

EESTI INFOTEHNOLOOGIA KOLLEDŽ

Kristjan Karmo

MITME OPERATSIOONISÜSTEEMIGA
TÖÖJAAMA SEADISTAMINE, JUURUTAMINE
JA HOOLDUS ID-KAARDI BAASTARKVARA
TESTIMISEKS

Diplomitöö

INFOTEHNOLOOGIA SÜSTEEMIDE ADMINISTREERIMISE ÕPPEKAVA

Juhendaja: Priit Rospel

Tallinn 2012

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev diplomitöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Eesti Infotehnoloogia Kolledžile lõpudiplomi taotlemiseks Infosüsteemide administreerimise erialal. Diplomitöö alusel ei ole varem eriala lõpudiplomit taotletud.

Autor K.Karmo

(allkiri ja kuupäev)

Töö vastab kehtivatele nõuetele

Juhendaja P. Rospel

(allkiri ja kuupäev)

Sisukord

Sisukord	3
Sissejuhatus.....	5
Ülesande püstitus	7
1. Keskkonna komponendid	10
1.1. Operatsioonisüsteemide lühitutvustus ja nõuded riistvarale	10
1.1.1. Windows XP	11
1.1.2. Windows Vista.....	11
1.1.3. Windows 7	11
1.1.4. openSUSE 12.1	12
1.1.5. Ubuntu 12.04.....	12
1.1.6. Fedora 16	12
1.2. Varunduslahendused	12
1.2.1. Norton Ghost.....	12
1.2.2. TeraByte BootIt Bare Metal.....	13
1.2.3. Acronis True Image	14
1.2.4. Clonezilla live	14
1.2.5. dd.....	14
1.3. Algladimismenüüd	15
1.3.1. Windows Boot Manager	16
1.3.2. Grand Unified Bootloader.....	16
1.3.3. TeraByte BootIt Bare Metal.....	16
1.3.4. Acronis OS Selector.....	17
1.3.5. GAG.....	17
1.3.6. XOSL	17
1.4. Hooldusvajadused	18
1.4.1. Windows	18

1.4.2. Linux	19
1.5. Olemasoleva riistvara kirjeldus	19
1.6. Tööde läbiviimise metoodika	20
2. Hinnang riistvarale, varunduslahenduse ja alglaadimismenüü valik, hooldusvälp	21
2.1. Hinnang olemasolevale riistvarale	21
2.2. Varunduslahenduse valik	22
2.2.1. Lisaarenduste vajadus ja analüüs	25
2.3. Alglaadimismenüü valik	26
2.4. Hooldus	28
2.4.1. Tööfaas.....	28
2.4.2. Hooldefaas	29
3. Projekt.....	30
3.1. Kettajagude plaan.....	30
3.2. Operatsioonisüsteemide paigaldamise kavand.....	31
3.3. Varunduslahenduse paigaldamise ja lisaarenduste kirjeldus	33
3.3.1. Varukoopia loomine ühest kettajaost.....	33
3.3.2. Varukoopia loomine ülemkäivituskirjest.....	34
3.3.3. Varukoopiate loomine korraga kõigist kettajagudest	34
3.3.4. Kettajao taastamine varukoopiast	35
3.4. Alglaadimismenüüde seadistamise kavand.....	36
3.5. Nõuded hooldusjuhendile.....	36
3.5.1. Testifaasi hooldusjuhend	36
3.5.2. Hooldefaasi hooldusjuhend.....	37
3.6. Nõuded kasutusjuhendile	38
3.7. Teostatavate tööde nimekiri	39
Kokkuvõte.....	42
Summary	45
Viidatud allikad.....	48
Lisa 1 Varunduslahenduse abiskriptid	50
Ubuntu töölaualt viidatav skript (run-backup.sh)	50
Varunduslahenduse peamine kasutajaliides (backup-frontend.sh)	50
Varunduslahenduse põhiosa, iseseisva käsuna käsurealt käivitav (backup.sh).....	51

Sissejuhatus

ID-kaart on Eestis kasutusel alates 2002. aasta algusest, võimaldades kaardiomanikel end digitaalselt identifitseerida ning dokumente allkirjastada. Kui aastaid oli identifitseerimiseks ja digiallkirjastamiseks vajalik *Microsoft Windows* ja *Internet Explorer*, siis aastal 2007 laienes tugi *Mozilla Firefoxile*. Alates 2010. aastast on toetatud ka *Mac OS X* ja *Linux*, täpsemalt kolm Eestis enimlevinud distributsiooni: *Ubuntu*, *openSUSE* ja *Fedora*.

ASA Quality Services OÜ on sõltumatu testimisorganisatsioonina ASi Sertifitseerimiskeskus (SK) partner ID-kaardi baastarkvara testimiseks. Tarkvara testitakse vastavalt SK nõuetele erinevatel operatsioonisüsteemidel, tagades sellega töökindluse võimalikult paljudele lõppkasutajatele. Selleks on vajalik kõikide toetatud operatsioonisüsteemide kiire, lihtne ja mugav kättesaadavus testijatele.

Varasemalt on testimiseks kasutatud erinevaid lahendusi, neist kõige huvitavam on ehk "Rack," mis koosneb puitaluselt väljaulatuvatele 5 mm keermelattidele paigutatud seitsmest emaplaat-protssessor-mälu-võrgukaart-graafikakaart-komplektist, samast arvust kõvaketastest, toiteplokkidest ja kogu vajalikust kaabeldusest. Mainitud raketise puhul ei olnud põhirõhk mitte ainult mitme operatsioonisüsteemiga, vaid ka erinevate riistvarakonfiguratsioonidega testimisel. Praeguseks on riistvara aegunud ja sellest lähtuvalt ei ole ka tarkvara ammu uuendatud.

Käesoleva töö teemaks on valitud mitme operatsioonisüsteemiga tööjaama seadistamine, juurutamine ja hooldus ID-kaardi baastarkvara testimiseks, kuna vajadus sarnase tööjaama järele on pidevalt kasvanud ning praeguse olukorra jätkumisel kuluks liiga suur osa testijate ajast ja energiast tegeliku testimise asemel administratiivsetele tegevustele.

Järgnevates peatükkides kirjeldatakse esmalt töö eesmärki ja sellest lähtuvat ülesande püstitust. Seejärel vaadeldakse keskkonna komponente: operatsioonisüsteemide nõudeid riistvarale, varunduslahendusi, alglaadimismenüüsid, operatsioonisüsteemide hooldusvajadusi ning olemasolevat riistvara ja esitatakse töös kasutatavad meetodikad. Järgnevalt antakse hinnang riistvarale, valitakse välja sobivaim varunduslahendus ja alglaadimismenüü ning määratakse süsteemile vajalik hooldusvälp ning -tegevused. Kolmandas peatükis koostatakse projekt tööde teostamiseks, mis hõlmab endas kettajagude plaani, operatsioonisüsteemide paigaldamise kavandit, varunduslahenduse paigaldamise kirjeldust koos võimalike lisaarendustega, alglaadimismenüü seadistamise kavandit, nõudeid hooldus- ja kasutusjuhendile ning teostatavate tööde nimekirja.

Ülesande püstitus

Käesoleva töö eesmärk on luua mugavam keskkond ID-kaardi baastarkvara testimiseks erinevatel operatsioonisüsteemidel. Ühtlasi saab loodavat keskkonda pärast antud projekti lõppu kasutada ka muude mitmel operatsioonisüsteemil töötavate rakenduste testimisel. Klient on esitanud oma nõuetes muuhulgas nimekirja operatsioonisüsteemidest, millega ID-kaardi baastarkvara töötama peab:

- *Microsoft Windows XP* (32 bit)
- *Microsoft Windows Vista* (32 bit ja 64 bit)
- *Microsoft Windows 7* (32 bit ja 64 bit)
- *Microsoft Windows 8¹* (32 bit ja 64 bit)
- *Ubuntu 12.04* (32 bit ja 64 bit)
- *Fedora 16* (32 bit ja 64 bit)
- *openSUSE 12.1* (32 bit ja 64 bit)

Mac OS X jääb antud töö skoobist välja, kuna selle jaoks on juba kasutusel vastavad arvutid erinevate *Mac OS X* versioonidega. Ühtlasi oleks vastasel juhul vajalik kogu testimistöojaama juurutamine *Apple*'i riistvarale. Praegu testimiseks kasutatavad *Apple*'i arvutid on aga juba mõne aasta vanused tootevaliku madalama otsa esindajad ning ei rahuldaks tõenäoliselt nii paljude operatsioonisüsteemide seatavaid vajadusi.

Lisaks eeltoodule on testitiimi poolt nõue, et kõiki operatsioonisüsteeme saaks võimalikult kiiresti ja mugavalt algseisu taastada. See on oluline, kuna muuhulgas testitakse baastarkvara esmakordset paigaldamist. Tarkvara eemaldamisel pärast

¹ Jääb käesoleva töö skoobist välja, lisandub hiljem.

paigaldamist võivad aga süsteemi alles jääda seaded, mis mõjutavad järgnevat uut paigaldust.

Testitiimi varasemad kogemused hõlmavad ka virtualiseerimist. See võib tunduda ideaalse lahendusena, kuid paraku näitab praktika, et ID-kaardi baastarkvara testimisel ei kaalu virtuaalmasina pakutav mugavus üles tekitatavat segadust. Nimelt ei ole virtuaalkeskkondades otseühendust USB-seadmetega ning testimisel võib esineda virtualiseerimisest tingitud vigu, mille tekkepõhjuste kontrollimine testimisprotsessi asjatult aeglustab. Seega on virtualiseerimine antud töös välistatud.

Soetatud on juba ka riistvara, millele kogu süsteem üles ehitada. Riistvara on kaasaegne, keskmisest kontori- või koduarvutist võimsam, ning peaks seeläbi katma vähemalt lähema paari aasta testimisvajadused. Tulevikus peab kindlasti ka uut riistvara soetama, aga see jääb antud töö skoobist välja.

Ühtlasi olgu ära märgitud, et vajalike operatsioonisüsteemide litsentsid on eelnevalt soetatud. Täiendavaid rahalisi vahendeid eraldatakse antud projekti jaoks ainult äärmisel vajadusel, seega tarkvarapakettidest on eelistatud vabavaralised lahendused ja/või majasisesed arendused. Lisaks soodustab olemasoleva tööjõu kasutamine sügavamate teadmiste ja uute kogemuste saamist.

Töö eesmärgist lähtuvalt püstitatakse järgmised ülesanded:

- Olemasolevale riistvarale hinnangu andmine vastavalt operatsioonisüsteemide nõuetele
- Ketta jagamine kettajagudeks ning operatsioonisüsteemide paigaldamise planeerimine tulenevalt operatsioonisüsteemide ja süsteemi üldise hallatavuse nõuetest
- Varunduslahenduse valimine erinevate võimaluste seast, pidades silmas eelkõige kasutusmugavust ja töökindlust
- Alglaadimismenüü valik johtuvalt operatsioonisüsteemide nõuetest ning kasutusmugavusest
- Hooldusplaani koostamine, arvestades operatsioonisüsteemide ja töösüklite iseärasusi

ID-kaardi baastarkvara mugavamaks mitmel operatsioonisüsteemil testimiseks teostatakse eelkirjeldatud ülesanded töö järgnevates peatükkides.

1. Keskkonna komponendid

Kvaliteetsete ja mugavate töövahendite olemasolu on testitiimile väga oluline, et testija saaks võimalikult suure osa ajast tegeleda oma põhitööga, st testimisega, ilma põhjendamatute katkestusteta. Antud töö üks oluline eesmärk on tagada võimalikult sujuv ja mugav töö võimalikult väheste katkestustega.

Käesolevas peatükis kirjeldatakse olukord mitmest vaatest: operatsioonisüsteemide nõuded ning hooldusvajadused, võimalikud varunduslahendused, algladimismenüüde valikud ja olemasolev riistvara. Peatüki lõpus tutvustatakse analüüsis kasutatavaid meetodikaid.

1.1. Operatsioonisüsteemide lühitutvustus ja nõuded riistvarale

Kuna tellija poolt on defineeritud vajalikud operatsioonisüsteemid, vaadeldakse käesolevas punktis iga süsteemi nõudeid. See annab aluse hindamiseks, kas olemasolevast riistvarast piisab või on vajalik lisaseadmete ostmine ning kui palju kettaruumi ühele operatsioonisüsteemile eraldada. ID-kaardi tarkvara testitakse lisaks nimetatutele ka *Apple*'i operatsioonisüsteemis *Mac OS X*, kuid see jääb käesoleva ülesande skoobist välja lähtuvalt soetatud riistvarast ning asjaolust, et *Mac OS X* erinevate versioonidega testimiseks on vastav riist- ja tarkvarakomplekt juba kasutusel.

Lisaks operatsioonisüsteemide otsestele riistvaranõuetele tuleb arvesse võtta ka *MBR*-jaotustabeli formaadist tulenevad piirangud. Ühe ketta peal saab olla kuni neli primaarset kettajagu. Kui ühe primaarse kettajao asemel luua laiendatud kettajagu, võib selle sees omakorda olla rohkem loogilisi partitsioone. Siinkohal peab jälgima, et vastav operatsioonisüsteem oleks loogiliselt partitsioonilt käivitatav.

1.1.1. Windows XP

Kuigi *Microsoft* on *Windows XP* müümise ning varsti ka toetamise lõpetanud (Microsoft, 2010), kasutatakse seda siiani laialdaselt. Nõuded riistvarale on uuemate väljalasetega võrreldes madalamad, kusjuures käesolevas töös vaadeldakse eelkõige soovituslikke nõudeid.

Windows XP Professional vajab minimaalselt 233 MHz protsessorit, 64 MiB muutmälu, 1,5 GB vaba ruumi kõvakettal, vähemalt *SVGA*-ühilduvat graafikakaarti, kuvarit resolutsiooniga vähemalt 800 x 600 pikslit, klaviatuuri, hiirt ning optilist kettaseadet (*CD-ROM* või *DVD-ROM*). Lisaks on teatud puhkudel nõutav võrguühendus ja disketiseade. Sujuvamaks töötamiseks soovitatakse vähemalt 300 MHz protsessorit ja 128 MiB muutmälu, kusjuures maksimaalselt suudab *Windows XP* kasutada 4 GiB mälu. Vaikimisi failisüsteem on *NTFS* (Glenn, et al., 2005).

1.1.2. Windows Vista

Windows Vista täisfunktsionaalsuse kasutamiseks on vajalik vähemalt 1 GHz protsessor (64-bitise versiooni puhul peab ka protsessor olema 64-bitine), 1 GiB muutmälu, 40 GB kõvaketast (sellest vähemalt 15 GB vaba ruumi), *DirectX 9* ühilduv graafikakaart (*WDDM* ajur, vähemalt 128 MiB videomälu, Pixel Shader 2.0 riistvaras, 32 bitti/piksel), optiline kettaseade (*DVD-ROM*) ja heliväljund. Failisüsteem on standardselt *NTFS*.

Riistvaranõuetele vastavuse kontrolliks soovitatakse kasutada *Microsofti* arendatud tööriista "*Windows Vista Upgrade Advisor*" (Kelly, et al., 2008).

1.1.3. Windows 7

Windows 7 nõuded riistvarale on sarnased *Windows Vista* omadele, kuid kettaruumi ja mälu eeldatakse rohkem. Soovituslikku riistvarapaketti kuulub vähemalt 1 GHz protsessor; 1 GiB muutmälu (64-bitise versiooni jaoks soovitatakse 2 GiB); 16 GB vaba kettaruumi 32-bitise süsteemi puhul, 20 GB 64-bitisele komplektile; *DirectX 9* ühilduv graafikaprotsessor, seejuures *Aero* visuaalsete efektide jaoks vähemalt 128 MiB videomälu. Failisüsteemina on vaikimisi kasutusel *NTFS* (Boyce, 2009).

Windows-operatsioonisüsteeme soovitatakse paigaldada vanemast uuemani, mis antud juhul tähendab kõigepealt *Windows XP*, seejärel *Vista* ning lõpuks *Windows 7* paigaldamist. Vastasel juhul võib uuemate operatsioonisüsteemide laadimine pärast

vanemate paigaldamist osutada võimatuks, kuna *Windows XP* buudilaadur ei ühildu uuema *Windows Boot Manageriga*.

1.1.4. openSUSE 12.1

Vabavaraline *openSUSE* vajab graafilise kasutajaliidesega sujuvaks töötamiseks vähemalt 2,4 GHz protsessorit, 1 GiB muutmälu, 3 GB vaba kettaruumi ja graafilise kasutajaliidese jaoks vähemalt 1024 x 768 pikslist koosnevat pilti kuvavat graafikakaarti ning kuvarit. Vaike-failisüsteem on *ext4* (Novell, Inc., 2011).

1.1.5. Ubuntu 12.04

Ubuntu 12.04 puhul soovitatakse vähemalt 1 GHz Pentium 4 protsessorit, 512 MiB muutmälu, 5 GB kettaruumi ja vähemalt 1024 x 768 pikslilise eraldusvõimega kuvarit. Ühtlasi toonitatakse võrguühenduse kasulikkust, kuigi saab ka ilma. Paigaldamisel valitakse failisüsteemiks vaikumisi *ext4* (Helmke, 2012).

1.1.6. Fedora 16

Fedora 16 graafilise kasutajaliidese paigalduseks soovitatakse vähemalt 1 GHz protsessorit, 1 GiB muutmälu, 5 GB kettaruumi, DVD-seadet ja Internetiühendust. Lisaks eeldatakse klaviatuuri, hiire ja kuvari olemasolu. Failisüsteemina on vaikumisi kasutusel *ext4* (Negus, 2011).

Toodagu siin võrdluseks välja ka *Fedora* varasemate versioonide riistvaranõudeid. Aastal 2010 turule toodud *Fedora 13* puhul soovitati graafilise kasutajaliidese paigalduseks vähemalt 400 MHz *Pentium Pro* protsessorit ning 512 MiB muutmälu.

1.2. Varunduslahendused

Varundus on riskide maandamiseks vajalik igas arvutis, kuid käesolevas töös täidab see veel üht olulist funktsiooni: algseisu taastamist. Nimelt on teatud testide puhul vajalik "puhta" süsteemi olemasolu esmase paigalduse simuleerimiseks. Kuna antud juhul eeldatakse võimalikult kiiret algseisu taastamist, vaadeldakse käesolevas töös erinevaid tervet kettajagu varundavaid rakendusi, ehk niinimetatud *bare-metal* varundust.

1.2.1. Norton Ghost

Norton Ghost 15.0 on *Symantec Corporationi* arendatud varundussüsteem, mis vajab paigaldamiseks *Windows*-operatsioonisüsteemi. Sobivad nii *Windows 7*, *Windows Vista*

(*Business* või *Ultimate*), kui ka *Windows XP (Professional, Home* või *Media Center*, vähemalt *SP2*). Muutmälu vajab *Ghost* vähemalt 512 MB, mõningate komponentide jaoks 1 GB. Kõvakettaruumi kulub täielikuks paigalduseks 430 MB. Lisaks on vajalik *Microsofti .NET* raamistiku olemasolu, mis 64-bitisel süsteemil nõuab 610 MB kettaruumi.

Ghost toetab erinevaid failisüsteeme, sealhulgas *FAT32, NTFS, ext2, ext3* ja *Linux* saaleala kettajaotüüpi. Võimalik on varukoopiaid luua ka ilma *Windowsi* käivitamiseta, algladides arvuti *Symantec Recovery Diski* abil (Symantec Corporation, 2009).

Norton Ghost 15.0 ühe kasutaja litsents maksab 2012. aasta 3. aprilli seisuga 69,99 USD (Symantec Corporation, 2012).

Tegemist on tervikliku ning põhjaliku varunduslahendusega, mis katab väga paljusid käesoleva töö skoobist väljuvaid valdkondi. Sellele viitab ka kasutusjuhendi maht – üle 200 lehekülje.

1.2.2. TeraByte BootIt Bare Metal

BootIt Bare Metal (BBM) on tarkvarapakett, mis koosneb mitmest osast: kettajagude haldur (*Partition Manager*), algladimismenüü (*Boot Manager*), varundus (*Disk Imaging*).

Varundusega tegelev osa toetab tootja väitel kõiki seniseid Windows-operatsioonisüsteeme, 64-bitiseid protsessoreid, kõiki Linuxi failisüsteeme, tömmise tegemist ühest või mitmest partitsioonist ja ka terve kettast korruga. Antud tarkvarapakett võimaldab ka terve ketta uuele füüsilisele seadmele migreerimist. Toetatud on nii sisemised kui ka välised kettaseadmed, sealhulgas USB 2.0, IEEE1394 ja eSATA.

Ühe arvuti litsents tervele pakatile maksab 03.04.2012 seisuga 39,95 USD (TeraByte, Inc., 2012).

1.2.3. Acronis True Image

Acronis True Image on *Windowsi*-põhine varundustarkvara, toetatud on *Windows 7*, *Vista* alates SP2, *XP Home* ja *Professional* alates SP3. Failisüsteemidest on toetatud *FAT16/32*, *NTFS*, *ext2*, *ext3*, *ext4*, *ReiserFS* ja *Linux*i saaleala.

Ühe personaalarvuti litsents maksab 44,99 USD, kusjuures 2012. aasta 8. aprilli seisuga oli käimas sooduspakkumine: 39,99 USD (Acronis Inc., 2012).

1.2.4. Clonezilla live

Clonezilla live on kettakloonimistarkvara, mis toetab failisüsteeme *ext2*, *ext3*, *ext4*, *ReiserFS*, *Reiser4*, *xf*s, *jfs*, *FAT*, *NTFS*, *HFS+*, *UFS* ja *VMFS3*. Sellega on kaetud operatsioonisüsteemid *GNU/Linux*, *Microsoft Windows*, *Mac OS X* (*Intel*-arhitektuuril), *FreeBSD*, *NetBSD* ja *OpenBSD*. Mainitud failisüsteemide puhul varundatakse ainult kasutuses olevaid blokke. Toetamata failisüsteemidest tehakse üksühene koopia *dd* abil, muudel puhkudel on kasutusel kas *Partclone*, *Partimage* või *ntfsclone*.

Riistvara poolest vajab *Clonezilla* x86 või x86-64 protsessorit, vähemalt 196 MB muutmälu ning buutivat seadet, kusjuures võimalik on käivitada ka USB-kettalt.

Clonezilla on vaba tarkvara, vastavalt *GNU Public Licence* (GPL) versioonile 2 (Shiau, 2012).

Kasutajaliides on tekstipõhine menüüsüsteem. Paraku võivad menüüvalikud kohati tavakasutajale raskesti mõistetavad olla ning mõningate tegevuste puhul kuvatakse esmapilgul üsna ohtlikuna tunduvaid hoiatusi. Ühtlasi on *Clonezilla* menüüsüsteem oma olemuselt lineaarne valikute jada, kus pärast valiku tegemist tagasi eelmise valiku juurde ei saa.

1.2.5. dd

Üks robustsemaid viise tervet kettajagu korruga varundada on *Linux*i käsurea-tööriist *dd*. Paraku vajab see aga pädevat süsteemiadministraatorit ja võib tavakasutajale keerukaks osutada. Muus osas töötab *dd* lihtsalt: kopeerib parameetris *if* viidatud seadme või faili (*Linux*is paistavad kõik seadmed kasutajale failidena) parameetris *of* viidatud seadmesse või faili (Lakshman, 2011). Võimalus on kasutada ka pakkimist, ent seda tehakse teiste

saadaolevate tööriistadega, nt *gzip*. Ühtlasi võimaldab *dd* varundada ka ülemkäivituskirjet (ingl. k. *Master Boot Record* ehk MBR).

Näiteks võib *dd* käsurida välja näha seesugune:

```
dd if=/dev/hda1 of=/backups/hda1.dd  
dd if=/backups/mbr of=/dev/hda bs=512 count=1
```

Esimene rida salvestab terve esimese kõvaketta esimese kettajao faili */backups/hda1.dd*. Teine rida taastab esimese kõvaketta ülemkäivituskirje failist */backups/mbr* (Preston, 2007).

Kogemuste põhjal võib öelda, et *dd* ei ole antud juhul kindlasti terviklahendus. *UNIXi*-kogemusega spetsialist suudab seda edukalt kasutada, kuid inimliku vea tõenäosus ja võimalikud tagajärjed kujutavad endast suurt riski. Väära kasutamise tulemusena on võimalik kogu failisüsteem või selle olulised osad, aga ka alglaadimissektor ja muid olulisi kõvakettal paiknevaid andmeid üle kirjutada. Kasutatavuse aspektist vaadates oleks kindlasti vajalik rangelt piiratud võimalustega menüüsüsteemi arendamine, mis lubaks teha ainult ettemääratud kasutusjuhte: partitsiooni varundamist, kogu süsteemi varundamist ning valitud partitsiooni taastamist.

Litsentsitasusid ei ole, kuna *dd* on vaba tarkvara (*GPL*), mis kuulub *GNU* tuumiktööriistade paketti.

1.3. Algladimismenüüd

Selleks, et kasutaja saaks arvutit käivitades operatsioonisüsteemi valida, on mitu võimalust (Smith, 2000):

- Kohandatud baasvahetussüsteem (*BIOS*), mis laeb otse valitud operatsioonisüsteemi. Praktikas ebamõistlik lahendus, kuna *BIOS* on emaplaadispetsiifiline ja keeruline programmeerida. Ei kasutata x86 platvormil.
- Kohandatud ülemkäivituskirje (*MBR*): ülemkäivituskirjese salvestatud programm, mis lubab kasutajal käivitavat operatsioonisüsteemi valida.
- Kohandatud buutsektor: ühe kettajao buutsektorisse kirjutatud algladimiskood, mis võimaldab kasutajal operatsioonisüsteemi valida.
- Ahelkäivitus: ühe operatsioonisüsteemi käivitusel laetakse ja käivitatakse programm, mis võimaldab kasutajal mõne muu operatsioonisüsteemi käivitada.

- Aktiivse kettajao valik enne alglaadimist.

Käesoleva töö järgnevad alapeatükid tutvustavad kohandatud ülemkäivituskirjet ja/või muutsektorit kasutavaid alglaadimismenüüsid, kuna need on *PC* platvormil kõige levinumad.

1.3.1. Windows Boot Manager

Windows Boot Manager (WBM) on *Windows*-operatsioonisüsteemiga vaikimisi paigaldatav buudilaadur. Võimaldab käivitada erinevaid *Windows*-operatsioonisüsteeme ja teatud tingimustel ka *Linux*i buudilaadureid. *Windows 7 / Vista* ja *Windows XP* versioonid *WBM*ist ei ole 100% ühilduvad: vanemate *Windows*ite puhul (nt *XP* ja *2000*) seadistati *WBM*i *C:* ketta juurkataloogis asuva faili "*boot.ini*" redigeerimise kaudu, uuematel *Windows*itel, alates *Vista*st, kasutatakse selleks käsurea-tööriista *BCDEdit* (*bcdedit.exe*) või *Boot*-sakki graafilises seadistusliideses *MSConfig* (Karp, 2010).

Kasutatavuse seisukohalt on WBM testijatele tuttav. Pärast tõsisemat veasituatsiooni, näiteks luhtunud käivitumist, voolukatkestusest, programmiveast või kasutaja ebakorrektest käitumisest põhjustatud masina väljalülitumist teostavad kõik käesolevas töös esindatud *Windows*-operatsioonisüsteemid alglaadimist läbi mainitud muutmenüü.

1.3.2. Grand Unified Bootloader

Grand Unified Bootloader (*GRUB*) on kaasajal enamikes *Linux*i distributsioonides vaikimisi kasutatav buudilaadur. *GRUB* võimaldab käivitada erinevaid ühilduvaid operatsioonisüsteeme või suunata bootimisjärje edasi *WBM*ile. Seadistamine käib vastavalt versioonile kas faili */boot/grub/menu.lst*, */boot/grub/grub.conf* (*GRUB Legacy*) või */etc/default/grub* ning */etc/grub.d/* kaustas asuvate failide (*GRUB 2*) redigeerimisel (Smith, 2011).

Praktika näitab, et võimalike muudatuste korral ei ole *GRUB*-i seadistamine tavakasutajale kuigi hästi mõistetav. Lisaks võib probleemiks osutada asjaolu, et erinevad *Linux*-distributsioonid lähenevad *GRUB*-i paigaldamisele erinevalt.

1.3.3. TeraByte BootIt Bare Metal

BootIt Bare Metal (*BIBM*) ühildub kõigi *Windows*i väljalasetega alates 95-st ja lõpetades 7-ga, sealhulgas ka 64-bitiste versioonidega. Toetatud on kuni 16 kõvaketast,

partitsioonide peitmine ning mitme ühel partitsioonil paikneva operatsioonisüsteemi laadimine. Lisaks *Windowsile* toetab *BBM* operatsioonisüsteeme nagu *Linux*, *MS-DOS*, *OS/2* ja paljud teised (TeraByte, Inc., 2012).

Tausta uurimise käigus osutus keeruliseks antud toote kohta usaldusväärsete arvustuste leidmine. Jäi mulje, nagu oleks tootja oma müüdava lahenduse heas valguses näitamisele palju ressursi kulutanud. Ühe leitud arvustuse põhjal võib järeldada, et *BIBM* ja *Ubuntu* koostöö on kohati problemaatiline ning et tootjal on tavaks oma tarkvaras raporteeritud probleeme eitada (Green, 2011).

1.3.4. Acronis OS Selector

OS Selector kuulub Acronise pakutavasse paketti *Acronis Disk Director 11 Home*. Sarnaselt eelmises punktis mainitud *BootIt Bare Metalile* võimaldab *OS Selector* käivitada operatsioonisüsteeme igalt partitsioonilt ning laadida mitut ühel kettajaol paiknevat operatsioonisüsteemi.

Kodukasutajale ja kodukontorisse suunatud *Acronis Disk Director 11 Home* pakett sisaldab lisaks alglaadimismenüüle ka partitsioonihaldurit, mis võimaldab kettajagusid ilma andmekadudeta liita, tükeldada, suurendada, vähendada, kopeerida ja liigutada.

Paketi hind 8. aprillil 2012 oli 49,99 USD (Acronis Inc., 2011).

1.3.5. GAG

GAG 4.10 ei vaja paigaldamiseks eraldi partitsiooni ning võimaldab valida kuni üheksa erineva operatsioonisüsteemi vahel. Kasutajaliides on graafiline, tõlgitav, klaviatuurilt juhitud. Toetab kõvakettaid suurusega kuni 4 TiB.

GAG on GPL-litsentsiga vaba tarkvara. Viimane versioon pärineb aastast 2008 (Rodriguez, 2008).

1.3.6. XOSL

Extended Operating System Loader (XOSL) on samuti vabavaraline (GPL) graafilise kasutajaliidesega buudihaldur, mis võimaldab valida kuni 24 operatsioonisüsteemi vahel. *XOSL* toetab ka üle 8 GB suurusega kõvakettaid.

XOSL 1.1.5 – kõige värskem versioon – väljastati 23. detsembril 2000 (Vos, 2000).

1.4. Hooldusvajadused

Üldjoontes on käesoleva töö tulemina valmiva arvuti hooldamine lihtne, kuna igast operatsioonisüsteemist on kõigi eelduste kohaselt töötav varukoopia. Seega viirustest ja muust pahavarast lahtisaamiseks piisab – eeldusel, et ajavahemikus operatsioonisüsteemi paigaldamise algusest varundamise lõpuni ükski pahatahtlik programm end paigaldada ei jõudnud – kõige esimese varukoopia taastamisest. Tõsi, see võib testijale mõnikord ebamugavusi põhjustada, kuid taastamine on sellegipoolest kiirem kui mõni muu lahendus.

Küll aga proovitakse järgnevalt kaardistada iga operatsioonisüsteemi turvaparanduste ilmumise sagedust, hindamaks rutiinse hooldustsükli võimalikku pikkust ja vajadusi. Esialgne plaan oli võtta aluseks statistika erinevate operatsioonisüsteemide uuenduste ilmumise sageduse kohta, kuid et seesugust põhjalikku statistikat lähemal uurimisel ei leidunud, tuleb käesolevas töös lähtuda pigem autori isiklikest kogemustest ning loota vastavasisuliste uurimustööde ilmumisele tulevikus.

1.4.1. Windows

Teadaolevalt väljastab *Microsoft* oma operatsioonisüsteemide turvaparandusi iga kuu teisel teisipäeval (*Patch Tuesday*). Seesugune praktika algas aastal 2003, mil Windows XP oli turul olnud kaks aastat. Peamise põhjusena toodi toona välja asjaolu, et süsteemiadministraatoritel on liiga palju tööd, et turvaparandustega iga nädal tegeleda, nagu varasemalt tavaks oli olnud (Lemos, 2003).

Windows Vista jätkab sarnaselt *XP*-ga tava, et kriitilised turvauuendused paigaldatakse, kas siis automaatselt või käsitsi, iga kuu teisel teisipäeval. Sama kehtib ka *Windows 7* puhul.

Windows-keskkonnas sobib mõningate oluliste programmide uuendamiseks hästi *Ninite*, mis on ühtlasi hea tööriist ka nendesamade programmide esmaseks paigaldamiseks. Paljud testitiimi tööks vajalikud programmid sisalduvad ka *Ninite*'i pakutavas nimistus. Pärast käivitamist paigaldab ja/või uuendab *Ninite* valitud programmid ilma kasutajapoolse edasise sekkumiseta, laadides vajalikud paigalduspaketid Internetist

automaatselt alla. Paigaldustsükli lõpus kuvatakse kasutajale soovi korral raportit sellest, milliseid programme paigaldati, milliseid uuendati, milliseid ei olnud vaja paigaldada/uuendada ning milliste toimingute puhul esines vigu.

1.4.2. Linux

Üldiselt on *Linuxitele*, nagu vaba tarkvara puhul üleüldse, tavaks väljastada versiooniuuendusi kohe, kui nad valmis saavad. Kõige mugavam on uuendusi paigaldada paketi-haldussüsteemi abil, milleks *openSUSE* puhul on *ZYpp*, käsureal käsk *zypper*. *Ubuntu* paketi-haldussüsteem on *Debianist* pärit *Advanced Packaging Tool* ehk *apt*, mille taustal töötab *dpkg*. *Fedora* kasutab ajalooliselt paketi-halduseks *RedHat Package Managementi* (RPM).

Kuna *Linuxi* puhul viitab algladimismenüü failisüsteemis asuvale tuumale (*kernel*), on iga tuuma hõlmava uuenduse puhul vajalik ka algladimismenüü ümberseadistamine. Alternatiivina võib luua viite kõige värskemale tuumale ning algladimismenüü seadistada vastavalt loodud viitele. Paketi-haldustarkvaras rakendatavad automaat-mehhanismid võivad uuenduste käigus aga sellegipoolest algladimismenüü seadeid muuta.

1.5. Olemasoleva riistvara kirjeldus

Testimistöjaama jaoks on soetatud mõningate modifikatsioonidega komplekt Ordi Tempo. Komplekti kuulub alljärgnev riistvara (Ordi, 2011):

- Protsessor: *AMD Athlon II X2 255 AM3* (3,1 GHz)
- Mälu: *2 x Apacer 2 GB DDR3 1333 MHz* (4 GB)
- Emaplaad: *ECS A780LM-M* (Socket AM3)
- Graafikakaart: *Club3D HD5570 PCI-Express* (1GB videomälu, DirectX 11, 2560 x 1600)
- Kõvaketas: *2 x 500 GB Samsung Spinpoint F3 HD502HJ* (1 TB)
- Optiline seade: *Samsung SH-222AB* (DVD-RW)
- Operatsioonisüsteem: *Windows 7 Home Premium*
- Klaviatuur: Ordi *EST USB*
- Hiir: *Defender 110BL* must, optiline, USB
- Kuvar: *Samsung E2220*, 16:10 diagonaal 21,5 tolli (1920x1080 pikslit)

Riistvara soetati usus, et sellest piisab mitme operatsioonisüsteemiga testimistöaja loomiseks.

1.6. Tööde läbiviimise metoodika

Käesolevas töös kasutatakse alljärgnevat metoodikat vastavalt vajadusele. Metoodikad on valitud lähtuvalt autori kogemustest tagamaks võimalikult head tulemust.

Olemasoleva riistvara piisavuse hindamiseks koostatakse maatriks, kuhu kantakse kõigi operatsioonisüsteemide riistvaranõuded. Kettaruumivajadused liidetakse kokku arvestades asjaolu, et erinevad Linuxi-distributsioonid võivad kasutada sama saaleala.

Tarkvaralahenduste – varundusrakenduse ja alglaadimismenüü – valikul kasutatakse käesolevas töös R²ISC maatriksit. R²ISC koosneb viiest komponendist: praegused nõuded (*Current Requirements*), tulevased nõuded (*Future Requirements*), juurutatavus (*Implementability*), hallatavus (*Supportability*) ja hind (*Cost*). Maatriksi koostamisel jaotatakse esmalt 100 punkti eeltoodud komponentide vahel vastavalt sellele, kui oluline vastav komponent antud projekti vaates on. Seejärel hinnatakse kõiki valikus olevaid tarkvarapakette komponentide kaupa. Järgmises sammus jagatakse vastavused esimeses sammus määratud kaaludega ning liidetakse kokku. Saadud tulemuste järjestamisel ilmnebki etteantud parameetritega kõige paremini sobiv lahendus (Hollander, 2000).

Olenemata varundusrakenduse valikust võib tekkida abiskriptide arendusvajadus. Vajalikud abiskriptid arendatakse lähtudes kolmest kasutusjuhust: terve süsteemi varundamine, ühe operatsioonisüsteemi varundamine ning valitud varukoopia taastamine. Käesolevas töös hinnatakse mainitud kasutusjuhtude mugavust ja otsustatakse sellele vastavalt arendusvajadus ning –maht. Arendused viiakse läbi vastavalt klassikalisele kosemudelile.

Hooldustsükli määramisel lähtutakse eelkõige sellest, et hooldus testija tööd ilma mõjuva põhjuseta häirima ei hakkaks. Selleks analüüsitakse erinevate operatsioonisüsteemide hooldusnõudeid, -tavasid ja -võimalusi ning antakse soovitusi vajalike hooldustoimingute kohta. Vajadusel jagatakse hooldus mitmesse faasi.

2. Hinnang riistvarale, varunduslahenduse ja algladimismenüü valik, hooldusvälp

Käesolevas peatükis analüüsitakse eelmises peatükis esitletud infot ja leitakse selle põhjal täiendavad riistvaravajadused, sobivaim varunduslahendus ning algladimismenüü. Lisaks hinnatakse vajadusel lisaarenduste mahtu ning teostatavust.

2.1. Hinnang olemasolevale riistvarale

Järgnevalt võrreldakse operatsioonisüsteemide riistvaranõudeid olemasoleva riistvaraga ning antakse hinnang üldisele kettaruumivajadusele. Selleks kantakse nõuded ja olemasoleva riistvara parameetrid maatriksisse:

Tabel 1
Riistvaranõuete ja minimaalse kettaruumivajaduse maatriks

Operatsioonisüsteem	Protsessor	Muutmälu	Kõvaketas	Graafika
Windows XP 32bit	300 MHz	128 MiB	1,5 GB	800 x 600
Windows Vista 32bit	1 GHz	1 GiB	15 GB	DirectX 9 128 MiB
Windows Vista 64bit	1 GHz	1 GiB	15 GB	DirectX 9 128 MiB
Windows 7 32bit	1 GHz	1 GiB	20 GB	DirectX 9 128 MiB
Windows 7 64bit	1 GHz	2 GiB	20 GB	DirectX 9 128 MiB
openSUSE 12.1 32bit	2,4 GHz	1 GiB	3 GB	1024 x 768

Operatsioonisüsteem	Protsessor	Muutmälu	Kõvaketas	Graafika
openSUSE 12.1 64bit	2,4 GHz	1 GiB	3 GB	1024 x 768
Ubuntu 12.04	1 GHz	512 MiB	5 GB	1024 x 768
Ubuntu 12.04 64bit	1 GHz	512 MiB	5 GB	1024 x 768
Fedora 16 32bit	1 GHz	1 GiB	5 GB	
Fedora 16 64bit	1 GHz	1 GiB	5 GB	
Saaleala			8 GiB = 8,59 GB	
<i>Kettaruum kokku:</i>			<i>97,5 GB</i>	
Ordi Tempo	3,1 GHz	4 GiB	1 TB	DirectX 11 1 GiB 1920 x 1080

Maatriksist ilmneb, et soetatud riistvara vastab kõigi operatsioonisüsteemide esitatud riistvaranõuetele. Ühtlasi võib järeldada, et kettaruumi saab igale operatsioonisüsteemile anda varuga. Selleks, et süsteem oleks tulevikus kergemini ümberseadistatav, eraldatakse igale operatsioonisüsteemile kettaruumi 32 GB.

2.2. Varunduslahenduse valik

Sobivaima varunduslahenduse valikuks kasutatakse käesolevas töös R²ISC-maatriksit. Selle eelduseks on esmalt iga R²ISC komponendi (hetke nõuded, tulevased nõuded, juurutatavus, hallatavus, hind) kaalu määramine. Lähtuvalt ülesande püstitusest määratakse kaalud järgnevalt:

- Hetke nõuded: 20
- Tulevased nõuded: 10
- Juurutatavus: 20
- Hallatavus: 20
- Hind: 30

Hinnale omistatakse kõige kõrgem kaal, kuna rahaliste vahendite kasutamine on ülesande püstitusest johtuvalt ebasoovitav. Et operatsioonisüsteeme on juba praegu omajagu palju, sealhulgas ka väga värskeid süsteeme, ei ole tulevastele nõuetele hetkel väga suurt kaalu antud. Viimaste aastate kogemuste põhjal ei tundu, et lähiaastatel kettakasutuses midagi

väga radikaalselt muutumas oleks, lisaks on x86 arhitektuuril tervest kettajaost tõmmise tegemine tehniliselt üsna lihtne ja ei sõltu märkimisväärselt kasutatavatest tehnoloogiatest. Hetke nõuded, juurutatavus ja hallatavus on hinnanguliselt võrdse tähtsusega.

Hetke nõuded koosnevad võimalikult väikesest varukoopiast, võimalikult kiirest varundamisest, võimalikult kiirest taastamisest ning mugavast ja selgest kasutajaliidesest. Kasutajaliidese mugavuse ja selguse puhul hinnatakse eelkõige võimalikult lihtsat ja väheseid eksimusi võimaldavat varundamist ning taastamist. Kui tarkvarapakett on mõeldud märkimisväärselt rohkemate toimingute läbiviimiseks, mõjutab see kasutusmugavust negatiivses suunas. Võimalike lisaarenduste puhul arvestatakse parima stsenaariumiga, kusjuures lisaarenduse vajadus mõjutab negatiivselt juurutatavuse hinnat. Tulevased nõuded erinevad hetke nõuetest ainult toetatavate failisüsteemide poolest: *NTFS*-ile ja *ext4*-le lisandub *Btrfs*, kuna vähemalt *openSUSE* tundub selles suunas liikuvat.

Juurutatavust hinnatakse skaalal 0-100%, kus 0% tähendab väga keerukat ja aeganõudvat paigaldust koos tohutute lisaarendustega ning 100% on kõige lihtsam paigaldusprotsess, kus üldjoontes piisab igal sammul nupu "*Next*" vajutamisest, vajamata seejuures lisaarendusi.

Hallatavus on hinnanguline skaalal 0-100%, kus 0% on pidevat süsteemiadministraatori tähelepanu vajav süsteem ja 100% puhul saab kõikvõimalike uuenduste paigaldamise ja kogu muu haldustööga hakkama lõppkasutaja.

Hinna puhul on skaala ülemises otsas tasuta tooted ning nullpunktiks võetakse valikus olevate tarkvarapakettide hindadest maksimaalne.

Pärast eeltoodud tingimustel moodustatud hinnangute tabelisse kandmist korrutatakse kõik komponendid kaaludega läbi ning liidetakse omavahel. Saadud protsentide järjestamisel kujunebki välja lõplik pingerida.

Tabel 2
Varunduslahenduste R²ISC maatriks

	Hetke nõuded	Tulevased nõuded	Juurutatavus	Hallatavus	Hind	Kokku
Kaal	20	10	20	20	30	
dd ¹	84%	87%	50%	100%	100%	
dd (kaalutud)	17%	9%	10%	20%	30%	86%
Norton Ghost	84%	70%	100%	80%	0%	
Norton Ghost (kaalutud)	17%	7%	20%	16%	0%	60%
BootIt Bare Metal	84%	70%	90%	90%	72% ² 43%	
BIBM (kaalutud)	17%	7%	18%	18%	22% ² 13%	82% ² 73%
Acronis True Image	84%	70%	90%	90%	43%	
TI (kaalutud)	17%	7%	18%	18%	13%	73%
Clonezilla live	82%	85%	100%	50%	100%	
Clonezilla (kaalutud)	16%	9%	20%	10%	30%	85%

Maatriksist selgub, et *dd* edestab, kuigi vaid ühe protsendiga, *Clonezillat*. Kolmandaks jääks *BootIt Bare Metal* nii algladimismenüuna valituks osutumise kui ka mitteosutumise korral. Viimasel juhul jagaks kolmandat kohta *True Image*.

¹ *dd* vajab kindlasti lisaarendust kasutusmugavuse loomiseks.

² Kui *BootIt Bare Metal* osutub valituks nii algladimismenüuna kui ka varunduslahendusena, saab hinna jagada kahega.

2.2.1. Lisaarenduste vajadus ja analüüs

Kuna võitjaks osutus *dd*, tuleb paigalduse jätkuks välja arendada skript, mille esimese versiooni abil saab kasutaja lihtsalt ja turvaliselt läbi viia järgmisi toiminguid:

- Varukoopia loomine ühest kettajaost
 - Seejuures tuleb kasutajale kuvada info, mis operatsioonisüsteem millisel kettajaol paikneb.
- Varukoopia loomine ülemkäivituskirjest
- Varukoopiate loomine korraga kõigist kettajagudest
- Kettajao taastamine varukoopiast

Hilisemates versioonides võib lisanduda muid toiminguid, näiteks loodavale varukoopiale nime või kommentaari lisamine, valitud varukoopiate taastamine pakktöötlusena või tervest kettast ühe suure tõmmise loomine.

Kuna *dd* vajab kasutamiseks *Linux*-operatsioonisüsteemi, on otstarbekas lisada paigaldatavate operatsioonisüsteemide hulka üks testimiseks mittekasutatav *Linux*, mille kaudu on võimalik kõigist süsteemidest varukoopiaid luua ning vajadusel ka alglaadimismenüüd seadistada. Ühtlasi on oluline antud operatsioonisüsteem testimiseks kasutatavatest lahus hoida, kuna testimise käigus ei pruugi süsteemi töövõime ja stabiilsus alati tagatud olla.

Tõenäoliselt ei ole terve varundatav partitsioon mitte kunagi andmetega täidetud, seega oleks ilmselt otstarbekas kettatõmmised ruumi säästmise eesmärgil kokku pakkida. Pakkimiseks sobib *gzip* kõige kiiremas (ühtlasi kõige vähem pakkivas) seadistuses, kuna põhiline eesmärk on kokku hoida varundatava kettajao vaba ruumi arvelt. Vaba ruum on aga üldjuhul kõige paremini kokkupakitav osa failist.

Kasutajal peab olema võimalus varundada ja taastada ka ülemkäivituskirjet, sest sinna on salvestatud kas alglaadimismenüü või seda vastavalt kettajaolt välja kutsuv kood.

Kuna hilisemal taastamisel on oluline varukoopiaid eristada, peab varukoopiate failinimeses kindlasti kajastuma varundamise kuupäev ja kellaeg, samuti kettajao number.

Kuna katsetel töötas *Clonezilla* poolt kasutatav *Partclone* nii varundamisel kui ka taastamisel märkimisväärselt kiiremini, luues seejuures ka oluliselt väiksemaid varukoopiaid, tasub edaspidi uurida võimalusi loodavate juhtskriptide täiendamiseks nii, et *dd* asemel tuleks kasutusele *Partclone*. See vajab eelnevalt aga põhjalikku testimist ja verifitseerimist, et varukoopiaid alati kvaliteetsed oleks.

2.3. Alglaadimismenüü valik

Nagu eelmiseski punktis, rakendatakse alglaadimismenüü valikul R²ISC-maatriksit.

Hetke nõueteks loetakse kasutusmugavus, piisavalt paljude operatsioonisüsteemide kuvamise võimalikkus alglaadimismenüüs ning vajalike operatsioonisüsteemide tugi. Kasutusmugavuse hinnang on subjektiivne, põhinedes ühelt poolt aastatepikkusel kogemusel erinevate kasutajaliidestest ja kasutajagruppidega, teisalt põgusatel küsitlustel testitiimi liikmetega. Menüü mahutavuse osas loetakse piisavaks vähemalt 16 operatsioonisüsteemi – see sisaldab kõiki nõuetes nimetatud operatsioonisüsteeme koos ühe lisavalikuga varunduste haldamiseks – kusjuures ühelgi valikusse jäänud alglaadimismenüül selles osas piiranguid ei esinenud.

Tulevaste nõuete saamiseks on hetke nõuetele lisatud Windows 8 operatsioonisüsteem 32- ja 64-bitises konfiguratsioonis. Ühtlasi on võimalike menüüvalikute arv on tõstetud viieteistkümnelt kahekümnele. Tulevaste nõuete komplekti kuuluvad seega kasutusmugavus, piisavalt paljude operatsioonisüsteemide kuvamise võimalikkus ning vajalike operatsioonisüsteemide tugi.

Juurutatavuse hinnang on kogemuslik ning põhineb sellel, kui aeganõudev võiks olla antud alglaadimismenüü esmakordne seadistamine. Siinkohal võetakse arvesse eelkõige töö autori isiklike kogemusi ja oskusi. Tulevikus alglaadimismenüü valiku juurde tagasi tulles võib juurutatavuse vastavalt spetsialistide kvalifikatsioonile ümber hinnata.

Hallatavuse hinne tuleneb sellest, kui keeruline ja/või aeganõudev on antud alglaadimismenüüd seadistada pärast olulisi muutusi süsteemi konfiguratsioonis. Taaskord võetakse arvesse töö autori isiklike kogemusi ja oskusi. Ka seda hinnangut võib tulevastes hindamistes muuta.

Tabel 3
Algladimismenüüde R²ISC maatriks

	Hetke nõuded	Tulevased nõuded	Juurutatavus	Hallatavus	Hind	Kokku
Kaal	20	10	20	20	30	
Windows Boot Manager	54%	60%	100%	100%	100%	
WBM (kaalutud)	11%	6%	20%	20%	30%	87% ¹
Grand Unified Bootloader	62%	53%	100%	100%	100%	
GRUB (kaalutud)	12%	5%	20%	20%	30%	88% ²
BootIt Bare Metal	100%	100%	100%	100%	60% ³ 20%	
BIBM (kaalutud)	20%	10%	20%	20%	18% ³ 6%	88% ³ 76%
Acronis OS Selector	100%	100%	100%	100%	0%	
AOSS (kaalutud)	20%	10%	20%	20%	0%	70%

Seega on valikusse jäänutest parim võimalik lahendus kombinatsioon *GRUB+WBM*, kuna *GRUB* annab *Windows*-operatsioonisüsteemide laadimisel butimisjärje üle *WBM*-ile ning *WBM* suunab omakorda *Linux*-süsteemide käivitamisel algladimise edasi *GRUB*-ile või muule *Linux*i buudilaadurile.

¹ WBM ei toeta 100% *Linux*-operatsioonisüsteeme

² GRUB ei toeta 100% *Windows*-operatsioonisüsteeme

³ Kui BootIt(TM) Bare Metal osutub valituks nii algladimismenüüna kui ka varunduslahendusena, saab hinna jagada kahega.

Et *GRUB* saavutas *WBM*-i ees esikoha, on just *GRUB* valitud peamiseks buudilaaduriks. Seda ka põhjusel, et *Linux*-süsteemide versiooniuuenduste käigus esineb ka tuumauuendusi, mis vajavad algladimismenüü ümberseadistamist. See aga võiks *WBM*-i peamise buutmenüüna kasutamise korral endas sisaldada ebaotstarbekat lisakeerukust.

Pärast süsteemi valmimist tasub kindlasti jälgida testijate kasutusharjumusi ning testimistellimust. Kui selgub, et antud tööjaama kasutatakse märkimisväärselt rohkem just erinevate *Windows*-operatsioonisüsteemide käivitamiseks, oleks otstarbekas sujuvama töö tagamiseks hoopis esmalt *WBM* laadida.

Eelnevalt punktis 2.2.1 mainitud testimiseks mittekasutatav *Linux*-operatsioonisüsteem sobib hästi ka *GRUB*-i seadistamiseks. Lisaks tasuks sellest süsteemist luua ka väliselt USB-kettalt käivitav koopia, kui testimistööjaamale paigaldatud süsteemi laadimine mingil põhjusel ei õnnestu.

2.4. Hooldus

Lähtuvalt käesoleva töö punktis 1.4 väljatoodud infost on otstarbekas antud testimistööjaama hooldust teostada kahes faasis. Järgnevalt kirjeldatakse põgusalt nimetatud faase ning põhjendatakse, miks just selline valik hea on.

2.4.1. Tööfaas

Tööfaas kattub ID-kaardi baastarkvara uuele väljalaskele eelneva testimisperioodiga. Kuna testimisperioodil on vajalik tööjaama pidev kättesaadavus ning järjepidev töövõime, ei ole otstarbekas samal ajal suuremaid hooldustoiminguid teostada.

Kuna nii *Windows* kui ka *Linux*-operatsioonisüsteemidele väljastatakse uuendusi ilma konkreetse intervallita – välja arvatud *Microsofti* poolt kord kuus edastatavad turvaparandused – loetakse käesoleva töö raames otstarbekaks, et testija uuendab kasutatavat operatsioonisüsteemi jooksvalt, vastavalt kasutajaliidesest saadud infole, käitudes seeläbi sarnaselt korralikule kodukasutajale.

Tööfaasis tuleks testijal seega jälgida, olenevalt kasutatavast operatsioonisüsteemist, vastavaid märguandeid ja reageerida neile piisava operatiivsusega. Uute uuenduste paigaldamisega ei oleks mõistlik viivitada üle nädala.

Linux-süsteemide puhul tuleb arvesse võtta ka võimalust, et uuendatakse operatsioonisüsteemi tuuma. Tuumauuenduste korral kirjutatakse vaikimisi üle buudilaadur, seeläbi ka alglaadimismenüü. Sellisel juhul peab testija viivitamatult pöörduma spetsialisti poole, kes alglaadimismenüü seadistusi kontrolliks – vajadusel taastaks, seadistaks ümber või looks uued seaded – ning tagaks seeläbi kõikide operatsioonisüsteemide käivitamise võimalikkuse ja edaspidise töö sujuvuse.

2.4.2. Hooldefaas

Kuna testitiimile on oluline, lähtuvalt ülesande püstitusest, iga operatsioonisüsteemi võimalikult kiire taastamine algseisu, tuleb hooldefaasis värskendada iga operatsioonisüsteemi algseisust loodud varukoopiat või luua uus koopia uue algseisuga. Selleks taastatakse kõik operatsioonisüsteemid viimasest algseadetega varukoopiast, paigaldatakse ükshaaval kõikide süsteemide versiooniuuendused ning uuendatakse ka vajalikke tööprogramme. Hooldefaasi viimase sammuna luuakse kõikidest operatsioonisüsteemidest uued algseadistusega varukoopiad.

Hooldefaas tuleb läbida esimesel võimalusel pärast testiperioodi lõppu. Eksisteerib võimalus, et hooldefaasi ei pea läbima iga testiperioodi järel. Kuna hetkeseisuga ei ole teada operatsioonisüsteemidele väljastatavate uuenduste ilmumise sagedused, mahud ning paigaldamisele kuluvad ajad, võib selguda, et esialgne soovituslik hooldusvälp – iga testiperioodi järel – ei ole optimaalne. Sellest lähtuvalt tuleb süsteemi tööd ja kasutamist jälgida, mõõta hooldefaasi erinevate osade pikkusi ning nende põhjal otsustada optimaalne hooldefaasi sagedus.

3. Projekt

Alljärgnevalt käsitletakse põhjalikumalt projekti erinevaid aspekte: kettajagude plaani, operatsioonisüsteemide paigaldamise kavandit, varunduslahenduse paigaldamise ja lisaarenduste kirjeldust, algladimismenüüde seadistamise kavandit, nõudeid hooldus- ja kasutusjuhendile. Viimase punktina (3.7) tuuakse välja teostatavate tööde nimekiri.

3.1. Kettajagude plaan

Kuna arvutil on kaks kõvaketast, olgu need tähistatud vastavalt A ja B. Kettajagude numeratsiooni alustatakse ühest. Seesugune tähistus on vastavuses ka *Linux* kettaseadmete ning –jagude nimekonventsiooniga, kus esimene *SCSI*-ketas kannab nime *sda*, esimene kettajagu nimetatud kettal aga *sda1*.

Lähtuvalt eelnevalt käsitletud operatsioonisüsteemide nõuetest (käesoleva töö punkt 2.1 ja Tabel 1) on teada, kui palju igale operatsioonisüsteemile kettaruumi tuleb eraldada. Sellest tulenevalt, võttes arvesse ka *MBR*-i arhitektuurilisi piiranguid (käsitletud käesoleva töö punktis 1.1), kujuneb kettajagude plaan välja alljärgnevalt:

Tabel 4
Kettajagude plaan

Partitsiooni number	Primaarne / laiendatud / loogiline	Failisüsteem	Operatsioonisüsteem	Suurus
A1	Primaarne	NTFS	Windows XP	32 GB
A2	Primaarne	NTFS	Windows Vista 32bit	32 GB
A3	Primaarne	NTFS	Windows Vista 64bit	32 GB
A4	Laiendatud	-	-	404 GB
A5	Loogiline	NTFS	Windows 7 32bit	32 GB

A6	Loogiline	NTFS	Windows 7 64bit	32 GB
A7	Loogiline	swap	-	9 GB
A8	Loogiline	ext4	Ubuntu 32bit	32 GB
A9	Loogiline	ext4	Ubuntu 64bit	32 GB
A10	Loogiline	ext4	Fedora 32bit	32 GB
A11	Loogiline	ext4	Fedora 64bit	32 GB
A12	Loogiline	ext4	openSUSE 32bit	32 GB
A13	Loogiline	ext4	openSUSE 64bit	32 GB
A14	Loogiline	ext4	Ubuntu (neutraalne)	32 GB
A (vaba)				107 GB
B1	Primaarne	ext4	(varukoopiad)	500 GB

Kettajaol A14 (*Linuxis* vastavalt */dev/sda14*) paikneb testimiseks mittekasutatav *Linux*-keskkond, mida kasutatakse peamiselt varukoopiade loomiseks ning algladimismenüü seadistamiseks (kirjeldatud käesoleva töö punktides 2.2.1 ja 2.3). Distributsiooniks valitakse *Ubuntu*, kuna sellega on testitiimi erinevatel liikmetel seni kõige rohkem kokkupuudet olnud.

Kettajaod luuakse *Linux*i tööriista *fdisk* abil, käivitades süsteemi mõne *Linux*i distributsiooni *Live*-kettalt, hästi sobib näiteks *Ubuntu* paigaldusketas.

3.2. Operatsioonisüsteemide paigaldamise kavand

Kuna *Windows*-operatsioonisüsteeme soovitatakse paigaldada vanemast uuemani, paigaldatakse käesoleva töö tulemusena valmivasse testimistöojaama kõigepealt *Windows XP*, seejärel *Windows Vista* 32-bitine ning 64-bitine versioon, järgnevalt *Windows 7* 32-bitine ja 64-bitine versioon. Jätkatakse *Linux*ite paigaldamisega vastavalt kettajagude plaanis (Tabel 4) toodud järjestusele.

Operatsioonisüsteemide paigaldamiseks on eelnevalt vajalik iga operatsioonisüsteemi paigaldusmeedia. See on olenevalt olukorrast kas CD, DVD või USB-kettale salvestatud buuditav kettatõmmis. *Windows*-operatsioonisüsteemide puhul on lisaks vajalik ka litsentsikood.

Operatsioonisüsteemide paigaldamise järjestus on niisiis järgmine:

1. *Windows XP*;
2. *Windows Vista 32-bit*;
3. *Windows Vista 64-bit*;
4. *Windows 7 32-bit*;
5. *Windows 7 64-bit*;
6. *Ubuntu 32-bit*;
7. *Ubuntu 64-bit*;
8. *Fedora 32-bit*;
9. *Fedora 64-bit*;
10. *openSUSE 32-bit*;
11. *openSUSE 64-bit*;
12. *Ubuntu*, mida kasutatakse varundamiseks ja muudeks süsteemi hooldustoiminguteks.

Paigaldamisel või pärast paigaldamist tuleb igale süsteemile luua peakasutaja nimega „testkasutaja“ ning parooliga, mis kommukeeritakse kogu testitiimile. Lisaks tuleb paigaldada vajalikud tööprogrammid:

- *7Zip*;
- *Adobe Flash*;
- *Foxit Reader*;
- *Google Chrome*;
- *IrfanView*;
- *PuTTY*;
- *Mozilla Firefox*;
- *Mozilla Tunderbird*;
- *Notepad++*;
- *OpenOffice.org*;
- *Skype*;
- *OpenVPN*.

Linux-operatsioonisüsteemide puhul on käesoleva töö antud punkti raames vajalik ainult veebibrauserite *Mozilla Firefox* ja *Chromium* ning *VPN*-kliendi paigaldamine. Edaspidi peab kaardistama ka testijate täpsemad abiprogrammide eelistused *Linux*-keskkonnas.

Operatsioonisüsteemide paigaldamise protsessi hõlbustamiseks ja paremaks jälgimiseks luuakse ka selle raames teostatavate tööde nimekiri. See kirjutatakse välja teiste tööde hulgas käesoleva töö punktis 3.7.

3.3. Varunduslahenduse paigaldamise ja lisaarenduste kirjeldus

Kuna varunduslahendusena osutus valituks *dd*, sisaldab selle paigaldamine ka vajalike abiskriptide loomist. Skriptide esialgne versioon peab sisaldama järgnevaid funktsionaalsusi:

- varukoopia loomine ühest kettajaost;
 - Seejuures tuleb kasutajale kuvada info, mis operatsioonisüsteem millisel kettajaol paikneb.
- varukoopia loomine MBRist;
- varukoopiate loomine korraga kõigist kettajagudest;
- kettajao taastamine varukoopiast.

Abiprogrammid kirjutatakse *bash*-skriptidena lähtuvalt töö autori isiklikest eelistustest ja varasemast kogemusest. Skriptide käivitamiseks on vajalikud juurkasutaja õigused, kuna *dd* vajab täielikku ligipääsu kogu kettale. Skript peab eelnevalt kontrollima, kas kõik tööks vajalikud programmid (*dd*, *pv* ja *gzip*) on süsteemi paigaldatud ja need vajadusel paigaldama. Ühtlasi peab skript andma kasutajale tagasisidet töö edenemise kohta.

Järgnevalt kirjutatakse funktsionaalsuste kaupa lahti skripti olulisemad omadused. Tööle on lisatud näide võimalikust varenduslahenduse abiskriptide komplektist (Lisa 1 Varunduslahenduse abiskriptid).

3.3.1. Varukoopia loomine ühest kettajaost

Varukoopia loomiseks ühest kettajaost peab kasutaja saama valida, millisest kettajaost varukoopiat looma hakatakse. Lisaks peab kasutaja teadma, millisel kettajaol paikneb milline operatsioonisüsteem. Tulevastes versioonides võiks siinkohal kuvada ka seda,

millal antud operatsioonisüsteemist viimane varukoopia loodi, ühtlasi võiks kasutajal olla võimalus varukoopiatele nimesid või kommentaare lisada.

Esmalt kuvatakse kasutajale valik kettajagudest koos operatsioonisüsteemidega. Kui kasutaja on valinud kettajao, kuvatakse valik uuesti ja küsitakse kasutajalt kinnitust. Kui kasutaja kinnitab oma valikut, alustatakse valitud kettajao varundamist. Kinnitusest keeldumise korral võib esimeses versioonis skripti töö lõpetada, tulevikus võiks kasutajale uuesti kuvada kettajagude valikut.

Kettajao varundamisel kuvatakse kasutajale võimaluse korral infot varunduse käigu kohta: valmimise protsenti, kulunud aega ning aega, mis eeldatavalt lõpuni veel jäänud on. Selleks sobib hästi käsureatööriist *pv*.

Ruumi säästmiseks pakitakse kettajao tõmmis pärast salvestamist käsu *gzip* abil kokku. Pakkimisel kasutatakse kõige kiiremaid seadeid, selleks lisatakse käsureale parameeter *-l* või *--fast*. Kui pakkimine on edukalt sooritatud, kustutatakse esialgne varukoopia. Nii pakitud fail kui ka pakkimata kettajao varukoopia failinimes sisaldub koopia loomise kuupäev ja kellaaeg ning varundatud kettajao number.

Pärast kettajao varundamise ning pakkimise lõppu jäetakse kogu seni kasutajale kuvatud info ekraanile ning oodatakse, et kasutaja vajutaks suvalist klahvi. Mainitud nõue tuleneb vajadusest võimaldada kasutajal ka graafilises kasutajaliideses skripti kuvatud infot tagantjärele lugeda enne, kui aken automaatselt sulgub.

3.3.2. Varukoopia loomine ülemkäivituskirjest

Kasutaja valib peamenüüst „Varundamine“ ning seejärel kuvatavast menüüst „Ülemkäivituskirje / MBR.“ Seejärel küsitakse kasutajalt kinnitust ning positiivse vastuse korral salvestatakse ülemkäivituskirje varukoopiateks eraldatud kettale varukoopia loomise kuupäeva ja kellaajaga märgistatud faili.

3.3.3. Varukoopiate loomine korraga kõigist kettajagudest

Kasutaja valib peamenüüst „Varundamine“ ning seejärel kuvatavast menüüst „Kõik.“ Seepeale küsitakse kasutajalt kinnitust ning positiivse vastuse korral käivitatakse pakina jadamisi kõigi teadaolevate kettajagude varundamine, alustades esimesest ja lõpetades

viimasega vastavalt kettajagude plaanis toodud järjestusele. Sisuliselt käivitatakse selle tegevuse käigus käesoleva töö punktis 3.3.1 kirjeldatud toimingute jada iga kettajao kohta järgemööda.

Vea korral tegevust ei katkestata, vaid teavitatakse kasutajat ekraanile kuvatava veateatega ning jätkatakse järgmise kettajao varundamisega. Kuna tegu on üsna pikaajalise pakktöölustoiminguga, mis tõenäoliselt jäetakse järelvalveta tööle, ei ole soovitatav keset protsessi toimunud juhusliku pisivea tõttu kogu protseduuri korrata. Suuremate vigade korral ei ole oht kuigi suur, kuna tegemist on varundamisprotseduuriga, mis varundatavaid kettajagusid ainult loeb, mitte ei kirjuta.

3.3.4. Kettajao taastamine varukoopiast

Kasutaja valib peamenüüst „Taastamine.“ Seejärel kuvatakse kasutajale kõigi kettajagude nimekiri koos operatsioonisüsteemidega, sarnaselt käesoleva töö punktis 3.3.1 kirjeldatud valikule. Kasutaja valib taastatava kettajao, mispeale skript kuvab kasutajale nummerdatult kõik sellest kettajaost loodud varukoopiad failinime järgi sorteerituna. Pärast valitud varukoopia numbri sisestamist küsib süsteem kasutajalt kinnitust. Positiivse vastuse korral alustatakse valitud kettajao taastamist valitud varukoopiast; negatiivne vastus lõpetab skripti töö.

Kuna varukoopiad on pakitud, on taastamise esimene samm pakitud varukoopia lahtipakkimine. Selleks kasutatakse käsku *gunzip*. Lahtipakkimise käigus kuvatakse kasutajale käsureatööriista *pv* abil progressiriba, kulunud aega, protsentuaalset hinnangut toimingu valmimisele ning eeldatavat järelejäänud aega.

Lahtipakkimise edukale lõpule järgneb kettajao taastamine salvestatud varukoopiast *dd* abil. Nagu ka eelnevalt, kuvatakse seejuures kasutajale toimingu progressi, kulunud aega ning järelejäänud aega. Selleks kasutatakse taaskord käsureatööriista *pv*.

Kui kettajagu on edukalt varukoopiast taastatud, kustutatakse taastatud varukoopia kettaruumi kokkuhoidmiseks. Pakitud varukoopiat ei kustutata. Kasutajale kuvatakse teadet, et protseduur on lõppenud, ning oodatakse kasutajapoolset klahvivajutust.

3.4. Algladimismenüüde seadistamise kavand

Lähtuvalt operatsioonisüsteemide paigaldamise kavandist ning kogemustest sealsete operatsioonisüsteemidega võib eeldada, et pärast paigaldamise edukat lõppu, kui kõik on tehtud korrektselt, avaneb kasutajale võimalus algladimisel kõiki operatsioonisüsteeme ka käivitada. Ometi ei ole selline algladimismenüü kasutusmugavuse seisukohast vastuvõetav.

Pärast operatsioonisüsteemide paigaldamist peab hooldusspetsialist algladimismenüü seadistama selliselt, et oleks täidetud alljärgnevad tingimused.

- Kõiki operatsioonisüsteeme on võimalik algladimismenüüst käivitada.
 - Seejuures võivad *Windows*-operatsioonisüsteemid olla *Linux*-süsteemidega võrreldes alammenüüs.
- Kõik operatsioonisüsteemid on testitiimi igale liikmele arusaadavalt eristatavad. See tähendab, et menüüvalikus peab sisalduma operatsioonisüsteemi nimi (näiteks *Windows* või *openSUSE*), versioon (näiteks *Vista* või *12.1*), tekst selle kohta, mitmebitise variandiga on tegu (näiteks *64bit*); *Linux*-süsteemide puhul ka kettajao nimi (näiteks */dev/sda12*) ning tuuma versioon (näiteks *3.1.10-1.9*). Viimased ei ole igapäevaseks kasutamiseks olulised, küll aga võivad hooldefaasi käigus spetsialistile kasulikku vihjeinfot sisaldada.

3.5. Nõuded hooldusjuhendile

Hooldusjuhend peab sisaldama hooldusprotsessiks vajalikke toiminguid mõlemas faasis: testifaasis ja hooldefaasis. Seejuures on testifaasi hooldusjuhend kindlasti märkimisväärselt lakoonilisem, kuna testifaasis peab kasutaja ainult järgima operatsioonisüsteemi automaatsete uuendusmehhanismide kuvatavaid juhiseid. Hooldefaasi juhend peab ära katma põhilise töövoogu, erandolukordade kirjeldusi ja lahendamishuiseid võib juhendisse lisada jooksvalt.

3.5.1. Testifaasi hooldusjuhend

Testifaasi hooldusjuhend peab kasutajale ette kirjutama ja selgitama tavakasutuses ette tulevaid operatsioonisüsteemi uuendamist puudutavaid stsenaariume. See sisaldab *Windows*-operatsioonisüsteemide puhul peaausjalikult *Windows Update*'i kasutamist ja sellega seonduvat, *Linuxite* puhul aga vastava distributsiooni paketihooldustarkvara

automaatsete uuenduste paigaldamise juhendit. Juhend ei pea olema väga põhjalik, vaid pigem meeldetuletava iseloomuga. Hea oleks, kui vähemalt mingi osa juhendist saaks paigaldada testimistöojaama esipaneelile, et ta kogu testiperioodi vältel testijatele nähtav oleks.

3.5.2. Hooldefaasi hooldusjuhend

Hooldefaasis on hooldusjuhend testifaasiga võrreldes märkimisväärselt kriitilisema tähtsusega. Esiteks peab hooldusjuhend tagama hooldustöö järjepideva ja korrektse jätkumise hooldusspetsialisti vahetumise korral. Teiseks on hooldefaasis oluline, et kõik hooldustoimingud saaksid teostatud, seejuures võimalikult kvaliteetselt.

Hooldefaasi hooldusjuhendis peavad sisalduma vähemalt järgnevad hädavajalikud hooldustoimingud:

- Kõikide operatsioonisüsteemide taastamine viimasest fikseeritud seisust.
- Iga operatsioonisüsteemi uuendamine kõige värskemale tasemele, või vastavalt testitiimi poolt sel hetkel ettekirjutatud nõuetele.
- Vajalike tööprogrammide uuendamine kõige värskema versioonini või vastavalt testitiimi poolt sel hetkel ettekirjutatud nõuetele.
- Alglaadimismenüüde seadistamine nii, et oleksid tagatud kõik käesoleva töö punktis 3.4 seatud tingimused. See on vajalik, kuna mõningate operatsioonisüsteemide versiooniuuendustega võidakse alglaadimismenüü ümber seadistada või üle kirjutada.
- Kõikidest operatsioonisüsteemidest ja ülemkäivituskirjest uue varukoopia loomine. Kuna tegemist on pikaajalise toiminguga, tasub selleks kasutada varunduskripti funktsionaalsust „Varukoopiate loomine korraga kõigist kettajagudest,“ mida kirjeldab lähemalt käesoleva töö punkt 3.3.3.

Hooldusjuhendi lisana luuakse hooldustööde kontrolltabel, mis koosneb järgnevatest veergudest:

- operatsioonisüsteem;
- varukoopia taastatud (kuupäev ja kellaaeg);
- operatsioonisüsteem uuendatud (kuupäev ja kellaaeg);

- abiprogrammid uuendatud (kuupäev ja kellaaeg)¹;
- uus varukoopia loodud (kuupäev ja kellaaeg);
- vana varukoopia kustutatud (kuupäev ja kellaaeg).

Viimase veeru täitmise vajadus sõltub asjaolust, kas operatsioonisüsteem töötab pärast uuenduste paigaldamist tõrgeteta. Vana varukoopiat ei kustutata enne, kui tõrgeteta töö osas on tekkinud mõningane kindlustunne. Kustutamine võib toimuda ka alles järgmise hooldefaasi ajal.

Hilisemates iteratsioonides võib hooldusjuhendile lisada erandolukordade kirjeldusi ning juhendeid nende lahendamiseks. Ühtlasi sobib hooldusjuhendisse ka uue operatsioonisüsteemi paigaldamise juhend. Nii saab hooldusspetsialist vajadusel hooldefaasi käigus testimistöjaama turvaliselt uute operatsioonisüsteemidega täiendada.

3.6. Nõuded kasutusjuhendile

Kasutusjuhend peab ära kirjeldama testimistöjaama üldisemad positiivsed kasutuslood koos enimlevinud eranditega. Kasutusjuhendi eesmärk on hõlbustada testijate tööd ning dokumenteerida mõningaid testimistöjaama omadusi väljaspool käesolevat tööd. Sellega seoses on soovitatav kirjutada kõigest võimalikult lihtsalt ja lühidalt, ent siiski arusaadavalt. Mingil määral võib esineda kattuvusi hooldus- ja kasutusjuhendi vahel.

Kasutusjuhendis peavad olema kajastatud järgmised kasutuslood:

- Testimistöjaama käivitamine
- Operatsioonisüsteemi valik
 - Seejuures võiks ära kirjeldada ka juhu, mil testija on ekslikult valinud vale operatsioonisüsteemi, kuid märkab seda alles siis, kui operatsioonisüsteem juba käivitub.
- Varundamise ning taastamisega seotud toimingud:
 - varukoopia loomine ühest kettajaost;
 - varukoopia loomine ülemkäivituskirjest;
 - varukoopiate loomine korraga kõikidest kettajagudest;
 - kettajao taastamine varukoopiast.

¹ *Linux*-operatsioonisüsteemides uuendatakse operatsioonisüsteem ja abiprogrammid korraga.

Kõikide kasutuslugude juures on soovitatav ära märkida võimalikud ohud. See on eriti oluline just varundamise ja taastamisega seotud toimingute puhul, kus kirjutatakse suuri andmekoguseid. Kõige raskemate tagajärgedega võib olla see, kui kettajao varukoopiast taastamise protsessi käigus viga tekib.

Eranditega võib kasutusjuhend jooksvalt edaspidise töö käigus täieneda, vastavalt testitiimilt saadud tagasisidele ja hooldefaasis tehtud tähelepanekutele. Seejuures tuleb arvesse võtta eriolukordi, mis testimistööjaama iseärasustest tingituna tavalise kontoriarvuti riketega võrreldes mingil määral erinevad. Nii võib näiteks kõvakettarike mitme operatsioonisüsteemiga testimistööjaama mõjutada oluliselt teistmoodi kui tavalist kontoriarvutit.

3.7. Teostatavate tööde nimekiri

Mitme operatsioonisüsteemiga testimistööjaama esmasel seadistamisel peab spetsialist hoolt kandma selle eest, et kõik tööd saaksid tehtud. Tähelepanu peab pöörama ka tööde teostamise järjestusele, sest mõned tööd eeldavad teiste tööde eelnevat teostamist. Järgnevalt on toodud nimekiri töödest, mis esmasel seadistamisel tegemist vajavad.

1. Operatsioonisüsteemide paigaldusmeedia ja muu paigalduseks vajaliku ettevalmistamine:
 - *Windows XP;*
 - *Windows Vista 32-bit;*
 - *Windows Vista 64-bit;*
 - *Windows 7 32-bit;*
 - *Windows 7 64-bit;*
 - *Fedora 16 32-bit;*
 - *Fedora 16 64-bit;*
 - *openSUSE 12.1 32-bit;*
 - *openSUSE 12.1 64-bit;*
 - *Ubuntu 12.04 32-bit;*
 - *Ubuntu 12.04 64-bit;*
 - *Ubuntu 12.04 32-bit* (ei kasutata testimiseks).
2. Kettajagude loomine ja paigalduseks ettevalmistamine

3. Operatsioonisüsteemide paigaldamine
4. Varundusskriptide paigaldamine ja/või arendamine ning testimine
5. Operatsioonisüsteemidest esimese varukoopia loomine paigaldusjärgses algseisus
6. Testitiimi poolt tellitud abiprogrammide paigaldamine igasse *Windows*-operatsioonisüsteemi *Ninite*'i abil:
 - *7Zip*;
 - *Adobe Flash*;
 - *Foxit Reader*;
 - *Google Chrome*;
 - *IrfanView*;
 - *PuTTY*;
 - *Mozilla Firefox*;
 - *Mozilla Tunderbird*;
 - *Notepad++*;
 - *OpenOffice.org*;
 - *Skype*.
7. VPN-kliendi paigaldamine ja seadistamine kõigides operatsioonisüsteemides
8. Sertifitseerimiskeskuse vastava repositooriumi lisamine kõikide *Linux*-operatsioonisüsteemide paketihooldustarkvara seadistusse
9. Operatsioonisüsteemidest varukoopia loomine pärast abiprogrammide paigaldamist

Punktis 4 toodud varundusskriptid võib välja arendada ning testida ka varem mõne teise arvutiga, kuid skriptid peavad olema seadistatavad vastavalt käesoleva töö tulemina valmiva mitme operatsioonisüsteemiga testimistöojaama konfiguratsioonile. Sellisel juhul piisab paigaldamisest ja testimisest ühe vabalt valitud operatsioonisüsteemiga. Kui test ebaõnnestub ja operatsioonisüsteemi peab seeläbi uuesti paigaldama, on soovitatav pärast vigade parandust korduv test sooritada sama operatsioonisüsteemiga.

Igal sammul peab paigaldaja oma tegevust logima, et ootamatute veasituatsioonide korral oleks võimalik tagantjärele kontrollida, kas kõik on tehtud juhendi järgi. Ühtlasi on logikirjete põhjal võimalik teha statistikat, kui palju üks või teine samm aega võtab ning tulevikus paremini planeerida.

Tööde teostamise paremaks jälgimiseks koostatakse tabel kõikide operatsioonisüsteemidega, kusjuures *Windows*-operatsioonisüsteemide puhul on lisaks paigaldamise ajal oluline teada ka litsentsivõtit. Selle jaoks luuakse tabelisse eraldi tulp.

Tööde teostamise kontrolltabelis on seega järgmised tulbad:

- operatsioonisüsteemi nimi;
- kettajagu;
- litsentsivõti;
- paigaldatud (kuupäev ja kellaaeg, märgitakse paigalduse eduka lõpetamise hetkel);
- esimene varukoopia loodud (kuupäev ja kellaaeg).

Kirjeldatud tabeli täidab paigaldaja ettevalmistus- ja paigaldustoimingute käigus. Ettevalmistustel täidetud tabeli osa on vajalik abimaterjal paigalduse ajal, lihtsustades tööde teostatuse jälgimist. Pärast paigaldust säilitatakse tabel koos paigalduse logiga, et hilisematel ülevaastustel oleks võimalik vajadusel kontrollida teostatud paigalduse samme.

Kokkuvõte

ID-kaardi baastarkvara testimiseks on vajalik erinevate operatsioonisüsteemide olemasolu ja kättesaadavus. Testitava tarkvara olemusest lähtuvalt vajatakse ka võimalust iga operatsioonisüsteem võimalikult kiiresti ja mugavalt algseisu taastada ning loomulikult peab käivitamisel saama operatsioonisüsteemide vahel valida. Et tööjaam oleks järjepidevalt ja sujuvalt kasutatav, on vaja ka hooldus- ja kasutusjuhendit. Riistvara kirjeldatud tööjaama loomiseks oli juba varasemalt soetatud ning operatsioonisüsteemide nimekiri koostatud.

Operatsioonisüsteemid, mida antud tööjaama jaoks praegusel hetkel vaja, jagunesid laias laastus kahte kategooriasse: *Windows* ja *Linux*. Kõige ressursinõudlikum vaadeldud süsteemidest on *Windows 7*, käesoleval hetkel *Microsofti* töölaua-operatsioonisüsteemidest kõige värskem. Erinevad *Linuxid* nii palju ressursse ei vaja, *Windows XP* on aga turul olnud juba üle kümne aasta ning seega nõuab kaasaegsete töölaua-operatsioonisüsteemidega võrreldes märkimisväärselt vähem nii mälu, kõvaketast kui ka graafikakaardi võimekust. Turul on erinevaid kiireks taastamiseks sobivaid varunduslahendusi, seejuures nii kommertstooteid (*Norton Ghost*, *Acronis True Image*) kui ka vabavaralisi (*Clonezilla*), aga ka vajalike skriptide abil konkreetseks otstarbeks sobivaid madala taseme tööriistu (*dd*). Alglaadimismenüüde turul on tekkinud mõningane seisak, kus kaks vabavaralist toodet (*GAG* ja *XOSL*) osutusid praeguseks juba iganenuiks. Selle põhjus on tõenäoliselt asjaolu, et enamike kaasaegsete operatsioonisüsteemide koosseisu kuulub niigi üsna asjalik muutmenüü (*Windows Boot Manager* ja *Grand Unified Bootloader*). Lisaks on vastavaid menüüsid saadaval kommertspakettide koosseisus (*Acronis OS Selector*), millest üks (*TeraByte BootIt Bare Metal*) sisaldab samaaegselt nii muutmenüüd kui ka varundusrakendust.

Hinnates eelnimetatud tarkvarapakette R²ISC-metoodika abil osutusi praegustest nõuetest lähtuvalt parimateks vabavaralised või operatsioonisüsteemide koosseisu kuuluvad lahendused, mistõttu varundusrakenduseks valiti *dd* vajalike vastavate abiskriptidega ning peamiseks bootmenüüks *GRUB* ja *Windows*-operatsioonisüsteemide valimiseks *Windows Boot Manager*. Hooldus jagati kahte faasi, millest esimeses uuendab operatsioonisüsteemi testija oma igapäevase testimistöö kõrvalt. Teises faasis, testimisperiodide vahel, loovutatakse tööjaam spetsialistile, kes taastab esmalt varasemad varukoopiad, uuendab kõiki operatsioonisüsteeme vastavalt selle hetke vajadustele ning loob lõpuks kõikidest süsteemidest uued varukoopiad.

Testimistöjaama seadistamiseks, juurutamiseks ning hooldamiseks koostati kettajagude plaan, operatsioonisüsteemide paigaldamise kavand, kasutuslood varundusskriptide loomiseks, alglaadimismenüü seadistamise kavand ning nõuded hooldus- ja kasutusjuhenditele. Kettajagude plaan koostati selliselt, et tulevikus oleks võimalikult lihtne paigaldatud operatsioonisüsteeme vajadusel teiste vastu vahetada ning jäeti vaba ruumi ka uute operatsioonisüsteemide paigaldamiseks. Operatsioonisüsteemide paigaldamise kavandis lähtuti eelkõige asjaolust, et *Windows*-operatsioonisüsteemide paigaldus peab toimuma vanemast uuemani. Varundusskriptide kasutuslugudes, samuti alglaadimismenüü seadistamise kavandis, seati eesmärgiks peamiselt kasutusmugavus ning võimalike kasutajapoolsete vigade vältimine. Hooldus- ja kasutusjuhendite puhul peeti oluliseks süsteemi sujuva töö tagamist ka juhul, kui hooldusspetsialist peaks tulevikus vahetuma.

Käesolevas töös valminud kavandeid võib lugeda esimeseks sammuks mitme operatsioonisüsteemiga testimistöjaama loomisel. Tulevikus tasub tehtut laiendada nii mõneski aspektis: varunduslahendus, alglaadimismenüü, hooldus- ja kasutusjuhend, üldised hoolduspõhimõtted. Praeguse, peaaegjalikult abiskriptidest koosneva varundusrakenduse puhul tasub kaaluda *Clonezilla* põhilise töökomponendi, *Partclone*'i kasutuselevõttu *dd* asemel, kuna see andis katsetel märkimisväärselt paremaid tulemusi nii kiiruses kui ka varukoopia suuruses. Ühtlasi on praeguses töös lahendatud ainult abiskriptide minimaalne funktsionaalsus, mida saab täiendada vastavalt testitiimi ja hooldusspetsialisti tagasisidele. Alternatiivina tuleks tulevikus uuesti üle vaadata tarkvarapakett *BootIt Bare Metal*, kuna see kataks terviklikult kaks süsteemi põhikomponenti ning pakuks lisaks ka vahendi kettajagudega töötamiseks. Hooldus- ja

kasutusjuhenditesse võiks hilisema töö käigus lisada esinenud veaolukordi koos lahendustega. Mõnevõrra kummaline on asjaolu, et operatsioonisüsteemide uuenduste ja otseste hooldusvajaduste kohta puudub statistika. Selles osas saaks kindlasti huvitava ja paljudele süsteemiadministraatoritele kasuliku uurimustöö läbi viia.

Kokkuvõtteks võib öelda, et kirjeldatud tööjaam lihtsustab kindlasti testijate tööd esialgu ID-kaardi baastarkvara, kuid hiljem kindlasti ka teiste mitmel platvormil töötavate rakenduste testimisel. Kiire varukoopiate loomine ning taastamine tervest süsteemist hoiab aega kokku, kui alternatiiv oleks terve operatsioonisüsteem uuesti paigaldada. Selgelt loetav alglaadimismenüü võimaldab vähendada arvuti käivitamisel vale operatsioonisüsteemi valimisel tekkida võivat ajakulu. Ühtne ja selgete hoolduspõhimõtetega testimistööjaam võimaldab testijatel keskenduda oma põhitööle: testimisele.

Summary

Configuration, Implementation and Maintenance of a Workstation with Multiple Operating Systems for Testing Estonian ID Card Software

Kristjan Karmo

The subject of this thesis was chosen due to its importance for testing the Estonian ID Card software, but also because of its possible broader application in the future. As an official means of authentication and issuing digital signatures, the ID Card needs to be supported on a broad spectrum of operating systems. Up to 2006 only Microsoft Windows and Internet Explorer were officially supported. In 2010 the spectrum of supported platforms broadened to include Mac OS X and Linux, targeting the three most common distributions in Estonia: Ubuntu, openSUSE and Fedora.

ASA Quality Services OÜ is an independent testing partner for AS Sertifitseerimiskeskus for testing the ID Card software. Up to now, testing on multiple operating systems has been chaotic – testers are using different computers with different operating systems, sometimes even their personal computers, and maintenance is lacking. Thus, there is a real need for a workstation with multiple operating systems, where each system can quickly be restored to its clean, post-installation state.

In this work, the problem was approached through four main aspects: assessing the hardware purchased for the workstation, choosing the backup solution, selecting the boot menu and suggesting principles for maintenance. The main result was a project for the configuration, implementation and maintenance of a workstation to facilitate the work of

the testing team so that the testers could focus more on testing, without unnecessary interruptions caused by a poorly maintained testing platform.

The operating systems required for testing fell mainly into two groups: Windows and Linux. Of these, Windows 7 is currently the most demanding in terms of system requirements. Different Linux distributions require fewer resources. Windows XP has been on the market for over ten years now and, when compared to contemporary operating systems, proposes much lower requirements on RAM, CPU and graphics. Different solutions exist for quick bare-metal system backup and restore, including commercial products (Norton Ghost, Acronis True Image) and free software (Clonezilla). There are also low-level tools that enable tailor-made scripts to be developed (dd). In the marked for boot menus, there has been something of a standstill lately, with two open source solutions (GAG and XOSL) having been deemed obsolete by the author of the thesis. The main reason might be the fact that most current operating systems include a sufficiently able boot menu (Windows Boot Manager and Grand Unified Bootloader). Additionally, such menus are included in some commercial products (Acronis OS Selector), one of which (TeraByte BootIt Bare Metal) includes both a boot menu and a bare metal backup application.

Assessing the aforementioned software packages using the R²ISC methodology, mostly free solutions, and applications included with operating systems, stood out. Therefore, dd was chosen as the basis of a backup/restore solution; GRUB was chosen as the main boot menu with Windows Boot Manager for choosing between different versions of Windows. Maintenance was split into two phases, the first of which has the testers updating each operating system as part of their everyday work. For the second phase, in between testing periods, the workstation is handed over to a maintenance specialist who first restores each operating system to its clean state, runs necessary updates according to present requirements and finally creates new backups of each system.

For the configuration, implementation and maintenance of the testing workstation the following items were compiled: a partitioning scheme, a plan for installing operating systems, use cases for creating the backup scripts, a configuration plan for the boot menu and requirements for user and maintenance manuals. The partitioning scheme was drafted so as to facilitate rearranging operating systems as necessary in the future. There is also

free space left on the hard drive for additional operating systems. In the installation plan, it was taken into consideration that Windows operating systems need to be installed according to their age, oldest first. The use cases for the backup scripts, also the boot menu configuration plan, are focused on usability, including minimising the risk of user errors. As for the user and maintenance manuals, it was deemed important to ensure smooth operations even in case the maintenance specialist should change in the future.

The plans drafted in this thesis should be considered a first step in developing a testing workstation with multiple operating systems. In the future, the work can be expanded in many aspects: backup solution, boot menu, user and maintenance manuals, and general maintenance principles. Also, a lack of publicly available statistics was felt in the area of operating system updates. This could prove to be an interesting and useful research subject for many system administrators.

In conclusion, the workstation described above can certainly make work easier for testers of the ID Card software, but later also for other software products running on multiple platforms. The possibility to backup and restore each operating system quickly can save time where the alternative would be a full reinstallation. A clear boot menu can avoid wasting time by accidentally selecting the wrong operating system. A uniform testing workstation with clear maintenance principles will help the testers concentrate on their main task: testing.

Viidatud allikad

- Acronis Inc. 2011.** *Acronis(R) Disk Director(R) 11 Home User's Guide*. 2011.
- . **2012.** *Acronis(R) True Image(TM) Home 2012*. [Võrgumaterjal] 2012. a.
[Tsiteeritud: 08. aprill 2012. a.]
<http://www.acronis.com/homecomputing/products/trueimage/#requirements>.
- Boyce, Jim. 2009.** *Windows 7 Bible*. s.l. : John Wiley & Sons, 2009.
- Glenn, Walter ja Northrup, Tony. 2005.** *MCDST Self-Paced Training Kit (Exam 70-271): Supporting Users and Troubleshooting a Microsoft(r) Windows(r) XP Operating System, Second Edition*. s.l. : Microsoft Press, 2005.
- Green, Roedy. 2011.** *Bare Metal. Computer Hardware Buyers' Glossary*.
[Võrgumaterjal] 11. aprill 2011. a. [Tsiteeritud: 06. aprill 2012. a.]
<http://mindprod.com/bgloss/baremetal.html>.
- Helmke, Matthew. 2012.** *Ubuntu Unleashed 2012 Edition: Covering 11.10 and 12.04, Seventh Edition*. s.l. : Sams, 2012.
- Hollander, Nathan. 2000.** *A Guide to Software Package Evaluation & Selection: The R2ISC Method*. s.l. : AMACOM, 2000.
- Karp, David A. 2010.** *Windows 7 Annoyances*. s.l. : O'Reilly Media, Inc., 2010.
- Kelly, Bob, Ruest, Nelson ja Ruest, Danielle. 2008.** *Deploying and Administering Windows Vista(R) Bible*. s.l. : John Wiley & Sons, 2008.
- Lakshman, Sarath. 2011.** *Linux Shell Scripting Cookbook*. s.l. : Packt Publishing, 2011.
- Lemos, Robert. 2003.** Microsoft details new security plan. *CNET News*. [Võrgumaterjal] 09. oktoober 2003. a. [Tsiteeritud: 07. aprill 2012. a.] http://news.cnet.com/Microsoft-details-new-security-plan/2100-1002_3-5088846.html.
- Microsoft. 2010.** Microsoft Support Lifecycle. *Microsoft Support*. [Võrgumaterjal] Microsoft, 2010. a. [Tsiteeritud: 01. aprill 2012. a.]
<http://support.microsoft.com/lifecycle/?ln=en-gb&c2=1173>.

- Negus, Cristopher. 2011.** *Linux® Bible 2011 Edition: Boot up to Ubuntu®, Fedora®, KNOPIX, Debian®, openSUSE®, and 13 Other Distributions.* s.l. : John Wiley & Sons, 2011.
- Novell, Inc. 2011.** openSUSE Start-Up. [Võrgumaterjal] 19. detsember 2011. a.
[Tsiteeritud: 01. aprill 2012. a.]
<http://doc.opensuse.org/documentation/html/openSUSE/opensuse-startup/art.osuse.installquick.html>.
- Ordi. 2011.** Tellimuse kinnitus nr. MT-T0132070. 2011. a.
- Preston, W. Curtis. 2007.** *Backup & Recovery.* s.l. : O'Reilly Media, Inc., 2007.
- Rodriguez, Sergio Costas. 2008.** GAG, The Graphical Boot Manager. [Võrgumaterjal] 2008. a. [Tsiteeritud: 05. aprill 2012. a.] <http://gag.sourceforge.net/>.
- Shiau, Steven. 2012.** Clonezilla: About. *Clonezilla.* [Võrgumaterjal] 15. aprill 2012. a.
[Tsiteeritud: 16. aprill 2012. a.] <http://clonezilla.org/>.
- Smith, Roderick. 2000.** *The Multi-Boot Configuration Handbook.* s.l. : Que, 2000.
- Smith, Roderick W. 2011.** *LPIC-2: Linux Professional Institute Certification, Study Guide.* s.l. : Sybex, 2011.
- Symantec Corporation. 2009.** *Norton Ghost 15.0 User's Guide.* 2009.
- . **2012.** Norton Ghost(TM). *Norton(TM) by Symantec.* [Võrgumaterjal] 2012. a.
[Tsiteeritud: 03. aprill 2012. a.] <http://us.norton.com/ghost/>.
- TeraByte, Inc. 2012.** BootIt(tm) Bare Metal. *TeraByte.* [Võrgumaterjal] 21. märts 2012. a.
[Tsiteeritud: 03. aprill 2012. a.] <http://www.terabyteunlimited.com/bootit-bare-metal.htm>.
- Vos, Geurt. 2000.** Extended Operating System Loader. [Võrgumaterjal] 2000. a.
[Tsiteeritud: 05. aprill 2012. a.]

Ubuntu töölaualt viidatav skript (run-backup.sh)

```
#!/bin/bash
cd
sudo ./backup-frontend.sh
read -p "Press [Enter] to close this window..."
```

Varunduslahenduse peamine kasutajaliides (backup-frontend.sh)

```
#!/bin/bash
while [ ! $REPLY ]; do
  read -ep "(B)ackup / (R)estore / (Q)uit? [b/r/q]: "
  if [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "q" ]; then
    exit 0
  elif [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "b" ]; then
    COMMAND="backup"
  elif [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "r" ]; then
    COMMAND="restore"
  else
    REPLY=""
  fi
done

echo " 1: /dev/sda1 WinXP-32"
echo " 2: /dev/sda2 Vista-32"
echo " 3: /dev/sda3 Vista-64"
echo " /dev/sda4"
echo " 5: /dev/sda5 Win7-32"
echo " 6: /dev/sda6 Win7-64"
echo " /dev/sda7 swap"
echo " 8: /dev/sda8 Ubuntu-32"
echo " 9: /dev/sda9 Ubuntu-64"
echo "10: /dev/sda10 Fedora-32"
echo "11: /dev/sda11 Fedora-64"
echo "12: /dev/sda12 SUSE-32"
echo "13: /dev/sda13 SUSE-64"
echo " /dev/sda14 BackupOS (Ubuntu-64)"
REPLY=""
while [ ! $REPLY ] || [[ $REPLY = *[^0-9]* ]] || [ $REPLY -eq 7 ] || [
$REPLY -gt 13 ] || [ $REPLY -lt 1 ]; do
  if [ $COMMAND == "backup" ]; then
    read -ep "Enter partition number, (A)ll, (M)BR or (Q)uit
[1..3/5..6/8..13/a/m/q]: "
  else
    read -ep "Enter partition number, (M)BR or (Q)uit
[1..3/5..6/8..13/m/q]: "
  fi
  if [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "q" ]; then
    exit 0
  elif [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "a" ]; then
    for PART in 1 2 3 5 6 8 9 10 11 12 13
    do
      ./backup.sh $COMMAND sda$PART
    done
    exit 0
  elif [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "m" ]; then
    mount | grep "on /media/Backup type" > /dev/null
    if [ ! $? -eq 0 ]; then
```

```

        mount /dev/sdb1 /media/Backup > /dev/null
    fi

    if [ $COMMAND == "backup" ]; then
        dd if=/dev/sda of=/media/Backup/sda-mbr.bin bs=512
count=1
        sfdisk -d /dev/sda > /media/Backup/sda-parttable.dat
    else
        dd if=/media/Backup/sda-mbr.bin of=/dev/sda bs=512
count=1
        sfdisk < /media/Backup/sda-parttable.dat
    fi
    exit 0
fi
done
./backup.sh $COMMAND sda $REPLY

```

Varunduslahenduse põhiosa, iseseisva käsuna käsurealt käivitav (backup.sh)

```

#!/bin/bash
if [ $# -ne 2 ] || [ "$UID" -ne 0 ]
then
    echo "Kasutamine: sudo $(basename $0) <command> <device>"
    echo "<command>:"
    echo "backup - Loob varukoopia"
    echo "restore - Taastab varukoopia"
    exit 1
else
    export LC_ALL=C

    COMMAND=$1
    DEVICE=$2
    FILENAME=$DEVICE-backup-$(date +%Y-%m-%d_%H-%M-%S)

    if [ ! -d "/media/Backup" ]; then
        mkdir /media/Backup > /dev/null
    fi

    mount | grep "on /media/Backup type" > /dev/null
    if [ ! $? -eq 0 ]; then
        mount /dev/sdb1 /media/Backup > /dev/null
    fi

    apt-cache policy pv | grep "Installed: (none)" > /dev/null

    if [ $? -eq 0 ]; then
        echo "Installing: pv"
        apt-get update && apt-get install pv -y
    fi

    if [ "$COMMAND" == "restore" ]; then
        BACKUPS=(`find /media/Backup/ -maxdepth 1 -name "$DEVICE-backup*.img.gz" | sort`)
        for (( i=0; i<${#BACKUPS[*]}; i++ )); do
            echo ${i+1}): ${BACKUPS[i]}
        done
        REPLY=""
    fi
fi

```

```

while [ ! $REPLY ] || [[ $REPLY = *[^0-9]* ]] || [ $REPLY -
lt 1 ] || [ $REPLY -gt ${#BACKUPS[*]} ]; do
    read -ep "Choose the backup to restore: "
done
RES_FILENAME=$(basename ${BACKUPS[${REPLY}]}
RES_FILENAME=${RES_FILENAME%.*} # Võtame faili baasnime ja
eemaldame sealt tagant viimase laiendi (.gz)
echo "Chosen: $RES_FILENAME.gz"
REPLY=""
while [ ! $REPLY ]; do
    read -ep "Continue? [y/N]: "
    if [ ! $REPLY ] || [ ${REPLY,,} = "n" ]; then
        echo "Aborting."
        exit 1
    elif [ $REPLY ] && [ ${REPLY,,} = "y" ]; then
        break;
    else
        REPLY=""
    fi
done
if [ -e "/media/Backup/$RES_FILENAME.gz" ] && [ -s
"/media/Backup/$RES_FILENAME.gz" ]; then
    #echo "pv -ptre /media/Backup/$DEVICE-backup.img | dd
of=/dev/$DEVICE"
    echo "Decompressing: /media/Backup/$RES_FILENAME.gz --
> /media/Backup/$RES_FILENAME"
    pv -ptre /media/Backup/$RES_FILENAME.gz | gunzip >
/media/Backup/$RES_FILENAME
    if [ ! $? -eq 0 ]; then
        echo "Error while decompressing partition
image."
        rm /media/Backup/$RES_FILENAME
        exit 2
    fi
    echo "Restoring: /media/Backup/$RES_FILENAME -->
/dev/$DEVICE"
    pv -ptre /media/Backup/$RES_FILENAME | dd
of=/dev/$DEVICE
    if [ ! $? -eq 0 ]; then
        echo "Error while restoring partition from
image."
        rm /media/Backup/$RES_FILENAME
        exit 2
    fi
    rm /media/Backup/$RES_FILENAME
else
    echo "File not found: /media/Backup/$DEVICE-
backup.img.gz"
    exit 2
fi
else
    #echo "pv -ptre /dev/$DEVICE | dd of=/media/Backup/$DEVICE-
backup.img"
    echo "Saving /dev/$DEVICE --> /media/Backup/$FILENAME.img"
    pv -ptre /dev/$DEVICE | dd of=/media/Backup/$FILENAME.img
    if [ ! $? -eq 0 ]; then
        echo "Error while storing partition image."
        exit 2
    fi
fi

```

```
        echo "Compressing: /media/Backup/${FILENAME}.img -->
/media/Backup/${FILENAME}.img.gz"
        pv -ptre /media/Backup/${FILENAME}.img | gzip -1 >
/media/Backup/${FILENAME}.img.gz
        if [ ! $? -eq 0 ]; then
            echo "Error while compressing partition image."
            exit 2
        else
            rm /media/Backup/${FILENAME}.img
        fi
    fi
    exit 0
fi
```