TFTP-palvelin.

Kevyt TFTP-palvelu voi toimia yhtä hyvin palomuurissa tai reitittimessä kuin palvelimellakin. Työssä käyttämäni pfSense-palomuuriin palvelun saa asennettua pakettina, minkä jälkeen palomuri voi jaella verkkokäynnistykseen liittyvät tiedostot.

Jos halutaan käyttää erillistä TFTP-palvelinta, se voi olla yhtä hyvin Linux- kuin Windows-palvelimellakin. Windowsissa voidaan joko käyttää kolmannen osapuolen ohjelmaa tai WDS:n sisältämää yksinkertaista TFTP-palvelua. Se on riittävä esim. asetustiedostojen lukuun mutta ei tue kirjoitustoimintoja [19].

3.4 Linux ja DNS

Linux ja Microsoftin DNS-palvelu toimivat huonosti yhdessä, sillä Linux-työasemat eivät pääsääntöisesti pyydä isäntänimensä rekisteröintiä. DNS-palvelin taas rekisteröi oletuksena vain toimialueeseen kuuluvien Linux-työasemien nimet. Windows ja MacOS puolestaan pystyvät rekisteröimään itsensä toimialuejäsenyydestä riippumatta.

Päivitykset pitäisi saada toimimaan määrittämällä DHCP-palvelin rekisteröimään myös asiakkaat, jotka eivät pyydä rekisteröintiä [20, s. 291]. Microsoftin DHCP-palvelua käytettäessä riittäisi parin rastin lisääminen asetuksiin, mutta Ouneva Groupin DHCP-toteutuksessa DNS-palvelu tulisi konfiguroida hyväksymään myös varmentamattomat päivitykset. Yritysympäristössä niiden sallimista täytyy harkita tarkoin, sillä se antaa kenelle tahansa mahdollisuuden muokata DNS-tietoja. Päivitykset voitaisiin varmentaa käyttämällä erityistä käyttäjätiliä [21]. Ikävä kyllä Ouneva Groupin DHCP ei mahdollista tätä. Rekisteröinnin pystyy tekemään myös työasemasta käsin *nsupdate*-komennolla, mutta myös tämä tapa edellyttää varmistamattomien päivitysten sallimista.

4 Toteutusvaihtoehdot

Linux-työasemien käyttöönotto on yksinkertaisinta toteuttaa asentamalla käyttöjärjestelmä jokaiseen koneeseen. Tämä voidaan tehdä kloonaamalla tai verkon yli. Tällä tavalla saadaan kaikkiin koneisiin riittävä laitetuki ilman kernelin kääntämistä. Keskitetty ylläpito voi sen sijaan muodostua hankalaksi. Jos esim. siirretään käyttäjiä eri RDS-palvelimelle, voidaan joutua ottamaan joka koneeseen erikseen SSH-yhteys ja muuttamaan kirjautumisskriptiä.

Koska käytössä oleva Linux-asennus oli osoittautunut turhan raskaaksi tarkoitukseensa, valitsin nyt jakelun, joka on alusta pitäen tehty mahdollisimman kevyeksi. TinyCore ei sisällä turhia paketteja, vaan siihen valitaan juuri ne ominaisuudet, joita tarvitaan [22]. Käyttöjärjestelmä ladataan kokonaan keskusmuistiin, joten se on mahdollista käynnistää miltä tahansa medialta suorituskyvyn kärsimättä. RDP-asiakasohjelman ja hallintaohjelmistojen asentamisen jälkeen TinyCore-asennuksen kooksi tuli n. 25 Mt.

Verkkokäynnistys on ylläpidon kannalta helpompi ratkaisu. Valitsin esimerkiksi verkosta käynnistettävästä järjestelmästä ThinStation 5:n. Vertailupohjaksi testasin myös LTSP:tä ja OpenThinClientia.

4.1 Olemassa oleva Linux-proto

Valmiit Ubuntu-työasemat ovat toimineet täysin luotettavasti. Varsinaista estettä niiden käytön jatkamiselle ei ole. Asennuksen koko on n. 2 Gt, mikä on erittäin paljon pelkkään päätekäyttöön, joskin kiintolevytilaa on tarpeeksi. Alkuperäisestä asennuksesta on jo poistettu paljon paketteja, mutta turhaa on vielä paljon. Levytilan tarvetta voisi vähentää vielä huomattavasti ja kloonausta nopeuttaa kartoittamalla asennetut paketit tarkasti ja poistamalla kaiken ylimääräisen.

Kloonaus on tehty tähän asti suoraan kiintolevyltä toiselle, mikä edellyttää kotelon aukaisemista ja kahden työaseman tai kiintolevyn (sarja- ja rinnakkais-ATA) varaamista

kloonaukseen. Näiden koneiden käyttöönottoa olisi mahdollista nopeuttaa yksinkertaisesti käyttämällä kloonaukseen ulkoista kiintolevyä ja kloonausohjelmistoa tai jopa jatkamalla asennuskuvaa verkosta PXE:llä.

Etähallinnan kannalta ongelmaksi on koettu, että DNS-palvelu ei tunne Linux-koneiden isäntänimiä, vaan koneisiin on täytynyt ottaa yhteys IP-osoitteita käyttäen. Tämä hidastaa hallintaa, koska vaihtuvat IP-osoitteet on etsittävä DHCP:stä.

4.2 TinyCore Linuxin paikallinen asennus

TinyCore käsittelee sovelluksia ”laajennoksina” (TCE, TinyCore Extension). Nämä laajennokset joko ladataan internetistä uudestaan joka käynnistyskerralla (Cloud/Internet mode) tai tallennetaan paikallisesti. Laajennokset ovat itsenäisiä paketteja, joita ei asenneta tiedostojärjestelmään vaan mountataan⁸ tarvittaessa ja suoritetaan sijaintipaikastaan. [22.]

TinyCore poikkeaa useimmista muista käyttöjärjestelmistä siten, että oletuksena vain */opt-* ja */home-*hakemistoihin tehdyt muutokset tallennetaan. Näin se sopii erityisesti ”kioskikäyttöön”. Jos halutaan muiden muutosten säilyvän, säilytettävät tiedostot tai hakemistot on erikseen määritettävä tiedostossa */opt/filetool.list*. [22.]

Asennusta varten on tarjolla kolme valmista levykuvaa. Core sisältää vain perusjärjestelmän ilman graafista käyttöliittymää, TinyCoressa on valmiina X-ikkunointipalvelin Xvesa, ikkunamanageri sekä muita käyttöliittymäpaketteja ja CorePlus on tarkoitettu asennukseen. Latasin CorePlus-imagen ja asensin TinyCoren siltä muistitikulle. Muistitikulta TinyCorea on helppo testata eri koneissa, eikä mitään estettä tuotantokäyttölkään ole. Tikkuja voi kopioida esim. kloonausohjelmistoilla tai *dd*-komennolla, esim. *dd if=/dev/sdb of=/dev/sdc*.

Coreen asennetaan laajennoksia ”Apps”-sovelluksella. Asensin tällä menetelmällä FreeRDP:n ja etähallintaa varten Dropbear-SSH-serverin sekä nano-editorin. Komento-

⁸ Mounttaus tarkoittaa levyosion, pakatun tiedoston tms. liittämistä juuritiedostojärjestelmään.

riviltä asennus onnistuu komennolla *tce-load -wi*, jossa parametri *-wi* tarkoittaa pysyvää asennusta. Oletusasennukseen sisältyvä Xvesa-ikkunapalvelin täytyi korvata Xorgilla FreeRDP:n näppäimistöongelmien takia. Tämä tapahtui asentamalla Xorg ja korvaamalla muistitikulla sijaitsevassa *onboot.lst*-tiedostossa (liite 1) vesa ja sen kirjastopaketti xorgilla kirjastoineen.

Koska hallinta tapahtuu enimmäkseen konsolista, asetusten pitää tallentua tikulle myös silloin, kun kone sammutetaan *shutdown*- tai *reboot*-komennoilla. Normaalisti varmuuskopiointi suoritetaan vain työpöydältä sammutettaessa. Siksi *filetool.sh -b* täytyi lisätä */etc/init.d/rc.shutdown*-tiedostoon. Nämä asetukset on esitetty liitteessä 1.

Tein uuden päättien käyttöönottoa varten skriptin *asetukset.sh* (liite 1), joka asettaa isäntänimen sekä tallentaa käyttäjätunnuksen, salasanan ja toimialueen tiedostoon. FreeRDP:n käynnistävä skripti *~/X.d/startrdp.sh* käyttää tallennettuja asetuksia.

Ensimmäiset testit tuotantoympäristössä paljastivat, että FreeRDP:n käynnistyksessä täytyy joko käyttää määrettä *-ignore-certificate* tai tallentaa sertifikaatti paikallisesti ja lisätä sammutettaessa varmuuskopioitavaksi.

4.3 ThinStationin verkkokäynnistys

ThinStation vaatii palvelimen verkkokäynnistystä ja etähallintaa varten. Asensin tarkoitusta varten Ubuntu Server 12.04:n ja siihen *lamp-server*⁹-paketin sekä tftp-palvelun.

Kehitysympäristö ladataan palvelimelle gitillä¹⁰:

```
git clone --depth 1 git://git.code.sf.net/p/thinstation/thinstation-5
  thinstation
```

Tämän jälkeen vaihdetaan tiedostojärjestelmän juuri kehitysympäristöön (*setup-chroot*).

Kääntämisessä käytettävät asetukset tehdään seuraavissa tiedostoissa:

⁹ LAMP sisältää Apache-www-serverin, MySQL:n ja PHP:n.

¹⁰ Git on useissa käyttöjärjestelmissä toimiva versionhallintajärjestelmä. (git-scm.com)

- *build.conf*
käytettävä laitteistoprofiili ja käännökseen sisällytettävät ohjelmat
- *thinstation.conf.buildtime*
työaseman oletusasetukset, joita käytetään jos käynnistettäessä ei löydy muuta asetustiedostoa. Osa asetuksista toimii vain käännettäessä eikä niitä voi muuttaa jälkeinpäin.
- *modules.list*
laitteistoprofiilissa käytettävät kernel-modulit¹¹. Tiedosto voidaan luoda haluttaessa automaattisesti kullekin laitteistolle.

Kääntäminen tapahtuu komennolla *build*. Tuloksena syntyvät valmiit käynnistystiedostot eri käynnistystavoille, kuten CD:lle ja PXE:lle. PXE:tä varten tiedostot täytyy kopioida tftp-juurihakemistoon, esim. */tftpboot*.

Käänsin mukaan kaikki kernelmoduulit parametrilla *--allmodules*, jotta image toimisi varmasti kaikissa työasemissa. Tällöin käynnistystiedostojen yhteiskooksi tuli n. 49 Mt, mikä on varsin paljon. Todellisessa käyttöympäristössä käynnistys osoittautui kuitenkin riittävän nopeaksi ja sitä pystyi nopeuttamaan vielä lisää lisäämällä ennen kääntämistä *build.conf*-tiedostoon parametrin *fastboot true*. Näin tiedostojärjestelmä jaetaan kahteen tiedostoon (*initrd* ja *lib.squash*), joista *lib.squashin* voi ladata valinnaisella protokollalla. Protokolla ja osoite määritetään *thinstation.conf.buildtime*:ssä (*FASTBOOT_URL*), eikä sitä voi muuttaa kääntämisen jälkeen. Asetin tiedoston ladattavaksi www-serveriltä, mikä on huomattavasti tftp:tä nopeampaa.

Ohjelmat on pakattu packageiksi, joita voi sisällyttää käännökseen yksitellen. Valitsin mukaan paketit *ts-classic* (mm. verkkotoiminnot), *xorg7-fbdev* (laitteistoriippumaton grafiikka-ajuri), *freerdp*, *locale_fi_FI* (lokalisaatio) sekä etähallintaa varten *vnc:n*, *www*-paketin (hallintaliittymä) ja *Dropbear-SSH*-palvelimen. Lisäksi varsinaisen ThinStation-jakelun ulkopuolelta lisäsin *tsmo*n-paketin, joka lähettää jatkuvasti tilatietoa palvelimelle ja helpottaa hallintaa.

¹¹ Kernelmoduuli on valmiiksi käännetty ajuri tai muu käyttöjärjestelmän komponentti, joka voidaan tarvittaessa liittää käyttöjärjestelmän ytimeen. [23, s. 473.]

Jos ThinStationia halutaan jatkossa päivittää, päivitykset haetaan git:llä. Image on käännettävä päivitysten ja muiden muutosten jälkeen uudestaan.

4.3.1 ThinStationin konfiguraatitiedostot

ThinStationin käytönaikaiset asetukset, kuten terminaalipalvelimen kirjautumisasetukset, tehdään palvelimella sijaitsevilla konfiguraatitiedostoissa. Tiedostot ladataan käyttöön oletuksena TFTP:llä, mutta myös muut protokollat, kuten HTTP ovat mahdollisia. Tiedostot luetaan seuraavassa järjestyksessä [24]:

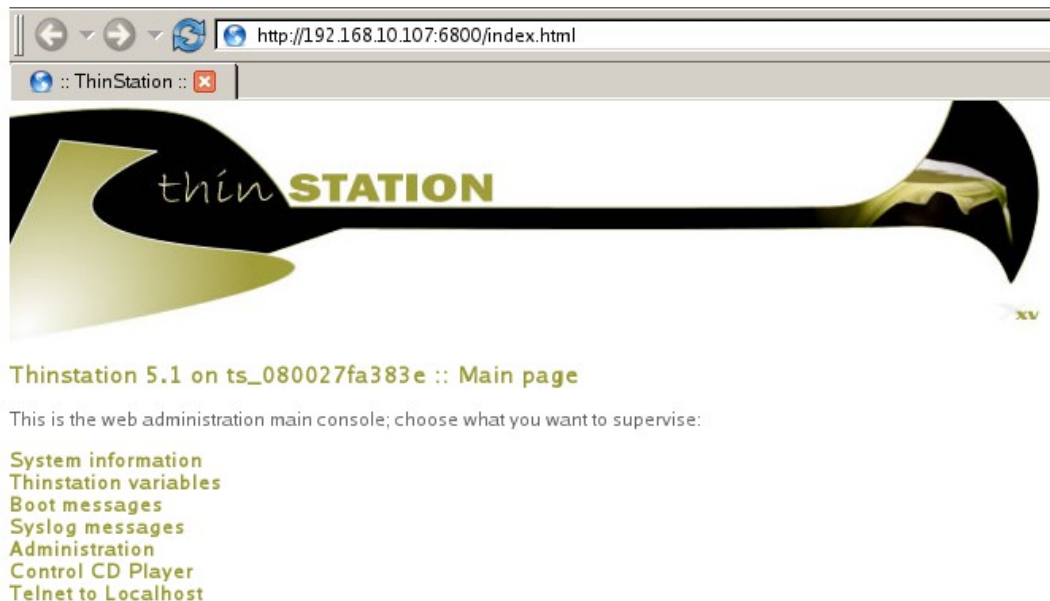
- *thinstation.conf.network*
- *thinstation.hosts*
- *thinstation.conf.group-<ryhmän nimi>*
- *thinstation.conf-<isännänimi>*
- *thinstation.conf-<IP>*
- *thinstation.conf-<MAC>*
- *thinstation.conf.user*

Thinstation.conf.network:ssa määritetään kaikille työasemille yhteiset asetukset, *thinstation.hosts*:ssa isännänimet ja mahdollisten koneryhmien nimet. Mikään tiedosto ei ole pakollinen, vaan viime kädessä käytetään käännetönaikaisia asetuksia. Asetukset kumuloituvat, joten esim. *thinstation.conf.network*:ssa tehdyt asetukset jäävät voimaan, ellei niitä kumota myöhemmissä tiedostoissa. *Thinstation.conf.user* poikkeaa muista siten, että se sijaitsee paikallisella tallennusvälineellä. Esimerkit asetustiedostoista on esitetty liitteessä 2.

Thinstation.conf.network voi olla tarkoituksenmukaista muokata sellaiseksi, että kuka tahansa voi kirjautua miltä tahansa koneelta. Kun käyttäjätunnusta ja salasanaa ei ole määrätty asetustiedostossa, FreeRDP:tä täytyy estää käyttämästä verkkotason todennusta esim. argumentilla `--sec rdp`. Muuten ei päästä palvelimen kirjautumiskehotteeseen asti.

4.3.2 ThinStationin hallinta











Työaseman hallintakäyttöliittymään (kuva 2) pääsee käsiksi ottamalla selaimella yhteyden työaseman IP-osoitteeseen porttiin 6800. Mm. järjestelmän tiedot ja käynnistysvies-
tit löytyvät helpoimmin täältä.





Kuva 2. ThinStation-työaseman hallintaliittymä.

Tämä hallintaliittymä on työasemakohtainen ja mahdollisuudet asetusten muokkaukseen ovat erittäin rajoitetut. Työasemien keskitettyyn hallintaan onkin tehty TSMon-ohjelma-paketti. Jokainen työasema lähettää tietoja itsestään www-palvelimelle, jossa PHP-skripti vie ne tietokantaan. Tietoja voidaan tarkastella selainkäyttöliittymässä (kuva 3). Paketti tarjoaa perustyökalut työasemakohtaisten konfiguraatitiedostojen muokkaukseen sekä Java-sovellukset VNC- ja SSH-yhteyksien muodostamiseen. Koneille voi myös lähettää suoraan yksittäisiä komentoja.

Työasemakomponentti asennetaan käynnistysimageen kopioimalla se kehitysympäristön pakettihakemistoon `/build/packages` ja lisäämällä ”`package tsmon`” `build.conf`:iin. Serverikomponentin tiedostot kopioidaan www-palvelimelle ja viedään pakettiin sisältyvä tyhjä tietokanta MySQL:ään. Lisäksi työasemien konfiguraatitiedostoihin on lisättävä määre `TSMON_SERVER=x.x.x.x/tsmon`, joka kertoo polun PHP-skripteihin.

Active ThinStations														
<input type="checkbox"/>	Ident	MAC	IP	Hostname	TS Version	Session 0	RAM Usage (Total, Used, Free) in MB	CPU	Uptime	Last Checkin	Last Boot	Boot Count	First Seen	
<input type="checkbox"/>	1	00:00:00:00:00:00	10.100.100.230	pvtesttiounevagroup.fi	5.1		38% (348, 94, 150)	0%	5h 29m 47s	03/31/2013, 10:42 pm	03/31/2013, 5:13 pm	26	03/06/2013, 9:52 pm	    
<input type="checkbox"/>	2	00:11:11:11:11:11	10.100.100.203	tkirjaus1-ts	5.1		31% (282, 276, 606)	0%	5h 44m 23s	03/31/2013, 10:42 pm	03/31/2013, 4:39 pm	32	03/07/2013, 4:27 pm	    

Inactive ThinStations														
	Ident	MAC	IP	Hostname	TS Version	Session 0	RAM Usage (Total, Used, Free) in MB	CPU	Uptime	Last Checkin	Last Boot	Boot Count	First Seen	
	1	00:00:00:00:00:00	10.100.100.230	ts_000c291d3fd9	5.1		16% (146, 138, 743)	184%	6m 10s	03/24/2013, 1:40 pm	03/24/2013, 1:39 pm	1	03/24/2013, 1:39 pm	 

Kuva 3. TSMonin käyttöliittymä.

TSMonista löytyi testattaessa pari pientä virhettä. Hallintasivulla työasemien IP-osoitteista näkyi vain kolme ensimmäistä oktettia. Tutkimalla tietokantaa suoraan selvisi, että osoitteet ovat sielläkin puutteellisia ja että sarakkeen leveydeksi on määritelty 11 merkkiä. Muuttamalla leveys 15 merkkiin IP-osoitteet sopivat kokonaan. Toinen ongelma oli, että TSMon ei suoraan löytänyt valitun työaseman konfiguraatitiedostoa. Syyksi paljastui, että edit.php lisää tiedostonimeen MAC-osoitteen isoilla kirjaimilla. Ongelman voisi ratkaista käyttämällä *strtolower*-funktiota, joka muuttaa isot kirjaimet pieniksi. Koska päätin kuitenkin nimetä tiedostot selkeyden vuoksi isäntänimen mukaan, muunnosta ei tarvittu vaan riitti, että muutin skriptin käyttämään MAC:n sijasta isäntänimeä.

Web-käyttöliittymän etuna on, että toimintoja on helpohko lisätä ja muokata tarpeen vaatiessa. Lisäinkin TSMoniin omat muokkaussivut myös *thinstation.hosts*- ja *thinstation.conf.network*-tiedostolle, linkin jokaisen työaseman omalle hallintasivulle sekä mahdollisuuden käynnistää sammutetut ThinStationit Wake-On-Lanilla.

TSMonin avulla uusien päätteiden käyttöönotto on helppoa: kone ilmestyy luetteloon, jolloin sille voidaan kopioida asetustiedosto olemassa olevalta koneelta. Kone on myös helppo nimetä kopioimalla MAC-osoite luettelosta *thinstation.hosts*-tiedostoon.

4.4 LTSP

LTSP:n asennukseen on kaksi vaihtoehtoista pakettia, *ltsp-server* ja *ltsp-server-standalone*. Näistä jälkimmäinen sisältää kaikki itsenäiselle palvelimelle tarvittavat palvelut, mukaanlukien DHCP:n. [25.] Jos DHCP-palvelu on jo olemassa toisaalla, vain perusjärjestelmän sisältävä *ltsp-server* on parempi valinta.

Asensin uudelle palvelimelle kevyemmän paketin ja tein käynnistyskuvan:

```
sudo apt-get install ltsp-server
sudo ltsp-build-client --fat-client --arch i386
```

Argumentti *--fat-client* tekee paksupäätekuvan, jolloin ohjelmat suoritetaan päätteessä palvelimen sijasta.

Päätteiden asetukset tehdään tiedostossa */var/lib/tftpboot/ltsp/i386/lts.conf* (liite 3). Kussakin konsolissa suoritettavat ohjelmat asetetaan samaan tapaan kuin ThinStationissa. Oletuksena käynnistetään LDM (LTSP Display Manager), jossa käyttäjä kirjautuu työpöytäistuntoon. Kun LDM korvataan asetustiedostossa FreeRDP:n käynnistyskomentolla, Linuxin työpöytä ohitetaan ja kirjaudutaan suoraan RDP-palvelimelle. Samassa tiedostossa tehdään sekä oletusasetukset että päätekohtaiset asetukset MAC-osoitteen perusteella.

Asetusten teon jälkeen LTSP oli heti käytettävissä ja päätteestä pystyi kirjautumaan terminaali-istuntoon. Asennus oli siis huomattavasti helpompi kuin ThinStationin.

Päätteiden hallintaan on olemassa muutamia ohjelmia:

Epoptes

Epoptes asennetaan erikseen palvelimelle ja päätteen käynnistyskuvaan. Se näyttää päätteiden tietoja sekä mahdollistaa mm. kommentojen lähettämisen ja etähallinnan VNC:llä. Testatessani en kuitenkaan saanut niitä toimimaan. Jos Epoptes halutaan ottaa käyttöön, on selvitettävä, ovatko ko. toiminnot ollenkaan mahdollisia RDP:tä käytet-

täessä. Tämä ei ole välttämättä suuri ongelma, sillä etätyöpöydän hallintaan voidaan käyttää edelleen Microsoftin työkaluja tai tarvittaessa Epositesista riippumatonta VNC-ohjelmistoa. Tärkein ominaisuus, *lts.conf*:in muokkaus, puuttuu kokonaan. Kun otetaan käyttöön uusi pääte, sen MAC on siis lisättävä tiedostoon käsin.

iTalc (Intelligent Teaching And Learning with Computers)

Italc vastaa toiminnoiltaan Epositesia. Se on tehty kouluissa käytettäväksi, mikä näkyy käyttöliittymässä (käyttäjätasoina opettaja ja oppilas, päätteet ryhmitellään luokkahuoneisiin jne.). Tässäkin ohjelmassa ongelmina olivat etähallinnan toimimattomuus ja ennen kaikkea asetustiedoston muokkausmahdollisuuden puuttuminen.

LTSP Cluster

LTSP Cluster on astetta raskaampi järjestelmä, jonka sanotaan sopivan tuhansien päätteiden hallintaan. Se muistuttaa toimintaperiaatteeltaan kaupallisia 2XOSia ja ThinLincia. Klusteri koostuu juuripalvelimesta ja yhdestä tai useammasta sovelluspalvelimesta, jotka voivat olla myös RDP-palvelimia. Ominaisuuksia ovat mm. kuormantasaus sovelluspalvelinten välillä sekä keskitetty hallintaliittymä. [26.] Jos käytetään yhtä Linux-sovellusta ja vieläpä fat klienteja, erillisen sovelluspalvelimen perustaminen ei ole järkevää. Sen sijaan, jos jatkossa on tarvetta kuormantasaukselle terminaalipalvelimien välillä, LTSP Clusterin käyttöä voisi tutkia vaihtoehtona niin Microsoftin työkaluille kuin myös kaupallisille Linux-pohjaisille järjestelmille.

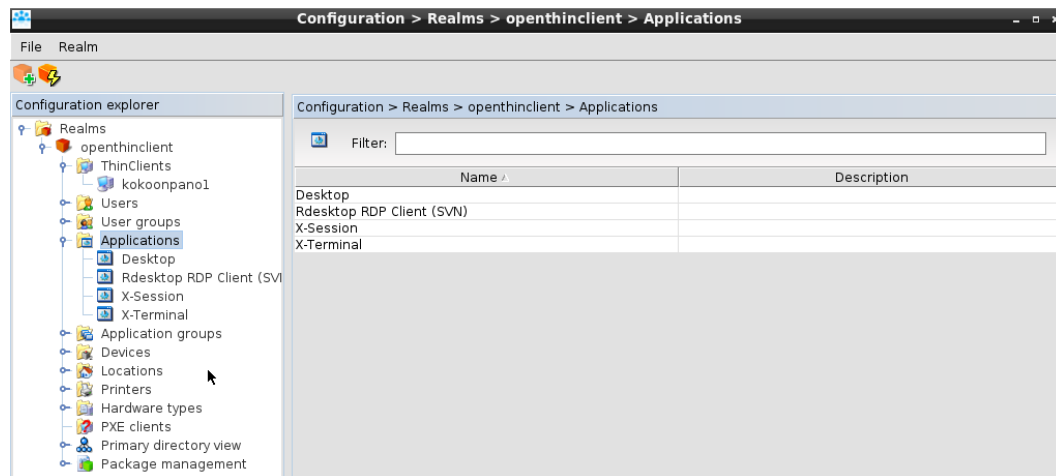
4.5 OpenThinClient

OpenThinClient on helppo ottaa käyttöön. Graafinen, java-pohjainen asennusohjelma asentaa sekä palvelinprosessin että hallintakonsolin. Uusien päätteiden lisääminen on niin ikään vaivatonta. Kaikki verkkokäynnistystä pyytäneet laitteet näkyvät hallintakonsolissa, jossa ne voidaan määrittää lataamaan OpenThinClient. Jatkossa OTC lähettää näiden koneiden käynnistyessä kilpailevan DHCP-tarjouksen, joka sisältää vain käyn-

nistyspalvelimen osoitteen [27]. Tarjous mitätöi DHCP-palvelimelta mahdollisesti saadun osoitteen, jolloin pääte käynnistyy OTC-palvelimelta.

Asennus onnistui ongelmitta Ubuntu Serverin 32-bittisen version päälle, mutta 64-bittisessä versiossa hallintakonsoli ei käynnistynyt. En tutkinut tätä ongelmaa tarkemmin, vaan asensin palvelimelle 32-bittisen Ubuntu. 64-bittisen käyttöjärjestelmän merkittävin etu, suurempi muistiavaruus, ei ole fat client -käytössä oleellinen.

OpenThinClientin graafinen hallintakonsoli (kuva 4) eroaa täysin ThinStationin ja LTSP:n asetustiedostoihin perustuvasta hallinnasta. Windows-palvelimiin tottuneelle ylläpitäjälle se voi olla miellyttävämpi vaihtoehto.



Kuva 4. OpenThinClientin hallintakonsoli.

4.6 Olemassa oleva Windows

Windows XP:tä voi käyttää vielä tuen päättymisen jälkeenkin. Internetin käyttö tuotannon työasemilla on rajoitettua, mikä vähentää tulevaisuudessa ehkä löydettävien tietoturva-aukkojen merkitystä. Kun koneita vielä käytetään terminaalipäätteinä, ohjelmistoyhteensopivuuskaan ei ole käyttöjärjestelmästä riippuvainen.

Näen suurimmaksi käyttökelpoisuutta uhkaavaksi riskiksi mahdolliset muutokset RDP-protokollassa tulevaisuudessa (vrt. verkkotason todennuksen käyttöönotto). Kyseessä on kuitenkin hyvin vanha käyttöjärjestelmä, jota ei missään tapauksessa voida käyttää loputtoman kauan. Siirtymäaikana XP:n käyttöä voidaan jatkaa, mutta siitä on syytä pyrkiä eroon.

5 Linuksoinnin esteet ja haasteet

Valittavasta toteutustavasta ja ohjelmistosta riippumatta kevytpäätteisiin ja Linuxiin siirtyminen ei ole ongelmaton. Jo alkuperäisen Linux-proton käytön aikana on ilmennyt useita hankaluuksia.

Paikallisia USB-liitäntäisiä tulostimia on vielä käytössä. Yrityksessä on tehty linjaus, että jatkossa siirrytään yhä enemmän verkkotulostukseen. Kun otetaan käyttöön uusia Linux-päätteitä, on huolehdittava, että käytettävissä on verkkotulostin.

Tulostuksen siirtäminen verkkoon voi aiheuttaa uusia ongelmia. Esimerkiksi tietyt Canonin tulostinmallit vaativat omat ajurinsa, jotka kuitenkin käyttävät samoja dll-tiedostoja. Käytännössä on havaittu, että kun asennetaan uusi ajuri, toisen tulostinmallin ajuri voi lakata toimimasta. Ongelma voidaan mahdollisesti ratkaista poistamalla kaikki ajurit ja asentamalla uudestaan eristettyinä [28], mutta tämä aiheuttaa katkon olemassa olevien terminaalikäyttäjien tulostukseen. Lisäksi, koska tulostustöiden prosessointi tehdään paikallisesti työasemissa, kaikille käyttäjille on asennettava ajurit uudestaan.

Siellä täällä käytetään pieniä, USB-liitäntäisiä tarratulostimia. Niiden käyttöä voidaan jatkaa, jos käytössä oleville malleille löytyy Linux-ajurit. Muussa tapauksessa niistä on luovuttava, sillä USB-laitteiden ohjausta ”raakana” palvelimelle ei ole vielä toteutettu Rdesktopissa eikä FreeRDP:ssä. Tarratulostukselle voitaisiin mahdollisesti varata omat työasemansa, joita ei linuksoida. Isommat TEC:n tarratulostimet eivät tuota ongelmia, sillä ne voidaan kytkeä verkkoon.

Tehdasympäristössä on käytössä runsaasti erikoislaitteita, joita ohjataan tietokoneella. Niinpä esimerkiksi varastoautomaatin, mustesuihkumerkkauslaitteen tai työstökoneiden ohjaus estää linuksoinnin. Näissä tapauksissa tietokoneen voisi ehkä jättää vain ohjauskäyttöön ja poistaa kokonaan verkosta. Tätä tukee sekin, että ohjausohjelmistot vaativat usein vanhojen käyttöjärjestelmäversioiden käyttöä. Kaikki mahdolliset laitteet on kuitenkin päätetty pitää verkossa etähallinnan mahdollistamiseksi.

Tuotannossakin käytetään jonkin verran CAD-ohjelmia, joita ei ole järkevää siirtää palvelimelle. Näiden työasemien on oltava myös verraten tehokkaita, joten Windows 7:n tai 8:n asentaminen on mahdollista.

Tarve käyttää verkkokäynnistystä tulevaisuudessa muuhun, kuten Windows-asennuksiin, on selvitettävä. Koko työasemaverkko on yhtenä VLAN:na, joten usean DHCP-palvelimen käyttö ei onnistu helposti. PXELinux voidaan asentaa WDS-palvelimeen (luku 3.2: Linuxin verkkokäynnistys) ja määrittää tuntemattomille koneille oletuskäynnistysvaihtoehdoksi Windowsin käynnistyslatain. Yhtä hyvin voidaan käyttää Linux-käynnistyspalvelinta ja ohjata tuntemattomat koneet sieltä WDS-palvelimelle. Tähän käytetään Syslinux-pakettiin kuuluvaa pxechain-modulia, esim.:

```
timeout 0
default pxechain.com
append 10.20.30.40::\Boot\wdsnbp.com
```

OpenThinClientia käytettäessä ongelmaa ei ole, sillä vain määrätyt laitteet käynnistyvät OTC-palvelimelta ja muut eivät tiedä sen olemassa olosta.

Terminaaleissa on käytössä Libre Office, joten MS Office -sovelluksista riippuvaiset makrot eivät toimi. Makroja käytetään esim. helpottamaan tuoterekisterihakuja sekä sähköpostin käsittelyn automatisointiin. Jos makrojen käyttöä halutaan jatkaa etätyöpöydällä, helpoin ratkaisu on asentaa Office yhdelle terminaalipalvelimelle ja keskittää makroja tarvitsevat käyttäjät sille. Jatkon kannalta olisi kuitenkin hyvä toteuttaa makrojen toiminnot sovellusriippumattomalla tavalla, kuten PHP-skripteinä.

6 Tulokset ja järjestelmän valinta

Kaikilla tarkastelluilla toteutusvaihtoehdoilla pystyi rakentamaan päätteen, jossa käyttäjä kirjautuu suoraan RDS-palvelimelle eikä joudu tekemisiin Linuxin kanssa. Käyttäjiltä ei näin ollen tullut palautetta: koneet toimivat totuttuun tapaan käyttöjärjestelmän muutoksesta huolimatta.

ThinStationin web-hallinta osoittautui ylläpidon kannalta käytännölliseksi ja helppokäyttöiseksi. Sitä pystyy käyttämään millä tahansa päätelaitteella, myös älypuhelimella.

OpenThinClientin hallintakonsoli on hyvä, mutta itse päätekkäyttöjärjestelmän vanhuus voi osoittautua jatkossa ongelmaksi, kun lisätään uusia ohjelmia ja ajureita, tai tuen päättymisen takia.

LTSP:tä kehitetään aktiivisesti ja siitä onkin saatavilla aina tuore versio. Ikävä kyllä sille ei löytynyt käyttökelpoista hallintasovellusta, vaan esim. uuden työaseman asetusten tekoa varten joudutaan etsimään MAC-osoite DHCP-palvelimelta.

TinyCore toimii sinällään erittäin hyvin, mutta ei toteuta keskitetyn hallinnan vaatimusta. Sitä voi kuitenkin ajatella käytettävän varajärjestelmänä silloin, jos verkkokäynnistys ei ole jostain syystä mahdollista. Jos sen asentaa muistitikulle, tikkuja voi kopioida varalle nopeasti käyttöön otettaviksi.

Muutamia kokeiltujen ratkaisujen ominaisuuksia on esitetty taulukossa 1. Työn päättyessä Tuupovaaran tehtailla oli täysin toimiva ThinStation-palvelin sekä koekäytössä OpenThinClient-palvelin. Näistä ThinStationilla on mielestäni edellytykset jäädä käyttöön yksinkertaisuutensa ja muokattavuutensa takia. Lisäksi LTSP:n hallintaa on vielä tarkasteltava, sillä se on yleinen ja laajasti tuettu järjestelmä.

Taulukko 1. Päätejärjestelmien ominaisuuksia.

	TinyCore	ThinStation	LTSP	OpenThinClient
Verkkokäynnistys	-	x	x	x
Päätteiden hallinta	Paikalliset asetustiedostot	Web	Yksi asetustiedosto	hallintakonsoli
Kirjautuminen suoraan terminaaliin	x	x	x	x

Tässä vaiheessa jäi vielä ratkaisematta, miten Linux-päätteiden isäntänimet saadaan päivittymään DNS:ään.

7 Pohdinta

Tämän työn tarkoituksena oli rakentaa Ouneva Groupin käyttöön Linux-pohjainen kevytpäätejärjestelmä, jonka päätteitä pystytään hallitsemaan keskitetysti. Koska ratkaisuvaihtoehdot on testattu oikeassa tuotantoympäristössä, niiden tiedetään olevan toimivia ja niistä voidaan valita parhaiten tarkoitukseen soveltuva. ThinStation-päätejärjestelmä on otettavissa tuotantokäyttöön heti.

Jos käyttöön valitaan LTSP, paremmalle keskitetylle hallinnalle olisi tarvetta. Sen voisi toteuttaa esim. ThinStationin TSMonin kaltaisena web-pohjaisena ratkaisuna. Sellaisen kehittämisessä olisi ainesta uuteen opinnäytetyöhönkin. Jos jatkossa ilmenee tarvetta LTSP Clusterin käytölle, se tuo toki mukanaan hallintatyökalut.

Asetetuista tavoitteista jäi toteutumatta Linux-työasemien integroiminen Microsoftin DNS-palveluun. Jos käyttöön jää järjestelmä, joka sisältää kattavan päätteiden hallinnan, DNS:n toimimattomuus ei aiheuta suurta vaivaa. DNS-päivityksiä Ouneva Groupin DHCP-DNS-kombinaatiossa olisi kuitenkin vielä hyvä simuloida virtuaaliympäristössä. Jos toimiva ratkaisu löytyy, se joustavoittaa edelleen päätteiden hallintaa.

Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista selvittää työpöytävirtualisoinnin mahdollisuuksia myös toimistokäytössä. Tällöin tulisi mahdollisesti kyseeseen kevytpäätteiden liittämisen toimialueeseen ja kuormantasauksen käyttöönotto. Näihin löytyy työkalut sekä LTSP Clusterista että kaupallisista Linux-päätejärjestelmistä. Tarve kokonaisten työasemien virtualisointiin VDI-mallilla olisi myös hyvä selvittää.

Kaikkia työasemia ei voida linuksoida. Osassa näistä koneista käytetään jatkossakin Windowsia, mutta loppujen kohtaloa täytyy tarkastella myöhemmin uudelleen. Jos esim. Linuxin RDP-asiakasohjelmiin saadaan tuki USB-laitteiden edelleenohjaukselle palvelimelle, lisää työasemia voidaan muuttaa päätteiksi.

Jos tulevaisuudessa ostetaan uutta laitteistoa nykyisten työasemien tilalle, tulisi selvittää valmiin kevytpäätejärjestelmän hankinnan kannattavuutta. Kaikilla merkittävillä tietokonevalmistajilla on kevytpäätetallistonsa, joille on saatavilla niin keskitetty hallintaohjelmisto kuin tukeakin. Jos koko laitekantaa ei voida uusia kerralla, tällöin joudutaan kuitenkin käyttämään kahta kevytpäätejärjestelmää rinnakkain.

Työ oli mielenkiintoinen katsaus tietotekniikan vaatimuksiin yritysympäristössä. Asioita täytyi tarkastella niin käyttäjien kuin ylläpidonkin näkökulmasta sekä eri teknisten palveluiden toimivuuden kannalta. Ratkaisun etsiminen todelliseen tarpeeseen oli palkitsevaa. Avoimia kysymyksiä ja tarvetta edelleen kehittämiseksi jäi, ja näiden parissa olisi mielenkiintoista työskennellä jatkossakin.

Lähteet

- 1 Microsoft Corporation. Microsoft Support Lifecycle. Saatavissa: <http://support.microsoft.com/lifecycle/?LN=en-gb&C2=1173>. [Luettu 27.2.2013.]
- 2 Kuutti, M. IT-vastaava. Ouneva Group. Haastattelu. 24.1.2013, 21.3.2013.
- 3 Cerling, T., Buller, J., Enstall, C. & Ruiz, R. Mastering Microsoft Virtualization. Hoboken, USA. 2010. 864 s. ISBN 047-0449-58-6.
- 4 Microsoft Corporation. Application Virtualization 4.6 for Windows Server 2008 R2 Remote Desktop Services. 2010. 25 s. Saatavissa: <http://download.microsoft.com/download/2/5/E/25EEFF4E-A81A-464F-9AB1-98FA1EF755AA/App-V%20Remote%20Desktop%20Services.docx>.
- 5 Microsoft Corporation. Remote Desktop Protocol Extensions. Saatavissa: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc239608.aspx>. [Luettu 24.2.2013.]
- 6 EMC Corporation. What is RC4. Saatavissa: <http://www.rsa.com/rsalabs/node.asp?id=2250>. [Luettu 27.2.2012.]
- 7 IETF Network Working Group. The Transport Layer Security (TLS) Protocol, Version 1.2. (RFC5246). 2008. Saatavissa: <http://tools.ietf.org/html/rfc5246>.
- 8 PCMag.com. Fat Client. Saatavissa: http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,1237,t=fat+client&i=43017,00.asp. [Luettu 16.12.2012.]
- 9 Ubuntu Community. UbuntuLTSP/FatClients. 24.12.2012. Saatavissa: <https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP/FatClients>. [Luettu 7.1.2013.]
- 10 Linux Terminal Server Project. Concepts. 11.1.2013. Saatavissa: <http://wiki.ltsp.org/wiki/Concepts>. [Luettu 3.3.2013.]

- 11 Niskala, J., Etelä, R. LTSP-järjestelmä ratkaisuvaihtoehtona. Opinnäytetyö (ylempi AMK). Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tietojärjestelmäosaamisen koulutusohjelma. Seinäjoki. 2009. 135 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-200910124906>.
- 12 Tanhua, J. LTSP-järjestelmän soveltuvuus oppilaitoskäyttöön, Case: Itälän alakoulu. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. 2009. 49 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003064773>.
- 13 Freecode. All releases of ThinStation. Saatavissa: <http://freecode.com/projects/thinstation/releases>. [Luettu 20.3.2013.]
- 14 Rdesktop.org. Overview. Saatavissa: <http://www.rdesktop.org/>. [Luettu 15.12.2012.]
- 15 Moreau, M. FreeRDP 1.0 Released. [Blogikirjoitus]. 16.1.2012. Saatavissa: <http://www.freerdp.com/2012/01/16/freerdp-1-0-released/>. [Luettu 15.12.2012.]
- 16 Hagen, W. Professional XEN Virtualization. Hoboken, USA. 2008. 433 s. ISBN 978-047-01-3811-3.
- 17 Tech Blog. Thinstation 5.0 and Windows Deployment Services. [Blogikirjoitus]. 10.3.2012. Saatavissa: <http://dlehman.blogspot.fi/2012/03/thinstation-50-and-windows-deployment.html>. [Luettu 27.3.2013.]
- 18 Schroeder, B., Gibson, G. Disk failures in the real world: What does an MTTF of 1,000,000 hours mean to you? Berkeley, USA. 2007. 16 s. Saatavissa: <http://static.usenix.org/events/fast07/tech/schroeder.html>.
- 19 How to Setup Windows TFTP Server in Windows 2008 R2. [Verkkokeskustelu]. 22.5.2012. Saatavissa: <http://social.technet.microsoft.com/Forums/en-US/winserversetup/thread/ca02359c-0572-4395-9d52-bdb7bf2ad1a1/>. [Luettu 27.3.2013.]
- 20 Wolf, C. Troubleshooting Microsoft technologies: the ultimate administrator's repair manual. Boston, USA. 2003. 705 s. ISBN 978-032-11-3345-8.

- 21 Configure DNS dynamic update credentials. [Verkkokeskustelu]. Saatavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc775839%28v=ws.10%29.aspx>. [Luettu 31.3.2013.]
- 22 TinyCore Linux. 25.10.2012. Saatavissa: <http://distro.ibiblio.org/tinycorelinux/>. [Luettu 13.11.2012.]
- 23 Mauerer, W. Professional Linux Kernel Architecture. Hoboken, USA. 2008. 1370 s. ISBN 978-047-03-4343-2.
- 24 Configuring Thinstation. 1.7.2012. Saatavissa: http://sourceforge.net/apps/mediawiki/thinstation/index.php?title=FAQ#Configuring_Thinstation. [Luettu 8.3.2013.]
- 25 Debian. Package: ltsp-server-standalone (5.2.4-2). Saatavissa: <http://packages.debian.org/squeeze/ltsp-server-standalone>. [Luettu 20.3.2013.]
- 26 LTSP Cluster.[Web-sivusto]. Saatavissa: <https://www.ltsp-cluster.org/>. [Luettu 20.3.2013.]
- 27 Openthinclient GmbH. Boot procedure demystified. Saatavissa: <http://openthinclient.org/Boot+procedure+demystified>. [Luettu 28.3.2013.]
- 28 Microsoft Corporation. Printer Driver Isolation. 28.11.2012. Saatavissa: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff560836\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff560836(v=vs.85).aspx). [Luettu 8.1.2013.]

TinyCoren konfiguraatiotiedostot

/opt/bootlocal.sh # käynnistyskomennot

```
#!/bin/sh
# put other system startup commands here
# Näppäimistöasetukset konsolia varten
loadkmap < /usr/share/kmap/qwerty/fi-latin9.kmap
# Ladataan ssh-serveri
/etc/init.d/dropbear start
```

~/.xsession # X:n alustusskripti

```
[TIEDOSTON ALKU POISTETTU]
# X-ikkunoinnin näppäimistöasetukset:
setxkbmap 'fi'
```

/mnt/sdb2/tce/onboot.lst # ladattavat laajennokset

```
Xorg-7.6.tcz
Xorg-7.6-lib.tcz
Xlibs.tcz
kmaps.tcz # tuki muille kuin US-näppäimistöille
FreeRDP.tcz # RDP-client
dropbear.tcz # SSH-serveri
nano.tcz # editori
```

/opt/.filetool.lst # näiden tiedostojen muutokset tallennetaan

```
opt
home
etc/init.d/rc.shutdown
etc/dropbear/dropbear_rsa_host_key
etc/dropbear/dropbear_dss_host_key
etc/shadow #salasanat
etc/sudoers
usr/bin/asetukset.sh
opt/backgrounds/ounevagroup.jpg
```

~/.X.d/starttrdp.sh # RDP-yhteyden avausskripti

```
#!/bin/sh
# Haetaan muuttujat tiedostosta
KAYTTAJA=$(sed -n '1p' /opt/asetukset.txt)
SALASANA=$(sed -n '2p' /opt/asetukset.txt)
DOMAIN=$(sed -n '3p' /opt/asetukset.txt)
SERVERI=$(sed -n '4p' /opt/asetukset.txt)
```

```

# Annetaan X:lle ja verkkoyhteydelle aikaa herata
sleep 5
# Varmistetaan, etta verkko on ylhaalla
until ping -c 1 $SERVERI; do sleep 5; done
# Avataan RDP-istunto
xfreerdp -f -ignore-certificate -u $KAYTTAJA -p $SALASANA -d $DO-
    MAIN $SERVERI &
# Sammutetaan kone, kun terminaali-istunto päättyy
sudo poweroff

```

/usr/bin/asetukset.sh # Tekee asetukset käyttöönottaessa

```

#!/bin/sh
echo -e "\n"
read -p "Hostname: " HOSTNAME
read -p "Kayttaja: " KAYTTAJA
read -p "Salasana: " SALASANA
read -p "Domain (PAKOLLINEN; esim. og): " DOMAIN
read -p "Terminaaliserveri (PAKOLLINEN): " SERVERI
# Viedaan muuttujat tiedostoon
cat /dev/null > /opt/asetukset.txt
echo $KAYTTAJA >> /opt/asetukset.txt
echo $SALASANA >> /opt/asetukset.txt
echo $DOMAIN >> /opt/asetukset.txt
echo $SERVERI >> /opt/asetukset.txt
# Muutetaan hostname
sed -i "s/\usr/bin\/sethostname\\ .*\/usr/bin\/sethostname\\
    $HOSTNAME/" /opt/bootsync.sh
# Tarkistetaan
echo -e "\n"
cat /opt/asetukset.txt
echo -e "\nJos asetukset ovat oikein, kaynnista uudestaan!"

```

/etc/init.d/rc.shutdown

```

#!/bin/busybox ash
# /etc/init.d/rc.shutdown - used by /etc/inittab to shutdown the
    system.
#
. /etc/init.d/tc-functions
useBusybox
clear
# Tallennetaan .filetool.lst:ssä lueteltujen tiedostojen muutokset
    aina sammutettaessa
filetool.sh -b

[TIEDOSTON LOPPU POISTETTU]

```

~/setbackground

```

#!/bin/sh

```

```
hsetroot -add "#FFFFFF" -add "#FFFFFF" -gradient 0 -center  
/opt/backgrounds/ounevagroup.jpg
```

/mnt/sdb1/syslinux.cfg # Käynnistyslataimen asetukset

```
# console=/dev/null ohjaa käynnistysviestit mustaan aukkoon  
DEFAULT core  
LABEL core  
KERNEL vmlinuz  
APPEND initrd=core.gz quiet waitusb=5:UUID="8C7A-84D8"  
      tce=UUID="8C7A-84D8" console=/dev/null
```

Esimerkkejä ThinStationin konfiguraatiodostoista

thinstation.hosts

# HOST	MAC	GROUPS	COMMENTS
kirjauskone	0019991B9359		
testaus	000C29690659		

thinstation.conf.network

```
## --- GENERAL OPTIONS ---
AUDIO_LEVEL=67
KEYBOARD_MAP=fi_FI
TIME_ZONE="UTC+2"
SYSLOG_SERVER=local
USB_ENABLED=Off
DAILY_REBOOT=Off
#AUTOPLAYCD=On
CUSTOM_CONFIG=Off
RECONNECT_PROMPT=Off
FASTBOOT_URL=http://10.20.30.40
## --- TSMON SETTINGS ---
TSMON_SERVER=10.20.30.40/tsmon
#TSMON_IDENT=tsdummy
## --- DEFAULT SETTINGS FOR ALL SESSIONS ---
#SCREEN=0
WORKSPACE=1
AUTOSTART=On
ICONMODE=AUTO
## --- SESSION SETTINGS ---
SESSION_0_TYPE=freerdp
SESSION_0_SCREEN=0
SESSION_0_FREERDP_SERVER=10.20.30.44
SESSION_0_FREERDP_OPTIONS="--ignore-certificate --sec rdp"
## --- X SERVER SETTINGS
#SCREEN_RESOLUTION="1024x768"
#SCREEN_COLOR_DEPTH="16 | 8 | 24 | *"
#SCREEN_HORIZSYNC="30-64 | *"
#SCREEN_VERTREFRESH="56-87 | 60 | 56 | 70 | 72 | 75"
#SCREEN_X_FONT_SERVER=192.168.1.2:7100
#SCREEN_BLANK_TIME=10
#SCREEN_STANDBY_TIME=20
#SCREEN_SUSPEND_TIME=30
#SCREEN_OFF_TIME=60
#MOUSE_PROTOCOL=PS/2
#MOUSE_DEVICE=/dev/psaux
MOUSE_RESOLUTION=100
X_NUMLOCK=On
## --- NETWORKING SETTINGS
NET_TIME_SERVER=ntp2.mikes.funet.fi
NET_TELNETD_ENABLED=On
NET_REMOTE_ACCESS_FROM="0.0.0.0"
```

Esimerkki LTSP:n lts.conf-tiedostosta

```
# Global defaults for all clients
# if you refer to the local server, just use the
# "server" keyword as value
# see lts_parameters.txt for valid values
#####
[default]
LDM_SESSION="/usr/bin/gnome-session --session=classic-
gnome"

X_COLOR_DEPTH=24
LOCALDEV=True
SOUND=True
NBD_SWAP=True
SYSLOG_HOST=server
XKB_LAYOUT=fi
SCREEN_02=shell
SCREEN_03=shell
SCREEN_04=shell
SCREEN_05=shell
SCREEN_06=shell
SCREEN_07=ldm
# LDM_DIRECTX=True allows greater scalability and
performance
# Turn this off if you want greater security ins-
tead.

LDM_DIRECTX=True
# LDM_SYSLOG=True writes to server's syslog
LDM_SYSLOG=True
START_ITALC=True

# KONEKOHTAISET ASETUKSET
[08:00:27:26:20:4E]
SCREEN_07="xfreerdp 192.168.0.103 -a 24"
HOSTNAME="tsclient"
```