

Lauri Wilén

Oppimisympäristön laitteisto ja tietoverkko kehitysmaolosuhteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikka

Insinöörityö

18.03.2013

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Lauri Wilén Oppimisympäristön laitteisto ja tietoverkko kehitysma- olosuhteissa 36 sivua 18.03.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tietoverkot ja tietoturva
Ohjaajat	yliopettaja Jaana Holvikivi atk-palvelupäällikkö Mikko Mäkelä
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli modernin tietokoneista rakentuvan oppimisympäristön suunnittelu ja toteutus kehitysmaolosuhteisiin. Oppimisympäristö rakennettiin kahdestakymmenestä työasemasta ja kahdesta lasertulostimesta, jotka liitettiin toisiinsa lähiverkon avulla. Lähiverkkoon sisällytettiin mahdollisuus ulkoiseen internetyhteyteen joko ethernetliitännällä tai langattomasti hyödyntämällä matkapuhelinverkon GSM- ja 3G- tajuuksia.</p> <p>Laitteistoina käytettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun lahjoittamia työasemia, tulostimia sekä verkkolaitteistoja. Työasemat olivat Dell Optiplex -sarjan koneita kaksisytimisellä AMD-prosessorilla. Verkko muodostettiin kahdella pinottavalla D-Link DES-1100-16 -verkkokytkimellä, joissa on kuusitoista 100Mb/s ethernet-porttia. Kytkimiin yhdistettiin A-Link wnap 11n 3G -reititin, joka vastasi lähiverkon osoiteavaruudesta sekä reitityksestä WAN-portin kautta julkiseen verkkoon.</p> <p>Toteutuksen aikana otettiin huomioon kehitysmaan käyttöympäristön rajoitukset ja haasteet, kuten esimerkiksi kohdemaan ilmasto ja infrastruktuuri. Lopuksi Suomessa suunniteltu ja testattu oppimisympäristö lahjoitettiin Gambiassa toimivalle koululle opetuskäyttöön. Koulu otti laitteiston onnistuneesti käyttöön joulukuussa 2012.</p> <p>Tämän työn merkitys oli näyttää, kuinka tällaisen projektin kautta voidaan toteuttaa toimiva oppimisympäristö pienillä kuluilla ja hieman vanhemmalla laitteistolla.</p>	
Avainsanat	oppimisympäristö, kehitysmaa, työasema, tietoverkko

Author Title Number of Pages Date	Lauri Wilén Hardware and network for learning environment in developing country conditions 36 pages 18 March 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information Technology
Specialisation option	Computer Networks and Information Security
Instructors	Jaana Holvikivi, Principal Lecturer Mikko Mäkelä, IT-Service Manager
<p>This study deals with planning and implementing a computerized learning environment for the conditions of a developing country. The learning environment consists of twenty workstations and two printers, which were connected into one local area network. The local area network was designed to be able to be connected to internet through Ethernet connection or by using wireless GSM and 3G technologies.</p> <p>Hardware for this project was donated by the IT administration of the Metropolia University of Applied Sciences. The workstations were Dell Optiplex computers with dual core processors manufactured by AMD. These workstations had previously served six years in a computer laboratory in Metropolia. The local area network was built using two stackable D-Link DES-1100-16 switches, each having sixteen 100Mb/s Ethernet-ports. One A-Link wnap 11n 3G router was connected to the switches to deal with the addressing in the local network and routing to the wide area network.</p> <p>Limitations of a developing country were considered during this project, including the different kind of climate and the financial matters of the country. In the final phase of this project, the learning environment, which was built and tested in Finland, was shipped to Gambia and donated to a school working in there. The equipment was successfully introduced in December 2012.</p> <p>The purpose of this study was to show how this kind of project can be done by means of charity when the costs have to be kept low and the hardware can be old.</p>	
Keywords	learning environment, developing country, workstation, network

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kehityksmaan olosuhteet ja infrastruktuuri	1
3	Työasema	2
4	Levykuva	6
4.1	Levykuvan luominen Windows-ympäristössä	6
4.2	Levykuvan optimointi oppimisympäristöön	7
4.3	Levykuvan ohjelmistot	8
5	Levykuvan jakaminen lähiverkossa	10
5.1	Linuxin asentaminen ja konfigurointi	11
5.2	Palvelinohjelmiston asentaminen ja konfigurointi	12
5.3	Levykuvakloonin ottaminen asiakas työasemasta	15
5.4	Levykuvan jakaminen työasemille	16
6	Oppimisympäristön tietoverkko	19
6.1	Lähiverkko ja sen topologia	20
6.2	Lähiverkon palvelunlaatu	22
6.3	Ulkoverkko ja sen topologia	22
6.4	Palvelunlaatu ulkoverkkoon	23
7	Tulokset ja arviointi	24
	Lähteet	28

Lyhenteet

3G	<i>Third Generation</i> , kolmannen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä.
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> , puhelinlinjaa käyttävä verkkokytkintekniikka.
BIOS	<i>Basic Input-Output System</i> , ohjelma, joka lataa käyttöjärjestelmän kovatallalta keskusmuistiin tietokoneen käynnistyksen yhteydessä.
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> , verkko-osoitteiden jakamiseen tarkoitettu verkkoprotokolla.
DMA	<i>Direct Memory Access</i> , tietokoneen sisäistä tiedon kopiointia ilman suorittainta.
DRBL	<i>Diskless Remote Boot in Linux</i> , palvelinohjelmisto, jolla voidaan ajaa käyttöjärjestelmä asiakaskoneessa ilman fyysistä levyä.
Gbs	Gigabittiä sekunnissa, tiedonsiirtonopeuden mittayksikkö.
GPG	<i>GNU Privacy Guard</i> , tiedon salaamiseen käytetty ohjelmisto.
GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> , toisen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä.
IP	<i>Internet Protocol</i> , TCP/IP -mallin protokolla, joka välittää IP -liikenteen paketit internetissä. IP- osoite on verkko-osoite.
Kbs	Kilobittiä sekunnissa, tiedonsiirtonopeuden mittayksikkö.
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> , nestekidenäyttö.
MAC	<i>Media Access Control address</i> , verkkosovittimen fyysinen osoite.

MBR	<i>Master Boot Record</i> , kovalevyn alussa oleva tietue, joka sisältää käyttöjärjestelmän käynnistämiseen tarvittavat tiedot.
Mbs	Megabittiä sekunnissa, tiedonsiirtonopeuden mittayksikkö.
NIC	<i>Network Interface Controller</i> , verkkosovitin.
PC	<i>Personal Computer</i> , henkilökohtainen työasema.
PS/2	<i>Personal System/2</i> (IBM), tietokoneen lisälaitteiden sarjaväyläarkkitehtuuri.
PXE	<i>Preboot Execution Environment</i> , ympäristö, jolla voidaan käynnistää käyttöjärjestelmä verkkosovittimen kautta.
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i> , virransyötön varmistava järjestelmä.
USB	<i>Universal Serial Bus</i> , tietokoneen lisälaitteiden sarjaväyläarkkitehtuuri.
WAN	<i>Wide Area Network</i> , laajaverkko, yhdistää lähiverkot isommaksi kokonaisuudeksi.

1 Johdanto

Tässä raportissa esitelty projektityö tehtiin Metropolia ammattikorkeakoulun tietohallinnolle. Tarkoituksena oli rakentaa käyttöönottovalmis oppimisympäristö ja lahjoittaa se Gambiassa toimivalle koululle opetuskäyttöön. Tietohallinto lahjoitti projektia varten laitteiston sekä tarjosi väliaikaisen tilan projektityön tekemiseen.

Toimiva tietokoneistettu oppimisympäristö vaatii pohjakseen käyttövarman laitteiston. Laitteiston infrastruktuuri pitää olla laajennettavissa sekä varmatoiminen. Liian monimutkainen laitteisto esimerkiksi tietoverkoissa aiheuttaa helposti ongelmia sähkökatkon tai esimerkiksi laitevian yllättäessä. Tässä projektissa lisäpohdintaa ja suunnittelua vaati myös se, että lopullinen toteutus otettiin käyttöön Afrikassa, jossa jo pelkkä erilainen ilmasto aiheuttaa täysin toisenlaiset käyttöolosuhteet kuin Suomessa.

Tässä raportissa esitellään yksi tapa toteuttaa kustannustehokas ja helposti laajennettavissa oleva oppimisympäristö kehitysmaaolosuhteisiin, jossa tärkeintä on laitteiston huollettavuus, käyttövarmuus sekä pitkäikäisyys. [1; 6; 12.]

2 Kehitysmaan olosuhteet ja infrastruktuuri

Kehitysmaata ei ole käsitteenä tarkkaan määritelty, eikä sille ole mitään kansainvälisiä kriteereitä. Maa luokitellaan kehitysmaaksi vertaamalla sitä toisiin maihin tiettyjen tunnusomaisten piirteiden perusteella. Nämä piirteet ovat maan talous- ja väestörakenteessa ilmeneviä puutteita tai heikkouksia verrattaessa niitä kehittyneempiin maihin. Kehitysmaalle ominaisia piirteitä ovat esimerkiksi alhainen bruttokansantuote, väestön enemmistön heikko taloustaso, väestön puutteellinen koulutus, ongelmat julkisissa palveluissa kuten terveydenhuollossa ja matala elinajanodote. Poliittisesti kehitysmaata leimaa usein demokratian puuttuminen, korruptoituneisuus sekä ongelmat tasa-arvossa ja yksilönvapaudessa. Yleisesti kehitysmaaksi lasketaan teollisuusmaihin verrattuna taloudellisesti alikehittynyt valtio.

Taloudelliset sekä julkihallinnolliset puutteet heijastuvat yleensä suoraan kehitysmaan infrastruktuuriin. Infrastruktuuri voi olla erittäin vanhaa eikä sitä ole varaa ylläpitää tai edes huoltaa. Tämän vuoksi esimerkiksi julkiset sähkö- ja tietoliikenneverkot ovat huo-

nokuntoisia ja niiden palvelunlaatu heikko. Sähköverkossa ongelmaksi nousee yleensä suuret jännitteen vaihtelut ja virtapiikit. Tietoliikenneverkkojen ylläpitoon ei välttämättä riitä varoja tai riittävän koulutettuja ihmisiä. Taloudellisten vaikeuksien vuoksi myös rakennuksien ja tiestön kunnossapitoa laiminlyödään. Kehitysmaiden taloudellista tilannetta vaikeuttaa lisäksi niiden yleinen siirtomaamenneisyys, jonka aikana teollisuusmaat ovat riistäneet valtioiden luonnonvaroja ja aiheuttaneet alueelle levottomuuksia. Usein demokratian puute ja ongelmat poliittisessa vallanjaossa estävät kehitysmaan talouden kehittymisen. Taloudelliset ongelmat lisäävät myös omaisuusrikoksia, joiden kohteeksi joutuu helposti arvokas tietotekniikka. [3; 19; 20; 21; 25.]

Kehitysmaista useimmat ovat sijainniltaan lähellä päiväntasaajaa tai eteläisellä pallonpuoliskolla. Tästä johtuen niiden ilmasto on usein kuumempi ja äärimmäisempi kuin kehittyneissä maissa. Äärimmäiset olosuhteet asettavat erityisesti sähkölaitteet, jotka toimivat parhaiten kuivissa ja tasa- sekä matalalämpöisissä olosuhteissa, kovemmalle rasitukselle, kuin mihin ne teollisuusmaakäytössä on ehkä suunniteltu. [22; 23; 24.]

Tämän projektin laitteisto päätyi käyttöön Gambiaan. Gambia sijaitsee Länsi-Afrikassa, ja se luokitellaan kansainvälisesti kehitysmaaksi. Viime vuosina Gambian taloustilanne on kohentunut, kun matkailusta on tullut maan pääelinkeino. Silti laskelmien mukaan kolmasosa Gambian väestöstä elää kansainvälisen köyhyysrajan alapuolella. Edellä mainitut kehitysmaiden ongelmat ovat huomattavissa myös Gambiassa. Vuoden 2009 tilastojen mukaan Gambian vajaasta 2 miljoonasta kansalaisesta noin 110.000 ihmistä käytti internetiä. Vuonna 2012 Gambian runkoverkossa toimi 656 internetpalvelinta. Gambiassa on toiminnassa yksi tv-asema, jonka omistaa valtio. Ilmastollisesti Gambiassa vallitsee puolet vuodesta kuuma sadekausi ja toisen puolen kuiva viileämpi kausi. [19; 22; 23.]

3 Työasema

Työasema sisältää tietokoneen keskusyksikön, näyttölaitteen sekä ohjainlaitteet. Keskusyksikkönä toteutuksessa käytettiin kahtakymmentä lähes identtistä DELL Optiplex 740 -työpöytä-tietokonetta (ks. kuva 1). Siinä on AMD:n valmistama kaksiytiminen suoritin, kaksi gigatavua keskusmuistia ja erillinen näytönohjain. Kovalevyn koko kokoonpanossa vaihtelee konekohtaisesti 80–320 gigatavun välillä. Työasemat saatiin lahjoi-

tuksena Metropolia Ammattikorkeakoulun tietohallinnolta, joka oli käyttänyt niitä omassa tuotantoympäristössään kuusi vuotta.

Näyttölaitteina toimi DELLin valmistamat 19":n LCD-monitorit. Monitoreiden kuvasuhde on 4:3, joka on hyvä koulutyöskentelyssä, kun näytöllä selataan dokumentteja. Monitoreissa on myös neljä USB-laitepaikkaa, joihin voidaan kytkeä lisälaitteita, kuten webkamera tai kuulokkeet. Ohjainlaitteina toimi DELLin valmistama USB-liitäntäinen qwerty-näppäimistö sekä USB-liitäntäinen optinen hiiri. USB-liitäntä on korvannut viime vuosina PS/2 liitännän. USB-väylä soveltuu paremmin tiedonsiirtoon, on yhteensopiva sekä eteenpäin että takautuvasti ja myös itse liitin on fyysisesti PS/2-liitintä kestävämpi. Näistä ominaisuuksista on hyötyä olosuhteissa, joissa laitteistojen odotettu vaihtoväli on pitkä, koska uusia laitteita ei ole helposti saatavilla. [2.]

Työaseman rakentaminen

Työasema kytketään kohdemaassa osaksi sähkö- ja tietoliikenneverkkoa. Tietokone sekä monitori kytketään 230 voltin sähköverkkoon. Kehitysmääolosuhteissa tulee huomioida erityisesti kiinteistön sähköverkon kestävyys ja mitoittaa tietty määrä työasemia oikean kokoisen sulakkeen taakse. Työaseman virtalähde voi maksimikuormituksessa viedä noin 350 W tehoa ja monitori 100 W. Paikallisen sähköverkon laatuongelmiin voidaan varautua kytkemällä työasemat UPS-laitteeseen, jonka sisäänrakennettu akusto tarjoaa varavirtaa siksi aikaa, että keskeneräiset työt saadaan tallennettua ja laitteisto suljettua asianmukaisesti. Monet UPS-laitteet myös tasaavat jännitettä ja tarjoavat näin vakaamman virransaannin päätelaitteille. Valitettavasti projektia varten ei saatu UPS-laitetta, joten sen hankkiminen on loppukäyttäjän vastuulla. [3; 8.]



Kuva 1. Dell Optiplex 740 -työasema. [18.]

Työaseman asentaminen

Työaseman laitteisto pyritään asentamaan mahdollisimman kiinteästi, sillä sitä ei ole tarkoitettu siirrettäväksi. Näin estetään työaseman altistuminen fyysiselle rasitukselle kuten tärinälle tai kaatumiselle, jotka voivat aiheuttaa mekaanisen vian. Muita fyysisiä uhkia ovat pöly ja kosteus. Pölyisissä oloissa työasemat on hyvä suojata suojapeitteellä, kuten kuvassa 2, silloin kun niitä ei käytetä. Kehitysmääolosuhteissa pöly on todellinen uhka laitteistolle, sillä luokkatiloissa harvemmin on ilmansuodatusta tai edes ikkunalaseja pitämässä ulkoilman pölyä poissa. Työasema on hyvä puhdistaa myös sisältä tasaisin väliajoin, sillä kertynyt pöly haittaa lämmönvaihtoa tietokoneen jäähdytysosissa. Pöly virtalähteessä aiheuttaa myös merkittävän tulipaloriskin. Erityisesti suuret päiväkohtaiset lämpötilamuutokset voivat aiheuttaa kosteuden tiivistymistä elektroniikan metalliosiin, kuten piirilevyihin. Tämä rasittaa elektroniikkaa ja voi aiheuttaa oikosulkuja.



Kuva 2. Gambialaisen Loviisa Vocational School -koulun työasemat pölyltä suojattuina. [17.]

Työasema vaatii monia erilaisia kaapeleita, jotka tulee asettaa pois ihmisten kulkuväyliltä mahdollisen mekaanisen rasituksen välttämiseksi tai tahattoman irtoamisen estämiseksi. Lisäksi ongelmana voivat olla tuhoeläimet, kuten rotat, jotka voivat katkaista johtoja. Näistä syistä johtokourujen käyttäminen on erittäin suotavaa kaapeleiden suojaamiseksi. Erityisesti virtakaapelit tulisi suojata hyvin rikkoutumiselta ja kosteudelta, koska niissä kulkeva sähkövirta aiheuttaa loukkaantumisvaaran. Myös kaapelit ja niiden suojaeristeet voivat heikentyä suurien lämpötilamuutosten vuoksi. Esimerkiksi Metropolian luokkatiloissa työasemien kaapelit pyritään sijoittamaan niin, että ne koskettavat mahdollisimman vähän lattiaa. Tämän on todettu vähentävän kaapelivikoja sekä helpottavan tilan puhtaanapitoa.

Tietotekniikka on usein arvokasta, ja tämän vuoksi julkisissa tiloissa, kuten kouluissa, laitteisto on syytä suojata myös varkailta. Hyväksi todettuja keinoja on asentaa työaseman keskusyksikkö lukittavaan kehikkoon tai käyttää vaijerilukkoja, jotka lukitsevat keskusyksikön paikalleen sekä estävät lisäksi sen kotelon aukaisemisen. Vaijerilukoilla voidaan yleensä lukita myös näyttöjä sekä lisälaitteita. Pienempien laitteiden kuten näppäimistön, varastaminen voidaan tehdä vaikeammaksi kiinnittämällä sen kaapeli johdinsiteellä muihin johtoihin tai esimerkiksi pöytään. [8; 7; 3; 11.]

4 Levykuva

Levykuvalla tarkoitetaan täydellistä kopiota kiintolevyllä sijaitsevasta käyttöjärjestelmästä. Kopioon sisältyvät kiintolevyn loogiset osiot, joihin itse tieto on tallennettuna erilaisiin tiedostojärjestelmiin. Lisäksi kopioituu MBR – Master Boot record, joka sisältää tiedon osioiden sijainnista ja rakenteesta.

Yksinkertaistettuna levykuva on kloonin olemassa olevasta toimivasta käyttöjärjestelmästä, joka voidaan levittää useampaan samanlaisen fyysisen laitteiston sisältävään työasemaan. Tämän työn alkuvaiheilla suunnitelmaan kuului Linux-käyttöjärjestelmän käyttäminen opetusympäristön työasemissa. Linuxin käyttämisellä olisi saavutettu huomattava etu tietoturvassa sekä lisenssivapaiden ohjelmistojen saatavuudessa. Lopukäyttäjän toivomus oli kuitenkin saada työasemiin Windows-käyttöjärjestelmä, sillä sen katsottiin olevan helppokäyttöisempi sekä parhaiten opiskelijoita työelämään valmentava. Tässä esimerkissä levykuvan pohjana toimi Windows XP -käyttöjärjestelmä, johon on asennettu Service pack 3 -palvelupaketti. Käyttöjärjestelmän lisenssit olivat työasemien alkuperäiset. [9; 3.]

4.1 Levykuvan luominen Windows-ympäristössä

Levykuvan luominen aloitetaan valitsemalla tarkoitukseen sopiva työasema. Tämän projektin kaikki työasemat olivat teknisiltä ominaisuuksiltaan lähes samankaltaisia, ainoa ero oli kiintolevyjen koko, joka vaihteli työasemakohtaisesti. Kiintolevyn koko onkin otettava huomioon levykuvaa suunniteltaessa. Levykuvaan kopioituu tiedot kiintolevyn osiointista ja tietysti kaikki data alkuperäiseltä kiintolevyllä. Tämän vuoksi on tärkeää,

että kiintolevy, josta levykuva kopioidaan, on pienempi, tai yhtä pieni kuin kiintolevy, jolle se loppuvaiheessa asennetaan. Näin vältetään ongelmalta, että kaikki data ei mahdu levyille tai käyttöjärjestelmä ei ymmärrä osiointia.

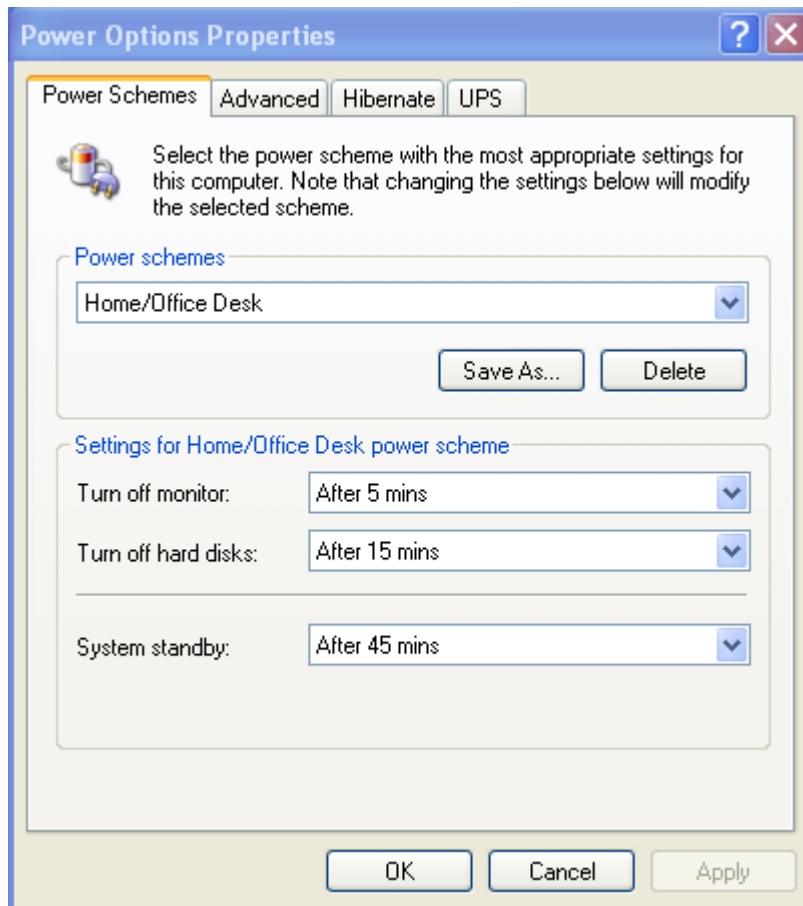
Tässä työssä levykuva luotiin asentamalla käyttöjärjestelmä yhteen työasemaan valmistajan ohjeiden mukaisesti, asentamalla siihen tarvittavat ohjelmistot ja sen jälkeen kopiaamalla kyseinen järjestelmä levykuvaksi siihen soveltuvalla ohjelmistolla ja laitteistolla. Levykuvan kloonaminen eli kopiointi esitellään tarkemmin luvussa 5. [9.]

4.2 Levykuvan optimointi oppimisympäristöön

Opetuskäyttöön tulevan työaseman käyttöjärjestelmän tulee olla oppimisympäristöön sopiva. Siinä ei saa olla oppimisprosessia hidastavia tai häiritseviä tekijöitä. Sen tulee olla toimintoiltaan myös tehokkaaseen oppimiseen ohjaava. Tässä työssä tuli ottaa myös huomioon se, että lopullinen tuotantoympäristö tullaan ottamaan käyttöön kehitysmaassa, jonka ympäristö ja infrastruktuuri luo omat haasteet oppimisympäristölle.

Tehokkaan levykuvan saamiseksi erityisesti joitain Windows -käyttöjärjestelmän prosesseja jouduttiin ottamaan pois käytöstä tai muuttamaan manuaalisiksi. Yksi prosesseista, joka muutettiin manuaaliseksi, oli Windowsin automaattiset päivitykset. Tuotantoympäristössä ei ole kunnollista internetyhteyttä, joten automaattinen päivitysten suorittaminen kaikilla työasemilla yhtä aikaa asettaisi verkon liian suurelle kuormalle, joka johtaisi yhteyden hidastumiseen ja sitä kautta käyttömukavuuden laskemiseen. Tämän vuoksi onkin parempi, että päivitykset ajetaan paikallisesti työasemiin silloin kun verkon käyttöaste on pieni.

Windowsin oletusäänet mykistettiin kokonaan. Näin vältetään opetusta häiritsevien äänimerkkien kuulumiselta. Näytönsäästäjä otettiin kokonaan pois käytöstä ja näyttö säädettiin sulkeutumaan, jos työasemaa ei käytetä viiteen minuuttiin (ks. kuva 3). Tällä säästetään energiaa sekä laitteistoa tilanteissa, joissa joutokäynti kestää pidempään kuin viisi minuuttia. Windowsin oma etätyöpöytäyhteys otettiin pois toiminnasta, sillä XP-käyttöjärjestelmässä se voi altistaa tietoturvariskeille. [3; 11; 8; 13; 12.]



Kuva 3. Esimerkki Windows XP:n virranhallinta-asetuksista.

4.3 Levykuvan ohjelmistot

Tässä työssä annetaan esimerkki työasemiin asennettavista ohjelmistoista, joita voidaan käyttää hyödyksi oppimisympäristössä. Ohjelmat ovat ilmaisia ja suurin osa niistä on myös avoimeen lähdekoodiin perustuvia.

Microsoft Security Essentials on Microsoftin uusi täysin ilmainen tietoturvaohjelmisto, joka tarkistaa ja puhdistaa tietokoneesta viruksia ja muita haittaohjelmia. MSE:n automaattiset päivitykset jätettiin toimintaan, jotta tietoturva ei vaarantuisi. MSE integroituu osaksi Windowsin omaa palomuuria.

Internet Explorer 8 on Microsoftin kehittämä internetselain. Ympäristössä, jossa moni käyttäjä käyttää samaa työasemaan, on tärkeää poistaa käytöstä salasanojen tallentaminen ja kytkeä päälle historian automaattinen tyhjentyminen selaimen sulkeutuessa. Tällä varmistetaan, että selaimen ei jää käyttäjän yksityisiä tietoja. Lisäksi selaimen aloitussivuksi on hyvä asettaa tyhjä internetsivu, jotta vältetään turhalta verkkoliikenteeltä. Tyhjä sivu asetetaan komennolla "about:blank", selaimen oletussivu osoitekenttään, näin luodaan tyhjä html-pohjainen sivu. Toiseksi selaimeksi asennettiin Google Chrome, versionumero 21.0.1180.89. Google Chrome on kevyt ja helppokäyttöinen internet selain. Sille tehtiin samat perussäädöt kuin Internet Explorerille.

Apache OpenOffice 3.4.1 on avoimen lähdekoodin tekstinkäsittelyohjelma, jolla pyritään luomaan Windows -ympäristössä kilpailua Windowsin omalle Office-paketille. Se sisältää lähes kaikki samat toiminnallisuudet kuin MS Office, mutta käyttöliittymä on erilainen. Apache OpenOffice tunnettiin aikaisemmin nimellä OpenOffice.

Adobe Flash Player 11 on Adoben SWF -videotiedostojen katseluun tarvittava ohjelmisto, se on yksi maailman suosituimmista suoratoisto-formaateista, jota käytetään muun muassa videopalvelu YouTubessa.

VideoLAN 2.0.3 on käyttöliittymältään kevyt videoistin, jonka asennuspaketti sisältää riittävän itsenäisen koodekkikirjaston. Sisäänrakennetut koodekit ovat vain VideoLAN-toistimen käytössä, eivätkä voi näin aiheuttaa häiriöitä toisissa toisto-ohjelmissa. Kevyt videoistin soveltuu hyvin hieman vanhemmalle konekannalle, jota tämänkin työn työasemat edustavat.

IRFanView v4.33 on kuvankäsittelytyökalu, jolla onnistuu helposti kuvien rajaaminen, leikkaaminen sekä erilaisten kuvakaappauksien tekeminen. Ohjelmiston asennuksessa on huomioitavaa poistaa Google-työkalupalkin asennus, jos sitä ei tarvitse.

wxMaxima v5.26.0 on tehokas tekstipohjainen laskentaohjelma. Se on GNU-lisenssin alainen ja siksi ilmainen myös opetuskäyttöön. wxMaxima tarjoaa laajat funktiokirjastot sekä piirtotoiminnon. wxMaximan ominaisuudet vastaavat lähes maksullisen MatLabin toimintoja. Ohjelmiston asennuksessa on huomioitavaa poistaa ylimääräiset kielipaketit käytöstä, jotta levytilaa säästyy.

CCleaner v3.22.1800 on ilmainen väliaikaisten tiedostojen poisto- sekä rekisterin puhdistustyökalu. CCleaner on luotu automatisoimaan tietokoneen väliaikaisten tiedostojen poistaminen, jotta tietokoneen käyttö ei hidastuisi. Ohjelmiston asennuksessa on huomioitavaa poistaa Google-työkalupalkin asentaminen, jos sitä ei tarvitse. CCleanerin kaltaisten ohjelmien käyttäminen on suotavaa vanhemmissa Windows-versioissa, joissa väliaikaistiedostojen ja rekisterivirheiden puhdistaminen pitää yllä käyttöjärjestelmän toimivuutta.

Audacity v2.0.2 on helppokäyttöinen ja selkeä käyttöliittymäinen äänen editointi työkalu. Audacitylla on mahdollista leikata, liittää ja kopioida ääniä, muokata kanavia sekä lisätä efektejä.

Kaikista asennetuista ohjelmistoista otettiin pois käytöstä automaattiset päivitystoiminnot, koska asennuskohteessa tulee olemaan hidas internetyhteys, joka ei mahdollista laajoja päivitysoperaatioita. Päivitykset tuleekin hoitaa lokaalisti jokaiselle työasemalle erikseen, tai tehdä keskitetty päivitys verkon ollessa vapaana. Ohjelmistot asennettiin kaikkien käyttäjien saataville.

Myös muut automatisoidut tehtävät ja ylimääräiset lisäosat, kuten kielipaketit, koodekit ja tiedostopääteliitännät, poistettiin asennuksista, jotta vältetään turhalta levytilan täyttymiseltä sekä helpotetaan loppukäyttäjän käyttökokemusta. [3; 10; 11]

5 Levykuvan jakaminen lähiverkossa

Levykuvan jakamiseksi useammalle työasemalle yhtä aikaa, tarvitaan tehtävään soveltuva palvelin, palvelinohjelmisto sekä tietoverkko. Tässä työssä palvelimen käyttöjärjestelmäksi valittiin Linux-käyttöjärjestelmä Ubuntu 12.04. Levitysohjelmisto palvelime-

na toimi DRBL – Diskless Remote Boot in Linux -ohjelmisto, jonka asennuspakettiin sisältyy CloneZilla Server Edition.

5.1 Linuxin asentaminen ja konfigurointi

Palvelinkoneen käyttöjärjestelmäksi valikoitui Ubuntuun viimeisin vakaa versio eli 12.04. Valintaan vaikutti se, että Ubuntu oli jo entuudestaan tuttu ohjelmisto, ja se tukee erittäin hyvin varsinkin kotikäyttöön tarkoitettujen työasemien laitteistoja. Muuten Linux-käyttöjärjestelmän valinnalla ei ollut suurta merkitystä, sillä palvelin ja sen hallinnointi tapahtuu täysin komentoriviltä terminaalien kautta. DRBL-ohjelmisto on myös erittäin hyvin tuettu eri Linux distroille.

Ubuntu on helppo asentaa muistitikulta ja sen asennusohjelma on täysin graafinen. Ongelmia asennuksessa aiheutti kuitenkin työasemien BIOS-versio. Tuntemattomaksi syyksi jäi, miksi DELLin työasema ei pystynyt käynnistämään Linuxin käynnistyslataajaa uudemmalla BIOS -versiolla 2.2.5. Osassa työasemia oli suoritettu tämä päivitys, joten ne jouduttiin alentamaan versioon 1.1.8. Valitettavasti DELL ei tarjonnut vanhemmalle BIOS -versiolle päivitysmahdollisuutta USB-liittännän kautta, vaan ainoastaan Windows-ympäristössä ajettavan exe-paketin. Tämä olisi siis vaatinut käyttöjärjestelmän asentamista, jotta BIOS:in olisi saanut päivitettyä alempaan versioon. Ongelman pystyi kuitenkin kiertämään ajamalla muistitikulta Windowsin erittäin vanhan tekstipohjaisen DOS-käyttöjärjestelmän sekä suorittamaan sen kautta exe-tiedoston, joka uudelleen kirjoitti työaseman BIOS:in. [16.]

Asennuksen jälkeen Ubuntuun asennettiin viimeisimmät päivitykset pakettienhallinnan kautta. Ubuntuun asentamista ja käyttöä ei käsitellä tässä työssä sen enempää. [14, 15.]

5.2 Palvelinohjelmiston asentaminen ja konfigurointi

Projektin palvelinkoneena toimi samanlainen Dell Optiplex 740 -työasema, joista rakennettiin varsinainen oppimisympäristö. Käyttöjärjestelmänä oli käytössä jo edellä mainittu Ubuntu 12.04. Palvelinohjelmistona käytettiin Diskless Remote Boot in Linuxia. Tässä raportissa huomioidaan ohjelmistojen asennuksen ja käytön kannalta olennaiset ja välttämättömät komennot ja toimenpiteet. Seuraavassa asennuselonteossa ei oteta kantaa siihen, että palvelinkone olisi jatkuvassa internetyhteydessä, vaan se on kytkettynä ainoastaan lähiverkkoon ainoan ethernet-porttinsa kautta, joka Ubuntussa näkyy laitteena "eth0". Kaikki ohessa esitetyt toimenpiteet on hyvä suorittaa Linuxin super user tilassa, jotta ne tulevat voimaan.

DRBL-ohjelmiston kehittäjä suosittelee poistamaan käyttöjärjestelmän omat internetyhteyden hallintatyökalut ennen DRBL-ohjelmiston asennusta. Näin välttyään päällekkäisiltä konfiguraatioilta. On myös hyvä muistaa, että asennus ylikirjoittaa olemassa olevat Linuxin palomuurisäännöt. Ubuntun oma internetyhteyden hallintatyökalu "Network manager" poistetaan komentorivikäskyllä; *apt-get remove network-manager*. Palvelimen kovalevyn käyttöä voi nopeuttaa kytkemällä kovalevyn DMA-moodiin, tämä ei kuitenkaan onnistunut testikokoonpanossa. Ohjelmiston kehittäjä suosittelee myös SELinuxin kytkemistä pois päältä, koska kyseinen tietoturvaohjelma voi estää DRBL:n vaatimien ohjelmistokomponenttien käytön.

Asennuksen alussa haetaan GPG (GNU Privacy Guard) -avain, joka sisältää digitaalisen varmennuksen siitä, että ohjelmisto on luotettava ja voidaan asentaa palvelimelle:

```
wget -q http://drbl.org/GPG-KEY-DRBL -O- | sudo apt-key add -
```

Tämän jälkeen Linuxin ohjelmistolista-tiedostoon, */etc/apt/sources.list*, lisätään ohjelmakanava DRBL-ohjelmistoa varten:

```
deb http://drbl.sourceforge.net/drbl-core drbl stable
```

Edellä mainittu komento määrittelee kohteen, josta haluttu ohjelma-paketti haetaan ja päivitetään tietokoneelle. Seuraavaksi päivitetään pakettilistaus antamalla komento *apt-get update* komentorivillä. Haluttu paketti asennetaan komennolla *apt-get install*

DRBL. Tämän jälkeen asennetaan DRBL-palvelinohjelmisto komennolla */opt/drbl/sbin/drblsrv -i*. Asennusohjelma käy läpi joukon perusmäärittäjiä, mutta antaa selkeät ohjeet niiden valintaan sekä tarjoaa yleensä yhden yleispätevän vastauksen käyttäjälle.

DRBL- paketin mukana tulee kehittäjien luoma skripti, jolla voi asettaa palvelimen oletusasetukset, kuten käynnistää tietyt palvelut. Skriptiä on hyödyllistä käyttää kun halutaan palauttaa palvelin tilaan ennen omaa konfiguraatiota. Palvelin voi toimia myös näillä oletusasetuksilla, mutta yleensä se vaatii lisää konfigurointia. Skriptin voi suorittaa suoraan kohdekansioistaan komennolla */opt/drbl/sbin/drbl4imp*.

Näiden toimenpiteiden jälkeen on enää tarpeen käynnistää Ubuntun yhteystoiminto uudelleen komennolla */etc/init.d/networking restart*.

Toimiakseen kunnolla DRBL-palvelin täytyy konfiguroida. Konfiguraatio ohjelma käynnistetään komennolla */opt/drbl/sbin/drblpush -i*. Manageri on hyvin interaktiivinen ja opastaa käyttäjää oikeiden asennuksien valitsemisessa ja tarjoaa aina yleispätevintä vaihtoehtoa (eng. default option), joka valitaan painamalla rivinvaihtoa. Tässä raportissa käyn lävitse vain tärkeimmät kohdat asetuksista. Esimerkit käyttöliittymästä kuvissa 4 ja 5.

Tässä projektissa tarkoituksena oli tehdä ainoastaan paikalliseen lähiverkkoon kytketty DRBL-palvelin, jonka käyttö on vaivatonta kahdenkymmenen työaseman kanssa. Tämän vuoksi asetuksissa ohitettiin kokonaan se, että työasemien tulisi olla kytköksissä samaan aikaan internetiin ja palvelimeen. Myös palvelimen ainoa kytkentä tapahtui lähiverkkoon, joten sen verkkosovitinta voitiin käyttää ainoastaan palvelimen tietoliikenteeseen. Käyttämällä toista verkkosovitinta olisi ollut mahdollista kytkeä palvelin samanaikaisesti myös ulkoverkkoon.

Interaktiivisessa asetuksen määrittämisessä luodaan oma verkkopalvelunimi, tässä tapauksessa se oli *clonezilla-lab*, annetaan asiakaskoneille palvelinnimen etuliite "windows-tyoasema" sekä määritetään fyysinen verkkoliitäntä, jota käytetään yhteydenottoon. Perusasetusten asettamisen jälkeen palvelin jää odottamaan asiakaskoneiden yhteydenottoa. Asiakas koneet käynnistetään ja ne suorittavat PXE-käynnistymisen, joka lähettää niiden MAC-osoitteen palvelimelle. Palvelin kerää kaikkien käynnistyneiden

asiakaskoneiden osoitteet ja luo sekä tallentaa niistä listan. Tämän jälkeen määritellään IP-osoiteavaruus, joka jaetaan MAC-osoitteille, joiden perusteella palvelin ohjaa työasemia.

```

The Layout for your DRBL environment:
*****
NIC NIC IP Clients
+-----+
| DRBL SERVER |
||
| +-- [eth0] 192.168.101.254 +- to WAN
||
| +-- [eth0] 192.168.101.254 +- to clients group 0 [ 8 clients, their IP
| | from 192.168.101.10 - 192.168.101.17]
+-----+
*****

```

Kuva 4. Esimerkki DRBL-palvelimen käyttöliittymän palautteesta.

Tämän jälkeen käydään läpi joukko pienempiä asetuksia, kuten kuinka suurta välimuistia asiakaskoneet käyttävät jakelun aikana ja tarvitaanko jakelun aloittamiseen salasana, sekä muita hallinnointiin liittyviä asetuksia. Palvelin tallentaa valitut asetukset ja ilmoittaa jakelun olevan valmiustilassa. Seuraavan kerran kun työasemat käynnistetään PXE-tilassa, käynnistyy niissä CloneZilla-asiakasohjelma, jonka avulla voidaan joko kopioida levykuva palvelimelta asiakaskoneelle tai toisinpäin. [14; 15.]

```

*****
How many DRBL clients (PC for students) connected to DRBL server's ethernet
network interface eth0 ?
Please enter the number:
[25] 8
*****
The final number in the last set of digits in the client's IP address is "17".
We will set the IP address for the clients connected to DRBL server's ethernet
network interface eth0 as: 192.168.101.10 - 192.168.101.17
Accept ? [Y/n]
*****
OK! Let's continue...

```

Kuva 5. Esimerkki DBRL-palvelimen asetusten määrittämisestä.

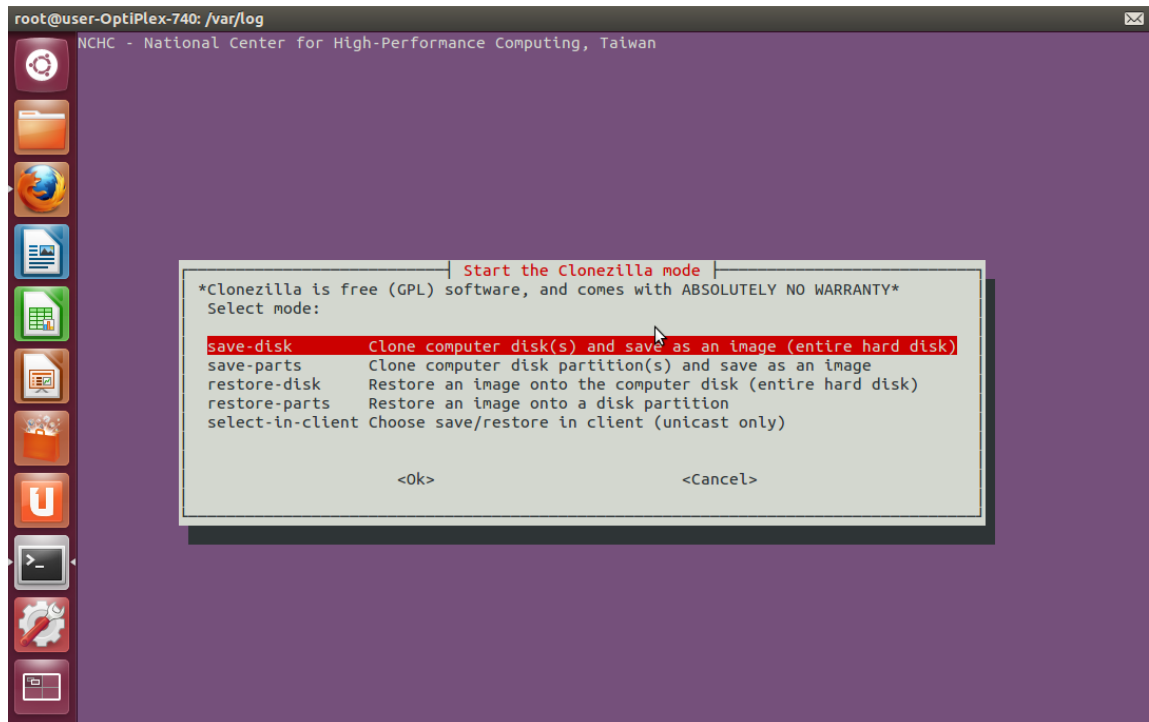
5.3 Levykuvakloonin ottaminen asiakas työasemasta

Levykuvan kloonaukseen varten tulee asiakaskone valmistella. BIOS-asetuksista laiteaan päälle w/PXE-käynnistys eli käynnistysohjelman lataaminen verkon kautta. Lisäksi varmistetaan, että asiakaskone on kytketty asianmukaisesti samaan verkkoon kuin palvelinkone.

DRBL käynnistetään palvelimen komentorivillä komennolla `/opt/drbl/sbin/dcs`. Komento avaa graafisen käyttöliittymän, jossa halutut asetukset käydään läpi vaiheittain. Ensimmäiseksi valitaan asiakaskone, jolta halutaan kaapata kovalevyn kopio palvelimelle, tässä vaiheessa voi valita myös kohdan "kaikki". Seuraavaksi ajetaan itse CloneZilla-ohjelmisto valitsemalla "Start_clonenezilla_mode" (ks. kuva 6). CloneZilla kannattaa valita ajettavaksi Expert-moodissa, jossa ylläpitäjä saa itse määrittää seuraavat asetukset. Tämän jälkeen valitaan "save-disk", joka määrittää, että levykuva kaapataan asiakaskoneelta. Vaihtoehtona on myös "restore-disk" eli levykuvan palautus, tämä käydään läpi raportin alaluvussa 5.4.

Levykuvan ja asiakaskoneen nimi asetetaan valittavaksi myöhemmin asiakaskoneelta, tämän jälkeen riittää, että loppuihin ohjelmiston tarjoamiin vaihtoehtoihin valitsee sen tarjoaman oletusvaihtoehdon. Myöskään tässä vaiheessa työtä ei oteta enempää kantaa ohjelmiston tarjoamiin vaihtoehtoihin, sillä perusasetuksilla saa toteutettua jakelun. Asetusten hyväksymisen jälkeen CloneZilla-ohjelmisto käynnistyy ja jää odottamaan asiakaskonetta.

CloneZillan käynnistämisen jälkeen haluttu asiakaskone käynnistetään. PXE-käynnistys avaa palvelinkoneelta DRBL-ohjelmiston, jossa on vaihtoehtona "CloneZilla: save disk (choose later) as image (choose later)." "Choose later" -kohdat tarkoittavat, että levykuvan nimi ja kohdelevy valitaan myöhemmässä vaiheessa. Valinnan jälkeen CloneZilla käynnistyy "savedisk"-moodissa ja pyytää antamaan kopioitavalle levykuvalle nimen, tässä esimerkissä se oli "2012-09-06-13-img." Nimen annon jälkeen valitaan fyysinen kovalevy, jolta levykuva halutaan kaapata. Kaappauksen jälkeen palvelin ilmoittaa kaappauksen onnistumisesta sekä tallentaa lokitiedostot. Levykuvan kopio tallentuu kansioon `/home/partimag img-tiedostomuodossa` (ks. kuva 7). [14; 15.]



Kuva 6. CloneZilla-ohjelmiston käyttöliittymä Ubuntu käyttöjärjestelmässä.

```

This is for all clients, so we remove other host-based PXE config files in /tftpboot/nbi_img/pxelinux.cfg/ and keep /tftpboot/nbi_img/
pxelinux.cfg/default only.
Clean all the previous saved PXELINUX config file if they exist...done!
PS. Next time you can run this command directly:
/opt/drbl/sbin/drbl-ocs -b -q2 -j2 -p reboot -z1p -i 1000000 -l en_US.UTF-8 startdisk save
This command is also saved as this file name for later use if necessary: /tmp/ocs-input-later-2012-09-24-12-59
done!
root@user-OptiPlex-740:/var/log# Client 192.168.101.2 (00:18:8b:7e:1e:2b) finished cloning. Stats: Saved /home/partimag, /dev/sda1, su
ccess, 10.6 GB, 8.345 mins;

root@user-OptiPlex-740:/var/log# ls /home/partimag/
2012-09-06-13-img
root@user-OptiPlex-740:/var/log#

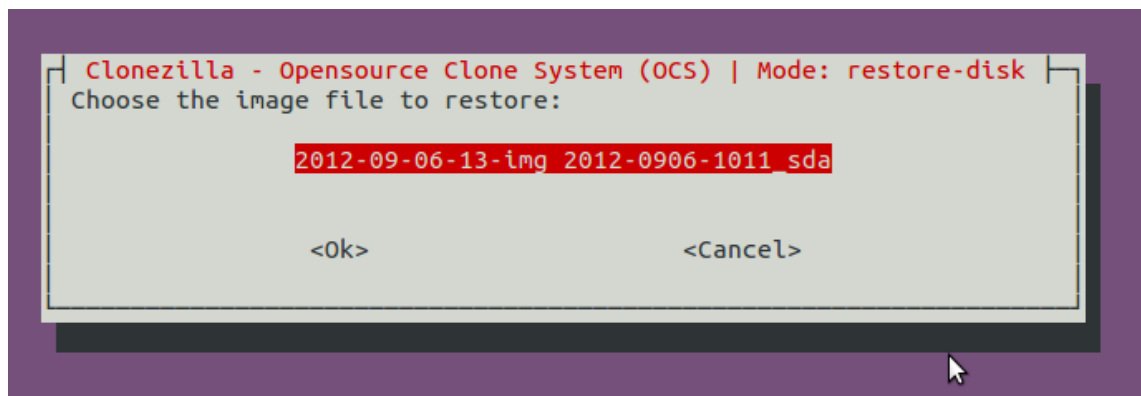
```

Kuva 7. Onnistunut levykuvan taltiointi. /home/partimag-kansiossa näkyy taltioitu levykuva nimellä 2012-09-06-13-img.

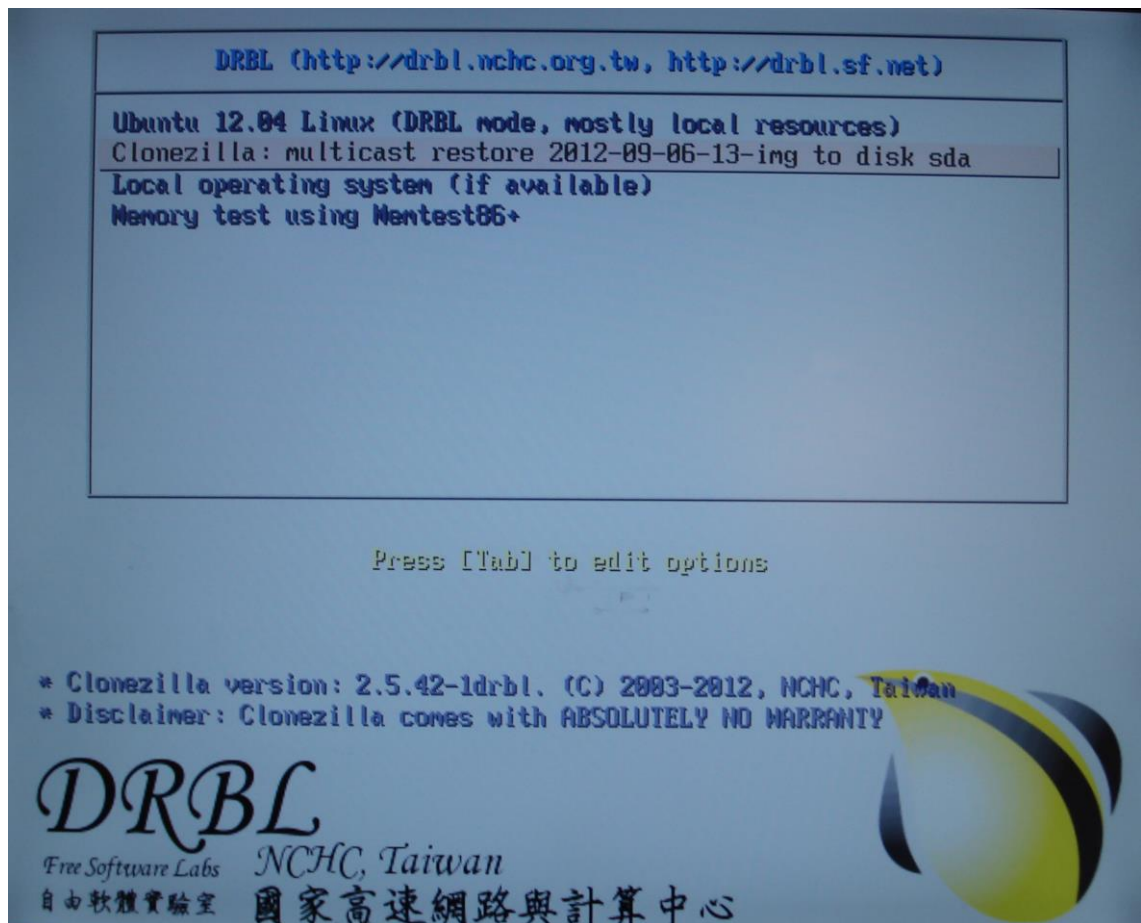
5.4 Levykuvan jakaminen työasemille

Levykuvan jakaminen palvelimelta työasemille on prosessina täysin vastaavanlainen kuin työasemalta palvelimelle. DRBL käynnistetään palvelimen komentorivillä komenolla `/opt/drbl/sbin/dcs`. Siinä valitaan "restore-disk"-vaihtoehto. Myös tässä voidaan käyttää CloneZillan oletusasetuksia. Ohjelmisto osaa itse tarjota levykuvatiedostoja,

jotka se on aikaisemmin tallentanut (ks. kuva 8). Huomionarvoista on valita ryhmälähetys verkon yli sekä antaa oikea asiakaskoneiden määrä. Asiakaskoneille kannattaa valita myös riittävän pitkä odotusaika, jonka palvelin odottaa ennen kuin se alkaa levittää levykuvaa. Aika alkaa kun ensimmäinen asiakasyhteys luodaan. Esimerkissä laitettiin 300 sekuntia odotusaikaa ja se riitti hyvin esimerkiksi irronneen verkkokaapelin liittämiseen tai koneen uudelleen käynnistämiseen. Konfiguroinnin jälkeen asiakaskoneet käynnistetään uudelleen, jolloin niihin avautuu sama graafinen DRBL-käyttöliittymä kuin levykuvan kaappaamisessakin. Valitaan kohta "Clonezilla: multicast restore *levykuvan nimi*-img to disk sda" (ks. kuva 9). Tämän jälkeen levykuva puretaan asiakaskoneelle, jolloin se toimii täysin samalla lailla ja identtisesti kuin koneessa, josta se kaupattiin. Kuvassa 10 havainnollistetaan käyttöjärjestelmän levitystä laboratorioolosuhteissa. [14; 15]



Kuva 8. Palautettavan levykuvan valinta CloneZilla-ohjelmistossa.



Kuva 9. CloneZilla-ohjelmiston käyttöliittymä asiakaskoneessa.



Kuva 10. Levykuvan levitys työasemille käynnistymässä.

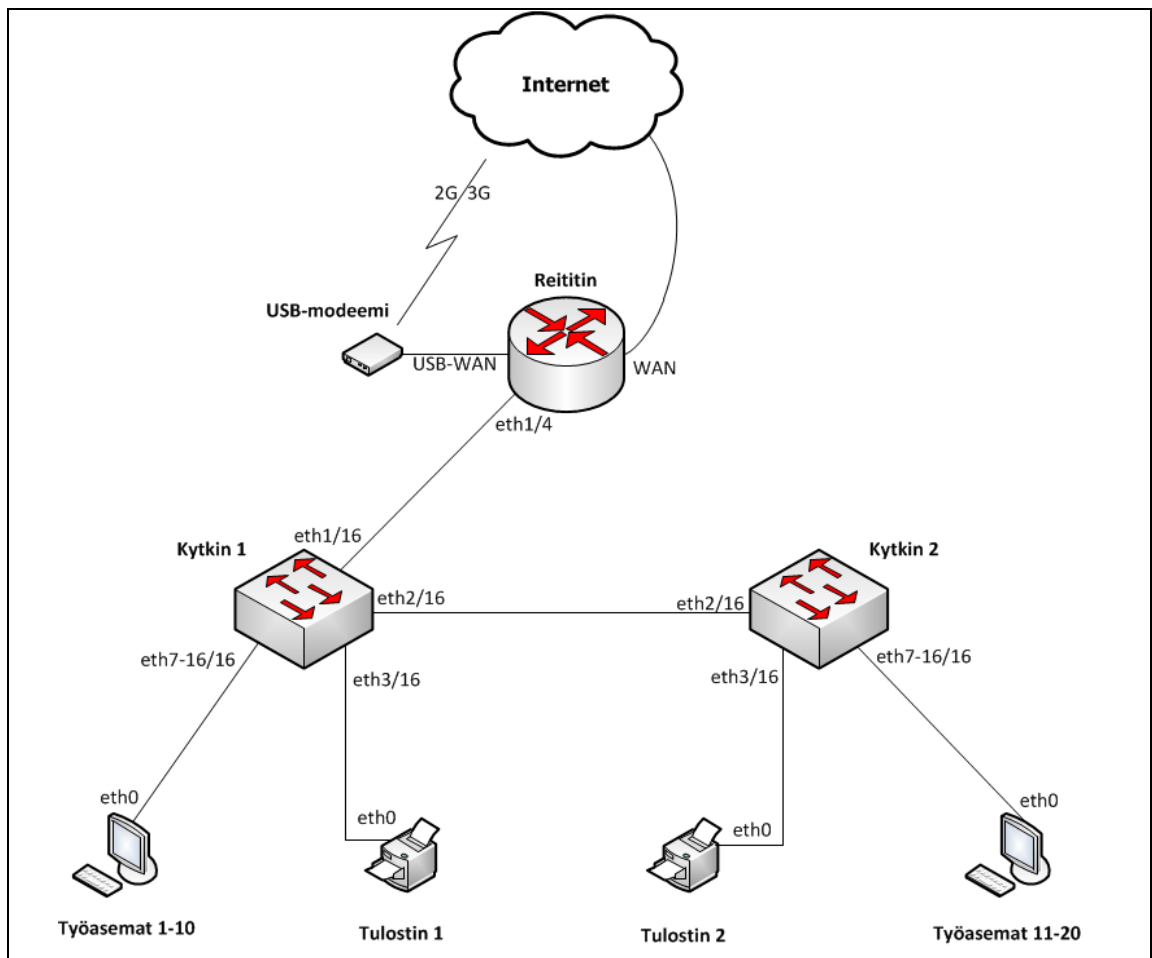
6 Oppimisympäristön tietoverkko

Oppimisympäristön tietoverkosta haluttiin tehdä helposti hallittava ja laajennettava. Tilaaja antoi ymmärtää, että oppimisympäristön ylläpidon tulee olla yksinkertaista, sillä paikalla ei ole kovin montaa tietoverkkoja hallitsevaa asiantuntijaa. Lisäksi kehitysmaan olosuhteet saattavat aiheuttaa laiterikkoja varsinkin työasemissa. Tietoverkon tulisi olla helposti laajennettavissa myös muilla vastaavilla laitteilla.

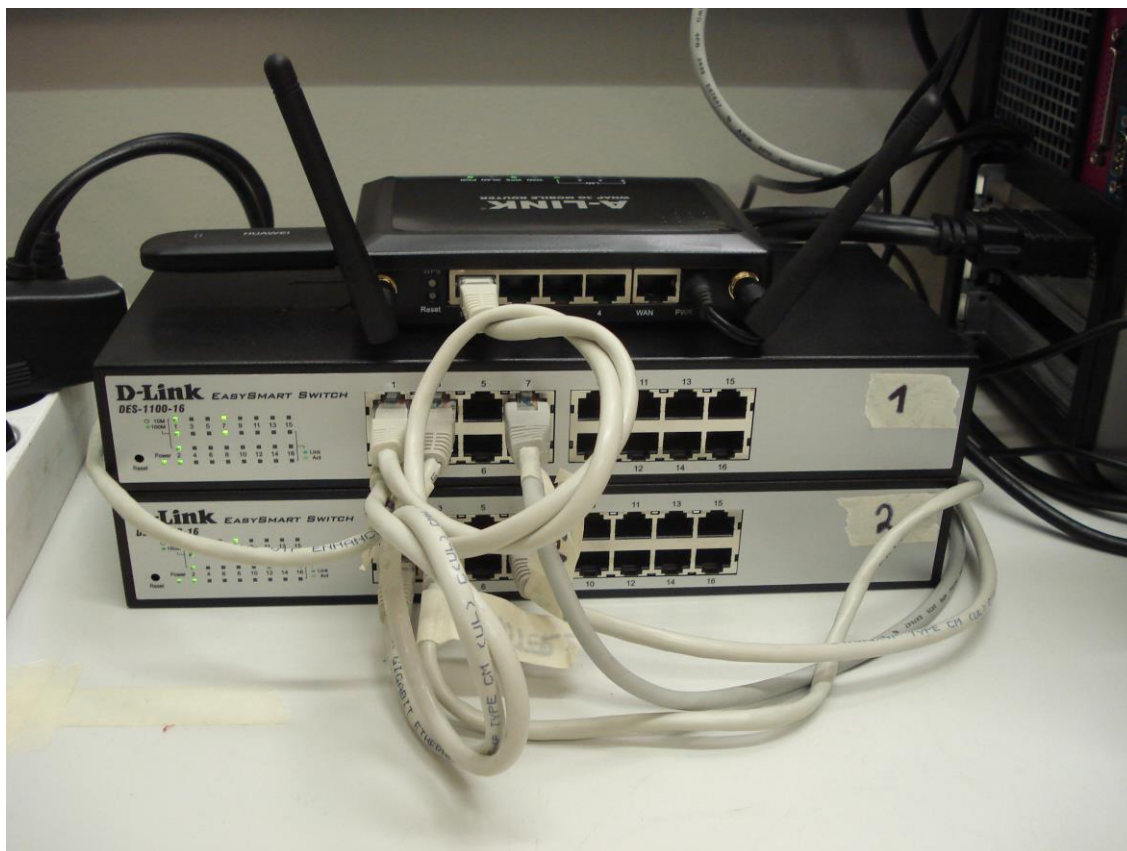
Tietoverkon muita toivottuja ominaisuuksia oli mahdollisuus langattomaan internetyhteyteen, kustannustehokkuus sekä vakaus. Langatonta internetyhteyttä varten valittiin reititin, josta löytyi myös USB-liitäntä ulkoisen USB-modeemin kytkemistä varten. Kustannustehokkuus eli laitteiden alhainen hinta ja ylläpidon kustannukset perusteltiin sillä, että ympäristön tuomat haasteet voivat helposti rikkoa laitteen ja liian arvokkaat laitteet taas voisivat houkutella varkaita. Tietoverkko ei saanut siis nojata liikaa tietyn laitetyyppin tai mallin ominaisuuksiin.

6.1 Lähiverkko ja sen topologia

Oppimisympäristön lähiverkon runko muodostui kahdesta kuusitoistaporttisesta pinotavasta D-LINK DES1100-16 -kytkimestä sekä A-LINK WNAP –reitittimestä. Näihin kytkettiin kaksikymmentä työasemaa sekä kaksi verkkotulostinta. Kytkimet kytkettiin yksinkertaisesti toisiinsa porteista 2/16 ja reititin kytkettiin portista 1/4 porttiin Kytkin1:1/16. Kumpaankin kytkimeen kytkettiin kymmenen työasemaa portteihin 7–16/16 ja yksi verkkotulostin porttiin 3/16. Molempien kytkimien portit 4–6/16 jätettiin vapaiksi myöhempää käyttöä varten, esimerkiksi lisätyöasemien kytkemiseksi oppimisympäristöön. Lähiverkkoon voidaan vielä myöhemmässä vaiheessa lisätä kuusi ethernetliitännäistä verkkolaitetta ilman lisäkytkintä. Kuvassa 11 on havainnollistettu projektin lähiverkon topologiaa. Kuvassa 12 on projektissa käytetyt verkkolaitteet.



Kuva 11. Esimerkki projektin lähiverkon topologiasta.



Kuva 12. Oppimisympäristön lähiverkon verkkolaitteet. Alimpana kytkimet, joiden päällä reititin sekä reitittimen vasempaan laitaan kytketty 3G-modeemi.

Lähiverkon osoitevaruudeksi valittiin C-luokan yksityiskäyttöön varattu alue 192.168.1.0 lähiverkon peitteellä 255.255.255.0, joka mahdollistaa käytännössä 254 laitteen kytkemisen verkkoon. DHCP-palvelin antoi asiakaslaitteille oletusyhdyksytävääksi osoitteen 192.168.1.254. Reitittimen DHCP-palvelin asetettiin jakamaan työasemille osoitteita välillä 192.168.1.101–192.168.1.120. Osoitteet 192.168.1.121 ja 192.168.1.122 määriteltiin tulostimille staattisiksi niiden MAC-osoitteiden perusteella. Tulostin 1 sai osoitteen -121 ja Tulostin 2 sai osoitteen -122.

Loput osoitteistosta jäi esimerkiksi langattomaan verkkoon liitettävien laitteiden käytettäväksi.

6.2 Lähiverkon palvelunlaatu

Työasemien IP-osoitteisto rajattiin pieneen alueeseen hallinta- ja tietoturvasyistä. Ylläpitäjän on helpompi hahmottaa verkon kokonaiskuva, kun tietyt laitteet sijaitsevat tietyn osoitteiston sisällä. Lisäksi mahdollinen tunkeutuja, joka yrittää liittää oman koneensa kytkimeen, ei pääse käsiksi verkkoon, sillä se ei voi saada osoitetta varatusta avaruudesta. Tätä toimintoa voidaan vielä vahvistaa DHCP:n osoitteiden jakamisella ainoastaan luotetuille MAC-osoitteille, jotka määritellään kytkimeen etukäteen. Tulostimissa päädyttiin niin ikään hallintasyistä staattisiin osoitteisiin, koska tällöin työasemalle on helppo määrittää tietyssä osoitteessa sijaitseva verkkotulostin.

6.3 Ulkoverkko ja sen topologia

Projektin käyttöönottajän toiveena oli, että oppimisympäristö olisi mahdollista liittää myös internetiin. Kehityksessä internetyhteydet ovat usein hitaita ja kalliita, jos niitä on edes ollenkaan. Oppimisympäristöä käytettäisiin kehitysmaassa useimmiten vain lähiverkossa, eli internet-liitettävyyttä ei ollut projektin kannalta merkittävä osa-alue.

Internetyhteys päädyttiin toteuttamaan kahdella mahdollisella tavalla. Ensisijainen yhteysmuoto on liittyä ethernet-liitännän avulla käyttöönottajän omaan verkkoon. Tässä tapauksessa verkko on todennäköisesti koulun oma sisäinen verkko, jonka ulospäin suuntautuva yhteys on toteutettu ADSL-yhteydellä. Toteutuksessa käytettävä A-Link wnap -reititin sisältää yhden 10/100Mb ethernet-liitännäisen WAN-portin. Portti on täysin konfiguroitavissa helpon graafisen käyttöliittymän kautta (ks. kuva 13). [3; 7; 8.]

The screenshot shows the web interface of an A-LINK WNAP 3G Mobile Router. The browser window title is "WLAN AP Webservice - Windows Internet Explorer" and the address bar shows "http://192.168.1.254/home.asp". The page title is "A-LINK WNAP 3G MOBILE ROUTER". The left sidebar contains a "Site contents" menu with items like Status, Setup Wizard, Operation Mode, Wireless, TCP/IP Settings, LAN Interface, WAN Interface, Firewall, QoS, Route Setup, USB Storage, Management, and Logout. The main content area is titled "Static DHCP Setup" and contains the following text: "This page allows you reserve IP addresses, and assign the same IP address to the network device with the specified MAC address any time it requests an IP address. This is almost the same as when a device has a static IP address except that the device must still request an IP address from the DHCP server." Below this text is a checkbox labeled "Enable Static DHCP" which is checked. There are three input fields for "IP Address:", "MAC Address:", and "Comment:". Below the input fields are two buttons: "Apply Changes" and "Reset". Below the input fields is a section titled "Static DHCP List:" containing a table with the following data:

IP Address	MAC Address	Comment	Select
192.168.1.121	00-01-e6-75-bb-e3	Gambia-Printer-1	<input type="checkbox"/>
192.168.1.122	00-01-e6-4e-e3-38	Gambia-Printer-2	<input type="checkbox"/>

Below the table are three buttons: "Delete Selected", "Delete All", and "Reset".

Kuva 13. Esimerkki reitittimen käyttöliittymästä.

6.4 Palvelunlaatu ulkoverkkoon

Kehitysmääolosuhteissa tavallisen koulun verkkoyhteydet ovat usein hitaat. Ulkoverkon suuntaan nopeus voi olla 2 Mb/s, ja sisäverkon nopeus 10–100 Mb/s. Esimerkiksi Suomessa vastaavat nopeudet ovat useasti satakertaisesti nopeammat, eli ulospäin suuntautuva yhteys on 1–10 Gb/s ja sisäverkon nopeudet 100 Mb–1 Gb/s. Tämän vuoksi Suomessa rakennettua järjestelmää ei voi eikä taloudellisesti kannata implementoida suoraan olosuhteisiin, joissa ei olisi realistista saavuttaa vastaavia palvelunopeuksia.

Reitittimeen luotiin sääntö, joka estää työasemia ylittämästä tiettyä latausnopeutta ulkoverkosta eli internetistä sisään- ja ulospäin. Molempiin suuntiin rajoitukseksi laitettiin 512 kb/s, tämä on kuitenkin vain arvioitu tarve ja nopeusrajoitus on helposti loppukäyttäjän muutettavissa. Säännön pyrkimyksenä on estää yksittäistä työasemaa käyttämästä koko kaistaa, koska ulospäin suuntautuva internetyhteys on olettavasti val-

miiksi hidas. Oppimisympäristön verkon sisäistä nopeutta ei ole rajoitettu, vaan se on maksimissaan laitteiston mahdollistama 100 Mb/s. [3; 7; 8.]

7 Tulokset ja arviointi

Tämän projektin toteutumisen edellytyksenä monet asiat osuivat yhteen juuri oikealla hetkellä. Projektin taustalla oli jo vuosia aiemmin alkaneet yhteistyö-suhteet, ja myös edellisinä vuosina lahjoittaja oli lahjoittanut tuotannosta poistuneita laitteistojaan eteenpäin. Tällä kertaa kuitenkin heräsi ajatus toteuttaa jonkinlainen kokonaisuus lahjoitettavaksi pelkkien työasemien sijasta. Idea sopi myös loppukäyttäjälle, jolla oli juuri tarve tämänkaltaiselle lahjoitukselle. Myös työn tilaajan organisaatiolla oli ylimääräisiä tuotannosta poistuneita laitteita, joiden pitäminen varastossa ei olisi ollut mielekäästä.

Lisäksi kun projektista tehtäisiin vielä tämä kyseinen insinööriyö, olivat kaikki palaset lokahtaneet paikoilleen. Projekti tuottaisi siis hyötyä jokaiselle osapuolelle. Huomionarvoista koko projektin kulussa oli erityisesti se, että se toteutettiin täysin hyväntekeväisyytenä. Tilaajan edustama organisaatio lahjoitti laitteistot hyväntekeväisyyteen maksutta ja ilman sitoumuksia. Insinööriyön tekijälle ei maksettu minkäänlaista korvausta projektin tekemisestä. Loppukäyttäjä kuljetti ja asensi yksityishenkilönä keräämälään varoilla projektin laitteiston kohdemaahan.



Kuva 14. Gambialaisen Loviisa Vocational School -koulun tietotekniikanopettaja ja rehtori sekä projektin laitteisto. [17.]

Projekti jaettiin prosessina kolmeen osa-alueeseen. Ensimmäinen vaihe oli projektin suunnittelu, toinen vaihe oli projektin toteutus Suomessa ja kolmas vaihe laitteiston käyttöönotto kohdemaassa. Tilaaja tarjosi erittäin hyvän testi- ja työympäristön projektin suunnitteluun ja testaukseen. Tämä tapahtui syyskuussa 2012. Loppukäyttäjä antoi projektin kahden ensimmäisen vaiheen valmistumisen takarajaksi vuoden 2012 loka-kuun alun. Projektivaihe kesti siis noin kuukauden, tätä ennen kuitenkin sisälsi jonkin verran dokumentointia suunnittelua. Työ kehitti kykyäni työskennellä itsenäisesti projektiluontaisessa työssä, jossa joutui toimimaan omana esimiehenään. Ammatilliselta kannalta projekti opetti työasemamassojen käsittelyä tietoverkon avulla sekä luokkaympäristön suunnittelua. Toimitusajankohdan takaraja oli tarkka, sillä laitteisto siirrettiin yhdessä muiden hyväntekeväisyyteen lähetettävien esineiden joukossa merikontissa Afrikkaan.

Kolmas vaihe eli laitteiston käyttöönotto oli kokonaan loppukäyttäjän vastuulla. Projektin laitteisto otettiin käyttöön kohdemaassa loppuvuodesta 2012. Laitteisto otettiin

käyttöön lähes siinä kokoonpanossa kuin se oli suunniteltu. Pitää muistaa, että kohde-
maan rajoitusten vuoksi tällaiset projektit kokevat muutoksia eikä niitä voida soveltaa
paikan päällä, kuten ne on ehkä suunniteltu. Koska kyse on oppimisympäristöstä, on
ymmärrettävää, että sitä joudutaan muokkaamaan ympäristöön soveltuvaksi. Lisäksi
kohdemaassa kävi tilaajan organisaatioon kuuluva yhteyshenkilö tutustumassa paikalli-
sen koulun toimintaan sekä pitämässä luentoja. Näiden ihmisten kokemusten perus-
teella projekti oli onnistunut ja loppukäyttäjät erittäin tyytyväisiä laitteistoon sekä sen
mukanaan tuomaan mahdollisuuteen opettaa tietotekniikkaa olosuhteissa, joissa se
aikaisemmin oli ollut hankalaa. Sekä työn tilaaja ja projektin toteuttaja ovat olleet tyy-
tyväisiä projektin lopputulokseen. Saadun positiivisen palautteen perusteella tullaan
todennäköisesti tulevaisuudessa jatkamaan vastaavanlaisten projektien suunnittelua ja
toteuttamista niillä resursseilla, kuin se on mahdollista.

Työn merkitystä pohdittaessa esiin nouseekin hyvin vahvasti se tosiasia, että hyvin
pienillä resursseilla voidaan rakentaa oikeasti toimiva oppimisympäristö. Lisäksi projekti
osoitti, että insinöörityö voi olla oikein järjesteltynä jotain hyvin konkreettista ja käsin
kosketeltavaa. Kaiken tämän lisäksi koko prosessi tarjosi vilpittömää iloa saajalleen sekä
antajilleen.

Kuten tässä raportissa on mainittu, tuli projektin aikana eteen lukuisia haasteita.
Useimmat haasteista liittyivät suunnitteluun, kuten kehityksensä infrastruktuuriin ja
ilmastoon. Kyseisiin ongelmiin on etukäteen vaikea varautua täällä Suomessa, jossa
olemme tottuneet toimimaan sähköverkkoon ja puhtaaseen huoneilmaan. Tämänkal-
taisten projektien onnistumisen kannalta onkin tärkeä keskittyä siihen, että valinnat
ovat järkeviä ja tukevat kestävästä kehitystä. Tästä syystä lahjoitettavien työasemien
komponentit ja lisälaitteet pyrittiin pitämään mahdollisimman yhtenevinä. Jos yksi työ-
asema hajoaa, saadaan siitä vielä varaosia muihin samanlaisiin. Kehityksensä olosuh-
teissa tämä on arvokas ominaisuus, sillä siellä jos missä, osataan tuotteet käyttää elin-
kaarensa loppuun.

Mielenkiintoisimmat haasteet liittyivät mukana olevien tahojen näkemyseroihin, nämä
haasteet kuitenkin loivat pohjan koko projektin idealle. Esimerkiksi minun eli työn to-
teuttajan ja valvovan opettajan mielestä levykuvan olisi tullut toteuttaa Linux-
käyttöjärjestelmällä, kun taas työn käyttöönottaja painotti Windows-käyttöjärjestelmää.
Molempien osapuolien argumentit niin puolesta kuin vastaan olivat laadukkaita. En

kuitenkaan näe, että tällaisilla valinnoilla on suuresti merkitystä lopputulokseen, eli toimivan oppimisympäristön toteuttamiseen. Oppimisympäristö on aina interaktiivinen kokonaisuus, se kehittyy ja on mukautettavissa käyttäjänsä tarpeisiin. Myös käyttäjän on mukauduttava oppimisympäristöön. Tietotekniikan opetuksessa on monesti kyse juuri siitä, että käyttäjä sopeutuu ja oppii kohtaamaan sekä käyttämään uusia järjestelmiä. Monen ihmisen mielestä tuntuukin koomiselta, että kehitysmaahan lähetetään meidän mittapuullamme elektroniikkajätettä vuosia vanhoilla ohjelmistoilla, joilla täällä ei voida tehdä enää mitään. Opiskeltuani yli neljä vuotta tietotekniikkaa ammattikorkeakoulussa ja siirryttyäni työelämään huomasin, että tärkeintä ei ollut oppimani tieto vaan henkiset valmiuteni tiedonkäsittelyyn. Sitä tämänkin projektin laitteistoilla tullaan tekemään, opettamaan ihmiset kohtaamaan tietotekniikka ja tekemään töitä sen avulla. Tällöin ei mielestäni ole väliä, ovatko työkalut uusia vai vanhoja, kunhan niillä päästään toivottuun lopputulokseen.

Lähteet

1. Metropolian tietohallinnon perehdytys luentosarja uusille opiskelijoille ja henkilökunnalle. 2012.
2. PS/2 Or USB?. 2011. Verkkodokumentti. Toms Hardware. <<http://www.tomshardware.com/reviews/mechanical-switch-keyboard,2955-5.html>>. Luettu 20.11.2012.
3. Holvikivi, Jaana. 1991. Working with microcomputer users in developing countries- cases from Tanzania, Micronesia and the Maldives. In Tijdens, Kichenham, Erikson (eds.). Women, work, and computerization. North Holland, 175–184.
4. Holvikivi, Jaana. 2011. Opettaja ja opiskelija uudessa kulttuurissa. Teoksessa Milla Laasonen ja Päivi Keränen (toim.) Puurtajasta uranuurtajaksi. Uusia väyliä maahanmuuttajien ammattikorkeakouluopintoihin ja urakehitykseen. Helsinki: Metropolia AMK. s. 17–23.
5. Holvikivi, Jaana. 2012. From theory to practice: adapting the engineering approach, International Conference on Engineering Education, 30 July - 3 August 2012, Turku, Finland; paperi.
6. Ora, Ulla. 2012. Jaana Kapari-Jatta perusti ammattikoulun Gambiaan. Verkkodokumentti. <<http://www.loviisansanommat.net/lue.php?id=5949>>. Luettu 01.12.2012.
7. Saksa, Markku. 2012. Klovnista tuli orpokotien tietokoneguru. Helsingin Sanomat, 26.08.2012, osa C10.
8. Koivisto, Hanna. 2012. Malawin maaseutu janoaa opettajia. Opettaja-lehti, 32/2012, s.26–28.
9. Disk image. 2012. Verkkodokumentti. Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Disk_image>. Luettu 20.11.2012.
10. Veikkolainen, Jukka. 2008. Tietoturvaohje. Verkkodokumentti. Metropolian tietohallinnon wikisivut. <<https://wiki.metropolia.fi/display/tietohallinto/Tietoturvaohje>>. Luettu 15.01.2013.
11. Ohjelmistot ja oppaat. 2012. Verkkodokumentti. Metropolian tietohallinnon wikisivut. <<https://wiki.metropolia.fi/display/tietohallinto/Ohjelmistot+ja+oppaat>>. Luettu 15.01.2013.

12. Silmäri, Auri. 2010. Loviisalaisten lahjoittamat vaatteet ja tarvikkeet löysivät ot-tajansa. Verkkodokumentti. <<http://www.loviisansanommat.net/lue.php?id=4133>>. Luettu 01.12.2012.
13. Koljonen, Laura. 2012. Hyvästi piirtoheitin: Uudet oppimismenetelmät yleistyvät korkeakouluissa. Verkkodokumentti. <<http://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/hyvasti-piirtoheitin-uudet-oppimismenetelmat-yleistyvat-korkeakouluissa>>. Luettu 20.11.2012.
14. DRBL–Diskless Remote Boot in Linux. 2012. Verkkodokumentti. Source-Forge.net. <<http://drbl.sourceforge.net/installation/01-prepare-server.php>>. Luettu 01.09.2012.
15. Cloning Linux Systems With CloneZilla Server Edition (CloneZilla SE). 2009. Verkkodokumentti. HowtoForge. <<http://www.howtoforge.com/cloning-linux-systems-with-clonezilla-server-edition-clonezilla-se>>. Luettu 01.09.2012.
16. How to Make a MS-DOS Bootable Flash Drive. 2009. Verkkodokumentti. <www.sevenforums.com/tutorials/46707-ms-dos-bootable-flash-drive-create.html>. Luettu 15.09.2012.
17. Kontti Gambiaan! Verkkoyhteisö. 2013. Facebook.com. <<https://www.facebook.com/groups/konttigambiaan/>>. 2013.
18. Dell Optiplex 740. 2012. Verkkokuva. Dell Inc. Courtesy of Dell Inc. 2012. <http://www.dell.com/downloads/global/corporate/imagebank/desktops/opti_740_minitower_300.jpg>.
19. Gambia. 2013. Verkkodokumentti. Yhdistyneiden kansakuntien kehitysohjelma. <<http://hdrstats.undp.org/en/countries/profiles/GMB.html>>. Luettu 10.03.2013.
20. Kultanen, Marja-Leena. 2000. Internet ja kehitysmaat: Hyttysverkot hyödyllisempiä? Suomen ulkoasiainministeriö. Verkkodokumentti. <<http://formin.finland.fi/public/default.aspx?contentid=42752&nodeid=15317&contentlan=1&culture=fi-FI>>. Luettu 10.03.2013.
21. Kiljunen, Kimmo. 2001. Digitaalikuilu - uusi kehityksen jakolinja? Verkkodokumentti. <<http://www.itviikko.fi/lyotylinkki/2001/03/01/digitaalikuilu---uusi-kehityksen-jakolinja/200120075/7>>. Luettu 10.03.2013.
22. The Gambia. 2013. Verkkodokumentti. CIA–The World Factbook. <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ga.html>>. Luettu 10.03.2013.
23. The Gambia. 2013. Verkkodokumentti. Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/The_Gambia>. Luettu 10.03.2013.

24. Sähköjärjestelmät. 2012. Verkkodokumentti. Wikitravel.org.
<<http://wikitravel.org/fi/Sähköjärjestelmät>>. Luettu 10.03.2013.
25. How we Classify Countries. 2013. Verkkodokumentti. The World Bank.
<<http://data.worldbank.org/about/country-classifications/a-short-history>>. Luettu 10.03.2013.