

TARTU ÜLIKOOL  
LOODUS- JA TEHNOLOOGIATEADUSKOND

Füüsika instituut

Alex Nõomaa

**Riistvara virtualiseerimise praktikumitöö ja ettepanekud  
edaspidiseks virtualiseerimise teema laiendamiseks IT õppes**

**Tartu Ülikoolis**

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Juhendaja: Urmas Tamm

Tartu 2012

# Sisukord

Sisukord.....	2
<b>1. Sissejuhatus.....</b>	<b>3</b>
1.1 Kasutatud mõisted ja lühendid .....	4
<b>2. Ülevaade.....</b>	<b>5</b>
2.1 Ajaloost.....	5
2.2 Mis on virtualiseerimine? .....	6
2.2.1 Riistvara tasemel virtualiseerimine .....	6
2.2.2 Operatsioonisüsteemi tasemel virtualiseerimine.....	8
2.2.3 Rakenduse tasemel virtualiseerimine .....	9
2.2.4 Töölaua tasemel virtualiseerimine.....	9
2.3 Hüperviisorid .....	10
<b>3. Turuosad ja pakutavad lahendused.....</b>	<b>12</b>
3.1 Microsoft .....	13
3.1.1 MS Hyper-V.....	14
3.2 VMware.....	15
3.2.1 VMware vSphere.....	15
3.3 Citrix XenServer .....	16
3.4 Linux KVM (QEMU).....	17
3.5 Võrdlus .....	17
<b>4. Operatsioonisüsteemide paigaldamise ja virtualiseerimise praktikum .....</b>	<b>19</b>
4.1 Linuxi juhend .....	20
4.2 Windowsi juhend.....	21
4.3 Tulemused.....	22
4.4 Tagasiside ja järeldused.....	26
4.5 2012/2013 õppeaasta praktikumijuhendid .....	27
<b>5. Nõuded serveriruumi virtualiseerimislahenduste praktikumi loomiseks ....</b>	<b>29</b>
5.1 Praktikumitööd.....	31
<b>6. Kokkuvõte.....</b>	<b>32</b>
<b>7. Kasutatud kirjanduse loetelu .....</b>	<b>33</b>
<b>8. Summary.....</b>	<b>35</b>
<b>9. Lisad.....</b>	<b>36</b>
9.1 Praktikumijuhend: Linuxi paigaldamine .....	36
9.2 Praktikumijuhend: Windows 7 paigaldamine .....	38

# 1. Sissejuhatus

Maineka uuringuettevõtte Gartner andmetel oli 2011. aastal x86 arhitektuuriga arvutustehnikast vähemalt 40% virtualiseeritud, mida on ligi kaks korda rohkem kui sama näitaja 2010. aastal. Prognoosi kohaselt kasvab virtualiseeritud tööjaamade arv just virtuaalmasinate osakaalu kasvu toel ning ka turu laienemise tõttu aastatel 2010 kuni 2015 enam kui viiekordseks. [1]

Ajal, kus pilvearvutus ja riistvara virtualiseerimine levib plahvatuslikult, ei ole Eesti juhtivates IT-haridust pakkuvates kõrgkoolides nagu Tallinna Tehnikaülikool [2], Eesti Infotehnoloogia Kolledž [3, 4] ja Tartu Ülikool jätkuvalt selleteemalisi õppematerjale, loengukursuseid ega praktikume ehk tudengitel puudub enne tööturule sisenemist võimalus valdkonnaga lähemalt tutvuda ning omandada tööturul nõutavaid oskusi ja kogemusi. Arvestades Tartu Ülikooli ja LOTE (Loodus- ja tehnoloogiateaduskond) suunda pöörata rohkem rõhku riistvarale kui millelegi reaalselt nähtavale ja kasutatavale, on olemas vajadus kursuse järele, mis käsitleks riistvara virtualiseerimist ning sisaldaks sealhulgas praktilist osa.

Personaalarvutites virtualiseerimine on seni olnud kaetud kursuse LOFY.03.002 Arvutiriistvara II ühes loengus ning kursuse LOFY.03.003 Arvutiriistvara praktikum raames ühe praktikumitööna. Keskendun nimetatud praktikumi ümbertegemisele ja arendamisele. Riistvara virtualiseerimise teemalise õppematerjali väljatöötamise jätkamiseks teen eeltöö serveriruumides ning andmekeskustes rakendatava virtualiseerimise teema kajastamiseks praktikumis.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on praktikumitöö väljaarendamine koos esmaversiooni analüüsiga praktika tagasiside põhjal ning anda edasiste suuniste abil lähtematerjal virtualiseerimise praktikumi kui õppeaine loomiseks Tartu Ülikoolis, sealhulgas ülevaade virtualiseerimisturu liidrite – Microsoft, VMware, Citrix ja KVM toodetest kõnealuses valdkonnas.

## 1.1 Kasutatud mõisted ja lühendid

### Host

Tavatähenduses "*peremees*". Infotehnoloogias nimetatakse hostiks informatsiooni või signaalide allikana toimivat arvutit. Hostiks võib olla praktiliselt iga arvuti - suurarvuti, mis on oma terminalide "peremees" või server, mis on oma klientide "peremees" või lauaarvuti, mis on oma välisseadmete (printer, skänner vms) "peremees" [6]

### Hüperviisor

*Hypervisor* – virtualiseerimisplatvorm, mille peamiseks funktsiooniks on pakkuda üksteisest isoleeritud keskkondi igale virtuaalmasinale ning vahendada virtuaalmasinates töötavate külalisoperatsioonisüsteemide juurdepääsu masina füüsilisele riistvarale. [7]

### VM – Virtuaalmasin

Tarkvaraliselt loodud ja füüsilise masina riistvararessursist eraldatud arvutuskeskkond. Ühes arvutis võib virtuaalmasinate abil samaaegselt töötada mitu operatsioonisüsteemi, kusjuures iga operatsioonisüsteem jookseb eraldi virtuaalmasinas ning sellele on eraldatud loogilised jaotised arvuti protsessoritest, kõvaketastest, võrgukaartidest jm riistvaralisest ressursist. Virtuaalmasinas töötav operatsioonisüsteem käitub nagu otse füüsilisele riistvarale paigaldatud operatsioonisüsteem ega ole teadlik, et on käivitatud virtuaalmasinas. [7]

### VMM

*Virtual Machine Monitor* – virtuaalmasinate haldur. Riistvara virtualiseerimise osa, mõtteline "kiht" arvutiriistvara ning virtuaalmasinate vahel.

### VTT

Virtuaalne töölaugaristu ehk VDI (*Virtual Desktop Infrastructure*)– tehniline lahendus, millega viiakse arvutikasutaja töölauasessiooni arvutusprotsessid tema füüsilise töökoha juurest andmekeskuse serveriruumi.

## 2. Ülevaade

Virtualiseerimist võib vaadata füüsilise süsteemiressursi üldistamisena. Nii on võimalik ühe füüsilise serveri peal luua mitmeid samaaegselt töötavaid loogilisi sektsioone, millest igaühel jookseb mingi operatsioonisüsteem. Nende virtuaalmasinateks nimetatavate loogiliste sektsioonide näol on tegemist tarkvaralise keskkonnaga, mis võimaldab emuleeritud riistvarale paigaldada ning käivitada operatsioonisüsteemi ja rakendusi. [8]

### 2.1 Ajaloost

1950ndate aastate lõpus hakkasid mitmed tootjad arendama esimesi keskarvuteid. Domineeris IBM, kelle arendatud 700/7000 seeria ning hilisemad 360 seeria keskarvutid olid turul liidripositsioonil, viimasest on arenenud praegused zSeries ja z9 suurarvutid.

1960ndatel ei olnud suurarvutitel tüüpiliselt interaktiivset kasutajaliidest. Masinatele korralduste andmiseks kasutati perfokaarte ja paber- või magnetlinte.

1970. aastateks olid keskarvutitele arendatud interaktiivsed, enamasti terminalipõhised kasutajaliidesed ning need olid võimelised samaaegselt teenindama tuhandeid kasutajaid. Tänapäevaks on terminali osakaal kasutajaliidesena oluliselt vähenenud ning enamasti pakutakse kasutajale veebipõhist graafilist kasutajaliidest. [9]

Kasvav suurarvutite ja nende rakenduste hulk viis nende loogilise grupeerimise ja haldamise vajaduseni. IBM jagas keskarvutid esimesena mitmeks virtuaalseks serveriks, võimaldades sellega esmakordselt mitmete rakenduste ja protsesside samaaegse käitamise.

Aastal 1999 tõi VMware turule esimese x86 süsteemide virtualiseerimise lahenduse, millega muudeti x86 arvutisüsteemid sõltumatuks üldotstarbeliseks infrastruktuuriks. [10]

## **2.2 Mis on virtualiseerimine?**

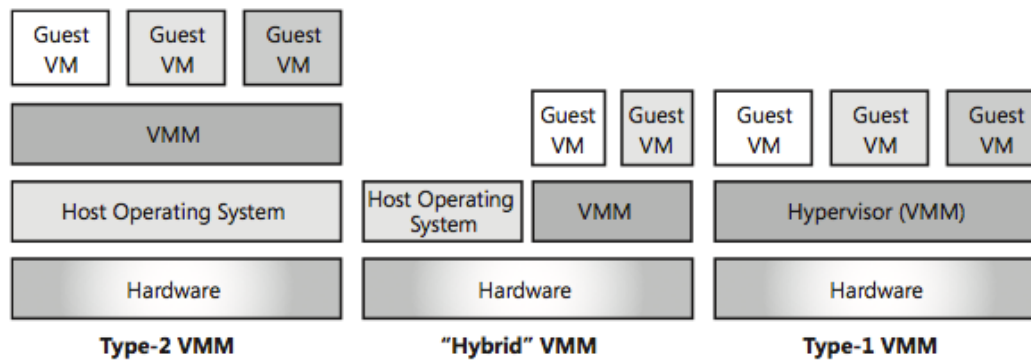
Ühel füüsilisel riistvarakomplektil samaaegselt mitme turvalise üksteisest isoleeritud loogilise sektsiooni käitamiseks on erinevaid võimalusi. Vastavalt lahenduse tüübile erineb samaaegsete sektsioonide arv ehk sektsioonide tihedus, mastabeeritavus, koormustaluvus ja antud platvormil samaaegselt toetatavate operatsioonisüsteemide ulatus. Virtualiseerida saab riistvara, operatsioonisüsteemi, rakenduse ja töölaua tasemel. [8]

### **2.2.1 Riistvara tasemel virtualiseerimine**

Riistvara tasemel virtualiseerimise juureks on VMM-kiht ehk virtuaalmasinate haldur, mis tegeleb virtuaalmasina oleku loomise, isoleerimise ja säilitamisega, aga ka süsteemiresursside jaotamisega. Joonis 2.1 illustreerib kolme erinevat viisi VMMi teostamiseks:

- tüüp 2 töötab peremeesoperatsioonisüsteemi rakendusena,
- hübriidlahenduses jookseb VMM arvuti põhioperatsioonisüsteemiga paralleelselt,
- tüüp 1 korral on VMM õhuke “kiht” riistvara ja virtuaalmasinate vahel. [8]

Tüüp 2 lahenduse näiteks on aines arvutiriistvara praktikum virtualiseerimise praktikumitöö käigus paigaldatavad Oracle VirtualBox või VMware Player konteinerid. Hübriidhaldurid on VMware Workstation ja tänaseks aegunud Microsoft Virtual Server ning tüüp 1 ehk hüperviisor-tüüpi VMM lahendusel peatun järgnevatel peatükkides.



Joonis 2.1 Virtuaalmasinahaldurite erinevad tüübid [8]

VM ja virtualiseeritud süsteemiressursi vahelise liidese loomiseks on kolm põhilist varianti.

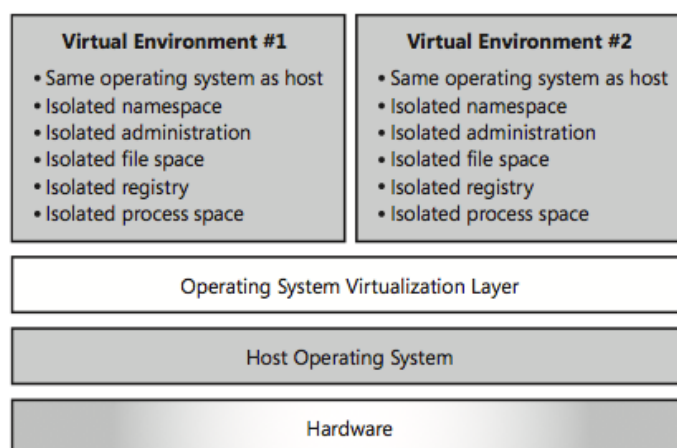
- Täisvirtualiseerimine, ka emuleerimine – VMM poolt luuakse terviklik virtuaalne süsteem, mis eraldab reaalse riistvara virtuaalmasinast. Operatsioonisüsteemi jaoks emuleeritakse täielikult kogu riistvara, otsesuhtlust nende vahel ei ole. Selline lahendus võimaldab virtuaalmasinaid hõlpsalt migreerida erineva konfiguratsiooniga serverite vahel, VMM teisendab käsklused riistvarale vastavaks. [8] Teisendamine on aga ajakulukas ning täisvirtualiseerimine maksab seega lõivu jõudlusele [11].
- Vahtu virtualiseerimine. Sõltub virtualiseeritava protsessori arhitektuurist, töötab AMD-V ja Intel VT funktsiooniga protsessoritel. VMM ei tegele enam ressursside jaotamisega, see funktsioon on protsessori riistvaral ja loogikal. Sellise lahenduse potentsiaalseks eeliseks on VMM arhitektuuri lihtsustumine ja läbi väiksema ressursside ülekatte saavutatud suurem jõudlus ning loogiliste partitsioonide tihedus. [8]

Paravirtualiseerimine, kus operatsioonisüsteem on kohandatud aru saama, et töötab virtuaalses keskkonnas. Tänu käskluste tõlkimise vajaduse puudumisele on paravirtualiseerimine sama riistvara juures suurema jõudlusega kui täisvirtualiseerimine, seevastu on piiratud modifitseerimata külalisoperatsioonisüsteemide tugi ning virtuaalmasinate migratsioon füüsilistel serveritel. [8]

Riistvara tasemel virtualiseerimise teemal on autor 2011/2012 õppeaasta sügissemestril koostanud kaks praktikumitööd, käesolevas töös on need lähemalt käsitletud peatükis **4 Operatsioonisüsteemide paigaldamise ja virtualiseerimise praktikum**.

### 2.2.2 Operatsioonisüsteemi tasemel virtualiseerimine

Selles mudelis hägustatakse OS vahekihti nii, et see võimaldaks mitut üksteisest isoleeritud virtuaalkeskkonda ühel ja samal host-operatsioonisüsteemil. Selleks multipleksitakse ligipääs riistvara tuumale. Joonis 2.2 näitlikustab OS tasemel virtualiseeritud keskkonnad – kõigil on küll sama operatsioonisüsteem, kuid süsteemiressursid on üksteisest isoleeritud.



Joonis 2.2 Operatsioonisüsteemi tasandil virtualiseerimise arhitektuur [8]

Kuigi selline lähenemine võimaldab vähese ülekattega kõrget sektsioonide tihedust, on selle puudujäägiks homogeensus: kuna kõik sektsioonid kasutavad sama operatsioonisüsteemi tuuma ehk kernelit. Seega on võimalik kasutada ainult identseid operatsioonisüsteeme. Ka sama OS 32- ja 64bitiste versioonide samaaegne kasutamine ei ole toetatud. [8]



### **2.2.3 Rakenduse tasemel virtualiseerimine**

Erinevalt eelnevalt loetletud, pigem serveriruumides esinevatest virtualiseerimistüüpidest, on rakenduse tasemel virtualiseerimine suunatud personaalarvutis töötavatesse operatsioonisüsteemidesse. Virtuaalses keskkonnas töötavad rakendused saavad küll vajadusel lugeda host masina süsteemiregistreid ja failisüsteemi, kuid nende kirjutatavat osa hoitakse virtuaalkeskkonnas endas ja virtuaalmasina sisul ei ole lubatud süsteemiressursse muuta. Seesuguse lahenduse eelisteks on kohaliku töölauarvuti stabiilsus, rakenduste eemaldamise lihtsus ilma süsteemuudatusteta ning võimalus sama rakendust kasutada konfliktivabalt korraga mitmes eksemplaris. [8]

### **2.2.4 Töölaua tasemel virtualiseerimine**

Töölaua tasemel virtualiseerimises keskendutakse lõppkasutaja arvutiressursi jaotamisele, paigaldamisele ja haldamisele, mille saavutamiseks on kaks lähenemist: staatilised ja dünaamilised virtuaalsed töölauad. Staatiliste korral on klassikalise füüsiliste arvutitega lahenduse asemel iga lõpptarbija füüsiline arvuti asendatud virtuaalsega – kasutaja sessioon töödeldakse serveris ja tulemus kuvatakse tema arvutiekraanil sarnaselt füüsilise masinaga lahendusega. Harilikult on igal kasutajal üks kindel virtuaalne masin. Dünaamilise variandi puhul ühendatakse kasutaja juhusliku vaba virtuaalse töölauga. Selline lahendus ei sobi küll individuaaltöö jaoks, kuid on mugavalt hallatav ja kasutatav suure hulga sarnast tööd tegevate ja samasugust tarkvarapaketti vajavate kasutajatega keskkonnas. [8]

Levinud vahend töölauasessiooni virtualiseerimiseks on virtuaalne töölauaristitu VTT (ingl VDI), kus personaalarvuti kasutaja töösessioon käib hiire ja klaviatuuriga ühendatud kasti asemel hoopis serveriruumis. VTT rakendamiseks on üldiselt kolm moodust:

1. igale kasutajale on eraldatud üks VM ehk virtuaalne töölaud, millega kasutaja võtab ühendust klientprogrammi abil, näiteks *Remote Desktop Connection*, määrares selles oma virtuaalmasina nime või IP aadressi,
2. kasutajal on temale eraldatud personaalne virtuaaltöölaud, kuid virtuaalmasina nime meeles pidama ei pea, ühendus luuakse kasutajanimepõhiselt,
3. määratud kasutajatehulgale on ajutiseks kasutamiseks saadaval teatud suurusega universaalne virtuaalmasinapark.

Esimese näite puhul ei ole virtuaalmasina avastamine ja sellega ühenduse saamine kuigi keeruline: kasutaja sisestab temale teadaoleva virtuaalmasina nime RDC klientprogrammi ja lihtsalt loodab, et temale vajalik masin on sisse lülitatud ning reageerimas. Teise ja kolmanda näite taga peitub üksjagu rohkem tööd, kasutaja ühendamine õige serveriga ja ühendused konkreetse virtuaalmasinaga on VDI hallata. Süsteemiadministraatori seisukohast on need kolm varianti samuti erinevad. Esimesed kaks on seotud mingi kindla kasutajakontoga ja vastavalt vajadusele võib kasutajatele lubada ükskõik kui palju kontrolli selle masina üle, samas kui kolmanda tüübi virtuaalmasinad on ühiskasutatavad ja kasutajad ei saa neid muuta või siis lähtestatakse muudatused väljalogimisel. [12]

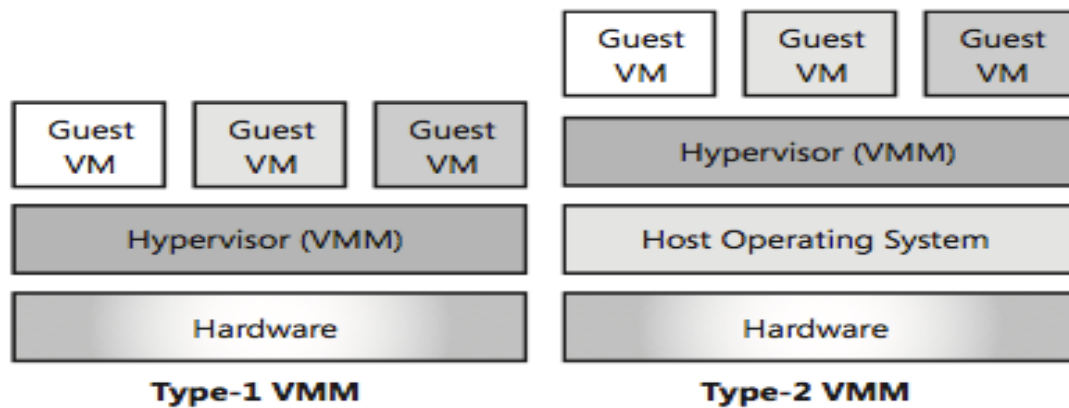
### **2.3 Hüperviisorid**

Mõistele “hüperviisor” kui ühel füüsilisel arvutil mitut operatsioonisüsteemi jooksutada võimaldavale virtualiseerimisplatvormile pandi alus aastal 1972, kui IBMi suurarvutile System/370 välja lastud juhtprogrammi tarkvarauuendus võimaldas suurarvutitel esmakordselt virtualiseerimistoe. Hüperviisori loomine oli märgilise tähtsusega sündmus, mis pakkus lahenduse suurarvutite arhitektuurilistest piirangutest ning kõrgetest tööshoidmiskuludest üle saamiseks. [7]

Punktist 2.2.1 selgub, et hüperviisorid on eelkõige esimest tüüpi virtuaalmasinahaldurid (VMM). Tinglikult nimetatakse hüperviisoriteks ka teist tüüpi

haldureid. Esimesed töötavad otse riistvaral ja toimivad juhtprogrammina. Sellised hüperviisorid on näiteks Microsofti Hyper-V, Citixi XenServer ja VMware'i ESX/ESXi Server. [7]

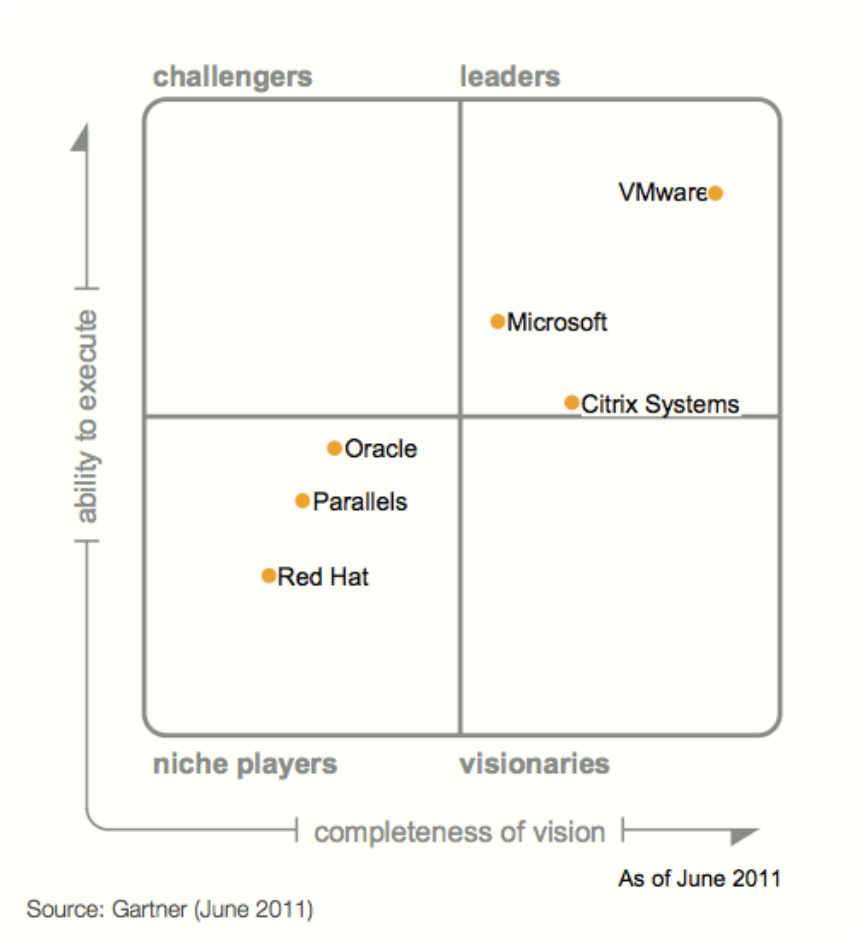
Tüüp 2 hüperviisorid, nagu Microsoft Virtual Server, VMware Server ja Linux KVM, vajavad tööks tarkvaralist keskkonda ehk host operatsioonisüsteemi, mis tegeleb nende eest mäluhalduse ja I/O seadmete toega. Nagu on näha joonisel 2.3 kahe VMM tüübi võrdlusest, on virtualiseerimise teise tüübi korral hüperviisor riistvarast sammu võrra kaugemal. Lisaetapp virtuaalmasinate ja riistvara vahel mõjutab nende jõudlust ja realistlikult on sel viisil identsel riistvaral võimalik jookсутada väiksemat kogust virtuaalmasinaid. [7]



Joonis 2.3. Hüperviisorid [8]

### 3. Turuosad ja pakutavad lahendused

Gartneri 2011. a uuringu kohaselt on VMware jätkuvalt esikohal nii turuosa kui tehnoloogia vallas, kuid turg kasvab kiiresti ja 2011.aastal oli nii Microsofti kui Citrix Systemsi turuosa suurem kui aasta võrra varem. [1]



Joonis 3.1 Gartneri *Magic Quadrant* x86 serverite virtualiseerimise taristu kohta, 2011 [1]

Maineka IT-uuringuettevõtte iga-aastaselt "maagilisel kvadrantil", mille 2011.aasta juuniversion on toodud joonisel 3.1, ei ole kujutatud vabavaraliste kogukondade nagu Xen ja KVM positsiooni, kuna erinevate rahastusskeemide tõttu ei oleks selline võrdlus objektiivne ning võiks kahjustada vabavaraliste lahenduste mainet. Xeni kommertsversiooni esindavad siin Oracle ja Citrix ning KVMi ühe peamise arendajana on toodud Red Hat. Küll aga pakub joonis hea ülevaate kolme

kommertsturuliidri positsioonist nii praeguse toimimise ja ettevõtte arengu (kvadrandi Y-telg, *ability to execute*) kui tulevikustrateegia ning visiooni (kvadrandi X-telg, *completeness of vision*) skaaladel. Nende täpse paigutuse üksikasju ning uuringu vahetulemusi Gartner ei avalikusta, kuid pakub võimalust osta detailsemaid uuringutulemusi. [1]

Kuna kommertstootjatest pakuvad nii VMware kui Citrix oma tarkvarast lisaks suuremastaabilistele tasulise litsentsiga versioonidele ka piiratud funktsionaalsusega tasuta versioone, tuleb ülevaatlikkuse huvides vaadata ka vabavaraliste lahenduste poole. Teen siinkohal ülevaate kolme juhtiva ettevõtte pakutavast virtualiseerimistarkvarast ning kahest levinumast vabavaralisest lahendusest.

### **3.1 Microsoft**

2004. aastal tuli Microsoft välja tootega Microsoft Virtual Server, mida oli võimalik juurde osta operatsioonisüsteemile Windows Server 2003 ja millega siseneti virtualiseerimise turule. Suurema populaarsuse saavutamiseks kuulutati Virtual Server poolteist aastat hiljem tasuta tooteks, millega sisuliselt tunnistati selle läbikukkumist. [13]

2008. aastal paisati Windows Server 2008 koosseisus müüki esimene hüperviisorlahendus Hyper-V. Sellest hetkest alates on Microsofti turuosa riistvara virtualiseerimises lakkamatult kasvanud., millele aitas edukalt kaasa aasta hiljem Windows Server 2008 R2-ga pakutud suur funktsionaalne uuendus versioonile Hyper-V v2: lisandus *live migrations* nimeline virtuaalmasinate migreerimise funktsioon. Lisaks lasti märtsis 2011 välja Windows Server 2008 Service Pack 1-ga, milles oli täienenud ka Hyper-V. [1]

### 3.1.1 MS Hyper-V

Käesoleva töö valmimise ajal värskeima, Windows Server 2008 R2 SP1 koosseisus müüdava Hyper-V atraktiivsemad omadused on: [14]

- Efektiivne mälu kasutus. Dünaamilise mälu jaotusega võimaldatakse rohkem mäluressurssi just neile virtuaalmasinatele, kus on sel hetkel kõige suurem töökoormus. Sellega vähendatakse mäluressursi ülekatet ja serveri ülalpidamiskulusid.
- *Live migration* ehk võimalus virtuaalmasinaid andmekeskustes erinevate füüsiliste serverite vahel liigutada ilma, et VM töö peaks selleks peatama. Füüsilise ressursi kasutuse jagamine vastavalt reaalsele töökoormusele on samuti väga oluline viis kulude kokkuhoidmiseks.
- Klasterites andmemassiivide tugi koos tõrkekindlusega. Serveriklastri peale jagatud andmehoidla kiirendab virtuaalmasinate migreerimist ning lihtsustab andmete haldamist.
- Jooksvalt, ilma virtuaalmasinate peatamiseta lisatavad ja eemaldatavad virtuaalsed kõvakettad VHD failide näol.
- *Snapshots* ehk hetktõmmise tegemise võimalus virtuaalmasinatest. See annab suurepärase võimaluse sama VM erinevate versioonide säilitamiseks ning vajadusel, nt serveri rikke korral, masina kiireks dubleerimiseks mõnel teisel serveril.

Lähitulevikus on koos Windows Server 2012-ga turule tulemas ka põhjalikult uuenenud versioon Hyper-V v3, kus on oluliselt suurendatud nii hostide klasteri, adresseeritava füüsilise ja virtuaalse riistvara, samaaegsete tegevuste arvu jm piirväärtusi. Lisaks kasutab Windows Server 2012 Hyper-V uut virtuaalse ketta formaati VHDX ja uut failivahetusprotokolli SMB 2.2. Uue funktsioonina võimaldatakse virtuaalmasinate kettamassiivi andmeid andmekeskuste vahel liigutada ilma virtuaalmasinate tööd selleks peatamata. [15]

## 3.2 VMware

Aastal 1999 avalikustati VMware Workstation v1.0, millega VMware sisuliselt alustas x86 platvormi virtualiseerimistarkvaraturu ning on selle liidripositsioonil tänaseni. Workstation on siiani arenduses. [10]

Tüüp 2 hüperviisorite juures mainitud VMware Server on serverite virtualiseerimise tarkvarapakett, mille arendus on tänaseks lõppenud ning mis oli saadaval aastatel 2006-2010. Seda tasuta tarkvara pakuti täisfunktsionaalse VMware ESX hüperviisori piiratud võimalustega alternatiivina tagasihoidlike nõuete ja võimalustega kliendile, ühtlasi aitas see VMwarel hoida nende ülekaalukat turuosa.

### 3.2.1 VMware vSphere

vSphere uusim, 5. versioon pärineb 2011. aasta juulikuust. Selle keskmeks on VMware ESXi nimeline hüperviisor, mille aluseks on omakorda VMkernel. Viimane haldab virtuaalmasinate ligipääsu füüsilisele riistvarale – ajastab protsessorikasutusaega, haldab mälu kasutust ja virtuaalse võrgukaardi andmevahetust. [5]

Teine keskne vSphere komponent on VMware vCenter Server. See halduskeskkond võimaldab süsteemiadministraatoril virtuaaltaristut keskselt juurutada, hallata, jälgida, automatiseerida ja turvata. vCenter Serveri põhifunktsioonideks on virtuaalmasinamallide loomine ja konfigureerimine, nende mallide põhjal virtuaalmasinate juurutamine, rollipõhine pääsupoliitika ja täpne ressursijaotus, lisaks avanevad vCenteri paigaldamisel mõnede ülejäänud vSphere lisamoodulite ja -funktsioonid. Sellisteks funktsioonideks on:

- *vSphere vMotion*, migreerimise ehk koormuse jaotamise utiliit,
- *vSphere Distributed Resource Scheduler (DRS)*, automaatne koormuse jaotamise utiliit,

- *vSphere High Availability*, tõrke korral virtuaalmasina automaatne taaskäivitumine klastri mõnes teises masinas,
- *vSphere Fault Tolerance*,
- *Enhanced vMotion Compatibility (EVC)*, serveriklastri protsessorite ühilduvuse funktsionaalsus,
- hostide erinevad profiilid,
- kettaruumi andmevahetuse seaded,
- *vSphere Distributed Switches*, virtuaalne võrguhaldus,
- võrguliikluse seaded,
- *vSphere Storage DRS*, automaatne andmemassiivide koormuse jaotamise utiliit.

### 3.3 Citrix XenServer

Serverite virtualiseerimisturu kolmas tarnija on turuosa järgi Citrix Systems, kes esindab nii kommertstootja kui vabavaralise lahenduse pakkuja osapoolt. Lisaks XenServeri äri lahendusele on nende turuosa kasvatamas selle tasuta variant. Citrixi strateegia on siduda suur ning lojaalne kliendibaas nende väga laia tootevalikuga [1], millest suur osa on arendatud vabavaralise Xen hüperviisori peale. Sellest pakutakse nii tasulisi täisfunktsionaalseid kommertsversioone kui lihtsat tasuta lahendust, millel on automatiseerimisvõimalused ja osa haldusfunktsioone välja lülitatud. [16] Eduka paketi XenDesktop näol on tegu terve tehnoloogiakomplektiga, milles sisalduvad tarkvaraklient XenApp, VM konfigureerimise tarkvara Provisioning Services, personaalarvutite tüüp 1 hüperviisor XenClient ning serverite virtualiseerimisplatvorm XenServer. [1]

2011. aasta lõpus tõi Citrix turule uuendatud versiooni XenServer 6.0, millega lisandus hulgaliselt uusi funktsioone, täienesid olemasolevad ning laienesid senised piirangud. [17] Selle versiooni väljatulekust on aga käesoleva töö kirjutamise hetkeks liiga vähe aega möödunud, et objektiivsed allikad oleks jõutud avaldada ja trükkida ülevaateid ja kasutajakogemusi.



### 3.4 Linux KVM (QEMU)

Septembris 2008 teatas suur ja aktiivselt laienev vabavaralise kommertsoperatsioonisüsteemi arendaja Red Hat virtualiseerimisplatvormi arendaja Qumraneti ostust. Qumranet oli vabavaralise hüperviisori KVM (*Kernel-based Virtual Machine*) looja ning selle ettevõtte omandamisega pani serveriruumides kanda kinnitanud operatsioonisüsteemi Red Hat Enterprise Linux arendaja aluse KVMi tugevale integreeritusele Red Hati tarkvaras. [18] Tarkvarapaketi nimes sisalduv QEMU on KVM kernelimoodulil töötav virtuaalmasinate haldusplatvorm.

Kuna tegemist on vabavaraga, on KVM ja Red Hat tegelikult tasuta saadaval – mõlemad lähtekoodid on avatud ning GPLv2 litsentsi kohaselt on lubatud selle omal käel kompileerimine. Küll aga küsib Red Hat litsentsitasu tervikliku valmislahenduse ehk töökindla toote eest, mille puhul vastutatakse veakindluse ning platvormil töötava tarkvara toimimise eest ka pärast süsteemi uuendamisi.

### 3.5 Võrdlus

Kuna riistvara virtualiseerimise kommertslahenduste turule pani aluse vaid üks ettevõtte, mis on pidevalt olnud ka turuliidri rollis, püüavad konkureerivad tarkvaratootjad edukat eeskju tahtmata jäljendada. Seega on kõik pakutavad lahendused oma sisult üksjagu sarnased ning ühe või teise tarkvarapaketi eelised selguvad uute versioonide turuletulekul. Püüdes energiakulu kokku hoida ja riistvara kasutust veelgi optimeerida, üritatakse lahenduste koodibaasi järjest lühendada. Võrdluseks, Hyper-V koosneb umbes 105 KLOC-st (*kilo lines of code* ehk tuhat rida koodi), ESX Server on 200st ja Xen'i hüperviisor ning KVM koos QEMUga on vastavalt 100 ja 310 KLOCi pikad. [19, 20, 17]

	Hosti loogilisi protsessoreid	Hosti mälu	VM protsessoreid	VM mälu
Hyper-V (WS2008R2)	64	1 TB	4	64 GB
Hyper-V (WS2012)	160	2 TB	32	512 GB
VMware ESX/ESXi	64	1 TB	256	255 GB
XenServer	160	1 TB	16	128 GB
KVM (RHEL5)	160	1 TB	16	512 GB
KVM (RHEL6)	160	2 TB	160	512 GB

Tabel 3.1 Hüperviisorite piirangute võrdlus [5, 8, 21, 17]

Tabelis 3.1 on toodud eelnevas peatükis kirjeldatud hüperviisorite piirangud protsessorite ja mälu osas. Väli “hosti loogilised protsessorid” tähistab füüsilise serveri protsessorituumade ja lõimede summat ning hosti mälupiirang näitab, kui suurt hulka reaalset muutmälu on hüperviisor võimeline adresseerima. Virtuaalmasina protsessorite ja mälu hulka kirjeldavad numbrid näitavad maksimaalset ühele virtuaalmasinale võimaldatava süsteemiressursi suurust.

## **4. Operatsioonisüsteemide paigaldamise ja virtualiseerimise praktikum**

Ainekursusel LOFY.03.003 Arvutiriistvara praktikum varasematel aastatel kasutuses olnud operatsioonisüsteemide paigaldamise praktikumitöö oli oma sisult aegunud ning vajab asendamist. Alustamaks ajakohase virtualiseerimise teemalise õppematerjali loomisega on autor 2011/2012 õppeaasta sügissemestriks ainekursusesse koostanud kaks kolmetunnist praktikumitööd.

Kursusel osaleva üliõpilase jaoks on tööd üksteist välistavad ehk ühe töö sooritanud tudeng ei pea kursuse läbimiseks tegema praktikumitöö teist varianti. 12kohalises praktikumiruumis tegid pooled tudengid tööd esimese juhendiga, ülejäänud kuue arvuti juures kasutati teist juhendit. Järgnevalt on kirjeldatud mõlemat praktikumitööd koos juhendite esmaversioonide kokkuvõttega, seejärel analüüsitakse tulemusi ja tagasisidet ning arendatakse nende põhjal välja praktikumijuhendid järgmiseks õppeaastaks.

Kõigis arvutites töötas põhioperatsioonisüsteemina Microsoft Windows 7, mille vahendeid kasutades tehti olemasolevate kõvaketta partitsioonide kõrvale praktikumitöö tarbeks umbes 100GB mahuga kettaruum. Kaksikbuutimisega arvuti saamiseks paigaldati tühjale kettaosale paigaldati vastavalt ülesandele uus operatsioonisüsteem, kus tutvuti “puhta” masina võimaluste ning iseärasustega. Järgmiseks sai tudeng teada, et samas arvutis saab mitmeid operatsioonisüsteeme kasutada mitte ainult ükshaaval vaid alternatiivina on võimalik luua ühes operatsioonisüsteemis rakendusena töötavaid virtuaalmasinaid. Selleks paigaldati virtualiseerimistarkvara Oracle VirtualBox, milles tuli tööle saada teine operatsioonisüsteem. Praktikumijuhend püüdis suunavate küsimuste kaudu siinkohal tähelepanu juhtida virtuaalmasinate erinevatele parameetritele. Viimase ülesandena taastati arvutis praktikumi algseis. Kõrvalteadmisenä õpiti alglaaduriga ümberkäimist, kasutades selleks programmi EasyBCD.

## 4.1 Linux juhend

Loodud tühjale kettaosale paigaldati optiliselt kettalt operatsioonisüsteem Ubuntu Linux 11.10. Kõvakettal oleva informatsiooni säilitamise huvides ning partitsioonitabeliga kokku puutumise eesmärgil pidi tudeng operatsioonisüsteemi paigaldamise parameetrid ja partitsioonid määrama käsitsi, kuigi Linuxi installer saab sellega tegelikult automaatselt hakkama. Järgmiseks pöörati töö sooritaja tähelepanu operatsioonisüsteemidele kirjutatavate turvapaikade hulgale: praktikumi toimumise hetkeks oli Ubuntu 11.10 saadaval olnud alles ligikaudu kolm nädalat, kuid sõltuvalt töö sooritamise päevast paigaldati ca 200 uuendust.

Utiliidi `glxgears` abiga hinnati graafikakaardi kasutuse võimekust Linuxi universaaldraiveriga ja seejärel graafikakaardi tootja pakutava originaaldraiveriga. Operatsioonisüsteemiga kaasasoleva sidustarkvara ning selle hulgaga tutvumise huvides tehti tudengile ülesandeks mõne PDF, ODT, DOC või DOCX dokumendi avamine ning suvalise YouTube video vaatamine.

Virtualiseerimistarkvara Oracle VirtualBox paigaldamise järel tuli selles luua uus virtuaalmasin ning sinna paigaldada operatsioonisüsteem Microsoft Windows 7. Selleks palus juhend VirtualBoxis eraldada 2048 MB mälu ning dünaamilise suurusega 20 GB virtuaalne kõvaketas. Kui virtuaal-Windows sai töövalmis, olid viimasteks ülesanneteks võrguühendust võimaldavate VirtualBoxi seadete ülesmärkimine, PDF-lugeri paigaldamine virtuaalmasinasse ning loodud virtuaalse kõvakettafaili tegeliku suuruse leidmine. Järgnes arvutis praktikumieelse seisu taastamine.

## 4.2 Windowsi juhend

Loodud tühjale kettaosale paigaldati optiliselt kettalt 64-bitine operatsioonisüsteem Microsoft Windows 7. Kõvakettal oleva informatsiooni säilitamise huvides pidi tudeng operatsioonisüsteemi paigaldamise parameetrid ja partitsiooni määrama käsitsi. Installeerimise lõppedes oli tudeng probleemi ees: juhendi järgmine punkt eeldas internetiühenduse olemasolu, kuid 64-bitine operatsioonisüsteem ei osanud ilma spetsiaalse draiverita võrgukaardiga midagi peale hakata. Seejärel pöörati töö sooritaja tähelepanu leitavate süsteemiuuenduste arvu küsimuse kaudu operatsioonisüsteemidele kirjutatavate turvapaikade hulgale.

Jõudlustestiprogrammi Passmark Performance Test abiga hinnati graafikakaardi kasutuse võimekust Windowsi universaaldraiveriga ja seejärel graafikakaardi tootja pakutava originaaldraiveriga. Operatsioonisüsteemiga kaasasoleva sidustarkvara ning selle hulgaga tutvumise huvides tehti tudengile ülesandeks mõne PDF, ODT, DOC või DOCX dokumendi avamine ning suvalise YouTube video vaatamine.

Virtualiseerimistarkvara Oracle VirtualBox paigaldamise järel tuli selles luua uus virtuaalmasin ning sinna paigaldada operatsioonisüsteem Ubuntu Linux 11.10. Selleks palus juhend VirtualBoxis eraldada 2048 MB mälu ja dünaamilise suurusega 20 GB virtuaalne kõvaketas. Kui virtuaal-Linux sai töövalmis, olid viimasteks ülesanneteks võrguühendust võimaldavate VirtualBoxi seadete ülesmärkimine ning loodud virtuaalse kõvakettafaili tegeliku suuruse leidmine. Järgnes arvutis praktikumieelse seisu taastamine.

### 4.3 Tulemused

Tehtud töö kohta oli vajalik esitada kirjalik praktikumiaruanne. Õigeaegselt esitati 100 tööd, neist 88 said hindeks "arvestatud", kusjuures nende seas piirdus kolmest võimalikust katsest ühega 43 üliõpilast, teist katset kasutas 22 ning korduvalt viis parandusi sisse 23 tudengit. Õppeinfosüsteemis ainele registreerunud oli 143.

Praktikumiaruandele arvestuse saamise üheks eelduseks oli korrektne vastamine kõigile juhendis esitatud küsimustele. Mõned küsimused juhendites kattusid, mõned mitte. Toon siinkohal välja mõlema juhendi küsimused ja kokkuvõtte nendele esitatud vastustest. Mõnes punktis kasutan otsesitaate tudengite esitatud aruannetest, millisel juhul on need toodud kaldkirjas ning muutmata kujul kirjapildiga.

#### **Missugune klahv lubab valida seadet, millelt bootida? (Mõlemad juhendid)**

Vastavalt praktikumi sooritamise kohale on siin õige vastus kas F11 või F12, kuna praktikumi töövahenditeks olnud arvutite konfiguratsioon oli kohati erinev. Tudengite esitatud aruannetes pakuti vastuseks F6, F8, F10, F11, F12, korduvalt esines ühekordset valikut võimaldava klahvi nimetamise asemel BIOSis algladimise prioriteetide ümbertõstmise kirjeldusi.

#### **Tekita tühjale kettaalale saaleala (*swap*) ja juurkataloogi (/) haagitud partitsioon. Missugused kettatähised kumbki loodud partitsioon omandas? (Ubuntu Linux paigaldamise juhend)**

UNIXi kettatähiste süsteem on windowsikasutajale sisseharjunust erinev. Tegu on tähelepanuküsimusega, valesi vastamise asemel esines pigem vastamatajätmisi. Reeglina suudeti õige vastus ekraanilt maha kirjutada. Praktikumi käigus küsisid mõned tudengid juhendajatelt saaleala tähenduse kohta, aruannetes seda ei mainitud.

#### **Missuguse kettatähisega on Windowsi partitsioon? (Ubuntu Linux paigaldamise juhend)**

Tähelepanuküsimuse kontrollküsimus. Kuigi vastus on väljaloetav eelneva küsimusega täpselt samast kohast, suudeti siin eelmise punktiga võrreldes mõned korrad rohkem mööda panna või vastamata jätta.

**Mis on Ubuntu One? (Ei pea vastama kohe praktikumi käigus)**  
**Mille poolest erineb praegune Ubuntu install *wubi*-ga installist? (Ei pea vastama kohe praktikumi käigus)** (Ubuntu Linuxi paigaldamise juhend)

Tudengi iseseisvat tööd nõudvad küsimused, praktiliselt kõik aruande esitajad said nendele vastuse leidmisega hakkama. Ilmselt esineb internetis erinevate andmetega lehekülgi, sest pilvemajutusteenuse Ubuntu One pakutava kettaruumi suuruse kohta esitati erisuguseid, ka tootja kodulehel toodust väiteid.

**Mitu uuendust leitakse ja paigaldatakse? (Mõlemad juhendid)**

Üksikutel juhtudel olid tudengid turvauuendused paigaldanud juba Ubuntu paigalduse ajal, sel juhul palus juhendaja üles leida uuenduste ajalugu ning vastus saadi sealt. Praktiliselt kõik aruande esitajad tulid sellele küsimusele vastamisega edukalt toime. Kummalisel kombel kõikus vastus Windowsi uuenduste arvu kohta üksikutest kuni sadade uuendusteni.

**Miks alguses midagi ei leita ja kuidas pääseda internetti? Vajaminevad failid leiad kaustast D:\OS praks. (Windows 7 paigaldamise juhend)**

Küsimuse teine pool, viide vajalikku draiverit sisaldavale kaustale arvuti kõvakettal ongi sisuliselt vastus. See on mõnes mõttes sama asja üle kordamise küsimus, et tudeng aruande kirjutamisel probleemi uuesti läbi mõtleks ja see talle edaspidi vajadusel meelde tuleks. Samas esines ka vastuseid nagu *et pääseda internetti on vaja installida Võrk 4, 6-12 ning installeerisin arvutisse Family draiverd, et pääseksin internetti*, mis viitavad tudengite erilisele tähelepanelikkusele näiteks draiverit sisaldanud kausta nime osas.

**Mida tuleb teha, et saaks kasutada käsku *glxgears*? (Ubuntu Linuxi paigaldamise juhend)**

Selle küsimusega näidati tudengile, et suhtlus Linuxi käsureal ei piirdu ühesõnaliste käskudega. Terminal ütles ise õige vastuse ehk utiliidi paigaldust käivitava käsu ette ning selle pidi vaid ümber kirjutama või kopeerima. Valdavalt kirjutati või kopeeriti see sama käsk ka praktikumi aruandesse ja mitmed tudengid taipasid selle isegi lahti selgitada.

**Missugune on *glxgears*-i tulemus koos ühikutega enne ja missugune pärast graafikakaardi draiveri paigaldamist? Miks?** (Ubuntu Linux'i paigaldamise juhend)

Siin tuli aru saada, mida terminali ilmuvad numbrid tähistavad: *glxgears* kuvab tulemuse kujul "x kaadrit 5 sekundi jooksul = y kaadrit sekundis" ehk kuvataval kahel väärtusel on lihtsalt viiekordne suuruse vahe. Hindamisele esitatud aruannetes oli täiesti õige vastus pigem erand kui reegel, kuid et praktikumi kontekstis on sellel punktil suurusjärgu võrdlemise roll ja see ei ole teema mõistmise seisukohast oluline, ei takistanud ebaõige vastus arvestuse saamist. Samuti peab märkima, et küsimuse viimasele osale, "miks tulemus just sedasi muutub?" jäeti väga paljudel juhtudel vastamata.

**Tee Passmark Performance Test testid universaalraiveriga ja märgi üles kogutulemus ning 2D ja 3D graafika tulemus. Missugune on Performance Testi tulemus videokaardi tootja draiveriga? Miks?** (Windows 7 paigaldamise juhend)

Olemuselt *Linux*i paigaldamise juhendis olnud eelmise punktiga sarnane küsimus. Kuigi siin oli kahe omavahel võrdelise arvu asemel tarvis üles kirjutada kolm erinevat väärtust ja otsekui tudengi kiuste mõjutas testitulemust koos draiveri paigaldamisega oluliselt kasvanud monitoril kuvatava pildi resolutsioon, saadi vastamisega reeglina siiski hakkama. Samas reetis nii mõnigi aruanne üldpilti hoomava iseseisva mõtlemise puudumist: *Testide tulemustest järeldub, et ilma draiverita ei omanud videokaart 3D võimalust. Kuid nii üldskoor kui ka 2D graafika testi skoor langesid, millest saab järeldada, et draiver tegi tegelikult videokaardi halvemaks.*

**Kas .pdf, .odt/.doc/.docx dokumentide ja YouTube video avamine õnnestub Linuxis ilma lisatarkvara paigaldamata?** (Mõlemad juhendid)

Selle küsimustepaari algne eesmärk oli töö sooritajale näidata, et erinevalt Windowsist on Linuxis hulk igapäevaelus vajalikku tarkvara juba sisse ehitatud, hindamisele laekunud aruannetest selgus aga tudengi ootamatu leidlikkus. Nimetatud failide avamiseks ja redigeerimiseks soovitati tänu avatud loomuga ülesandele väga mitmesugust tarkvara, tihti koos kirjutaja isikliku kogemuse kommentaariga.



**Kas .pdf või .odt/.doc/.docx dokumentide ja YouTube video avamine õnnestub Windowsis ilma lisatarkvara paigaldamata? (Mõlemad juhendid)**

Sarnaselt eelmisele punktile ei piiratud siingi jah/ei vastusega vaid pakuti levinud Adobe Readeri kõrval väga erisuguseid programme. Praktiliselt kõik aruande esitajad tulid sellele küsimusele vastamisega edukalt toime. Vaid üks tudeng leidis, et kui Linuxis avaneb PDF probleemideta, siis peab see nii olema ka Windowsis ja kirjutas aruandes vastuseks: *Jah, avaneb see Windows PDF programmiga.*

**Mis vahe on dünaamilisel ja fikseeritud suurusega kõvakettal? (Mõlemad juhendid)**

Ootamatult osutus see küsimus kõige probleemsemaks. Korrektnel vastus ehk selgitus, kuidas fikseeritud suurusega fail saavutab füüsilisel kõvakettal temale määratud mahu juba loomisel, dünaamiliselt suurenev fail aga hõivab seda olenevalt vajadusest andmemahu kasvades, on tegelikult mahakirjutatav virtuaalmasina loomisviisardi vastavas seadistusaknas ilmuvast näpunäitest. Ilmselt mitmete erinevate asjaolude kokkulangemisel, nagu näiteks küsimuse ebakonkreetne sõnastus, ebapiisav teoreetiline taust, interneti otsimootoris mitte kõige populaarsem otsing ja tudengi üks või mitu keelebarjääri, esitati selle küsimuse vastusena järjekindlalt virtualiseerimise teemast tugevalt mööda minevaid väiteid. Nii oli juttu näiteks ühe virtuaalse kettafaili kiirusest (*sic!*) ja selle sees olevatest tuhandetest partitsioonidest ja nende veakindlusest, mõnel juhul isegi paindlikkusest kõvaketta funktsioonide täitmisel. Kohati paistis, et tegelikult ei saada arvuti komponentide olemusestki aru: *Mis on vahet dünaamilisel ja staatilisel mälu? Staatilises mälu on see virtuaalne OS, mis saab kasutada dünaamilist mälu põhi OS'i kõvakettalt.*

**Missugused peavad olema VirtualBoxis virtuaalmasina seaded, et füüsilise masina internetiühendus jõuaks ka virtuaalmasinani? (Mõlemad juhendid)**

Kahe võimaliku variandi, NAT ühenduse ja sillarežiimi (*bridged adapter*) asemel pakuti korduvalt näiteks virtuaalsesse operatsioonisüsteemi võrgukaardi draiverite paigaldamist, “võrgukaardi lubamist”, VirtualBoxi algseadeid ja muudki, õiged vastused olid õnneks siiski arvulises ülekaalus.

**Leia arvutist oma virtuaalmasina “kõvaketas”. Kui suure failiga on tegu?**  
(Mõlemad juhendid)

Küsimus oli mõeldud täiendava vihjena dünaamilise vs fikseeritud suurusega kõvakettafaili küsimusele vastamiseks, faili reaalne suurus jäi vaatamata seadistamisel kehtestatud 20 GB piirangule reeglina 10 GB suurusjärku. Ka selle küsimuse vastus leiti peaaegu kõigil juhtudel üles, mõni üksik tudeng vastas sisuliselt: *määrasin seadistustes suuruseks 20 GB, järelkult peab see olema 20 GB.*

#### **4.4 Tagasiside ja järeldused**

Tudengite tagasiside põhjal nii praktikumis kui praktikumiaruannetes võib subjektiivselt öelda, et praktikumiülesanne oli suure plaanis pigem lihtne. Praktikumijuhendajate subjektiivse arvamuse põhjal mindi ülesandele ettenähtud ajast üle harva, tüüpilisi kitsaskohti tudengite jaoks ei täheldatud. Samas võis väga suure osa tudengite puhul näha positiivset vastuvõttu, mitmes aruandes sisaldus “asjalik teadmine, aitäh, hakkas kasutama” tüüpi kommentaar. Üks tudeng võttis koguni pärast töö lõpetamist praktikumiruumis lahti isikliku sülearvuti ja hakkas juhendi abiga sinna virtuaalmasinat paigaldama. Ka kogenumad, kas siis isiklikust huvist või tööalasest vajadusest tingituna sarnast ülesannet varem juba lahendama pidanud tudengid võtsid vaevaks kommenteerida, et virtuaalmasinate seadistamise ning kasutamise oskus on tarvilik.

Väljavõtte ühe tudengi kirjutatud praktikumiaruande peatükist Isiklik arvamus praktikumitööst ja ettepanekud: *Juhendis võiks olla ära toodud ka nt. see, et peaks vaatama, milliseid protsessorisse sisseehitatud virtualiseerimisvõimalusi virtuaalmasin kasutab. Võiks ka uurida veidi rohkem sätteid (mitu tuuma virtuaalmasina kasutuses on, USB-portide lisamine.) Linuxi pool on nagu on, midagi juurde nähtavasti pole vaja, kes juba teab, see oskab niigi, kes ei ole kursis ei tunne nagunii huvi. Muidugi oleks tore näidata, et kui win. Install on olemas, siis*

*virtuaalmasinas oleks progemine võrratult lihtsam, samas selle väljatoomiseks ei ole praktikumiaega. Ja see ei ole ka praktikumi ülesanne.*

Müüdi teise küljena peab aga ära märkima, et kuigi üheselt mõistetavate juhiste täitmine virtuaalmasina seadistamiseks ning loodud keskkonnas tavakasutajana hakkamasaamine ei ole tudengitele üldjuhul probleemiks, valmistab neile siiski raskusi virtualiseerimisest aru saamine. Üheks aruannete tagasisaatmise põhjuseks olid just nimelt loogikavastased väited virtuaalmasina seadete ja selles kasutatava tarkvara kohta.

#### **4.5 2012/2013 õppeaasta praktikumijuhendid**

Lähtudes tudengite ajakasutusest antud praktikumitöö sooritamisel ning senise juhendi tegevuste üsna selgest ettekirjutamise stiilist leidis autor, et praktikumijuhenditesse on võimalik lisada täiendavaid ülesandeid ning et selline tegevus on ka õigustatud. Probleemseks osutunud ja märgataval hulgal küsimusest mööda minevaid vastuseid saanud kontrollküsimuste sõnastus on juhendite uues versioonis täpsustunud või märgatavalt muutunud. Tihti vastuseta jäänud küsimusi on püütud märgatavamaks muuta, vältides näiteks liialt pikki ja keerulise sõnastusega küsimusi

Jätmaks tudengitele rohkem probleemipõhisust ja iseseisvat mõtlemist, ei ole paljudes punktides enam korduvaid viiteid vajalike paigaldusfailidega kaustale arvuti kõvakettal. Vihje sellise kausta olemasolule on kirjas enne esimest tööülesannet. Segaseks jäänud punktidele nagu saaleala suurus või virtuaalmasina kõvakettafaali formaat on lisatud täiendavate teadmiste otsimist nõudvad kontrollküsimused.

Juhuks, kui mõne küsimuse vastused peaksid ka järgmiste aastate praktikumiriistvara heterogeensuse tõttu erinema, on aruannete parandamise lihtsuse huvides töö käigu esimese punktina palutud üles tähendada praktikumitöö sooritamise koht. Viimane punkt on küll nõutud isegi e-õppe keskkonnas Moodle tudengile saadavalolevas aruande vormistamise juhend-näidises, millest lähtumine on aruande kirjutamisel tudengile kohustuslik, kuid nõuetekohaseid aruandeid esines *de facto* väga vähe.

Lähtuvalt autori huvist arendada riistvaralise virtualiseerimise suunda Tartu Ülikooli IT õppes ning arvestades eelmises punktis toodud tudengi soovitusega, on lisandunud kaks riistvara virtualiseerimisega seotud küsimust: *Mitu virtuaalset protsessorit saad oma virtuaalmasinale eraldada?* ja *Kas ja missugust riistvaralist kiirendust kasutatakse?*

Kuna praktikumi toimumisajaks on tõenäoliselt jälle oktoobri lõpp kuni novembri algus ja aasta 2012 oktoobrisse on planeeritud Ubuntu Linux 12.10 turuletulek, on uutes juhendites ennetavalt muudetud ka paigaldatava operatsioonisüsteemi versiooninumber. Juhendid on saadaval käesoleva töö lisade peatükis 9: Linuxi paigaldamise versioon punktis 9.1 ning Windowsi installeerimisega algav variant punktis 9.2.

## 5. Nõuded serveriruumi virtualiseerimislahenduste praktikumi loomiseks

Eelmises peatükis kirjeldatud materjali loogiliseks jätkuks on virtualiseerimist põhjalikumalt käsitlev õppematerjal ja kuna tegemist on rakendusliku teadmiseaga, siis on see materjal soovituslikult praktiline. Riistvara virtualiseerimine serveriruumi tingimustes eeldab aga nii sobiliku füüsilise riistvara kui vajalike tarkvarapakettide ja -litsentside olemasolu. Järgnevalt on toodud vastavateemaliste praktikumitööde koostamise ning läbiviimise peamised eeldused.

Virtualiseerimisplatvormidel on võrreldes traditsiooniliste töölaaoperatsioonisüsteemidega nagu Windows või Linux oluliselt rangemad nõudmised. See seab riistvara valikule mõningad kitsendused – hüperviisor ei pruugi näiteks ühilduda iga turul saadaoleva kettakontrolleri või võrguadapteri kiibistikuga – ent praktikas kindlustab tarkvaratootja poolt testitud ja sertifitseeritud komponentide valik seadmete tõrgeteta töö. [5] Arvutiriistvara on aktiivse arendustegevuse tõttu oma olemuselt kiirestivananev, seetõttu ei ole siin peatükis nimetatud konkreetseid komponentide tootenimetusi, pigem on püütud kirjeldada miinimumnõudeid ühe või teise ülesandetsenaariumi võimaldamiseks.

Virtuaalmasinate haldurite ning hüperviisorite efektiivse kasutuse jaoks on vältimatu protsessorite riistvaraline virtualiseerimise tugi. See on olemas Inteli VT või AMD-V toega protsessorites. Samuti peavad hüperviisoreid käitavad masinad olema DEP toega (*Data Execution Prevention*) ehk riistvaraline kaitse mälu keelatud piirkondadest pärimiseks. Riistvaraline DEP tugi nõuab protsessoreid, mis saavad mälupiirkondi märkida mittetäidetavateks, sellised on näiteks Intel XD ja AMD NX funktsioonga protsessorid. [7]

Paljude protsesside samaaegse töö kiirendamiseks kasutatakse mälumoodulite arvu ja suurusega piiratud füüsilise mälu aadressiruumi laiendamiseks virtuaalset adresseerimist. Seetõttu on mäluaadresse otsepöördumiseks liiga palju ja nende teisendamiseks kasutuskõlbulikule kujule on oluline SLAT (*Second Level Address Translation* ehk aadresside transleerimine) tugi. Füüsilise hostoperatsioonisüsteemi tõrgeteta töö võimaldamiseks peab sellele olema reserveeritud vähemalt 1 GB

süsteemi operatiivmälust [7, 8], igale tööshoitavale virtuaalmasinale peaks samuti jääma vähemalt 1 GB suurune osa füüsilisest mälust.

On oluline, et virtuaalmasinate kõvakettafailid paikneksid jagatud andmemassiivis, masinate migreerimise juures on ülevaatlikkuse huvides hea, kui see andmemassiiv asub hüperviisoritest eraldi serveris. Süsteemi veakindlaks tegemine eeldab RAID-massiive ehk ei saa kasutada ainult ühte füüsilist kõvaketast. [5, 8]

Serveritel peab praktikumi tingimustes olema vähemalt kaks füüsilist võrguliidest, üks virtuaalmasinate jaoks ning teine administreerimisliidese funktsioonide tarbeks. Virtuaalmasinatele luuakse füüsilise võrgukaardi põhjal virtuaalsed liidesed, mille konfigureerimise käigus võivad nende ühendused ajutiselt katkeda. Kuna seadistamine toimub enamasti samuti üle võrguliidese, ei ole virtuaalmasinate jaoks mõeldud füüsilisele võrgukaardile muud funktsioonid lubatud. Reaalsetes serveriruumides ja kasutustingimustes on sõltuvalt masinate töökoormusest soovituslik kasutada nelja või enamatki võrgukaarti. [5, 7] Serverid peaksid omavahel olema ühendatud võimalikult kiire kohtvõrguühenduse kaudu, et suuremahuliste või ajakriitiliste toimingute simuleerimisel praktikumiülesandena ei osutuks pudelikaelaks aeglane, näiteks 100 Mbps võrguühendus.

Virtuaalse töölauataristu tüüpi lahenduse täisväärtusliku töö võimaldamiseks on serveril vajalik graafikakiirendi tugi.

Lisaks riistvarale on praktikumitööde läbiviimiseks vajalik virtualiseerimistarkvara, mille ülevaade on toodud käesoleva töö peatükis **3 Turuosad ja pakutavad lahendused**. Microsofti tarkvara on saadaval serverioperatsioonisüsteemi Windows Server koosseisus, KVM hüperviisor on integreeritud Red Hat Enterprise Linux operatsioonisüsteemi: nende kasutamiseks on tarvis Tartu Ülikoolile soetada vastavad litsentsid. Citrix XenServer ja VMware vSphere hüperviisorite kasutuselevõtt ei eelda täiendavat operatsioonisüsteemi litsentsi, siiski peab muretsema nende litsentsid. Õppeotstarbelistele litsentsidele pakutakse kõrgharidusasutustele hinnasoodustusi.

## 5.1 Praktikomitööd

Serveriklastri simuleerimiseks on vajalik vähemalt kolm serverit. Seesugune riistvaraline lahendus võimaldaks koostada praktikomitöö juhendid erinevate virtualiseerimislahenduste kohta, mis annaks tudengile nii nende haldamis- ja kasutuskogemuse kui objektiivse ülevaate vastava lahenduse võimalustest ning piirangutest mõne teise virtualiseerimislahenduse suhtes.

Praktikumiülesannetena on võimalik alustuseks võrrelda erinevate hüperviisorite tööd ja jõudlust eelnevalt seadistatud platvormidel. Konkreetsete tarkvarapakettidega lähemaks tutvumiseks tuleks igale lahendusele planeerida vähemalt üks praktikum. Tudengi väljavaadete seisukohalt tööturul on oluline selline praktikum, milles tal tekib virtuaalmasinapargi halduskeskkonna kasutuskogemus. Sellise töö sisuks oleks virtuaalmasinamallide loomine ja nende juurutamine, virtuaalmasinate oleku- ja tarkvarahaldus koos hetkeseisu või süsteemi varukoopia taastamisega, halduris tarkvara või turvauuenduste paigaldamine virtuaalmasinatesse, tutvumine tõrkekindluse lahendustega, virtuaalsete keskkondade liigutamine erinevate füüsiliste serverite vahel ilma nende töövõimet häirimata jm.

Konkreetsete juhendite väljatöötamiseks oleks aga tarvis reaalselt riistvara, mis võimaldaks hinnata erinevate ülesannete ajakulu ja komplekteerida erinevatest ülesannetest kokku ajaliselt, raskusastmelt ja temaatiliselt sobilikke praktikomitöid.

## **6. Kokkuvõte**

### **Riistvara virtualiseerimise praktikumitöö ja ettepanekud edaspidiseks virtualiseerimise teema laiendamiseks IT õppes Tartu Ülikoolis**

Alex Nõomaa

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli arendada välja riistvara virtualiseerimise praktikumijuhendid ainekursuses Arvutiriistvara praktikum ning anda lähtematerjal serverite virtualiseerimise teemaliste praktikumitööde loomiseks Tartu Ülikoolis. Töö käigus tehti ülevaade riistvara virtualiseerimise ajaloost ja sisulisest tähendusest, lisaks valdkonna turuliidrite toodetest serveriruumi virtualiseerimislahenduste vallas.

Üksikasjalikult kirjeldatakse riistvara tasemel virtualiseerimise erinevaid lahendusi nagu emuleerimine, vahetu virtualiseerimine ja paravirtualiseerimine, samuti operatsioonisüsteemi, rakenduse ning töölaua tasemel virtualiseerimist. Lisaks kirjeldatakse vabavaralist virtualiseerimisplatvormi Linux KVM arendava Red Hat Enterprise Linux ning kolme kommertstootja Microsoft, VMware ja Citrix pakutavate tarkvarapakettide võimalusi.

Peatükk 4, Operatsioonisüsteemide paigaldamise ja virtualiseerimise praktikum sisaldab kahe ainekursusele LOFY.03.003 Arvutiriistvara praktikum koostatud praktikumitöö lühiülevaadet. Tudengite saadetud praktikumiaruannete analüüsi ning praktikumijuhendajate kommentaaride põhjal töötatakse praktikumitöödele välja uued juhendid.

Viiendas peatükis võetakse kokku serveriruumides kasutatavate riistvara virtualiseerimislahenduste nõuded, pidades silmas selleteemalise õppematerjali loomist, sõnastatakse riistvara valikul olulised tingimused ja pakutakse mõned võimalikud praktikumitööd.

Töö autoril on plaanis jätkata virtualiseerimisteemalise õppematerjali väljatöötamist kuni komplektse loengukursuse ja praktikumitööde valmimiseni.



## 7. Kasutatud kirjanduse loetelu

1. T. J. Bittman, G. J. Weiss, M. A. Margevicius, P. Dawson, "Gartner RAS Core Research Note G00205369", June 2011, RV3A207052012 [http://www.citrix.com/site/resources/dynamic/additional/citrix\\_magic\\_quadrant\\_2011.pdf](http://www.citrix.com/site/resources/dynamic/additional/citrix_magic_quadrant_2011.pdf)
2. TTÜ Õppeinfosüsteem [http://ois.ttu.ee/pls/portal/ois2.ois\\_public.main](http://ois.ttu.ee/pls/portal/ois2.ois_public.main) (17.04.12)
3. ITK Õppeinfosüsteem ja näitea õppeaine IT infrastruktuuri teenused [https://itcollege.ois.ee/subject/view?subject\\_id=203](https://itcollege.ois.ee/subject/view?subject_id=203) (08.05.12)
4. ITK õppeaine Operatsioonisüsteemide administreerimine ja sidumine [https://wiki.itcollege.ee/index.php/Operatsioonis%C3%BCsteemide\\_administreerimine\\_ja\\_sidumine](https://wiki.itcollege.ee/index.php/Operatsioonis%C3%BCsteemide_administreerimine_ja_sidumine) (08.05.12)
5. S. Lowe, *Mastering VMware vSphere 5* (John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, 2011)
6. Heikki Vallaste, E-Teatmik. <http://www.vallaste.ee/> (28.05.12)
7. M. Tulloch *et al.*, *Understanding Microsoft Virtualization Solutions: From the Desktop to the Datacenter* (Microsoft Press, Redmond, 2010)
8. R. Larson, J. Carbone, *Windows Server 2008 Hyper-V Resource Kit* (Microsoft Press, Redmond, 2009)
9. J. A. Kappel, A. T. Velte, T. J. Velte, *Microsoft virtualization with Hyper-V* (McGraw-Hill, New York [etc.], 2009)
10. VMware kodulehekülg, informatsioon ajaloo kohta. <http://www.vmware.com/virtualization/history.html> (06.01.2012)
11. D. Ahman, *Vabal tarkvaral põhineva virtualiseerimislahenduse OpenNode infrastruktuuri väljatöötamine* (TTÜ, Eesti, 2010)
12. C. Anderson, K. Griffin, *Windows Server 2008 R2 Remote Desktop Services Resource Kit* (Microsoft Press, 2010)
13. Microsoft kodulehekülg, *Microsoft Announces General Availability of Virtual Server 2005* <http://www.microsoft.com/en-us/news/press/2004/sep04/09-13availabilityvs2005pr.aspx> (25.05.2012)
14. Microsofti kodulehekülg, *Hyper-V Key Features* <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/windows-server/hyper-v-features.aspx> (25.05.2012)

15. T. Maurer, *Upgrade Windows 8 Customer Preview to Windows 8 Release Preview* <http://www.thomasmaurer.ch/category/it/microsoft/windows-microsoft-it/windows-8/> (31.05.2012)
16. Citrix *kodulehekülg, XenServer features by edition* <http://www.citrix.com/English/ps2/products/subfeature.asp?contentID=2300456> (24.05.2012)
17. Citrix *kodulehekülg, XenServer 6.0 Release Notes* <http://support.citrix.com/article/CTX130418> (25.05.2012)
18. R. Paul, *Red Hat acquires Qumranet, will embrace KVM* <http://arstechnica.com/information-technology/2008/09/red-hat-acquires-qumranet-will-embrace-kvm/> (26.05.2012)
19. T. Shinagawa, H. Eiraku, K. Tanimoto *et al.*, “BitVisor: A Thin Hypervisor for Enforcing I/O Device Security” *kogumikus Proceedings of the 2009 ACM SIGPLAN/SIGOPS international conference on Virtual execution environments* (ACM, New York, 2009)
20. D. Leinenbach, T. Santen, „Verifying the Microsoft Hyper-V Hypervisor with VCC“ *kogumikus FM 2009: Formal Methods*, A. Cavalcanti, D. Dams (Springer Berlin/Heidelberg, 2009)
21. C. Chaubal, *The Architecture of VMware ESXi*. VMware white paper, 2012

## 8. Summary

### **Hardware virtualizing lab and suggestions for subsequent practical engagements in virtualization on IT studies at the University of Tartu.**

Alex Nõomaa

The main objective of this present bachelor's thesis was to improve existing code of guidelines in the course Practical Works In Computer Hardware and provide instructive materials for the tasks students are engaged in.

The present work gives in a nutshell an overview of the history of hardware virtualization, industry standards and present solutions of data center virtualization offered by current market leaders. Various hardware virtualization solutions such as emulation, native and paravirtualization have been addressed in more detail. Albeit the emphasis is on previously mentioned concepts, software virtualization has been addressed as well, and namely OS, application and desktop level virtualization. Examples from the industry are introduced such as the Red Hat developed open source project hypervisor Linux KVM, and commercial solutions being offered by Microsoft, VMware and Citrix.

Chapter four, the OS install and virtualization lab, describes how instructive materials were developed for the course LOFY.03.003 Practical Works in Computer Hardware. Students' practical work reports in conjunction with instructors' feedback have been thoroughly analyzed and the results have been taken into account while elaborating the instructive materials.

The fifth chapter summarizes the requirements of data center hardware virtualization, taking into account the creation of instructive materials. Important criteria are listed for choosing proper hardware for that practical work and some potential new topics for future practical works are proposed.

The author of this work intends to continue making a contribution to the development of instruction materials in hardware virtualization subjects.

## 9. Lisad

### 9.1 Praktikumijuhend: Linuxi paigaldamine

## Operatsioonisüsteemi paigaldamine

### Praktikumi ülesanded

- I Paigaldada Linux
- II Käivitada Linuxis virtuaalne Windows
- III Algseisu taastamine

### Lühiülevaade

Arvutisse paigaldatakse olemasoleva operatsioonisüsteemi kõrvale laialt levinud Linuxi distributsioon: Ubuntu. Tulemusena saab kaksikbuutimisega süsteemi. Windowsi partitsiooni vähendamiseks ja Ubuntule vajaliku kettaruumi tekitamiseks kasutame seekord Windowsi vahendeid.

Kaksikbuutimisega süsteemi üks alternatiiv on erinevate operatsioonisüsteemide jooksutamine virtuaalmasinates. Arvutisse installeeritud Linuxis seatakse üles Windowsil töötav virtuaalmasin – füüsilises masinas töötav, aga täielikult isoleeritud operatsioonisüsteem, millele kasutaja eraldab mingi osa süsteemi ressurssidest. Sellise lahenduse üheks eeliseks on muuhulgas võimalus kasutada mitut operatsioonisüsteemi samaaegselt, kuna need ei ole riistvaraga otse seotud.

Praktikumi läbimisel võib mõnel puhul leida abi arvuti kõvakettal olevast kaustast OS praks.

### Tegevusjuhend

1. Märki üles töö tegemise aeg ja töövahendiks oleva arvuti nimi, nt ARA4.
2. Praktikumi arvutis *Windowsi* vahendeid kasutades (*Disk Management*) tõmba olemasolevat suurt *Windowsi* sektsiooni kokku nii, et ketta lõppu jääb vaba ruumi umbes 100 GB.
3. Sisesta *Ubuntu* CD lugejasse, tee arvutile taaskäivitus.
4. Missugune klahv lubab ühekordselt valida seadet, millelt buutida?
5. Installeeri *Linux*. Ära lae praegu alla uuendusi ega kolmandate osapoolte tarkvara.
6. Kuna eesmärgiks on säilitada kõvakettal olev informatsioon, pead paigaldamise parameetrid ja partitsioonid määrama käsitsi.
7. Tekita tühjale kettaalale 2048 MB suurusega saaleala (*swap*) ja juurkataloogi (*/*) haagitud partitsioon. Missugused kettatähised kumbki loodud partitsioon omandas? Missuguse kettatähisega on *Windowsi* partitsioon?
8. Mis on saaleala, milleks seda kasutatakse? (Ei pea vastama kohe praktikumi käigus)
9. Alglaadur (*boot loader*) paigalda kõvaketta algusesse, mitte mõnele partitsioonile, vastasel korral läheb “kaduma” kas *Windowsi* alglaadur, loodav *Ubuntu* alglaadur või hea õnne korral ka mõlemad.

10. Pane arvuti nimeks arvuti korpusel kirjas olev nimi, nt ARA4.
11. Mis on *Ubuntu One*? (Ei pea vastama kohe praktikumi käigus)
12. Mille poolest erineb praegune *Ubuntu* install *wubi*-ga installist? (Ei pea vastama kohe praktikumi käigus)
13. Esimese asjana tuleks teha süsteemi uuendamine. *Ubuntu* 12.10 on üsna värske operatsioonisüsteem – mitu uuendust leitakse ja paigaldatakse?
14. Kirjuta terminali aknasse käsk *glxgears* ja pane kirja videokaardi võimekust hindavad andmed koos ühikutega. Mida tuleb teha, et seda käsku kasutada saaks?
15. Paigalda videokaardile tootja poolt valmistatud draiver ning tee selle rakendamiseks arvutile taaskäivitus.
16. Missugune on *glxgears*-i tulemus nüüd? Miks see just niimoodi muutub?
17. Proovi avada mõnd .pdf või .odt/doc/.docx dokumenti, näiteks praktikumi juhendit *Moodles*. Kas see õnnestub ilma lisatarkvara paigaldamata? Vajadusel paigalda lisatarkvara.
18. Proovi vaadata mõnd *YouTube* videot. Kas see õnnestub ilma lisatarkvara paigaldamata? Vajadusel paigalda lisatarkvara.
19. Paigalda arvutisse *Oracle VirtualBox*. Kui sulle pakutakse *VirtualBoxi* uuendusi või laiendusi, paigalda ka need.
20. *VirtualBoxis* loo uus virtuaalmasin ja paigalda sellesse *Windows 7*. Eralda virtuaalmasinale 2048 MB mälu ja 20 GB dünaamilise suurusega kõvaketas. Mis vahe on dünaamilise ja fikseeritud suurusega kõvakettafailil?
21. Missuguse failiformaadi pakutavatest valisid ja miks? Millisel juhul peaks valima mõne teise?
22. *Windowsi* paigaldamiseks vajaliku plaaditõmmise leiad D:\OS praks.
23. Kui *Windowsi* paigaldamine on lõppenud, eemalda virtuaalmasina küljest installiplaat (selle tõmmis).
24. Uuri välja, mitu virtuaalset protsessorit saad oma virtuaalmasinale eraldada.
25. Kas ja missugust riistvaralist kiirendust kasutatakse?
26. Mine virtuaal-*Windowsiga* internetti. Missugused peavad *VirtualBoxis* olema virtuaalmasina seaded, et füüsilise masina (*Ubuntu*) internetiühendus jõuaks ka virtuaalmasinani?
27. Proovi avada mõnd .pdf või .odt/doc/.docx faili, näiteks praktikumi juhend *Moodles*. Kas see õnnestub ilma lisatarkvara paigaldamata? Paigalda virtuaalmasinasse mõni tasuta programm PDFide lugemiseks.
28. Virtuaalmasina üheks eeliseks on “kaasaskandmise” lihtsus – kerge vaevaga võib masina koos kõigi seadete, sätete ning isiklike asjadega näiteks teise arvutisse ümber tõsta. Leia arvutist oma virtuaalse *Windowsi* masina “kõvaketas.” Kui suure failiga on tegu?

### **Algeisju taastamine**

1. Mine uuesti praktikumi-*Windowsisse*. *Linuxi* alglaadurist GRUB vabanemiseks paigalda arvutisse *EasyBCD* (D:\OS praks), mille alajaotisest *BCD Deployment* kirjuta ketta algusesse *Windows 7* alglaadur: *Write MBR*.
2. Tee arvutile alglaadimine ja veendu, et GRUB oleks MBRiga asendunud. Kui ei ole, paranda vead.
3. Kustuta *Linuxi* kõvakettasektsioonid *Disk Management* 'i abil ning suurenda *Windowsi* partitsiooni nii, et see võtaks enda alla ka kogu kasutamata kettaala.

## 9.2 Praktikumijuhend: Windows 7 paigaldamine

# Operatsioonisüsteemi installeerimine

### Praktikumi ülesanded

- I Paigaldada *Windows*
- II Käivitada *Windows*is virtuaalne *Linux*
- III Algseisu taastamine

### Lühiülevaade

Arvutisse paigaldatakse olemasoleva operatsioonisüsteemi kõrvale laialt levinud OS: Windows 7. Tulemusena saab kaksikbuutimisega süsteemi. Olemasoleva *Windows*si partitsiooni vähendamiseks ja vajaliku kettaruumi tekitamiseks kasutame seekord *Windows*si vahendeid.

Kaksikbuutimisega süsteemi üks alternatiiv on erinevate operatsioonisüsteemide jooksutamine virtuaalmasinas. Arvutisse installeeritud *Windows*is seatakse üles *Linux*i ühel distributsioonil *Ubuntu* töötav virtuaalmasin – füüsilises masinas töötav, aga täielikult isoleeritud operatsioonisüsteem, millele kasutaja eraldab mingi osa süsteemi ressurssidest. Sellise lahenduse eeliseks on muuhulgas võimalus kasutada mitut operatsioonisüsteemi samaaegselt, kuna need ei ole riistvaraga otse seotud.

Praktikumi läbimisel võib mõnel puhul leida abi arvuti kõvakettal olevast kaustast OS praks.

### Tegevusjuhend

1. Märki üles töö tegemise aeg ja töövahendiks oleva arvuti nimi, nt ARA4.
2. Praktikumi arvutis *Windows*si vahendeid kasutades (*Disk Management*) tõmba olemasolevat suurt kettasektsiooni kokku nii, et ketta lõppu jääb vaba ruumi umbes 100 GB.
3. Sisesta *Windows 7* DVD lugejasse, tee arvutile taaskäivitus.
4. Missugune klahv lubab ühekordselt valida seadet, millelt buutida?
5. Installeeri **Windows**. Jäta litsentsivõtme sisestamine ja aktiveerimine vahele ning uuenduste kohta lase hiljem küsida.
6. Kuna eesmärgiks on säilitada kõvakettal olev informatsioon, pead paigaldamise parameetrid määrama käsitsi.
7. Paigalda **Windows** punktis 1 tekitatud tühjale kettaosale.
8. Pane arvuti nimeks arvuti korpusel kirjas olev nimi, nt ARA4.
9. Iga operatsioonisüsteemi paigaldamisel tuleks esimese asjana teha süsteemi uuendamine. Mitu uuendust leitakse ja paigaldatakse? Miks alguses midagi ei leita ja kuidas pääseda internetti?
10. Testimaks arvuti graafikavõimekust, paigalda *Passmark Performance Test*. Tee testid ja märki üles kogutulemus ning 2D ja 3D graafika tulemus.
11. Paigalda videokaardile tootja poolt valmistatud draiver ning tee selle rakendamiseks arvutile taaskäivitus.

12. Missugune on *Performance Testi* tulemus nüüd? Miks see just niimoodi muutub?
13. Proovi avada mõnd .pdf või .odt/doc/.docx dokumenti, näiteks praktikumi juhendit *Moodles*. Kas see õnnestub ilma lisatarkvara paigaldamata? Vajadusel paigalda lisatarkvara.
14. Proovi vaadata mõnd *YouTube* videot. Kas see õnnestub ilma lisatarkvara paigaldamata? Vajadusel paigalda lisatarkvara.
15. Paigalda arvutisse *Oracle VirtualBox*. Kui sulle pakutakse *VirtualBoxi* uuendusi või laiendusi, paigalda ka need.
16. *VirtualBoxis* loo uus virtuaalmasin ja paigalda sellesse *Ubuntu 12.10*. Eralda virtuaalmasinale 2048 MB mälu ja 20 GB dünaamilise suurusega kõvaketas. Mis vahe on dünaamilise ja fikseeritud suurusega kõvakettafailil?
17. Missuguse failiformaadi pakutavatest valisid ja miks? Millisel juhul peaks valima mõne teise?
18. *Linuxi* paigaldamiseks vajaliku plaaditõmmise leiad D:\OS praks ehk *VirtualBoxi* paigaldusfailiga samast kaustast.
19. Kui *Linuxi* paigaldamine on lõppenud, eemalda virtuaalmasina küljest installiplaat (selle tõmmis).
20. Uuri välja, mitu virtuaalset protsessorit saad oma virtuaalmasinale eraldada.
21. Kas ja missugust riistvaralist kiirendust kasutatakse?
22. Mine virtuaal-*Linuxiga* internetti. Missugused peavad *VirtualBoxis* olema virtuaalmasina seaded, et füüsilise masina (Windows) internetiühendus jõuaks ka virtuaalmasinani?
23. Proovi avada mõnd .pdf või .odt/doc/.docx faili, näiteks praktikumi juhend *Moodles*. Kas see õnnestub ilma lisatarkvara paigaldamata? Missuguse programmiga need avatakse?
24. Virtuaalmasina üheks eeliseks on “kaasaskandmise” lihtsus – kerge vaevaga võib masina koos kõigi seadete, sätete ning isiklike asjadega näiteks teise arvutisse ümber tõsta. Leia arvuti kõvakettalt oma virtuaalse *Linuximasina* “kõvaketas.” Kui suure failiga on tegu?

### **Algeisuse taastamine**

1. Mine uuesti praktikumi-*Windows*isse. Algladuris liigest *Windowsi*-kirjest vabanemiseks paigalda arvutisse *EasyBCD* (D:\OS praks), mille alajaotisest *Edit Boot Menu* kustuta ülemine, enda loodud kirje *Windows 7*.
2. Tee arvutile algladimine ja veendu, et MBRis on kaks kirjet: *Windows 7 VHD x86* ning *Microsoft Windows 7 HDD*. Kui ei ole, paranda vead.
3. Kustuta enda loodud 100 GB kettasektsioon *Disk Management* 'i abil ning suurenda praktikumi *Windowsi* partitsiooni nii, et see võtaks enda alla ka kogu kasutamata kettaala.