

Tero Loisko

LINUX TEHOKKAASSA KÄYTÖSSÄ ORGANISAATIOSSA
TYÖASEMANA

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
2019

LINUX TEHOKKAASSA KÄYTÖSSÄ ORGANISAATION TYÖASEMANA

Loisko, Tero
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Toukokuu 2019
Sivumäärä: 37
Liitteitä: 0

Asiasanat: linux, työasema, organisaatio, tehokäyttö, käyttöjärjestelmä

Linux on käyttöjärjestelmänä hyvin monipuolinen ja mahdollistaa käytettävyyden erilaisiin tarkoituksiin. Linux on käytössä monissa erilaisissa laitteissa ympäri maailmaa, niin harrastajilla kuin yrityksillä. Erityisesti palvelimissa Linux on ollut vuosia hyvin tuttu näky.

Linux on nykyisin erittäin tehokas käyttöjärjestelmä mihin työtehtävään tahansa ja on myös hyvä vaihtoehto käyttöjärjestelmänä. Työasemana Linux ei kuitenkaan ole saavuttanut vielä tarvitsemaansa suosiota ja käyttöön ottoja, joihin syitä on monia, mutta suosio on kuitenkin hiljalleen kasvussa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli hankkia tietoa Linux käyttöjärjestelmästä organisaatioille merkittäväksi vaihtoehdoksi. Työtä varten hankittiin tiedot itse käyttöjärjestelmästä ja tämän tarjoamista palveluista, sekä tehokäytön mahdollistavat paketit. Työssä todettiin lopulta, että Linux ja sen palvelut ovat vielä kehityksessä, on Linuxista paljon muuksikin kuin palvelimeksi.

LINUX FOR EFFICIENT USE AS AN ORGANIZATION WORKSTATION

Loisko, Tero

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Business Information Technology

May 2019

Number of pages: 37

Appendices: 0

Keywords: linux, workstation, organization, poweruse, operating system

Linux is very versatile operating system and provides usability for various purposes. Linux is used on many different devices around the world, both for hobbyists and businesses. Especially on servers Linux has been familiar sight for years.

Linux is highly efficient operating system for any kind of job nowadays and is also a good alternative operating system. However, for workstation, Linux has not yet gained the popularity and deployment that it needs, but popularity is slowly growing.

The purpose of this thesis was to obtain information about Linux operating system as an important alternative for organizations. For this thesis, information was obtained about operating system itself and the services it provides, as well as the packages that provide power usage. At the end of thesis, we found out that while Linux and its services are still in development, Linux still has much more to offer than just server usage.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TERMISTÖ.....	6
3	HISTORIA.....	7
4	YRITYSTEN VAATIMUKSET.....	8
5	LINUX KÄYTTÖJÄRJESTELMÄNÄ.....	9
5.1	Vahvuudet ja heikkoudet.....	9
5.2	Lisenssit.....	10
5.2.1	GNU GPLv3 ja GNU LGPL.....	11
5.2.2	BSD ja MIT lisenssit.....	11
5.2.3	Kaksoislisenssi.....	11
5.3	Päivittäminen.....	12
5.4	Jakelut ja niiden valinta.....	13
5.5	X Window System ja Työpöytäympäristö.....	14
5.6	Vertailu: Windows vs Linux.....	16
6	TEHOKÄYTTÖ.....	18
6.1	Hakemisto rakenne.....	18
6.2	Komentotulkki.....	19
6.3	Palvelut.....	22
6.3.1	Tiedostojako lähiverkossa.....	22
6.3.2	Tilapäinen pääkäyttäjän oikeus.....	23
6.4	Järjestelmä tiedostot.....	24
6.4.1	Kiintolevyn osioiden ja hakemisto hallinta.....	24
6.4.2	Minimalistinen järjestelmä monitori.....	25
6.4.3	Tekstin editointi.....	26
6.5	Sovellukset.....	27
6.6	Microsoft AD tunnusten vahvistus.....	29
6.7	Linux VDI ja BYOD.....	30
7	TIETOTURVA.....	32
8	TUKI.....	33
9	LOPUKSI.....	34
	LÄHTEET.....	35

1 JOHDANTO

Avoimenlähdekoodin ohjelmistot ovat oiva väline antamaan mahdollisuudet tuottamaan niin ohjelmistoja kuin palveluja organisaatioille, yhteisöille ja myös yrittäjille. Avoinlähdekoodi on myös loistava apuväline oppilaitoksille tuottamaan palveluja ja opetusvälineenä tietotekniikkaa opiskeleville ja muille kiinnostuneille. Harrastelijatkin ovat aloittaneet erilaisia projektejaan ja ovat valmistaneet tätä kautta hyvin paljon erilaisia ohjelmia, järjestelmiä – niin omiin käyttötarkoituksineen tai julkisempaan käyttöön, myös yrittäjyyteen asti.

Linux on yksi tunnetuimmista avoimenlähdekoodin projekteista, joka on lähtöisin Suomen maalta – tämän lisäksi myös Android-mobiililaitteet ovat saaneet vuosien aikana suosiota, mutta ei niinkään avoimenlähdekoodin takia, vaan halvan hintansa puolesta. Missä Linux on suurimmassa ja tehokkaammassa käytössä, ei suinkaan ole Android-laitteet, vaan erilaiset palvelimet – laitteistoa tai palveluja, jotka koostavat niin verkkosivuja, web-palveluja ja muita vastaavia. Toisin kuin palvelimissa, työasema käytössä Linux ei ole vielä saanut suurta suosiota ja useimmat kehittäjät ja harrastajat eivät tästä ole suuremmin välittäneet. Linux-työaseman vähäiselle suosiolle, kiinnostukselle ja käyttöönotolle on olemassa muutamia osatekijöitä.

Työssä pyritään hankkimaan ja tuomaan tietoa eri käyttäjille, mutta erityisesti organisaatioiden käyttöön. Avoimenlähdekoodina Linux on edullinen vaihtoehto muihin käyttöjärjestelmiin verraten, mutta ei välttämättä juuri se vaihtoehto. Jotta käyttöjärjestelmästä saataisiin irti suurin hyöty ilman hukkaan heitettyä aikaa, varmistetaan perustiedon lisäksi, miten voidaan tehokkaasti käyttää Linuxia.

2 TERMISTÖ

Jakelu	Linux käyttöjärjestelmiä on olemassa hyvin paljon, eri tarkoituksineen. Näistä käyttöjärjestelmistä käytetään useasti englanninkielistä termiä <i>distro</i> ympäri maailmaa. Termi <i>distro</i> tulee sanasta <i>distribution</i> , joka kääntyy suomeksi <i>jakelu</i> .
Kirjasto	Kirjasto on joukko määritelmiä ja asetuksia, joita eri sovellukset ja järjestelmät käyttävät toimiakseen kunnolla. Käyttöjärjestelmään sisältyy paljon erilaisia kirjastoja.
SMB	Server Message Block, ”pyyntö-vastaus” protokolla, joka lähettää asiakas laitteelle SMB pyynnön ja palvelin lähettää takaisin SMB vastauksen. SMB protokollaan voi sisältyä useampi komento lohkoissa.
ISO-tiedosto	ISO-tiedosto (.iso) on levykuva, jonka avulla onnistuu mm. käyttöjärjestelmän tai sovelluksen asentaminen.
POSIX	Portable Operating System Interface for uni-X. Joukko standardeja käyttöjärjestelmän yhteensopivuuden ylläpitämiseksi.
Daemon	Taustalla suoritettava palvelu, joka käynnistyy tietokoneen käynnistyessä tai käyttöjärjestelmään kirjautuessa.
SSSD	System Security Services Daemon. Järjestelmä palvelu, jonka ensisijainen tehtävä on tarjota pääsy paikalliselle tai etäiselle todennusresurssille yhteisen rakenteen kautta, joka tarjoaa muisti- ja offline tuen järjestelmään (SSSD developers 2017).
Unix	Yleiskäyttöinen, usean käyttäjän- ja interaktiivinen käyttöjärjestelmä suurille, DEC PDP-11 ja Interdata 8/32 tietokoneille (Ritchie & Thompson 1978).
Minix	Minimal UNIX. Andrew S. Tanenbaum vuonna 1987 luotu käyttöjärjestelmä opetusvälineeksi hänen <i>Operating Systems Design and Implementation</i> oppikirjaa varten (Byfield 2010).

3 HISTORIA

Linus Torvalds alkoi kehittämään Linuxia vuonna 1991, 25. päivä elokuuta, Helsingin ammattikorkeakoulun opiskelijana (Negus 2015, 13). Torvalds lähetti viestin comp.os.minix uutisryhmään, jossa hän pyysi palautetta Minixin hyvistä ja huonoista puolista. Koska Torvaldsin uusi järjestelmä muistuttaa Minixiä, hän halusi mahdollisia ehdotuksia. (Negus 2015, 6.) Hän halusi luoda UNIX:in kaltaisen Kernelin jota hän voisi käyttää omassa henkilökohtaisessa tietokoneessaan, jossa oli samanlainen käyttöjärjestelmä kuin hänen koulussaan. Silloin hän käytti Minixiä, mutta halusi päästä pidemmälle kuin mitä Minixin standardit sallivat. Vaikka Torvalds totesi, että Linux oli kirjoitettu i386 prosessorille ja todennäköisesti ei ole kannettava, muut jatkoivat kannustamista enemmän kannattavan näkökulman puolesta aikaisempien Linuxien versioille.

Lokakuun 5. päivään mennessä, Linux 0.02 oli julkaistu paljolti alkuperäisellä assembly-koodilla, uudelleen kirjoitettuna C-ohjelmointi kielelle joka mahdollisti muille laitteille siirtämisen. Linuxin Kernel oli viimeinen ja tärkein pala koodia, joka tarvittiin valmistamaan UNIX:in tyylinen käyttöjärjestelmä GPL lisenssillä. (Negus 2015, 13-14.)

Nykyään Linuxia isännöi ja ylläpitää yhä useampi kehittäjä internetin ylitse. Yhä useammat laitevalmistajat ovat myös ryhtyneet luomaan – tai ovat hankkineet työvoimaa kehitykselle – omia ohjelmistoja, ajureita ja kirjastoja Linuxia varten. Linus Torvalds itse – muiden kehittäjien kanssa – on keskittynyt kehittämään Linuxin Kerneliä. Useat laitevalmistajatkin ylläpitävät omia ajureita ja kirjastoja, jotta Linux käyttäjät voivat käyttää heidän laitteiden ominaisuuksia.

4 YRITYSTEN VAATIMUKSET

Jokaisella on omat ajatuksensa, minkälainen käyttöjärjestelmän pitäisi olla ja mitä sillä voisi tehdä. Yksityishenkilöillä voi olla omat tarpeensa, esimerkiksi hyvä sovellus tarjonta ja upea käyttöliittymä, organisaatioilla useimmiten on turvallisuus ja joustavuus tärkeimpinä tekijöinä. Muita tärkeitä tekijöitä organisaatiolle on hyvät työkalut, niin office-paketeista ohjelmoinnin mahdollistaviin editoreihin, ja palvelut, jotka mahdollistavat keskustelun muiden laitteiden kanssa organisaation lähiverkossa.

Organisaatiossa joudutaan päivittämään laitteita ja ohjelmia aina tarvittaessa, ja tätä prosessia varten olisi hyvä olla jonkinlainen käytäntö. Pienille organisaatioille ei välttämättä tarvitse olla mitään keskitettyä palvelua, jolloin käyttäjät itse voivat päivittää laitteensa. Mutta suuremmissa organisaatioissa olisi hyvä olla keskitetty palvelu, jonka kautta voidaan päivittää kaikki laitteet. Tämä mahdollistaa myös ohjelmistojen toiminnan ja yhteensopivuuden käyttöjärjestelmän kanssa ja muut mahdolliset ongelmat mitä voi aiheutua päivityksestä.

Mitä enemmän organisaatio mahdollistaa erilaisten laitteiden ja käyttöjärjestelmien käytön, on varauduttava hyvin paljon turvallisuuteen. Tämä erityisesti, jos organisaatio ottaa käyttöön BYOD:n. BYOD mahdollistaa myös pilvipalveluiden käytön, joka voi olla erittäin tehokas tapa työskennellä. Pilvipalvelut antavat kenen käyttäjän tahansa käyttää ohjelmistoja, käyttöjärjestelmästä riippumatta. Pilvipalvelut kuitenkin vaativat organisaatiolta IT-osaamista tai ulkoistetun palvelun hankkimista.

Vaikka Microsoftin Windows on ollut yrityksissä vahvassa käytössä vuosia, on Applen OS X ja Linux saanut hyvää suosiota. OS X:n vahvuutena on ollut kuvankäsittely ja muu media tuotanto ja Linux on ollut niin kehittäjien keskuudessa ja palvelin käytössä vahvasti esillä. Näin ollen ei voi sanoa, että muita käyttöjärjestelmiä ei olisi yrityksissä käytössä, vaan nämä soveltuvat samankaltaiseen käyttöön siinä missä Windows on ollut jo pitkään.

5 LINUX KÄYTTÖJÄRJESTELMÄNÄ

Käyttöjärjestelmät käyttäytyvät ja rakentuvat paljolti samalla tavalla toisiinsa verrattuna. Linux on kuin muut käyttöjärjestelmät: suuri kokonaisuus, joka rakentuu useasta eri palasta. Vaikka Linux nimenä liitetään itse käyttöjärjestelmään, on tämä kuitenkin itse Kernel, joka on järjestelmän sydän; Kernel hallitsee tietokoneen prosessia, muistia ja oheislaitteita. Kernel siis toimii laitteiston ja ohjelmiston välissä ns. välikätenä.

Linux on aloittanut oman kehityksensä työpöytä tietokoneella ja on saavuttanut suosion palvelin käytössä. Työpöytäasemana Linux ei ole valloittanut markkinoita, mutta tätä on helppo lähteä kokeilemaan niin kannettavalla kuin työpöytä tietokoneella. (Bresnahan & Blum 2015, 42.) Tämä antaa mahdollisuudet erilaiselle testailulle ja kehittämislle, yritys ja harrastus käyttöön.

5.1 Vahvuudet ja heikkoudet

Suurien ja pienien yhteisöjen tukema, käyttömahdollisuuksiltaan hyvin monipuolinen ja hyvin tehokas. Mutta mahdollisesti tunnetuin Linuxin elementti, on lisenssin tuoma ilmaisuus (tuki voi olla maksullinen, riippuen jakelusta). Linux vaikuttaa olevan paljon sitä, mitä käyttäjät haluavat Linuxin olevan. Taustalla on kuitenkin asioita, miksi Linux ei ole levinnyt palvelin- ja mobiilikäytöstä muihin käyttömahdollisuuksiin, kuten yleiseen työasema käyttöön.

Linuxista on mahdollisuutta useisiin käyttötarkoituksiin, organisaatioissa ja harrastus käytössä. Kehitykseen on auttanut niin aiemmin mainitsevat hyvät puolet ja mm. seuraavat:

- Kevyt käyttöjärjestelmä
 - o Kevyenä käyttöjärjestelmänä Linux soveltuu niin vanhempiin kuin uudempiin tietokoneisiin.
- Käyttövarmuus
 - o Linux on hyvin vakaa käyttöjärjestelmä: järjestelmää voi käyttää yhtäjaksoisesti hyvin pitkään, ilman uudelleen käynnistämistä, silloinkin kun tämän ohjelmistoa päivittää.
- Ohjelmointi

- Kehittäjille on tärkeää päästä ohjelmoimaan alustalla, joka antaa mahdollisuudet työskennellä erilaisten ohjelmointikielien parissa, vapauden kehittää mitä erilaisempia projekteja ilman rajoitteita.

Vahvuuksia ei ole ilman heikkouksia. Toimistosovellusten työasemana Linux ei ole saavuttanut läpimurtoa kovista odotuksista huolimatta. Eri tahoilla kuitenkin toivotaan läpimurtoa Linuxin työaseman käyttöön niin kustannussäästöpotentiaalin, tietoturvan ja avoimuuden puolesta (Kuutti 2011, 27.) Muutamia syitä miksi läpimurtoa ei ole vielä tapahtunut, ovat mm. seuraavat:

- Liikaa valintoja
 - ”Linuxin suurin este on valinta. Linux-yhteisö tarjoaa valintoja, vaihtoehtoja ja joustavuutta, mutta valtaväestöllä ei ole aikaa tai kärsivällisyyttä. Jos esität liian monta valintaa, ihmiset vain kävelevät pois – kuten Linuxin historia osoittaa.” (Lee 2015.)
- Markkinointi
 - Windows käyttöjärjestelmää ollaan markkinoitu vuosia. Windows on myös monessa tietokoneessa valmiiksi asennettuna, joka helpottaa käyttäjiä valinnassa.

5.2 Lisenssit

Lisenssit ovat luotu eri käyttötarkoituksia varten, mutta yleisin piirre on ohjelmiston ja käyttäjien oikeuksien turvaaminen: osa lisensseistä pyrkivät tuomaan turvaa tuotteelle, jotta tätä ei muokata ja jaeta ilman lupaa ja toiset lisenssit antavat käyttäjille oikeuden muokata sovelluksia oman maun mukaan.

Avoimenlähdekoodin lisenssit ovat luotu antamaan loppukäyttäjälle vapauden suorittaa, jakaa ja muokata ohjelmistoa. Jos ohjelmiston tekee vain omaan käyttöön, lisenssiä ei tällöin tarvita – mutta jos tämän julkaisee itsenäisesti tai toisen ohjelman kanssa – ohjelmaan tarvitsee tällöin liittää lisenssi tai tätä kannattaa ainakin harkita. Avoimenlähdekoodin ympäristössä usein törmätään GNU GPL ja LGPL lisensseihin ja joissain tilanteissa saattaa olla puheessa myös BSD ja MIT lisenssit.

5.2.1 GNU GPLv3 ja GNU LGPL

GNU (*GNU's Not Unix*) LGPL (*Lesser General Public License*). Kehittäjät useimmiten käyttävät LGPL lisenssiä kirjastojen kanssa, jotka ovat koodikokoelmia, joita muut ohjelmat käyttävät. (Bresnahan & Blum 2015, 26)

GNU GPLv3 (*General Public License versio 3*). Lisenssin tarkoituksena on taata vapaus jakaa ja vaihtaa vapaita ohjelmistoja – varmistaa, että ohjelmisto on ilmainen kaikille sen käyttäjille. (Free Software Foundation, Inc. 2007) Jokainen ohjelma, joka käyttää GPL:n alaista kirjastoa, on julkaistava myös GPL lisenssillä. (Bresnahan & Blum 2015, 26)

5.2.2 BSD ja MIT lisenssit

BSD (*Berkeley Software Distribution*) lisenssi sallii lähdekoodin uudelleenjakamisen edellyttäen, että lähdekoodi säilyttää BSD:n tekijänoikeusilmoituksen ja eikä käytä avustajien nimiä edistämään johdettua ohjelmistoa ilman kirjallista lupaa. Merkittävä ero GPL:stä on kuitenkin se, että BSD ei vaadi ihmisiä muokkaaman koodia läpäistäkseen nämä muutokset yhteisölle. Tämän seurauksena Applen ja Microsoftin kaltaiset ohjelmistotoimittajat ovat käyttäneet BSD-koodia omissa käyttöjärjestelmissään. (Negus 2015, 15-16.)

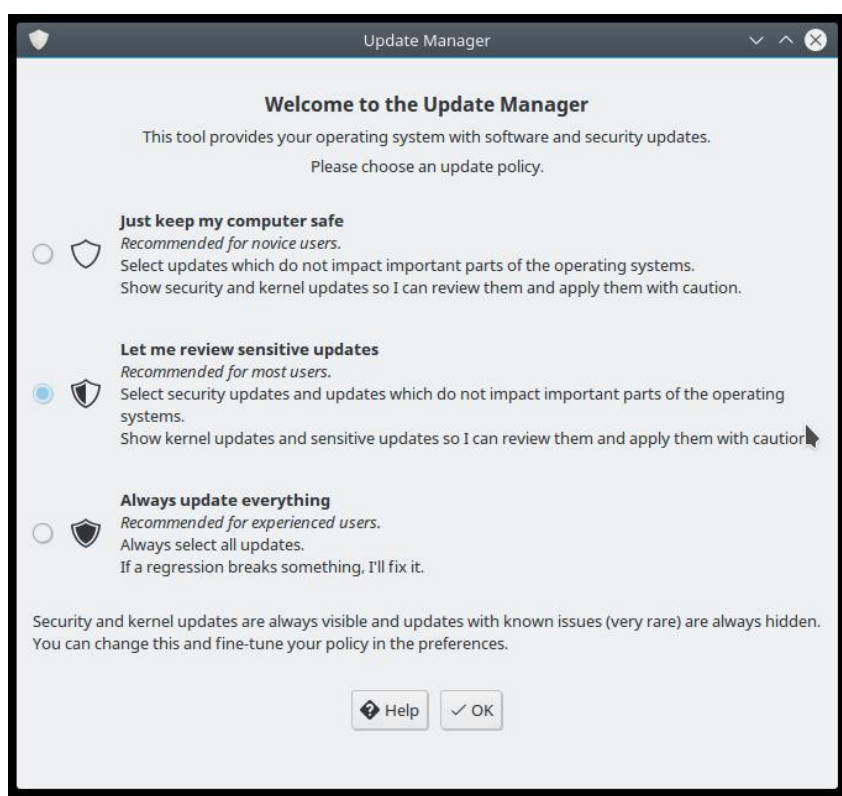
MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) lisenssi on kuin BSD-lisenssi, paitsi että se ei sisällä hyväksyntää ja myynninedistämistä koskevaa vaatimusta. (Negus 2015, 16)

5.2.3 Kaksoislisenssi

Yritys voi luoda kaksi versiota tuotteestaan: yksi versio, joka on täysin avointa lähdekoodia ja toinen versio, joka tuo ominaisuuksia, jotka eivät ole käytettävissä avoimen lähdekoodin versiossa. Avoimen lähdekoodin versio on ilmaisien näytteiden kaltainen, joita esimerkiksi supermarketit käyttävät useasti – vetäen maksavia asiakkaita luokseen. (Bresnahan & Blum 2015, 32.)

5.3 Päivittäminen

Päivittäminen onnistuu useilla jakeluilla yhtä helposti kuin Windows laitteilla; avataan sovellus/valikko, jota kautta päästään lataamaan päivitykset tai tarkistamaan, onko päivityksiä olemassa. Prosessi itsessään ei siis ole sen kummallisempi, mutta käyttäjän kuitenkin olisi hyvä olla tietoinen, miten päivitykset hankitaan ja asennetaan. Linuxilla päivittäminen voidaan kuitenkin tehdä kahdella eri tavalla: päivitystenhallinta tai suoraan komentotulkin kautta. Päivitystenhallinta voi tarjota jakelusta tai versiosta riippuen muutaman vaihtoehdon, miten tämä tarjoaa päivityksiä (kuva 1): kaikki mahdolliset (kokenut käyttäjä voi jälkepäin tehdä muokkauksia, mikäli yhteensopivuus ongelmia ilmenee), optimoidun ratkaisun useimmille käyttäjille tai ratkaisun uusille käyttäjille, joka tarjoaa vain päivityksiä, jotka ovat turvallisia ja eivät vaikuta tärkeisiin tiedostoihin ollenkaan.



Kuva 1 Linux Mint 18.3 Päivitystenhallinta, päivityskäytäntö

Päivitykset tehdään oletuksena manuaalisesti. Tämä voi tuoda lisää työtä esimerkiksi tietohallinnolle, jos organisaatiossa on useita Linux työasemia. Tällöin voidaan automatisoida tärkeät päivitykset, joka onnistuu *unattended-upgrades*-paketin avulla. Komentotulkin kautta päivityksien hankkimisen voi tehdä kuka tahansa, jolla on

pääkäyttäjän oikeudet tai oikeudet käyttää *sudo*-komentoa. On kuitenkin suositeltavaa tutustua Linuxiin käyttöön ennen kuin päivittää käyttöjärjestelmää komentotulkin kautta.

Linux antaa käyttäjälle mahdollisuuden päivittää yhden paketin/kirjaston erikseen, useamman samaanikaan tai kaikki. Useasti päivittämällä kaikki paketit soveltuvat kaikille (mikäli päivityshallinnassa on asetettu soveltuvimmat tai turvallisimmat vaihtoehdot), mutta esim. tehokäyttäjät ja palvelinten ylläpitäjät yleensä valitsevat tarpeellisimmat päivitykset. Linuxin päivittämisessä kannattaa kuitenkin olla valppaana – erityisesti jos on asentanut ohjelmia eri lähteistä kuin virallisesta arkistosta. Ohjelmistot käyttävät paljon samoja kirjastoja, ja jos epävirallinen ohjelma muokkaa näitä kirjastoja, voi aikaisempiin ohjelmistoihin tulla toimintahäiriöitä: toiminnot eivät toimi kunnolla tai ohjelmisto ei vain käynnisty: tästä syystä kehittäjät suosittelevat käyttäjiään hankkimaan sovellukset erillisen päivityshallinnan kautta.

5.4 Jakelut ja niiden valinta

Jakeluita on olemassa kymmeniä, ellei jopa satoja erilaisia, mutta kuitenkin samanlaisia. Tiettyjä jakeluita on käytetty pitkään palvelimissa niiden vakauden takia kuten Debian ja CentOS. (Kuutti 2011) Muita tunnettuja palvelinkäytössä olevia jakeluita ovat mm. RHEL (Red Hat Enterprise Linux) ja SUSE Linux Enterprise.

Työasema käyttöön jakeluita onkin jo useampi, mutta sen suurempia eroavaisuuksia näiden välillä ei varsinaisesti ole. Suurimmat erot tulevat siitä, mitä ohjelmistoja jakelut sisältävät; jakelua kehitetään projektina, ja joissain tilanteissa kehittäjien mielipiteet eriävät toisistaan. Tällöin osa kehittäjistä aloittaa uuden projektin saman jakelun kanssa, mutta lisäten tähän ohjelmistoja ja ominaisuuksia, jotka ovat heidän mieleensä. Tällöin jakelusta tulee haarautunut käyttöjärjestelmä (esim. Debian → Devuan). (Lee 2015.) Jakelun valinta voikin olla haasteellista suurehkon valikoiman ansiosta.

Jos käyttäjä haluaa suuresta valikoimasta huolimatta valita yhden, mahdollisesti itselleen sopivan vaihtoehdon, muutamia suosittuja jakeluita on mm.:

- Elementary OS

- Linux Mint
- Arch Linux
- Ubuntu
- Tails
- CentOS 7
- Ubuntu Studio
- openSUSE. (Williams 2018.)

Kaupallisesti tuettuja Linux jakeluita on suhteessa vähemmän. Tästä huolimatta, ne muutamat jakelut, jotka ovat kaupallisesti tuettu, ovat kuitenkin tunnettuja ja mahdollisesti tästä syystä myöskin tehokkaita. Näitä jakeluita ovat mm.:

- RHEL
- openSUSE
- Ubuntu (SUSE N.d.)

Laitteistovalmistajilta on nykyään saatavilla yhä enemmän tukea Linux-käyttäjille ajureiden puolesta – hyvinä esimerkkeinä voidaan lukea mm. NVIDIA:n ja AMD:n näytönohjainten saatavuus eri Linux jakeluille. Näytönohjain valmistajien ohella jotkut tietokonepakettien valmistajat ovat valmiiksi asentaneet tietyille laitteilleen Linux jakelun. Ajureiden kehittäminen useammalle eri alustalle on kuitenkin hankalaa ja aikaa vievä prosessi – tästä syystä pienemmät laitevalmistajat eivät yksinkertaisesti voi helposti kehittää ajureita.

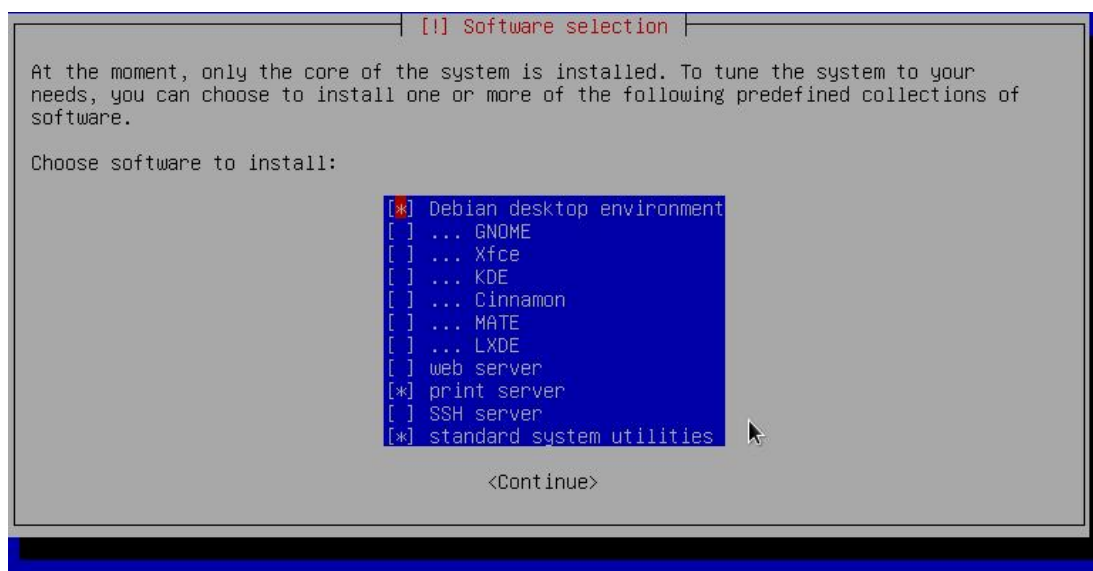
Jakeluiden LTS (Long Term Support) tuen syklit toimivat useimmiten 5 tai 10 vuoden välein. Esimerkiksi Ubuntu – ja Debian versio 6:n jälkeen – LTS tuki toimii 5 vuoden välein, SUSE sekä RHEL tuet sijoittuvat 10 vuoden välein. Joillekin jakeluille on mahdollisuus saada laajennettua tukea erilaisilla lisätuilla, jotka mahdollistavat niin pienien päivityksien saamisen pienille vioille tai tukipalvelut erilaisiin ongelmiin.

5.5 X Window System ja Työpöytäympäristö

”Linux on täysin komentorivipohjainen, mutta sen päälle voidaan käynnistää graafinen käyttöliittymä hieman samaan tapaan kuin Windows käynnistetään dosin päälle.

UNIX:n ehdottomasti suosituin ikkunointijärjestelmä on X Window System.” (Koski 2008, 11.) X Window System (lyhyesti X11, jossa 11 viittaa versio numeroon) antaa käyttäjälle vain peruspalvelut, ja tämän lisäksi on myös tarvetta hallintaohjelmalle, joka hallitsee ikkunoita. Lähes jokaisessa jakelussa on käytössä Xorg niminen X Window toteutus.

Vuosien varrella Linuxille on ikkunamanagereiden tilalle yleistynyt työpöytäympäristöt, jotka tuovat enemmän toiminnallisuutta ja yhtenäisen käyttöliittymän. (Koski 2008, 11) Työpöytäympäristöjä on kehitetty esimerkiksi tehostamaan työskentelyä, mahdollistaen useamman työpöydän käytön yhtäaikaaisesti ja ajaen ohjelmia tai ikkunoita vierekkäin – unohtamatta graafista ilmettä niille, jotka tätä arvostavat. Jakeluiden mukana voi tulla usea työpöytäympäristö, joista voi valita yhden asennus vaiheessa tai ladatessa ISO-tiedostoa. Esimerkiksi (kuva 2) Debian 9 -jakelua asennettaessa, asennuspaketti tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden valita yhden seuraavista työpöytäympäristöistä: GNOME, Xfce, KDE, Cinnamon, MATE ja LXDE.



Kuva 2 Debian 9 -jakelun asennuksen sovelluksien ja työpöytäympäristön valinta

Joidenkin jakeluiden kanssa tulee yleensä vain yksi työpöytäympäristö riippuen, mitä ISO-tiedostoa käyttäjä on lataamassa näiden omilta verkkosivuiltaan: Mint 19.3 on ladattavissa suoraan Cinnamon, MATE ja Xfce ympäristöjen kanssa ja Ubuntulla on useampia vaihtoehtoja.

Yhden työpöytäympäristön valinta ja asennus ei kuitenkaan tarkoita, että käyttäjä olisi sidottu käyttämään vain yhtä ympäristöä. Käyttäjä voi halutessaan ladata ja asentaa

toisen tai useamman ympäristön ja käyttää näitä halutessaan (käyttäjärjestelmään kirjautumisessa voidaan valita itselle sopiva vaihtoehto) vaihtaa. Käyttäjän on kuitenkin hyvä olla tietoinen, että vaihtaessa ympäristöä toiseen, jotkut työpöytäympäristön teeman ikoneista voi uupua täysin ja tehtäväpalkki voi näyttää oudolta. (Hoffman 2017)

Kevyet työpöytäympäristöt:

- LXDE
- Xfce

Graafisesti raskaammat työpöytäympäristöt:

- KDE
- GNOME
- MATE
- Cinnamon

Työpöytäympäristöjen erilaisuus voi kuitenkin tuottaa käytöltään ongelmatilanteita. Jotkut työpöytäympäristöistä ovat käytöltään erilaisia verrattuna muihin työpöytäympäristöihin, jonka takia nämä tuottavat käyttäjilleen erilaisia käyttökokemuksia samasta jakelusta riippumatta. Nämä käyttökokemukset voivat tuottaa hankaluuksia esimerkiksi siirtyessä käyttämään toista työpöytäympäristöä tai täysin uutta jakelua, joka tuottaa myös lisätyötä tuen puolesta.

5.6 Vertailu: Windows vs Linux

Microsoftin Windows ja Linuxin välinen vertailu on hyvin yleistä, samalla tavalla kuin Windowsia verrataan Applen OS X käyttäjärjestelmään ja hyvin useasti vertailut johtavat kiihkeisiin väittelyihin ja pahimmillaan pieniin muotoisiin ”tappeluihin”. Mainituissa järjestelmissä on omat hyvät puolensa kuin myös huonot puolensa, jotka useimmissa tilanteissa tekevät vaikutuksen ostopäätökseen. Työssä perehdytään lyhyesti vain Windowsin ja Linuxin väliseen vertailuun.

Käyttäjärjestelmän lisensoinnin puolesta Linux on erinomainen vaihtoehto mm. opiskelijoille ja aloittaville kehittäjille ilmaisuuden puolesta. GPL lisenssi ei sido käyttäjää mihinkään, vaan antaa täydet vapaudet. Windowsissa käyttäjä on sidoksissa tämän maksulliseen lisenssiin, joka on kytköksissä mm. tiettyyn laitteeseen. (Wallen 2008.)

Windows lisenssi ei myöskään suo käyttäjälle oikeutta jakaa käyttöjärjestelmää. Microsoft tarjoaa tiettyjä lisenssejä tietyille Windows versioille.

Yhteensopivuus on aina soveliaista varmistaa kaikkien ohjelmien ja käyttöjärjestelmien välillä. Useat tunnetut ohjelmistot ovat luotu ja optimoitu Windowsin käyttöön ja näin ollen eivät välttämättä toimi Linuxilla (Wine-emulaattorilla voidaan mahdollisesti suorittaa näitä, mutta kannattaa olla tarkkana lisensseissä). Osa kehittäjistä on kuitenkin kääntänyt Windows sovelluksensa myös Linuxille. On kuitenkin myös sovelluksesta kiinni, ovatko nämä lisätty jakeluun. (Jones 2019.) Joillekin Windows ohjelmille on yritetty myös tehdä avoimenlähdekoodin kaltainen sovellus, joista useasti uupuu toimintoja. Viime vuosien varrella ovat palvelujen tarjoajat ratkaisseet tietyllä tavalla yhteensopivuus ongelman siten, että annetaan käyttäjälle mahdollisuus käyttää ohjelmaa internetin ylitse selaimen kautta.

Windowsille on saatavilla tukea niin omista dokumenteista kuin tukipalveluista, jotka ovat helposti saavutettavissa. Linuxille on saatavilla tukea erittäin paljon, mutta useasti hyvin sirpaloituna eri paikoista. (Jones 2019.) Ohjelmistojen kannalta, Windowsille tehdyille tuotteille on useasti saatavilla tukea kehittäjän/kehittäjien omilta sivuilta tai keskustelupalstalta – samalla tavoin kuin Linux ohjelmistoille.

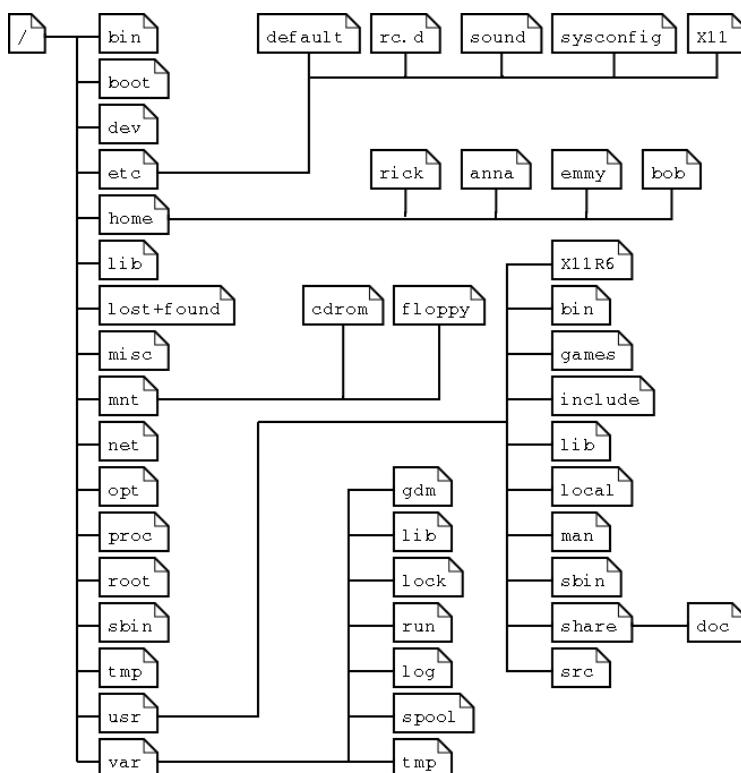
Windows useasti nähdään käyttäjäystävällisempänä kuin Linux, mutta suuri osa käyttäjistä näkevät asian toisin: kyse ei ole ystävällisyys tekijästä vaan käyttäjän perehtyneisyydestä (Jose 2010). Oli kyse kummasta tahansa, käyttöjärjestelmiä on suositeltavaa kokeilla ensin, jolloin saa parhaimman kuvan käytettävyydestä. Ja vaikka Windowsin kaltaisia Linux jakeluita ollaan kehitetty, useasti tiettyyn käyttöjärjestelmään tottuneet käyttäjät eivät halua kokeilla uutta.

6 TEHOKÄYTTÖ

Tehokäytöllä tarkoitetaan tässä työssä sitä, että on tietoa ja taitoa liikkua käyttöjärjestelmän hakemistoissa (niin graafisesti kuin komentotulkissa), muokata yleisimpiä tiedostoja ja luoda dokumentteja. Tehokäyttöön liittyy myös tieto, miten käyttöjärjestelmä toimii ja millainen on käyttöjärjestelmän hakemisto rakenne. Käyttöjärjestelmän tehokäytön olisi kenen tahansa hyvä opetella, koska tästä on mahdollisesti hyötyä ongelmien ratkonnassa ja on kykyä tehdä tarpeellisia muutoksia asetuksiin suhteellisen vaivattomasti.

6.1 Hakemisto rakenne

Linuxin tiedostojärjestelmä poikkeaa Windowsin hakemistorakenteesta siten, että tämä on täysin juurimallinen. Hakemistot lepäävät /-juurihakemiston alla, joihin kuuluu mm. home, boot, dev, media, usr ja var -hakemistot. Riippuen jakelusta tai miten jakelu asennetaan käyttäjän toimesta, tietyt hakemistot voivat uupua täysin tai niitä ei välttämättä edes tarvita. Jokaisella hakemistolla on oma tarkoituksensa. Kuva 3 kuvastaa yhden Red Hat -jakelun hakemistorakenteesta.



Kuva 3 Red Hat Linuxin hakemistorakenne (Garrels 2008)

Hakemistot:

- bin ja sbin
 - Olennaiset käyttäjä komento ja järjestelmä binäärit.
- boot
 - Tiedostot, jotka vaaditaan tietokoneen käynnistyessä.
- etc
 - Järjestelmän määrittystiedostot.
- usr
 - Käyttäjän sovellusten ”vain luku” tukitiedostot ja binäärit.
- var
 - Muuttuvat tiedostot.
- dev
 - Laite tiedostot.
- home ja root
 - Käyttäjän ja pääkäyttäjän kotihakemistot.
- lib
 - Kirjastot ja kernel moduulit.
- mnt ja media
 - Liitetyt hakemistot tilapäisille tiedostojärjestelmille ulkoiset muistit.
- opt
 - Valinnaiset ohjelmisto sovellukset.
- proc
 - Prosessien ja kernelin hakemisto. (Brown 2018.)

6.2 Komentotulkki

Komentotulkki on hyvin tehokas ja joustava väline erilaisiin toimintoihin, joihin graafiset välineet eivät välttämättä kykene, jos ollenkaan. Komentotulkin avulla voidaan nopeasti saada ohjelmien käyttöohjeet, lukea tiedostojen sisältö suoraan komentoriville sellaisenaan kuin ne on kirjoitettu, järjestelmätietoa ja lukuisia muita mahdollisuuksia. Näin ollen voimme myös suorittaa järjestelmälle asennettuja ohjelmia suoraan tätä kautta – olettaen että käyttäjä tietää/muistaa asennetun ohjelman tiedosto nimen. Palvelujakin voidaan tätä kautta pysäyttää ja uudelleen käynnistää tarpeen tullen, jos on

tarvetta esimerkiksi tehdä muutoksia tai jos jokin on mennyt vikaan (palvelu ei ota komentoja vastaan tai yksinkertaisesti ei käynnisty). Tämän kautta voidaan esimerkiksi tehdä nopeat muokkaukset tiedostojakoihin ja päivittää nämä tiedot lähiverkkoon muille laitteille nähtäväksi.

Komentotulkkeja on olemassa monia erilaisia, niin Linux kuin Unix-järjestelmissä. Joissain Linux-asennuksissa tulee oletuksena tietty komentotulkki. Tulkin valinta on enemmän makukysymys, koska tulkeilla ei ole mullistavia ominaisuuksia. (Kuutti 2011, 92.)

Komentotulkkeja:

- Bash (Bourne Again Shell)
- Tcsh/csh (Tehostettu C Shell/C Shell)
- Ksh (Korn Shell)
- Zsh (Z Shell)
-

Komentotulkki on oletuksena käytössä, mikäli käyttäjä ei ole asentanut käyttöjärjestelmän kanssa työpöytäympäristöä, tai jos käyttäjä käynnistää tietokoneen tiettyyn toimintatilaan, jossa on vain tulkki käytössä. Komentotulkkia voi silti käyttää työpöytäympäristöstä huolimatta.

Linux-järjestelmän hallinta tulkin kautta onnistuu nopeasti. Palveluja voidaan tätä kautta pysäyttää ja uudelleen käynnistää tarpeen tullen, jos on tarvetta esimerkiksi tehdä muutoksia tai jos jokin on mennyt vikaan (palvelu ei ota komentoja vastaan tai yksinkertaisesti ei käynnisty).

Kuten aikaisemmin oli mainintaa ohjelmistojen ja pakettien päivityksistä komentotulkin kautta, tämä onnistuu ohjelmistohallinta pakettien avulla (esim. apt, yum, zypper, yms...). Ohjelmistohallinta paketeilla voidaan tehdä muutakin kuin pelkästään päivittämistä, kuten mm.: pakettien hakemista (asennetut ja asennettavat), pakettien poistaminen (itse ohjelman tai koko paketin) ja käyttöjärjestelmän päivitys. Ohjelmistohallinnan kautta voidaan varmistaa, mitä kaikkia kirjastoja ohjelman mukana on tulossa, tai mitä kirjastoja poistetaan, kun ohjelma poistetaan. Tästä ei kannata ottaa stressiä, koska kokenutkaan käyttäjä ei välttämättä heti tunnista – tai tiedä – kaikkia

kirjastoja mitä ohjelman mukana on tulossa. Muitakin toimintoja ja ominaisuuksia on, riippuen hallintapaketista.

Käyttäessä käyttöjärjestelmää, voi törmätä tilanteisiin, milloin tarvitsee suorittaa tiettyä tai useampaa komentoa, tai ohjelmaa tiettyinä hetkinä. Tämä voi olla häiritsevää tai jopa turhaa tehdä käsin joka kerta, jolloin tehtävää voi helpottaa tekemällä prosessista automaattisen ajastuksen. Ajastuksia ja automaattisia ajastuksia käsittelee mm. *crontab*-tiedostot, joilla voidaan ajastaa niin varmuuskopiointi, järjestelmän ylläpito ja muita toistuvia toimintoja. (Hoffman 2017)

Crontab-tiedoston ajastetut toiminnot kirjoitetaan yleensä tietyssä järjestyksessä; milloin (mihin aikaan, mikä päivä tai kuukausi) ja mitä (suoritettava skripti – jolle on annettava oikeudet suorittaa ajaminen – tai suora komento, joka voi olla käytännössä mikä vain).

Käyttöjärjestelmissä on paljon erilaisia komentoja omine tarkoituksineen. Osa näistä on peruskäytössä käteviä suorittamaan toimintoja, joilla voidaan tarkistaa mm. piilotetut tiedostot, tai hankkimaan tietoa ja ohjeita komentojen käytöstä. Kätevien komentojen lisäksi on myös tehokkaita komentoja, joilla voidaan suorittaa nopeita muokkauksia tiedostoihin ja hankkimaan tarkkoja järjestelmä tietoja, esimerkiksi avun hankkimista varten ongelma tilanteisiin.

Seuraavaksi muutama hyödyllinen komento:

ls -la	ls komento itsessään antaa aktiivisen hakemiston näkyvät tiedostot ja hakemistot suoraan tulkkiin. ls -la antaa kaikki aktiivisen hakemiston tiedostot ja hakemistojen tiedot; tiedosto koot ja käyttäjä oikeudet.
man ja -h (--help)	man komento antaa tiedot komennosta ja miten tätä käytetään. -h ja --help argumentit komennon jälkeen antavat tiedot eri tavoista käyttää komentoa (esim. erilaiset attributit).
locate ja find	Molemmat komennot etsivät käyttäjän määrittelemän tiedon järjestelmästä.
echo	”echo” komennolla voidaan sijoittaa dataa – yleensä tekstiä – tiedostoon. Komennolla voidaan sijoittaa vanhan tiedon

	sijalle käyttämällä yhtä >-merkkiä, tai lisäämällä vanhan tiedon jälkeen käyttämällä >>-merkkejä.
cat	”cat” komennolla saadaan tulostettua tiedoston tieto suoraan komentotulkkiin. Tieto myös tulostetaan samassa tyylissä, kuin se on tiedostoon kirjoitettu.
chmod ja chown	”chmod” komennolla voidaan muokata tiedoston oikeuksia ja ”chown” komennolla voidaan muokata hakemiston oikeudet. (EETech Media, LLC 2018.)

Kaikki komennot, joita käytetään tiedostoihin, jotka sijaitsevat kirjautuneen käyttäjän kotihakemiston ulkopuolella, vaativat pääkäyttäjän oikeuden. Pääkäyttäjän oikeuksista lisää kappaleessa ”Sudo”.

6.3 Palvelut

Käyttöjärjestelmän palvelut ovat hyvin tärkeä ja olennainen osa koko pakettia. Käyttöjärjestelmä itse ei mahdollisesti toimi kunnolla, antaen erilaisia virhe viestejä eri ohjelmia käynnistäessä tai jos käyttöjärjestelmä käynnistyy edes ollenkaan. Esimerkiksi verkkoyhteydet tarvitsevat oman palvelunsa, joka varmistaa protokollien kautta, onko tietokoneella pääsy lähiverkkoon tai internetiin.

6.3.1 Tiedostojako lähiverkossa

Tiedostojako on olennainen osa nykyistä organisaation tietoteknistä infrastruktuuria, varsinkin suuremmissa yrityksissä, jotta työntekijät pääsevät tärkeisiin hakemistoihin käsiksi. Windowsille on rakennettu omat välineet tiedostojakojen hallintaa varten, mutta Linux jakeluille voi olla tarpeellista erikseen hankkia ohjelmistopaketti tiedostojakoja varten. Samba-paketti on sarja Unix-sovelluksia, jotka antavat Linuxille kyvyn käyttää SMB protokollaa (Blair 1998). SMB protokollaa käyttämällä voidaan ottaa käyttöön tiedostojako ja tulostus palvelut tietokoneiden välille lähiverkossa.

Protokolla on hyvin tehokas tapa saada lähiverkon tietokoneille mahdollisuuden saada toisiinsa yhteyden. Tukemalla protokollaa, Samba mahdollistaa Unix-käyttöjärjestelmien kommunikoinnin saman verkkoprotokollan kanssa kuin Microsoft Windowsin ja

esiintyy kuin toinen Windows-järjestelmä samassa lähiverkossa, Windows asiakas laitteen näkökulmasta. (Ts, Eckstein & Collier-Brown 2003, 2)

Samba-paketti jakautuu kahteen Unix Daemoniin, jotka tarjoavat resursseja SMB asiakkaille lähiverkossa. Nämä Daemonit ovat:

- Smbd
 - o Palvelu, joka käsittelee tiedosto ja tulostus jakoja ja tarjoaa todennuksen ja luvat SMB asiakkaille.
- Nmbd
 - o Palvelu, joka tukee NetBIOS nimipalvelua ja WINS:ä, joka on Microsoftin käyttöönottosuunnitelma NetBIOS nimipalvelusta (NBNS). Palvelu myös avustaa lähiverkon selailussa. (Ts 2003, 3.)

6.3.2 Tilapäinen pääkäyttäjän oikeus

Käyttäjän muokatessa järjestelmätiedostoja, tarvitsee hänen kirjautua root-käyttäjänä sisään käyttöjärjestelmään. Tätä vaihtoehtoa ei yleisesti kehoteta käyttämään, koska tämän käyttö voi tuoda riskin mahdollisilta väärinkäytöiltä ja muilta vahingoilta. Su-komennon sijaan suositetaan käyttämään *sudo*-komentoa – jota vain silloin, jos on välttämätön tarve – joka antaa käyttäjälle mahdollisuuden käyttää väliaikaisesti root-käyttäjän oikeuksia.

Tietyissä jakeluissa – kuten Ubuntu ja Mint – ei ole vaihtoehtoa antamaan root-käyttäjälle erikseen sanasanaa, mikä estää asiattomilta käyttäjiltä pääsyn tärkeisiin tietoihin. Asennuksen aikana käyttäjä liitetään *sudoers*-nimiseen tiedostoon, jonka kautta hallitaan käyttäjiä, jotka voivat käyttää *sudo*-komentoa. Tällöin *su*-komentoa ei voida käyttää, koska root-käyttäjälle ei ole sanasanaa. Näin ei ole esimerkiksi Debian jake- lussa, jonka asennus vaiheessa annetaan root-käyttäjälle erikseen salasana ja muut käyttäjät joudutaan erikseen liittämään *sudoers*-tiedostoon.

Tilapäisen pääkäyttäjän oikeutta on hyvä käyttää silloin, kun organisaation tietohallinnon puolesta otetaan yhteyttä työasemaan erilaisia toimenpiteitä varten, mikäli tietohallinto on asentanut työasemille Linux jakelut. Tällöin saadaan työasemille

ajantasaiset paketit ja ohjelmistot käyttöön ilman, että työntekijä käyttäisi omaa työaika muihin asioihin.

6.4 Järjestelmä tiedostot

Käyttöjärjestelmän järjestelmä tiedostot ovat olennainen osa käyttöjärjestelmän toimimisen kannalta. Riippuen itse käyttöjärjestelmästä, järjestelmä tiedostot ovat luettavissa eri tavoin, ja joissain tilanteissa nämä ovat luettavissa vain tietyillä sovelluksilla. Linuxin järjestelmä tiedostot ovat tekstipohjaisia, eli nämä ovat luettavissa tekstieditoreilla ja tekstinkäsittely ohjelmilla. Näille on kuitenkin olemassa pääkäyttäjän käyttöoikeudet, peruskäyttäjä ei siis tällöin pysty tekemään vahingossa muokkauksia.

6.4.1 Kiintolevyn osioiden ja hakemisto hallinta

Linuxin kiintolevy osioita ja hakemistoja hallinnoidaan fstab järjestelmätiedoston kautta, joka sisältää tiedon tärkeimmistä tiedostojärjestelmistä (Bellevue Linux Users Group). Yleisimmillään tiedosto sisältää Linuxin kiintolevy osiot, jotka luodaan uutta käyttöjärjestelmää asentaen, kuten esimerkiksi ”home” ja ”var”. Kuvassa 4 on kuvattu fstab-tiedosto nano-editorissa, Debian jakelussa, jossa on ”home”, ”tmp” ja ”var” hakemistot erikseen liitetty kiintolevylle luoduille osioille.


```

noip@www: ~
File Edit View Search Terminal Help
GNU nano 2.7.4 File: /etc/fstab

# /etc/fstab: static file system information.
#
# Use 'blkid' to print the universally unique identifier for a
# device; this may be used with UUID= as a more robust way to name devices
# that works even if disks are added and removed. See fstab(5).
#
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
# / was on /dev/sdal during installation
UUID=c1d7ce2e-acd6-4bbf-86e0-b264185ccbe9 / ext4 errors=remount-ro 0 1
# /home was on /dev/sda8 during installation
UUID=ff503222-bf43-4809-9c08-2aa01cfa93d4 /home ext4 defaults 0 2
# /tmp was on /dev/sda7 during installation
UUID=3448c074-54a4-48a2-8127-77c5792efaba /tmp ext4 defaults 0 2
# /var was on /dev/sda5 during installation
UUID=59223d3b-0d0d-41d2-9d4a-6e2cc0d04850 /var ext4 defaults 0 2
# swap was on /dev/sda6 during installation
UUID=45407237-eb56-4560-850f-2a9773d76739 none swap sw 0 0
/dev/sr0 /media/cdrom0 udf,iso9660 user,noauto 0 0

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos ^Y Prev Page
^X Exit ^R Read File ^M Replace ^L Uncut Text ^I To Spell ^_ Go To Line ^V Next Page

```

Kuva 4 Fstab tiedosto Debianissa

Fstab tiedostoon voidaan myös määrittää mm. verkon ylitse näkyviä jaettuja kansioita, jotka liitetään tiettyyn Linuxin hakemistoon. Näin päästään helposti käsiksi tarvittavaan materiaaliin ilman, että tarvitsisi erikseen kirjata jaetun kansion polkua. Verkossa olevat jaetut kansiot kuitenkin kirjataan fstab tiedostoon eri tavalla kuin paikalliset osiot.

6.4.2 Minimalistinen järjestelmä monitori

Lähes jokaisen käyttöjärjestelmän mukana tulee graafinen, järjestelmän monitorointi sovellus, jolla voidaan tarkistaa pintapuolisesti mahdolliset ongelmat järjestelmässä. Linuxissakin on oma monitorointi sovellus, mutta tälle on saatavilla myös toinen, kevyempi monitorointi sovellus: Htop. Htop on erittäin kevyt ja monipuolinen pieni järjestelmän monitorointi sovellus, jonka kautta pystyy nopeasti antamaan erilaisia signaaleja järjestelmälle; esimerkiksi *kill*-signaali, joka lopettaa sovelluksen, jos tämä ei jostain syystä ota komentoja vastaan.

```

user@Linux: ~
File Edit View Search Terminal Help

CPU[||||| 2.0%] Tasks: 95, 191 thr; 1 running
Mem[||||| 521M/996M] Load average: 0.14 0.33 0.17
Swp[| 3.70M/1022M] Uptime: 00:04:52

  PID USER   PRI  NI  VIRT   RES   SHR  S  CPU% MEM%   TIME+  Command
  777 user    20   0 1770M 216M 72676 S  1.3 21.8 0:12.98 /usr/bin/gnome-shell
1860 user    20   0 24564 3940 3108 R  0.7  0.4 0:00.35 htop
1095 user    20   0 633M 38092 27244 S  0.7  3.7 0:01.47 /usr/lib/gnome-terminal
  600 Debian-gd 20   0 1729M 130M 63960 S  0.7 13.1 0:03.30 /usr/bin/gnome-shell
  690 root     20   0 352M 50464 27912 S  0.0  4.9 0:03.16 /usr/lib/xorg/Xorg vt2
  697 root     20   0 352M 50464 27912 S  0.0  4.9 0:00.14 /usr/lib/xorg/Xorg vt2
  372 avahi    20   0 47012 2956 2600 S  0.0  0.3 0:00.04 avahi-daemon: running [
  830 user    20   0 182M 5096 4596 S  0.0  0.5 0:00.01 /usr/lib/dconf/dconf-se
  762 user    20   0 215M 6872 6140 S  0.0  0.7 0:00.01 /usr/lib/at-spi2-core/a
  804 user    -6   0 1138M 11000 7952 S  0.0  1.1 0:00.12 /usr/bin/pulseaudio --s
  798 user     9  -11 1138M 11000 7952 S  0.0  1.1 0:00.68 /usr/bin/pulseaudio --s
    1 root    20   0 135M 6852 5304 S  0.0  0.7 0:00.74 /sbin/init
  181 root    20   0 57072 5788 5132 S  0.0  0.6 0:01.08 /lib/systemd/systemd-jo
  213 root    20   0 46848 4432 2800 S  0.0  0.4 0:00.14 /lib/systemd/systemd-ud
  331 systemd-t 20   0 126M 4288 3764 S  0.0  0.4 0:00.00 /lib/systemd/systemd-ti
  328 systemd-t 20   0 126M 4288 3764 S  0.0  0.4 0:00.01 /lib/systemd/systemd-ti
  341 root    20   0 29664 2856 2580 S  0.0  0.3 0:00.00 /usr/sbin/cron -f

F1Help F2Setup F3Search F4Filter F5Tree F6SortBy F7Nice F8Nice+ F9Kill F10Quit

```

Kuva 5 Htop monitorointi sovellus komentotulkissa

Htop:ssa voidaan monitoroida niin prosessorin ytimien ja tietokoneen muistin käyttöä kuin eri sovellusten tehon käyttöä (kuva 5). Htop näyttää myös sovellusten attribuutit, jotka otetaan käyttöön käynnistäessä sovellusta.

6.4.3 Tekstin editointi

Tietojenkäsittely sovellukset voivat käsitellä tunnettuja tiedostoja ja omaavat suuret määrät erilaisia asetuksia ja tyylejä eri käyttötarkoituksiin. Tietojenkäsittely sovellukset saattavat käyttää paljon tehoa tietokoneelta ja sisältävät toimintoja, joita käyttäjät eivät välttämättä käytä ollenkaan.

Tekstieditorit ovat hyvä valinta niille, jotka tarvitsevat kevyen ja nopean ohjelman käsittelemään niin järjestelmä tiedostoja kuin myös tekstitiedostoja. Suurin osa näistä ohjelmista soveltuu myös *front-end* ja *back-end* kehitykseen, eli ohjelmointiin. Tunnetuimpiin ja käytetyimpiin, graafisiin ja komentotulkissa käytettäviin tekstieditoreihin kuuluvat mm.:

- Vim
- Gedit
- Nano

- GNU Emacs
- Kate. (Kili 2015.)

Vaikka näillä teksti editoreilla kykenee kevyeen ohjelmointiin, Linux jakeluille on olemassa editoreja myös ohjelmointi tarkoituksiin. Nämä editorit kykenevät paljon samanlaiseen työskentelyyn, kuin muut vastaavat ohjelmointiin tarkoitettut sovellukset. Muutamia ohjelmointiin tarkoitettuja editoreita ovat mm.:

- Atom
- Brackets
- Sublime Text 3
- Visual Studio Code (Hasan n.d.)

Teksti ja ohjelmointi editorit ovat mainioita työkaluja, mutta organisaatioita varten olisi oltava sovelluksia, joita käytetään muuhun työskentelyyn. Tätä varten on jakeluille tarjolla erilaisia office-paketteja erilaisien työtehtävien hoitamiseen. Suurin osa näistä office-paketeista soveltuu erilaisten tiedostojen luomiseen ja muokkaamiseen yhteensopivien standardien ansiosta.

6.5 Sovellukset

Linux jakeluille on oletuksena valmiiksi asennettuna tiettyjä sovelluksia ja sovellus paketteja. Jotkut jakelut antavat käyttäjälle mahdollisuuden asentaa valmiiksi käyttöön tiettyjä sovelluksia ja joidenkin jakeluiden osalta on mahdollisuus asentaa käyttökuntoon eri palveluita itse jakelua asennettaessa. Suurin osa sovelluksista on kuitenkin saatavilla suoraan sovellusmanagerin kautta, näiden omilta verkkosivuilta tai verkkosivuilta, jotka ylläpitävät kehittäjien sovelluksia. Mahdollisten yhteensopivuus ongelmien takia on suositeltavaa aina hankkia sovellus sovellusmanagerin kautta.

Käyttöjärjestelmissä on oletuksena jokin internet selain valmiiksi asennettuna. Internet selaimena Firefox on lähes kaikissa Linux jakeluissa mukana oletus selaimena. Sovellus managerin kautta on tietenkin mahdollista ladata muitakin selaimia oman maun mukaisesti. Selaimen uusinta ja vakainta versiota (riippuen valmistajasta) ei välttämättä ole heti saatavilla Linux jakeluille. Linuxille on saatavilla muutamia erilaisia

selaimia, suurempien yhteisöjen ja organisaatioiden tai harrastajien ja pienien yhteisöjen omia. Tunnetuimpiin selaimiin kuuluvat mm. seuraavat selaimet:

- Mozilla Firefox
- Konqueror
- Google Chrome ja Chromium
- Opera
- Vivaldi. (Emms 2019.)

Mainituista selaimista Firefox, Google Chrome ja Opera ovat hyvin tuttuja eri käyttäjille. Opera selaimena pohjautuu Chromeen, mutta Firefox on kehitetty Mozilla Application Suite paketista, johon kuului itse selain, sähköposti ja muita osia. (Mozilla Foundation 2005) Konqueror, Vivaldi ja Chromium ovat suhteessa pieniä ja kevyitä selaimia; Konqueror on oletuksena KDE työpöytäympäristössä, joka käyttäytyy niin tiedostonhallinta ohjelmana kuin selaimena, jolla voi avata erilaisia tiedostoja; Chromium näyttää ja käyttäytyy kuin Chrome, mutta sisältää vähemmän ominaisuuksia; ja Vivaldi, joka pohjautuu Chromium selaimesta, on erittäin yksinkertainen, jota voi käyttää useammalla käyttöjärjestelmällä.

Suurin osa jakeluista sisältää kuvanmuokkaus sovellus GIMP:n (GNU Image Manipulation Program). Kevyt käyttöinen GIMP on hyvin monipuolinen avoimenlähdekoodin sovellus, joka on saatavilla myös Windows, FreeBSD ja OS X työasemille. GIMP:lle on saatavilla paljon kolmannen osapuolen liitännäisiä, jotka mahdollisesti tuovat sovellukseen lisää erilaisia toiminnallisuuksia. GIMP mahdollistaa käyttäjän muokkavan itse sovelluksen ulkonäköä itselleen sopivammaksi käyttöä varten. Jotta kuvanmuokkaus ja muu graafinen työskentely olisi mahdollista Linux laitteilla, ovat tunnetuimmat näytönohjain valmistajat kehittäneet ajureita omille piireilleen. Vaikka uusimmat ajurit ovat saataville valmistajien internet sivuilta, Linux jakeluiden kehittäjät suosittelevat kuitenkin asentamaan ja käyttämään ajureita, jotka tulevat jakeluiden kanssa. Nämä ajurit ovat yleisesti muutaman version vanhemmat, mutta ovat kuitenkin todettu toimivimmiksi. NVIDIA näytönohjaimen kanssa voidaan myös käyttää nouveau-avoimenlähdekoodin ajuria, joka on oletuksena käytössä mm. Mint jakelussa.

Tiedonkäsittely ohjelmistot ovat tärkeä osa organisaation toimintaa, jotta organisaatiossa kyettäisiin käsittelemään erilaista dataa, dokumenttien luomisesta ja muokkauksesta tietokantoihin ja erilaisten kaavojen luomiseen. Lähes kaikille jakeluille on

oletuksena jokin Office-paketti valmiina, joka sisältävää tarpeelliset ohjelmistot tiedonkäsittelyyn. Nämä avoimenlähdekoodin office-paketit ovat hyvin samanlaisia kuin Microsoftin Office -paketit, mutta eroavaisuuksina on mm. toiminnallisuudet ja ulkonäkö – toiminnallisuudet voivat olla erilaiset tai voivat puuttua täysin. Tällä hetkellä tunnetuimmat avoimenlähdekoodin office-paketit ovat:

- LibreOffice
- Apache OpenOffice
- WPS Office. (Hasan N.d.)

Suurin osa avoimenlähdekoodin office-paketeista ovat haarautuneet alkuperäisestä OpenOffice paketista, joka oli Oraclen omistuksessa, kunnes lahjoitti tämän Apachelle, kunnioittamalla avoimenlähdekoodin yhteisöjä.

Microsoft on tarjonnut vuosia (vuodesta 2016 lähtien) Linuxin komentotulkkia Windows 10 käyttöjärjestelmässä. Microsoft on tarjonnut Windows 10 käyttäjille mahdollisuuden suorittaa niin Ubuntu, Debian, Kali, openSUSE ja monta muuta jakelua. Nyt on myös mahdollisuus suorittaa Linuxia, joka on suunniteltu ajettavaksi WSL:llä (Windows Subsystem for Linux): Pengwin. WSL jakelut ovat tällä hetkellä vain komentotulkki pohjaisia, eli näille ei ole suoraan tarjolla graafista käyttäjäympäristöä tai yleisestikään työpöytäympäristöä. (Vaughan-Nichols 2019.)

6.6 Microsoft AD tunnusten vahvistus

Suurille organisaatioille on tärkeä ylläpitää keskitettyä käyttäjien todennusta, jotta voidaan vahvistaa ja myös ylläpitää käyttäjä tietoja yhdestä paikkaa. Sama pätee myös tietokoneiden osalta, joille voidaan asettaa tiettyjä käytäntöjä, sääntöjä ja asetuksia, joita yksi tai useampi laite noudattaa. Microsoftin Active Directory on erittäin käytännöllinen palvelu juuri tätä varten. AD:n pääpalvelu on DS (Domain Service), joka varastoi hakemisto tietoa ja käsittelee käyttäjän vuorovaikutusta isännän kanssa. (Rouse 2018) AD toimii tehokkaasti Windows laitteiden kanssa, mutta myös Linux laitteet ja käyttäjät voidaan todentaa AD:ssa. Linuxilla todennus ei kuitenkaan ole kaikista yksinkertaisin toimenpide, varsinkin kun Linux ei luontaisesti tue palvelua. Linuxilla

voidaan hoitaa todennus AD:hen mm. SSSD-palvelua käyttäen, joka mahdollistaa kommunikoinnin useilla back-end palveluilla samanaikaisesti. (Kearney 2018)

Linuxille on saatavilla palvelu, protokolla, jonka avulla voidaan luoda yhteys erilaisiin hakemistoihin. LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), protokolla, jonka avulla saadaan luotua yhteys niin aktiivi hakemistoihin ja vastaavanlaisiin hakemistoihin, hankkimaan tarvittavat tiedot organisaation hierarkiasta. LDAP antaa verkon ylläpitäjälle mahdollisuuden antaa käyttöoikeudet hakemiston käyttäjille ja pitämällä tiedot turvattuina. (Papiewski 2018.)

Windows ohjelmia on mahdollista suorittaa Linux ja POSIX-yhteensopivissa käyttöjärjestelmissä. Tämän mahdollistaa Wine (Wine Is Not an Emulator) ohjelma; nimensä mukaan ei täysin emuloi Windows ohjelmia, vaan tämä kääntää Windows API-kutsut POSIX-kutsuiksi – poistaen muiden menetelmien suorituskyvyn ja muistin luomat seuraukset.

6.7 Linux VDI ja BYOD

Virtualisoituna käyttöjärjestelmä voi mahdollisesti tuoda tuottavuutta ja uusia mahdollisuuksia, niin Windows kuin Linux työasemassa. Virtualisoidussa ympäristössä voidaan työskennellä myös turvallisemmin, koska virtualisoidun käyttöjärjestelmän ongelmat eivät vaikuta isäntä käyttöjärjestelmään ollenkaan. Virtualisointi on ollut tehokkaassa käytössä erityisesti palvelimissa erittäin pitkään ja on myös hyvin tärkeää, koska tämä säästää niin sähköä, tilaa, jäähdytystä ja ylläpitoa. (Koski 2008, 270).

Paikallisesti työasemalle asennettu virtuaalinen Linux voi mahdollisesti olla hyvin turvallinen vaihtoehto mihin tahansa käyttöön. Virtualisoitu Linux on myös kevyt käyttää komentotulkin kanssa, mutta työpöytäympäristön kanssa olisi hyvä olla työasemalla tarpeeksi tehoa.

Helsingin yliopiston tietotekniikkakeskus antaa ylioppilaille käyttöön niin sanottuja kioskikoneita, eli VDI työasemia. Tällä hetkellä vaihtoehtoiset käyttöjärjestelmät ovat Windows ja Cubbli (Common Ubuntu based Linux). Tietotekniikkakeskuksen Linux

jakelu on keskitetysti hallinnoitu, jolloin käyttäjä voi huoletta käyttää työasemia. (Helsingin yliopisto n.d)

Bring Your Own Device -käsite, joka on vuosien varrella alkanut kantaa voimaa organisaatioissa. Käsite, jonka puolesta organisaatio antaa työntekijöille mahdollisuuden käyttää omia laitteitaan organisaatiossa, joka taas voi vähentää kuluja. Tämän ansiosta työntekijä voi käyttää esimerkiksi Linuxia työasemanaan. Tämä kuitenkin voi vaatia organisaation puolelta omaa tukea ohjelmiston kannalta, mikäli organisaatiolla on esimerkiksi useampia ammattilaiskäyttöön tarkoitettuja sovelluksia käytössä. Tämä voi lisäksi lisätä yhteensopivuus ongelmaa tiedostojen käytön kannalta, koska eri formaatit eivät välttämättä ole luettavissa eri käyttöjärjestelmien välillä siten kuin ne on kirjoitettu.

7 TIETOTURVA

Oli käyttöjärjestelmä mikä tahansa, henkilökohtaisessa tai organisaation käytössä, turvallisuus on aina tärkeää – käytöstä huolimatta. Linux ei hirveästi poikkea muista käyttöjärjestelmistä turvallisuuden puolesta: jos käyttäjällä ei ole täysiä oikeuksia muokata järjestelmä tiedostoja, olemme tällöin suuremmassa turvassa. Useasti ongelmat ovat lähtöisin itse käyttäjästä, jolla on liikaa oikeuksia tai esimerkiksi heikko salasana, jota hyökkääjä voi käyttää hyödyksi ajaessaan haittaohjelmia.

”Loogisella tasolla Linux antaa vähintään yhtä hyvät lähtökohdat suojautumiseen kuin muutkin vakavaan palvelinkäyttöön tarkoitettut järjestelmät.” (Kuutti 2011, 27).

Turvallisuutta voidaan kuitenkin tehostaa mm. päivittämällä tietokoneen ohjelmisto ajantasaiseksi, ottamalla palomuri käyttöön ja varotaan internet käyttöä. Linuxilla voidaan turvallisuutta voimistaa siten, että muokataan tiettyjä asetustiedostoja siten, että nämä estävät palveluita vastaamasta lähiverkon ulkopuolisilta saamasta vastausta, tai estämästä saamasta yhteyttä. Käyttäjä voi myös olla aktiivinen, seuraamalla jakelun palveluiden luomia lokitiedostoja: lokitiedostoihin palvelut tuottavat tietoa, jos järjestelmässä on esimerkiksi tapahtunut virhe(itä) tai jokin ulkopuolinen taho on yrittänyt ottaa yhteyttä.

Linux käyttäjillä ja yhteisöillä on kuitenkin pahasti tapana suhtautua viruksiin suhteellisen vapaasti, koska suurin osa haittaohjelmista on tehty Windows alustoille tämän suosion puolesta. Tämä ei kuitenkaan poista mahdollisuutta, että myös Linux laitteet ovat uhattuja eri uhilta, jotka voivat ilmetä niin ohjelmista tai myös komponentti tasolla, esimerkiksi Meltdown ja Spectre. (Graz University of Technology 2018)

8 TUKI

Linux ei kuitenkaan ole täydellinen käyttöjärjestelmä, vaikka tälle on olemassa paljon mahdollisuuksia ja yhteisö on suurelta osin erittäin ystävällistä ja avuliasta. Minkä tahansa käyttöjärjestelmän tai laitteen tehokkaan käytön oppiminen vie aikaa. Näille on mahdollisesti olemassa omat tuki palvelunsa, olivat nämä sitten maksullisia tai maksuttomia. Microsoft Windowsille on saatavilla tukea niin suurilta ja pieniltä yrityksiltä, joilla on omat sopimuksensa Microsoftin kanssa.

Kaupallista tukea on saatavilla niin kaupallisilta jakeluilta kuin myös kolmansilta osapuolilta. Linuxin kaupalliset jakelut tarjoavat myös ilmaisia tukipalveluja – jotka ovat yleensä hyvin rajatut – mutta pääasiallisesti maksullisia tukipalveluja. Yleisimpiin tukipalveluihin kuuluvat ympärivuorokautiset tai toimistoaikaiset puhelintuet, mahdolliset keskustelupalstat tai tietokannat, joissa yleisimmät ongelmat ratkaisuneen ja ammattilaisten opastusta. Suurimmat jakelut mahdollistavat myös etäältä käyttöjärjestelmän tarkistukset ja päivitykset.

Käyttäjän kannalta olisi hyvä olla paikallinen tuki organisaatiossa, varsinkin jos on käytössä tietokoneita, joissa on asennettuna Linux käyttöjärjestelmä, tai jos organisaatio sallii käyttäjän käyttävän Linux laitetta. Ulkoistettu tukikin voi mahdollisesti auttaa tilanteeseen, mikäli kyseisessä palvelussa on saatavilla tukea useammalle järjestelmälle. Tietenkin jos organisaatio mahdollistaa BYOD:n, jolloin käyttäjä on itse vastuussa järjestelmän yhteensopivuudesta muiden laitteiden tai ohjelmistojen kanssa – poikkeuksena tilanteet, jossa organisaatio sopimuksen mukaisesti on valmis antamaan käyttö- tai kytkentätukea.

9 LOPUKSI

Windowsin ollessa suosituin käyttöjärjestelmä työasema käytössä, ovat muut käyttöjärjestelmät saaneet jalansijaa tällä saralla, mutta ei vielä niin paljon, että tätä voisi kutsua kunnan kilpailuttamiseksi. Suurimpina osatekijänä on vielä muutos itse, jota moni kaihtaa paljon ja aika, joka kuluu uuden oppimisessa ja kehittämisessä. Kehityksessä on paljon työtä edessä, jotta saataisiin aikaiseksi standardit, joiden avulla saataisiin vaihtoehtoja vähennettyä organisaatioille ja muille käyttäjille. Jakeluiden lisäksi muut projektit tuottavat paljon pirstaloitumisen merkkejä, jotka tuottavat lisää ongelmia Linuxille ja sen yhteisöille. Tästä huolimatta, on näkyvillä hyviä merkkejä siitä, että Linux on saanut yhtä enemmän kiinnostusta alleen, niin Microsoftilta WSL:n merkeissä ja Amazonin omassa Linux jakelun merkeissä, joka on vielä kehityksessä.

Työasema käyttö näyttää pientä nousua, mutta ei kovin merkittävää. Tätä kehitystä on kuitenkin harrastajat ja ammattilaiset rakentamassa auttamalla muita käyttäjiä omissa yhteisöissään ja niin myös organisaatioissa. Tukea on myös saatavilla suuremmilta tahoilta, kuten NVIDIA, joka on avustamassa mm. peliteollisuuden puolella. Tämä kuvastaa paljon sitä, että organisaatiot ovat antaneet huomiota Linuxille.

Kehitystä on syntynyt paljon vuosien varrella, mutta paljon on vielä tehtävää Linuxin kannalta. Kilpailua ei vielä juuri ole, mutta se jääkin nähtäväksi, kykeneekö avoimenlähdekoodin käyttöjärjestelmä tähän ollenkaan.

Linux on hyvin käypä vaihtoehto niin henkilökohtaisessa käytössä, kuin organisaatiossa. Pieneen pakettiin mahtuu paljon kaikkea, mistä on hyötyä niin paikallisessa käytössä, kuin lähiverkossa tai verkon ylitse.

LÄHTEET

- EETech Media, LLC. 2018. Basic Linux Commands for Beginners. Viitattu 23.4.2019. <https://maker.pro/linux/tutorial/basic-linux-commands-for-beginners>
- Free Software Foundation, Inc. 2007. GNU General Public License. Viitattu 16.4.2019. <https://www.gnu.org/licenses/gpl.html>
- Bellevue Linux Users Group. The /etc/fstab File. Viitattu 27.3.2019. http://www.linfo.org/etc_fstab.html
- Blair, J. 1998. Introducing Samba. Viitattu 27.3.2019. <https://www.linuxjournal.com/article/2716>
- Brown, P. 2018. The Linux Filesystem Explained. Viitattu 17.4.2019. <https://www.linux.com/blog/learn/intro-to-linux/2018/4/linux-filesystem-explained>
- Byfield, B. 2010. An Introduction to MINIX. Viitattu 21.4.2019. <https://www.linuxjournal.com/article/10754>
- Cannon, J. What is Linux?. Viitattu 24.3.2019. <https://www.linuxtrainingacademy.com/what-is-linux/>
- Emms, S. 6 Excellent Graphical Web Browsers. Viitattu 13.4.2019. <https://www.linuxlinks.com/excellent-graphical-web-browsers/>
- Garrels, M. 2008. Introduction to Linux. Viitattu 8.4.2019. http://tldp.org/LDP/intro-linux/html/sect_03_01.html
- Graz University of Technology. 2018. Meltdown and Spectre. Viitattu 17.5.2019. <https://meltdownattack.com/>
- Hasan, M. n.d. Best Linux Code Editor: Top 10 Reviewed and Compared. Viitattu 19.5.2019. <https://www.ubuntupit.com/best-linux-code-editor-top-10-reviewed-compared/>
- Hasan, M. n.d. Top 10 Best Free Office Suite Software as MS Office Alternative for Linux. Viitattu 17.4.2019. <https://www.ubuntupit.com/top-10-best-free-office-suite-software-as-ms-office-alternative-for-linux/>
- Helsingin yliopisto. n.d. Yleistä Cubblista. Viitattu 15.5.2019. <https://helpdesk.it.helsinki.fi/ohjeet/tietokone-ja-tulostaminen/tyoasemapalvelu/yleista-cubblista/>
- Hoffman, C. 2017. How to Install and Use Another Desktop Environment on Linux. Viitattu 16.4.2019. <https://www.howtogeek.com/193129/how-to-install-and-use-another-desktop-environment-on-linux/>
- Hoffman, C. 2017. How to Schedule Tasks on Linux: An Introduction to Crontab Files. Viitattu 17.4.2019. <https://www.howtogeek.com/101288/how-to-schedule-tasks-on-linux-an-introduction-to-crontab-files/>

- Jones, C. 2019. Windows vs Linux: what's the best operating system?. Viitattu 24.3.2019. <https://www.itpro.co.uk/operating-systems/24841/windows-vs-linux-whats-the-best-operating-system>
- Jones, M. 2010. 'Linux Is Not User Friendly' -No Way!. Viitattu 16.4.2019. <https://www.techdrivein.com/2010/05/linux-is-not-user-friendly-no-way.html>
- Kearney, L. 2018. The SSSD, Active Directory, and growing SLES integration. Viitattu 17.4.2019. <https://www.suse.com/c/the-sssd-active-directory-and-sles-12-and-15/>
- Kili, A. 2015. 12 Best Open Source Text Editors (GUI + CLI) I Found in 2015. Viitattu 15.4.2019. <https://www.tecmint.com/best-open-source-linux-text-editors/>
- Koski, R. 2008. Linux Tehokäytössä. Helsinki: Readme.fi.
- Kuutti, W. 2011. Linux-käsikirja. Jyväskylä: WSOYpro.
- Lee, J. 2015. Why Isn't Linux Mainstream? 5 Flaws That Need Fixing. Viitattu 15.4.2019. <https://www.makeuseof.com/tag/isnt-linux-mainstream-5-things-tux-needs-fix/>
- Mozilla Foundation. 2005. Mozilla Suite – The All-in-One Internet Application Suite. Viitattu 17.5.2019. <https://www-archive.mozilla.org/products/mozilla1.x/>
- Negus, C. 2015. Linux Bible. 9 painos. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc. Viitattu 23.3.2019. <https://www.wiley.com/en-fi/Linux+Bible%2C+9th+Edition-p-9781118999882>
- Papiewski, J. 2018. What Is LDAP Authentication?. Viitattu 20.5.2019. <https://small-business.chron.com/ldap-authentication-47895.html>
- Ritchie, D. & Thompson, K. 1978. The UNIX Time-Sharing System. Uud.p. Association for Computing Machinery, Inc. Viitattu 16.4.2019. <https://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/cacm.pdf>
- Rouse, M. 2018. Active Directory. Viitattu 17.4.2019. <https://searchwindowsserver.techtarget.com/definition/Active-Directory>
- SSSD developers. 2017. SSSD – System Security Services Daemon. Viitattu 17.4.2019. <https://docs.pagure.org/SSSD.sssd/>
- SUSE, n.d. Linux Distribution. Viitattu 26.4.2019. <https://whatis.suse.com/definition/linux-distribution/>
- Ts, J., Eckstein, R. & Collier-Brown, D. 2003. Using Samba. 2 painos. Sebastopol: O'Reilly & Associates, Inc.
- Vaughan-Nichols, S. 2019. Penqwin: A Linux specifically for Windows Subsystem for Linux. Viitattu 17.4.2019. <https://www.zdnet.com/article/pengwin-a-linux-specifically-for-windows-subsystem-for-linux/>

Wallen, J. 2008. 10 fundamental differences between Linux and Windows. Viitattu 25.3.2019. <https://www.techrepublic.com/blog/10-things/10-fundamental-differences-between-linux-and-windows/>

Williams, A. 2018. Best Linux distros of 2019. Viitattu 16.4.2019. <https://www.techradar.com/news/best-linux-distro>